



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชไร่นา

สาขา

พืชไร่นา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ

Effects of Pruning on Growth and Yield of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.)

นามผู้วิจัย นายอนุวัฒน์ กำแพงแก้ว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์สมบัติ ชินะวงศ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลพ ภาณุตานนท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์พรศิริ หลีวานิช, ป.ศ.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สนธิชัย จันทน์เปรม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ

Effects of Pruning on Growth and Yield of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.)

โดย

นายอนุวัฒน์ กำแพงแก้ว

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2551

อนุวัฒน์ กำแพงแก้ว 2551: ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ
สบู่ดำ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชไร่นา ภาควิชาพืชไร่นา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สมบัติ ชินะวงศ์, Ph.D. 122 หน้า

การศึกษาการตัดกิ่งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ ดำเนินการ
ทดลองในเดือน กุมภาพันธ์ 2549-ตุลาคม 2551 ณ แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยทำการศึกษา 2 การทดลอง คือ
การทดลองที่ 1 ศึกษารูปแบบการตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตสบู่ดำ มีการตัดแต่งกิ่ง 4
รูปแบบ คือ 1) การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น 2) การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนง
หลักที่ชิดกับลำต้น 3) การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนง
หลักที่ชิดกับลำต้น และ 4) ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control) การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการตัดแต่งกิ่ง
ร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำในระยะปลูกแตกต่างกัน 3 ระยะ
คือ 2×2 เมตร (400 ต้นต่อไร่) 2×3 เมตร (267 ต้นต่อไร่) และ 3×3 เมตร (178 ต้นต่อไร่) ร่วมกับการ
ตัดแต่งกิ่ง 5 วิธี คือ 1) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น 2) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการ
ไว้กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น 3) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น 4) การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยให้ยิบ
และ 5) ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control) ผลการทดลองที่ 1 พบว่า การตัดแต่งกิ่งทั้ง 4 รูปแบบ มีความสูง
ของทรงพุ่มต้นสบู่ดำไม่แตกต่างกัน ต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีขนาดความกว้างของทรงพุ่มใหญ่
ที่สุด 222.6 เซนติเมตร การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีการขยายขนาดของลำต้นมากที่สุด
2.01 เซนติเมตรต่อปี ให้ผลผลิตต่อต้นและผลผลิตต่อไร่มากที่สุด 222.38 กรัมต่อต้นต่อปี หรือ
ประมาณ 177.9 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ผลการทดลองที่ 2 พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร
ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน คือ 439.9-585.2 กรัมต่อต้น หรือ 104.2-176.0 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนการ
ตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธีนั้น พบว่า ต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีความสูงและความกว้างของทรงพุ่มมาก
ที่สุด 276.9 และ 327.2 เซนติเมตร ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี มีดอก
เพศเมียในช่อดอกคิดเป็น 6.4 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งที่มีดอกเพศเมียในช่อดอก
เพียง 3.2 เปอร์เซ็นต์ ต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีผลผลิตน้อยที่สุด 295.4 กรัมต่อต้น หรือ
ประมาณ 79.5 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี ให้ผลผลิตไม่
แตกต่างกัน 454.71-557.6 กรัมต่อต้นหรือประมาณ 124.6-153.7 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้น การตัดแต่ง
กิ่งที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 50 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้ยิบให้มีการแตกกิ่งอย่างอิสระ เป็นวิธีที่
เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของต้นสบู่ดำที่มีอายุมากกว่า 2 ปี

Anuwat Kumpeangkeaw 2008: Effects of Pruning on Growth and Yield of Physic nut (*Jatropha curcas* L.). Master of Science (Agriculture), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Associate Professor Sombat Chinawong, Ph.D. 122 pages.

The effect of pruning on growth and yield of Physic nut was carried out during February 2006-October 2008 at research field of Department of Agronomy Kasetsart University, Kamphaengsaen campus, Nakhon Pathom province. The first experiment consisted of 4 different patterns of pruning: 1) pruned down at primary scaffold, 2) pruned down at secondary scaffold, 3) pruned down at tertiary scaffold and 4) un-pruned (control). In the second experiment, the effects of different spacings of 2×2 m (400 plants/rai), 2×3 m (267 plants/rai) and 3×3 m (178 plants/rai) in combination with 5 pruning methods were investigated. Trees were not pruned (control) or hard-pruned to 50 cm above the ground and new shoots were allowed to grow from the pruned branches as 2 shoots/tree, 3 shoots/tree, 4 shoots/tree and more than 4 shoots/tree were investigated. The results of the study on 4 different patterns of pruning showed that plant height was not different when compared with control but un-pruned trees had highest canopy diameter. Pruning at primary scaffold showed higher stem diameter and yield than that of other patterns. The results of the study on different spacing and different pruning methods showed that yield was in the range of 439.9-585.2 g/plant and there was no difference among 3 spacings tested. The results of different pruning methods showed that un-pruned trees had highest height (276.9 cm) and canopy width (327.2 cm). Un-pruned trees had lower percent of female flower (4.4%) than other pruned trees (6.4%). Pruned trees had total seed yield of 454.71-557.62 g/plant which was higher than that of un-pruned trees (295.41 g/plant). These observations indicated that different spacing and pruning methods had influences on canopy diameter, light penetration into canopy, development of fruited panicles, % female flower, seed quality and yields. Hence, hard-pruned to 50 cm above the ground and new shoots were allowed to grow from the pruned branches more than 4 shoots/tree was a viable option to sustain production of 'Physic nut' orchards after planting more than 2 years.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ชินะวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.พรศิริ หลิวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.ลพ ภาณุदानนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการศึกษา
และการทำการวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์จนมีความสมบูรณ์ และขอ
กราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วิจิตร ใจอารีย์ ประธานการในสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย และ
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.วัฒนา สเกษรสวัสดิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและคำสอน
อันก่อให้เกิดแรงบรรดาลใจให้รักในงานวิจัยและแนวทางในการดำเนินชีวิต ขอขอบพระคุณ
รองศาสตราจารย์ ดร.รวี เสฐฐภักดี ที่ให้แนวทางการวิจัยที่สำคัญในครั้งนี้ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.ชูศักดิ์ จอมพุก ที่ให้คำแนะนำด้านการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ขอกราบขอบพระครอบครัวกำแพงแก้ว คุณพ่อ คุณแม่ หลวงลุง พี่สาวและพี่ชาย ที่คอย
เป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาการศึกษา ขอโน้มเคารพบูรพาคุณาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนวิชา
ความรู้อันมีค่ายิ่ง

ขอขอบคุณ พี่ ๆ น้อง ๆ โรงเรียนสนุ่ดำ แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พิษณุราย ใจผ่อง
พี่สิริชัย สาธุวิจารณ์ พี่ปิยวัฒน์ ทรงกระสินธุ์ ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ภาควิชาพืชไร่นา และ
บัณฑิตวิทยาลัยทุก ๆ ท่าน ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนอำนวยความสะดวกใน
การทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

อนุวัฒน์ กำแพงแก้ว

ตุลาคม 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	23
สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง	36
ผลและวิจารณ์	37
สรุปและข้อเสนอแนะ	88
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	90
ภาคผนวก	100
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	122

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อขนาดทรงพุ่มของต้นสับดูดำหลังตัดแต่งกิ่ง 12 เดือน	38
2	ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการขยายขนาดลำต้นและจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดของต้นสับดูดำ	41
3	ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อน้ำหนักผลแห้ง น้ำหนักเมล็ดแห้ง และผลผลิตทั้งหมดของต้นสับดูดำ	44
4	ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อขนาดทรงพุ่มและการขยายขนาดลำต้นในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร หลังการทดลองที่ 12 เดือน	46
5	ผลของการตัดแต่งกิ่งสับดูดำร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัด และปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มหลังการทดลองที่ 12 เดือน	55
6	ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อจำนวนยอดและจำนวนช่อดอกสับดูดำ หลังการทดลองที่ 12 เดือน	62
7	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อจำนวนช่อดอกสับดูดำหลังการทดลองที่ 12 เดือน	63
8	ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการตัดแต่งกิ่งต่อจำนวนดอกทั้งหมด จำนวนดอกเพศผู้ จำนวนดอกเพศเมีย และเปอร์เซ็นต์ดอกตัวเมีย	70
9	ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อน้ำหนักผลและน้ำหนักเมล็ดหลังทำการทดลองในเดือนที่ 1-6 และ 7-12	72
10	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อน้ำหนักผลแห้ง หลังการทดลองในเดือนที่ 1-6	73
11	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด หลังการทดลองในเดือนที่ 1-6	74
12	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด หลังการทดลองในเดือนที่ 7-12	76
13	ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อผลผลิตรวมของสับดูดำหลังการทดลองที่ 12 เดือน	79
14	ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นสับดูดำ หลังการทดลองที่ 12 เดือน	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	Chemical, physical and fuel parameters of <i>Jatropha curcas</i> oil, methyl esters and ethyl esters	101
2	Oil content and yields of <i>Jatropha curcas</i> compared with oil plant	102
3	Pesticidal properties of various seed extracts	102
4	Fatty acid content of oil plant compared with <i>Jatropha</i> oil	103
5	ผลการวิเคราะห์ดินของแปลงทดลองสบูดำของการทดลองที่ 1	104
6	ผลการวิเคราะห์ดินแปลงทดลองสบูดำของการทดลองที่ 2 ในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร	105
7	Biomass with heating values	106

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตำแหน่งกิ่งของต้นสบู่ดำที่จะทำการตัดด้วยวิธีต่าง ๆ ของการทดลองที่ 1	24
2	การตัดแต่งกิ่งต้นสบู่ดำแบบวิธีที่ 1 คือ การตัดกิ่งหลักที่ชิดกับลำต้น (pruned down at primary scaffold)	25
3	การตัดแต่งกิ่งต้นสบู่ดำแบบวิธีที่ 2 คือ การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่ง แขนงหลักที่ชิดกับลำต้น (secondary scaffold)	25
4	การตัดแต่งกิ่งต้นสบู่ดำแบบวิธีที่ 3 คือ การตัดกิ่งกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจาก กิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น (tertiary scaffold)	26
5	การตัดแต่งกิ่งต้นสบู่ดำแบบวิธีที่ 4 คือ การตัดกิ่งหลักที่ชิดกับลำต้น (pruned down at primary scaffold)	26
6	วิธีการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่ง ในการทดลองที่ 2	32
7	วิธีการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่ง ในการทดลองที่ 2 (1) กรณีวิธีที่ 2 การตัด แต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น แต่มี primary branch จำนวน 2 กิ่ง (2) กรณีวิธี ที่ 3 การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น แต่มี primary branch จำนวน 2 กิ่ง	33
8	การเจริญเติบโตของต้นสบู่ดำหลังการทดลองในเดือนที่ 1 และ 12	39
9	การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของทรงพุ่มต้นสบู่ดำ หลังการทดลอง ในแต่ละเดือน	49
10	การเจริญเติบโตทางด้านความกว้างของทรงพุ่มต้นสบู่ดำ หลังการทดลอง ในแต่ละเดือน	50
11	การเจริญเติบโตทางด้านการขยายขนาดลำต้นสบู่ดำ หลังการทดลอง ในแต่ละเดือน	51
12	ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อระยะเวลาการออกดอกชุดแรก	53
13	ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจาก รอยตัด หลังการทดลองในเดือนที่ 1-6 และ 7-12	57

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งต่อปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มต้นสบู่ดำ หลังการทดลองในแต่ละเดือน	60
15	ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งต่อจำนวนยอดสบู่ดำ หลังการทดลองในเดือนที่ 1-6 และ 7-12	66
16	ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งต่อจำนวนช่อดอกสบู่ดำ หลังการทดลองในเดือนที่ 1-6 และ 7-12	67
17	ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งต่อผลผลิตรวมหลังการทดลองในแต่ละเดือน	82
ภาพผนวกที่		
1	อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนระหว่างทำการทดลอง (มิถุนายน 2550-พฤษภาคม 2551) ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม	107
2	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในแต่ละเดือนระหว่างทำการทดลอง (มิถุนายน 2550-พฤษภาคม 2551) ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม	107
3	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือนระหว่างทำการทดลอง (มิถุนายน 2550-พฤษภาคม 2551) ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม	108
4	วิธีการตัดแต่งกิ่งต้นสบู่ดำในการทดลองที่ 1	109
5	การไถ้ยอดต้นสบู่ดำหลังตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน ในการทดลองที่ 2	110
6	การเจริญเติบโตของต้นสบู่ดำในการทดลองที่ 2 หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่ง 2 เดือน	111
7	การวัดปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มต้นสบู่ดำ	112
8	ลักษณะของดอกสบู่ดำ	112
9	ต้นสบู่ดำที่มีอายุ 2 ปี โดยไม่ได้ตัดแต่งกิ่ง	113

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
10	ลักษณะของการแตกกิ่งหลักที่ออกจากบริเวณรอยตัดของต้นสนงูดำ ในระยะปลูก 2×2 เมตร หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งที่ 12 เดือน	114
11	ลักษณะของการแตกกิ่งหลักที่ออกจากบริเวณรอยตัดของต้นสนงูดำ ในระยะปลูก 2×3 เมตร หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งที่ 12 เดือน	115
12	ลักษณะของการแตกกิ่งหลักที่ออกจากบริเวณรอยตัดของต้นสนงูดำ ในระยะปลูก 3×3 เมตร หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งที่ 12 เดือน	116
13	ต้นสนงูดำในระยะปลูกต่าง ๆ หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งที่ 12 เดือน	117
14	ต้นสนงูดำในระยะปลูก 2×2 เมตร หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งที่ 12 เดือน	118
15	ต้นสนงูดำในระยะปลูก 2×3 เมตร หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งที่ 12 เดือน	119
16	ต้นสนงูดำในระยะปลูก 3×3 เมตร หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งที่ 12 เดือน	120
17	ขั้นตอนการหาน้ำหนักชีวมวลของต้นสนงูดำ	121

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

Vg	=	Vegetative growth
Rg	=	Reproductive growth
DAF	=	Day After Flowering
PPFD	=	Photosynthesis Photon Flux Density

ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ

Effects of Pruning on Growth and Yield of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.)

คำนำ

ในปัจจุบันทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยกำลังประสบปัญหาวิกฤตการณ์น้ำมัน ปริมาณน้ำมันดิบใต้พื้นดินเริ่มลดน้อยลงอย่างมากและคาดว่าจะหมดไปจากโลกอีกประมาณ 50 ปี (กระทรวงพลังงาน, 2548) ประกอบกับราคาน้ำมันที่มีการปรับสูงขึ้น ได้สร้างปัญหาและส่งผลกระทบต่อเป็นลูกโซ่ไปสู่ระบบอื่น ๆ เช่น การคมนาคม การเกษตร และค่าครองชีพที่สูงขึ้น ประเทศทั่วโลกจึงได้ตระหนักและมองหาแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อเตรียมตัวรับมือกับวิกฤตการณ์การขาดแคลนพลังงานในอนาคต พลังงานทดแทนที่สามารถนำมาใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานที่ได้มาจากพืช เป็นต้น พลังงานที่ได้มาจากพืช เช่น น้ำมันที่ได้จากพืชซึ่งมีหลายชนิดและสามารถนำมาใช้ทดแทนการใช้ น้ำมันดีเซลได้ ยกตัวอย่างเช่น สบู่ดำ เป็นพืชที่สามารถนำน้ำมันที่สกัดจากเมล็ดมาใช้เป็นพลังงานทดแทน (Ginwal และ คณะ, 2004) ใช้แทนน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ทางการเกษตรที่มีรอบต่ำได้ หรือนำไปผ่านกระบวนการทำเป็นน้ำมันไบโอดีเซลได้ (Pant และ คณะ, 2006) ซึ่งน้ำมันไบโอดีเซลจากสบู่ดำมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาก ปี 2548 ประเทศไทยมีมูลค่าการนำเข้าน้ำมันดิบรวม 640,000 ล้านบาทต่อปี เพิ่มขึ้นจากปี 2547 ร้อยละ 31 (กระทรวงพลังงาน, 2549) ส่วนการนำเข้าน้ำมันดีเซลมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ในปี พ.ศ. 2533 ความต้องการน้ำมันดีเซลในประเทศไทยมีปริมาณ 9,928 ล้านลิตร และเพิ่มเป็น 18,273 ล้านลิตร ในปี พ.ศ. 2547 หรือเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเฉลี่ยร้อยละ 4.5 ต่อปี (กระทรวงพลังงาน, 2548) ซึ่งคิดเป็นมูลค่ามหาศาล ถ้าเราสามารถใช้น้ำมันที่ได้จากพืชน้ำมัน หรือ เปรียบได้ว่าเป็นแหล่งน้ำมันบนผิวดินได้ ก็จะช่วยลดการนำเข้าและทดแทนการใช้ น้ำมันดีเซล ที่สำคัญจะรักษาเงินตราภายในประเทศไว้ได้เป็นจำนวนมาก

สบู่ดำเป็นพืชพลังงานทดแทนอีกทางเลือกหนึ่งที่กำลังเป็นที่สนใจในเรื่องของพลังงานทดแทน ซึ่งอาจจะเริ่มต้นจากการใช้ในครัวเรือนหรือเมื่อมีการใช้ปริมาณมากขึ้นก็รวมกลุ่มกัน ในชุมชนจัดตั้งเป็นสหกรณ์หรือเป็นในเชิงพาณิชย์ต่อไปในอนาคต ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูก สบู่ดำเพิ่มมากขึ้นจากการส่งเสริมของหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำเมล็ดมาหีบหรือสกัดน้ำมันเอาไว้ใช้เอง แต่การปลูกสบู่ดำนั้นมีข้อจำกัด ปัญหา และอุปสรรคเกิด

ขึ้นกับเกษตรกรผู้ปลูกหลายประการ เช่น 1) วิธีปลูกที่เหมาะสม โดยวิธีปลูกสับจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความพร้อมของเกษตรกร ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ ท่อนพันธุ์ ต้นกล้า ค่าแรงงาน เป็นต้น 2) ระยะเวลาปลูกที่เหมาะสม โดยระยะเวลาปลูกสับขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สภาพพื้นที่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพและภูมิอากาศ และวัตถุประสงค์ และ 3) การดูแลรักษา เช่น การจัดการน้ำ ธาตุอาหาร โรคแมลง และการจัดการวัชพืช รวมถึงการตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสม โดยการตัดแต่งกิ่งเป็นวิธีการจัดการในแปลงสับที่มีอายุมากกว่า 2 ปี มีความสูงและขนาดของทรงพุ่มใหญ่ หนาแน่นมากเกินไป และเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ลำบาก สมบัติ (2549) พบว่า การดูแลรักษาและการเกษตรกรรมที่ดี เช่น การจัดการน้ำ การให้ปุ๋ยเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ควบคุมการระบาดของโรคและแมลง การกำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอ ต้นสับจะทำให้ผลผลิตในปีแรกสูงถึง 800 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แต่ในปีที่ 2 และ 3 ผลผลิตลดลงเหลือเพียง 355.2 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (วิฑูรย์, 2548) และมีแนวโน้มผลผลิตจะลดลงอย่างต่อเนื่องในปีที่ 3 และ 4 หรือเมื่อต้นสับมีอายุมากขึ้น สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตสับลดลงอย่างต่อเนื่อง คือ ขาดการตัดแต่งกิ่ง เนื่องจากสับเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วหากได้รับปัจจัยที่เหมาะสม ทำให้ต้นมีความสูงและความกว้างของทรงพุ่มใหญ่และหนาแน่น แสงส่องผ่านเข้าไปในทรงพุ่มได้น้อยลง ส่งผลให้การสังเคราะห์แสง การสร้างอาหาร และการให้ผลผลิตที่ลดลง (Schaffer และ Gaye, 1989) ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาและหาวิธีการตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับที่มีอายุมากกว่า 2 ปี หรือ วิธีการตัดแต่งกิ่งต้นสับที่มีขนาดทรงพุ่มหนาแน่นมากเกินไป เพื่อเตรียมความพร้อมในอนาคตหากมีการส่งเสริมให้สับเป็นพืชพลังงานทดแทนทางเลือกชนิดหนึ่ง หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจะได้มีการเตรียมพร้อมในเรื่ององค์ความรู้ต่าง ๆ ของสับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องของการเกษตรกรรมที่เหมาะสม ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะให้ผู้เกษตรกรได้เข้าใจและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง เพื่อเพิ่มผลผลิตสับให้เพียงพอต่อการนำไปผลิตเป็นน้ำมันสับหรือทำไบโอดีเซลใช้ในประเทศหรือลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษารูปแบบการตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตของสับดูดำ
2. เพื่อศึกษาวิธีการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดูดำในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร

การตรวจเอกสาร

สรุปค่า

1. ความสำคัญของสรุปค่ากับการพัฒนาพลังงานทดแทน

ทั่วโลกได้ประสบปัญหาด้านราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นมาตั้งแต่ปี 2544 และมีแนวโน้มจะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งราคาน้ำมันดิบของตลาดโลก ณ เดือนกันยายน 2544 อยู่ที่ราคา 20 ดอลลาร์ต่อบาร์เรล (Thaigold community, 2551) และเมื่อเดือนสิงหาคม 2551 พบว่า ราคาน้ำมันดิบได้เพิ่มสูงขึ้นถึง 116.17 ดอลลาร์ต่อบาร์เรล (พยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ, 2551) ในระยะเวลา 7 ปี ราคาน้ำมันดิบได้ปรับตัวสูงขึ้นร้อยละ 13.7 ต่อปี จากปัญหาวิกฤตด้านพลังงานในครั้งนี้ทำให้ทั่วโลกหันมาหาพลังงานทดแทนชนิดอื่นที่จะใช้แทนพลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งได้คาดการณ์ไว้อีก 50 ปีข้างหน้า น้ำมันดิบไม่น่าจะมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของโลกได้ พลังงานอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงได้แก่ พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานเชื้อเพลิงจากวัสดุทางการเกษตร พลังงานเชื้อเพลิงที่เป็นน้ำมันซึ่งได้จากพืชหรือสัตว์ เป็นต้น

ประเทศไทยได้ตื่นตัวเรื่องพลังงานทดแทนมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานทดแทนที่ได้จากพืชสามารถใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทดีเซลและเบนซิน อาทิ 1) มันสำปะหลัง อ้อย และข้าวฟ่างหวาน สามารถผลิตเป็นเอทานอลแล้วนำไปผสมกับน้ำมันเบนซิน เป็นน้ำมันแก๊ซโซฮอล์ 91 และ 95 ลดการนำเข้าเบนซินได้ และ 2) น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม และน้ำมันมะพร้าวสามารถนำมาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้

ในภาคการเกษตรนั้นได้รับผลกระทบจากราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะน้ำมันดีเซล ซึ่งการขนส่งหรือบรรทุกสินค้าทางการเกษตรส่วนใหญ่จะต้องใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลัก เช่น รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุกเล็ก และรถยนต์ส่วนตัว เป็นต้น ด้านการผลิต อุปกรณ์และเครื่องมือจักรกลทางการเกษตรส่วนมากก็ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลักเหมือนกัน อาทิ รถไถเดินตาม รถแทรกเตอร์ เครื่องสูบน้ำ เครื่องสีข้าว เครื่องนวดข้าว และเครื่องเก็บเกี่ยว เป็นต้น เมื่อราคาน้ำมันดีเซลปรับตัวสูงขึ้น เกษตรกรต้องรับภาระกับต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ผู้ค้าต้องขายของในราคาที่แพงขึ้น ผู้บริโภคต้องแบกรับภาระ

ราคาสินค้าที่แพงตามไปด้วย จากปัญหาดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อกันอย่างทั่วเป็นลูกโซ่จากผู้ผลิตซึ่ง
เป็นเกษตรกร ผู้ค้า และผู้บริโภค

รัฐบาลจึงได้ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการวิจัยและพัฒนาพืชพลังงานที่มีศักยภาพในการ
ผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ แต่เนื่องจากปาล์มน้ำมันสามารถนำมา
บริโภคได้และความต้องการของตลาดผู้บริโภคมีปริมาณที่สูง จึงไม่เหมาะสมที่จะผลิตเป็น
น้ำมันไบโอดีเซล ส่วนน้ำมันที่ได้จากสบู่ดำนั้นไม่สามารถนำมาบริโภคได้ เนื่องจากในน้ำมันมี
สารพิษที่เป็นอันตรายเมื่อบริโภค และเมื่อผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมัน
ดีเซลมาก นอกจากนี้ส่วนต่าง ๆ ของสบู่ดำ ยังสามารถนำมาแปรรูปสร้างมูลค่าได้อีกทางหนึ่งด้วย
เช่น ส่วนของลำต้นและกิ่ง ผลิตเป็นเชื้อกระดาษ ไม้อัด ถ่านอัดแท่ง น้ำส้มควันไม้ และเป็นเชื้อเพลิง
ชีวผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนเปลือกผลและกากเมล็ด นำมาพัฒนาเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ถ่านอัด
แท่ง เชื้อเพลิงชีว และอาหารสัตว์ (สมบัติ, 2549) ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาสบู่ดำต้องเป็นไปใน
รูปแบบวิสาหกิจชุมชนที่ทำให้ชุมชนเข้มแข็ง เกษตรกรปลูกเอง ทำเอง ผลิตเอง ใช้เอง เป็นพลังงาน
ทดแทนเพื่อแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ประวัติความเป็นมาของสบู่ดำในต่างประเทศ

สบู่ดำ พบทั่วไปในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน (Jones และ Miller, 1991; Francis, 2005) เป็น
พืชพื้นเมืองและมีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา (Openshaw, 2000) และทวีปแอฟริกา การค้นพบการปลูก
สบู่ดำในทวีปเอเชียยังไม่มีหลักฐานที่แน่ชัดว่าผู้ใดหรือชนชาติใดเป็นผู้นำเข้ามา มีเพียงข้อ
สันนิษฐานที่กล่าวไว้ว่า ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาปลูกในทวีปเอเชียเมื่อประมาณ 200 ปีมาแล้วพร้อมกับ
การทำการค้าและการล่าอาณานิคมในสมัยนั้น แต่การนำเข้ามาปลูกนั้นเพียงเพื่อที่จะสกัดเอาน้ำมันมา
บริโภค แต่ก็ไม่สามารถบริโภคได้เนื่องจากในน้ำมันสบู่ดำมีสารพิษนั่นเอง (จเร, 2527) สารพิษที่พบ
ในเมล็ดและน้ำมันสบู่ดำนั้น ได้แก่ curcin, diterpene esters, ricin, lectins และ resin (Heller, 1996)

สบู่ดำ มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามท้องถิ่นและประเทศ เช่น ในประเทศอังกฤษ เรียก
physic nut หรือ purging nut ในประเทศฝรั่งเศส เรียก pourghere หรือ pignon d'Inde ในประเทศ
เนเธอร์แลนด์ เรียก purgeemoot ในประเทศเยอรมัน เรียก Purgiernub หรือ Brechnub ในประเทศ
โปรตุเกส เรียก purgueira ในประเทศอิตาลี เรียก fagiola d'India ประเทศเนปาล เรียก kadam
ประเทศจีน เรียก yu-lu-tzu ประเทศฟิลิปปินส์ เรียก túbang-bákod ประเทศอินโดนีเซีย เรียก jarak

budeg ประเทศดีไอเวอร์รีโคต เรียก bagani ประเทศโตโก เรียก kpoti ประเทศเซเนกัล เรียก tabanani ประเทศแองโกล่า mupuluka ประเทศไนจีเรีย butuje ประเทศแทนซาเนีย เรียก makaen ประเทศเม็กซิโก เรียก pinoncillo ประเทศคอสตาริกา เรียก coquille และ tempate ประเทศปัวโตริโก เรียก tartago ประเทศบราซิล เรียก mundubi-assu ประเทศเปรู เรียก pinol และ ประเทศกัวเตมาลา เรียก pinon (Guatemala) ประเทศแถบเพื่อนบ้านใกล้เคียงของไทยก็มีการเรียกแตกต่างกันเช่นกัน อาทิ ประเทศพม่า เรียกว่า เจ้าชู ประเทศกัมพูชา เรียกว่า ทะวง และชวามลาญ เรียกว่า ยาเมา

3. ประวัติความเป็นมาของสมุนไพรในประเทศไทย

สมุนไพรไม่ใช่พืชพื้นเมืองของประเทศไทย สันนิษฐานว่า สมุนไพรที่พบในประเทศไทยนั้นน่าจะมาจากพ่อค้าชาวโปรตุเกสที่นำเข้ามาเมื่อตอนทำการค้าในเอเชียและไทยเมื่อ 200 กว่าปีที่แล้ว (จร, 2527) มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามภูมิภาคของประเทศ เช่น

ภาคเหนือ เรียกว่า มะหุ้งฮั่ว ซึ่งชาวเขาหรือชาวบ้านที่อยู่บนที่สูงทางภาคเหนือจะปลูกเป็นแนวรั้วป้องกันสัตว์เคี้ยวเอื้องจำพวกวัวและควายเข้ามาทำลายพืชผลทางการเกษตร เนื่องจากส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ ผลและเมล็ด มีกลิ่นเหม็นและกินไม่ได้ คำว่า “มะหุ้ง” มาจากคำว่าละหุ้ง เนื่องจากต้นสมุนไพรมีลักษณะใบและเมล็ดคล้ายละหุ้ง ส่วนคำว่า “ฮั่ว” มาจากภาษาท้องถิ่นของชาวเหนือที่แปลว่า รั้ว นั่นเอง

ภาคกลาง เรียกว่า สมูดำ ซึ่งที่มาของคำว่า “สมู” น่าจะมาจากน้ำยางเมื่อนำผสมกับน้ำจะมีฟองคล้ายสมู ส่วนคำว่า “ดำ” น่าจะมาจากส่วนเมล็ดที่มีสีดำ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียกว่า บักเยา หรือ มะเยา คำนี้ยังไม่ทราบที่มาเป็นที่แน่ชัดแต่พบว่า ชาวบ้านได้ปลูกเป็นแนวรั้วบ้านเช่นเดียวกับทางภาคเหนือ เช่นในจังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ อุดรธานี สุรินทร์ บุรีรัมย์ และอุบลราชธานี เป็นต้น จังหวัดนครราชสีมา หรือ โคราช เรียก สีหลอด ซึ่งสันนิษฐานว่า คนสมัยก่อนได้นำเอาแก่นใบสมุนไพรที่มีลักษณะยาวเรียวยาวเหมือนหลอดมาใช้ตัดผม โดยนำเส้นผมม้วนให้เป็นเกลียวรอบแก่นใบสมุนไพรแล้วปล่อยให้สีสกัดหนึ่งจึงทำการรูดแก่นใบ สมูดำออกจะทำให้ได้เส้นผมที่เป็นเกลียวกลม การรูดแก่นใบออกมานี้เรียกว่า การสี จึงเป็นที่มาของคำว่า สีหลอด หนังสือบางเล่มเขียนว่า สลอด ซึ่งยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเพราะเหตุใดจึงมีการเรียกชื่อนี้

ภาคใต้ เรียกว่า หงษ์เทศ ที่มาของคำยังไม่เป็นที่แน่ชัด แต่สันนิษฐานว่า ได้มีเจ้าผู้ครองเมืองท่านหนึ่งได้นำต้นไม้มงคลหลายชนิดมาจากประเทศอินเดียมาปลูก เช่น มะม่วงหิมมะพานต์ อินทผลัม เป็นต้น และหนึ่งในไม้มงคลเหล่านั้นก็คือ ต้นสบู่ดำ ชาวบ้านจึงเปรียบต้นไม้มงคลเหล่านั้นว่า “หงษ์” ที่บินมาจากดินแดนอันแสนไกล ส่วนคำว่า “เทศ” นั่นก็คือ ประเทศอินเดียที่เป็นต้นกำเนิดหงษ์ที่บินมาหรือต้นไม้มงคลที่นำมาปลูกนั่นเอง

ในประเทศไทยการนำน้ำมันสบู่ดำมาทำการทดลองใช้เริ่มเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2523 โดยนายระพีพันธ์ ภาสบุตร ได้นำน้ำมันสบู่ดำมาทดลองใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่น ๆ พบว่า น้ำมันสบู่ดำเดินเครื่องยนต์ได้ดีที่สุด (ทวีศักดิ์, 2548) แต่งานวิจัยได้ประสบปัญหาหลายด้าน เช่น งบประมาณวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ วัสดุดิบ และราคาน้ำมันดีเซลในขณะนั้นยังไม่สูงมากนักจึงทำให้ขาดแรงจูงใจในการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

จนกระทั่งในปี 2544 ประเทศไทยประสบปัญหาเรื่องราคาน้ำมันเชื้อเพลิงทุกชนิดเริ่มมีราคาสูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเบนซิน 91 และ 95 โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันดีเซลที่มีการใช้อย่างกว้างขวางทั้งทางภาคการขนส่ง เช่น รถบรรทุก รถขนส่งประจำทาง เรือบรรทุก เรือขนส่ง และที่ได้รับความผลกระทบโดยตรงก็คือภาคการเกษตร เนื่องจากเครื่องจักรกลทางการเกษตรหลายชนิดใช้น้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น รถไถนา รถไถดิน เครื่องสูบน้ำ และเครื่องปั่นไฟ เป็นต้น จนกระทั่งนายสุขสันต์ สุทธิผลไพบุลย์ อดีตผู้ตรวจราชการ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสบู่ดำเสนอในที่ประชุมของสมาคมนิสิตเก่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่ง ณ ขณะนั้น นายศิริ ชมชาญ ได้ดำรงตำแหน่งนายกสมาคมฯ ได้พิจารณาถึงความเป็นไปได้ในศักยภาพของน้ำมันสบู่ดำซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อสังคมโดยรวม จึงได้อนุมัติและสนับสนุนการเผยแพร่ข้อมูลสาธารณะใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซลให้เกษตรกรในท้องถิ่นต่าง ๆ ส่งผลให้ภาคการเกษตรหันกลับมาให้ความสนใจกับสบู่ดำมากขึ้นอีกครั้ง (ทวีศักดิ์, 2548)

ปัจจุบัน สบู่ดำกำลังเป็นพืชทางเลือกชนิดหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจจากทั่วโลกในด้านการนำไปใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล โดยการผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล เนื่องจากน้ำมันสบู่ดำมีคุณสมบัติที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับไบโอดีเซลชนิดอื่น ๆ (ตารางผนวกที่ 1) และไม่สามารถนำมาบริโภคได้ จึงไม่มีการแข่งขันด้านราคากับพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ (สมบัติ, 2549) เช่น น้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันปาล์ม ที่มีความต้องการบริโภคทั้งภายในและภายนอกประเทศในปริมาณที่มาก แต่ข้อจำกัดของการ

ใช้น้ำมันสบูดำ คือ การให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ของต้นสบูดำต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ (ตารางผนวกที่ 2)

4. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสบูดำ

สบูดำ มีชื่อสามัญว่า Physic nut หรือ *Jatropha* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha curcas* L. อยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae ซึ่งเป็นพืชที่มีน้ำยาง (latex) และไข (wax) เคลือบส่วนของลำต้น เช่น ยางพารา ละหุ่ง น้ำมันปะหลัง หนุมนั่งแท่น และพญาไร้ใบ เป็นต้น

ลักษณะทั่วไป เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง มีความสูงมากประมาณ 5 เมตร การเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และช่วงแสง ส่วนของลำต้นและกิ่งมีน้ำยางและไขเคลือบ (Heller, 1996) ที่ทำให้ลดการคายน้ำเมื่อเข้าสู่สภาวะที่ขาดน้ำหรือฤดูแล้งซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้สบูดำทนแล้งได้ดี หากบริเวณที่ปลูกมีปริมาณน้ำมากเกินไปเกิดการท่วมขังเป็นเวลานาน 7-10 วัน ใบจะแสดงอาการเหลือง เหี่ยว และเน่าตาย ต้นสบูดำมีอายุมากกว่า 15 ปี เมื่ออายุ 1 ปี มีความสูง 190-210 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่ม 180-210 เซนติเมตร (วิฑูรย์, 2551) บริเวณปลายยอดและส่วนของลำต้นที่มีอายุน้อยมีสีเขียวผิวเรียบไม่มีขน อวบน้ำ และเปราะง่าย เมื่อมีอายุมากขึ้นโคนของลำต้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมดำ ส่วนใหญ่ลำต้นจะเริ่มแตกทรงพุ่มทางด้านข้าง เมื่ออยู่เหนือผิวดิน 12-15 เซนติเมตร สบูดำสามารถเจริญเติบโตได้ในดินลูกรังในถิ่นทุรกันดาร หากปลูกในที่น้ำขังใบจะเหี่ยวและต้นเน่าง่าย (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525)

ใบ เป็นแบบใบเดี่ยว (simple leaf) แผ่นใบแบบ palmately compound, orbicular cordate (broadly-ovate) คล้ายใบพุดตาลหรือใบฝ้าย แต่ขนาดใบที่หนากว่า ขอบใบแบบ entire มีรอยหยัก (lobe) ประมาณ 3-5 หยัก ฐานใบแบบ cordate ปลายใบแบบ mucronate ยกเว้นปลายใบตรงตำแหน่งรอยหยักตรงกลางเป็นแบบ acute การจัดเรียงตัวของเส้นใบแบบ palmately netted แผ่นใบมีสีเขียว ใบไม้ ขนาดของแผ่นใบมีความยาว 19.8 เซนติเมตร และมีความกว้าง 16.7 เซนติเมตร ส่วนของก้านใบเชื่อมติดกับส่วนของลำต้น ก้านใบมีสีเขียว ความยาวก้านใบ 0.56 เซนติเมตร ตำแหน่งของการเกิดของใบจะเกิดสลับกัน ในฤดูแล้งมีการทิ้งใบและอาจทิ้งหมดทั้งต้นหากมีฤดูแล้งที่รุนแรงและยาวนาน (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525)

ดอก มีลักษณะเป็นช่อ ออกบริเวณปลายยอด มีช่อดอกแบบ compound dichasia เป็นดอกไม้สมบูรณ์เพศ คือ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกกัน แต่อยู่ภายในช่อดอกเดียวกัน (monoecious) และเป็นพืชผสมข้าม ปริมาณดอกย่อยประมาณ 70-120 ดอกต่อ 1 ช่อดอก ดอกตัวผู้ประกอบด้วย กลีบเลี้ยงและกลีบดอกจำนวน 5 กลีบเท่ากัน กลีบเลี้ยงมีสีเขียวอ่อนอมเหลือง กลีบดอกมีสีเหลืองอ่อนอมขาว มีต่อมน้ำหวานติดอยู่ที่ตรงด้านในของกลีบดอก มีจำนวนเกสรตัวผู้อยู่วงละ 5 อัน มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกจำนวน 5 กลีบ ดอกตัวผู้ในช่อเดียวกันบานก่อนดอกตัวเมีย มีดอกเพศผู้ประมาณ 60-105 ดอก อัตราส่วนของดอกตัวผู้ต่อดอกตัวเมียประมาณ 7:1 โดย แต่ละจะติดผลเพียง 6-15 ผลเท่านั้น ดอกตัวเมียประกอบด้วย กลีบเลี้ยงและกลีบดอกจำนวน 5 กลีบ กลีบเลี้ยงมีสีเขียวอ่อนอมเหลือง กลีบดอกมีสีเหลืองอ่อนอมขาว มีต่อมน้ำหวานติดอยู่ที่ตรงด้านในของกลีบดอก รังไข่ และส่วนของก้านชูเกสรตัวเมีย ส่วนของรังไข่แบ่งออกเป็น 3 พู (carpel) มีดอกเพศเมียประมาณ 10-15 ดอก (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525) ดอกเพศผู้เมื่อบานเต็มที่มีขนาด 0.52 เซนติเมตร และดอกเพศเมียเมื่อบานเต็มที่มีขนาด 0.51 เซนติเมตร ทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมียมีสีขาว ดอกเพศผู้มีเกสรเพศผู้ 10 อัน แบ่งออกเป็น 2 วง ดอกเพศเมียประกอบด้วยรังไข่ (ovary) ที่มี 3 ช่อง (carpel) ช่วงเวลาที่ละอองเรณูของสับดูดาปล่อยจากอับเรณู (pollen shed) อยู่ระหว่าง 8-10 นาฬิกา ส่วนช่วงเวลาที่เกสรเพศเมียพร้อมที่จะได้รับการผสม คือ 9-10 นาฬิกา รูปร่างของละอองเรณูเป็นแบบ subspheroidal ละอองเรณูมีขนาดประมาณ 90.79 ไมครอน เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต ของละอองเรณูประมาณ 90.79 เปอร์เซ็นต์ (วัลชลิย์, 2527)

ผล มีลักษณะแบบ capsule มี 3 พู ผลค่อนข้างกลมป้อมหรืออาจมีเหลี่ยม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 3.04 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อนและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มในที่สุด เมื่อผลแห้งเปลือกนอกจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ ผลแห้งจะไม่แตกออก (indehiscent fruit) ผลสด 1 ผลมีน้ำหนัก 15.06 กรัม และเมื่อผลแห้งน้ำหนักลดลงเหลือ 2.60 กรัม เมื่อแกะผนัง exocarp และ mesocarp ของผลแก่ออกจะพบผนังของ endocarp ประสานเป็นชั้นหุ้มเมล็ดไว้ภายในผลสับดูดา 1 ผล ปกติมีเมล็ด 3 เมล็ด แต่บางครั้งอาจจะพบ 2 หรือ 4 เมล็ดได้ (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525)

เมล็ด มีลักษณะแบบรี มีเปลือกหุ้มสีดำ จัดเป็นพวก albuminous seed โดยมีเยื่อ albumin อยู่ภายในเป็นที่เก็บสะสมพวกน้ำมันและสารพวก curcin ส่วน endosperm และ embryo มีสีขาว ขนาดของเมล็ดมีความยาว 1.94 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด 1.16 เซนติเมตร เมล็ดมีน้ำหนัก 0.64 กรัมต่อเมล็ด และไม่มีการพักตัวในการงอก (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525)

น้ำยาง มีลักษณะใส ไม่มีสี พบมากในส่วนของกิ่งอ่อน และก้านใบ ส่วนของลำต้นที่แก่ หรือมีอายุมากจะพบน้ำยางเฉพาะที่เปลือกนอกเท่านั้น (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525)

ราก มีระบบเบบรากแก้ว (tap or primary root system) รากที่งอกออกจากเมล็ดจะมีรากแก้ว พร้อมกับรากแขนง (lateral root หรือ secondary roots) จะไม่พบระบบรากแบบนี้เมื่อมีการขยายพันธุ์ สบู่ดำด้วยการปักชำ ซึ่งจะมีระบบรากแบบแขนงเท่านั้น (Kobilke, 1989) รากจะเจริญเติบโตโดยแผ่ ขยายไปตามแนวรัศมีของทรงพุ่มต้นสบู่ดำและลงลึกจากพื้นดินประมาณ 50-70 เซนติเมตร ในระดับ แนวตั้ง

5. ระยะปลูก หรือ อัตราปลูกของสบู่ดำ

อัตราปลูกที่เหมาะสมสำหรับสบู่ดำนั้นขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน น้ำ และวัตถุประสงค์ในการปลูก เช่น การปลูกสบู่ดำเพื่อทำเป็นแนวรั้วเพื่อป้องกันสัตว์จะปลูกระยะชิด 2 แถวคู่ ระยะห่างระหว่างแถวและระยะห่างระหว่างต้น 1×0.5 หรือ 1×1 เมตร เช่นในประเทศไทยแถบภาคอีสาน และในประเทศอื่น ๆ เช่น ประเทศมาลี ประเทศอินเดีย ประเทศนิการากัว และประเทศอัฟริกา เป็นต้น การปลูกสบู่ดำในอดีตยังไม่ได้ปลูกสบู่ดำเป็นการค้าเหมือนในปัจจุบัน (Rijssenbeek, 2006) เริ่มมีการปลูกสบู่ดำในเชิงพาณิชย์ในประเทศซิมบับเวย์ โดยใช้ระยะปลูก 2×2 และ 3×3 เมตร ประเทศอัฟริกาใช้ระยะปลูก 2×1.5 และ 3×3 เมตร ประเทศแซมเบียใช้ระยะปลูก 3×2.5 เมตร และประเทศอินเดีย ใช้ระยะปลูก 2×1 และ 2×2 เมตร (Praveen, 2008) สมเกียรติ (2526) พบว่า ระยะปลูก 2×2 เมตรให้ผลผลิตสูงสุด 127.094 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับระยะ 2×1.5 2×1 และ 2×0.5 เมตร โดยระยะปลูก 2×0.5 เมตร ให้ผลผลิตต่ำสุด 10.8 กิโลกรัมต่อไร่ เวชกร (2526) พบว่า ระยะปลูก 2×2 เมตร มีความสูง จำนวนกิ่งสาขาใหญ่ และขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น สูงกว่าระยะปลูก 1.5×1.5 1×1 และ 0.5×0.5 เมตร โดยระยะปลูก 0.5×0.5 เมตร มีค่าการเจริญเติบโต น้อยที่สุด วิฑูรย์ (2551) ได้ทำการศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตสบู่ดำ 5 ระยะปลูก พบว่า ผลผลิตขึ้นอยู่กับจำนวนต้นสบู่ดำต่อพื้นที่ โดยพบว่า ระยะปลูก 1×1 เมตร (1,600 ต้นต่อไร่) ให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด 209.8 กิโลกรัม รองลงมาคือ ระยะปลูก 1×2 เมตร (800 ต้นต่อไร่) ให้ผลผลิต 208.8 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2×2 เมตร (400 ต้นต่อไร่) ให้ผลผลิต 193.6 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2×3 เมตร (267 ต้นต่อไร่) มีผลผลิต เท่ากับ 123.0 กิโลกรัมต่อไร่ และระยะปลูก 3×3 เมตร ให้ผลผลิตต่อพื้นที่น้อยที่สุด 87.4 กิโลกรัมต่อไร่

6. การปลูกสบูดำ

โดยทั่วไปวิธีที่นิยมในการขยายพันธุ์พืช มี 3 วิธี คือ 1) การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงลงไปในดิน (direct seeding) 2) การปลูกด้วยการทำให้เมล็ดหรือกิ่งชำมีรากก่อนการปลูกลงดิน (precultivation of seedlings or cutting) และ 3) การปลูกด้วยการปักชำกิ่งลงไปในดินโดยตรง (direct planting of cuttings) (Kobilke, 1989) วิฑูรย์ (2551) รายงานว่า การปลูกโดยใช้กิ่งสบูดำขนาด 50 เซนติเมตร ปักชำลงไปในแปลงเหมือนการปลูkmันสำปะหลัง ให้ผลผลิต 838.21 กรัมต่อต้น และ 335.3 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าการปลูกสบูดำด้วยเมล็ดโดยตรง ต้นกล้าที่ได้จากเมล็ด และต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำ การปลูกสบูดำนั้นจึงมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบวิธี ส่วนการเลือกใช้นั้นต้องให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และการจัดการ เช่น เรื่องน้ำ บางพื้นที่เป็นที่ลุ่มมีน้ำท่วมขังจะมีการปลูกด้วยวิธีการยกร่องเพื่อระบายน้ำและให้น้ำในระบบการให้น้ำตามร่อง (furrow) ในพื้นที่ดอนหรือน้ำไม่ท่วมขังสามารถขุดหลุมปลูกได้ แต่ต้องคำนึงถึงการระบายน้ำที่ดีเนื่องจากสบูดำไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง (สมบัติ, 2549) ซึ่งในปัจจุบันได้มีการให้น้ำสบูดำแบบระบบน้ำหยดบ้างแล้ว ส่วนวิธีการปลูกสบูดำนั้นสามารถทำได้ ดังนี้

6.1 การปลูกโดยใช้เมล็ดเพาะลงในแปลงปลูกโดยตรง

การปลูกโดยใช้เมล็ดเพาะลงในแปลงปลูกโดยตรงควรใช้เมล็ดที่มีคุณภาพดีมีกระบวนการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้อง ไม่มีเชื้อโรคและแมลงเข้าทำลาย การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงสามารถปลูกได้ทุกฤดู แต่ที่นิยมจะปลูกในช่วงต้นฤดูฝน โดยเตรียมหลุมไม่ให้น้ำไม่ท่วมขัง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เมล็ด ราก และโคนของสบูดำเกิดโรคเน่าได้ หยอดในหลุม ๆ ละ 3-5 เมล็ด ฝังเมล็ดลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร หลังจากเมล็ดงอกแล้วประมาณ 15 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือต้นเดียว (สมบัติ, 2549) ต้องดูแลรักษาต้นกล้าสบูดำในช่วงนี้อย่าให้ขาดน้ำหรือน้ำขังเด็ดขาด การให้น้ำช่วงแรกให้ทุก ๆ 3 วัน นาน 2 สัปดาห์ หากพบการเข้าทำลายของโรคและแมลงหรือต้นกล้าตาย ให้ทำการปลูกซ่อมทันที Rijssenbeek (2006) พบว่า การปลูกสบูดำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งจะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อม สภาพภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศ เพื่อเป็นการวางแผนในการปลูก เช่น ประเทศอินเดียไม่ใช้วิธีการปลูกด้วยกิ่งปักชำ เนื่องจากกิ่งปักชำเป็นพาหะของโรคไวรัสในมันสำปะหลังที่พบมากในอินเดีย แต่ในแอฟริกานิยมปลูกแบบใช้กิ่งปักชำ และ พบว่า การปลูกสบูดำแบบหยอดเมล็ดโดยตรงมีอัตราการรอดน้อยที่สุด ส่วนการปลูกแบบปักชำโดยตรงในแปลงปลูก การปลูกโดยเพาะต้นกล้าจากเมล็ด และกิ่งปักชำก่อนปลูก มีอัตราการรอดมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ Heller (1996) พบว่า

การปลูกสับดูด้วยกิ่งโดยตรงให้ผลผลิตในฤดูการเก็บเกี่ยวครั้งแรกมากกว่าการปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงและการปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด

6.2 การปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด

เมล็ดสับดูที่เพาะในถุงเพาะชำควรใช้เมล็ดที่มีคุณภาพดี มีกระบวนการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้อง ไม่มีเชื้อโรคและแมลงเข้าทำลาย มีอัตราการงอกและเปอร์เซ็นต์การงอกสูง การเพาะต้นกล้าจากเมล็ดทำได้โดยการนำเมล็ดเพาะในถุงเพาะชำจนเมล็ดงอกและทำการย้ายไปปลูกในแปลงเมื่อต้นกล้ามีอายุ 30-45 วัน ภาณี และ คณะ (2550) แนะนำการคัดเลือกเมล็ดสับดูควรเก็บผลที่มีสีเหลืองเนื่องจากเป็นช่วงที่เมล็ดสับดูมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บจากผลสดสีเขียวหรือสีน้ำตาล ผลสับดูที่สุกมีสีเหลืองเป็นระยะที่สุกแก่ทางสรีระวิทยาเต็มที่และเมล็ดที่เก็บในระยะนี้จะได้เมล็ดที่สะอาดปราศจากเชื้อโรคปนเปื้อน

6.3 การปลูกโดยใช้กิ่งสับดูปลูกลงแปลงโดยตรง

การปลูกสับดูด้วยกิ่งปักชำโดยตรงลงไปในวันนั้น จะต้องใช้ท่อนพันธุ์ที่มีสีเขียวปนน้ำตาลเล็กน้อยหรือเป็นกิ่งที่ไม่แก่และอ่อนเกินไป ความยาวอย่างน้อย 40-50 เซนติเมตร (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525) ปักลงในดินคล้ายการปลูกมันสำปะหลังให้ส่วนกิ่งฝังลงในดิน 20-30 เซนติเมตร ควรปลูกในช่วงฤดูฝนจะให้ผลผลิตประมาณ 4-6 เดือนหลังปลูก (สมบัติ, 2549)

6.4 การปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำ

โดยการตัดกิ่งสับดูที่มีสีเขียวปนน้ำตาลเล็กน้อย มีตาออก 3-5 ตา หรือความยาว 20-25 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางไม่ควรเกิน 1-1.5 เซนติเมตร การชำในถุงพลาสติกที่มีทราย 1 ส่วน ผสมขี้เถ้าแกลบ 1 ส่วน หรือทราย 5 ส่วน ขี้เถ้าแกลบ 5 ส่วน กากสับดู 1 ส่วนและหญ้าแห้ง 1 ส่วน (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525) ทำการย้ายปลูกลงแปลงเมื่อต้นกล้ามีอายุ 30-45 วัน นรินทร์ (2526) พบว่า การปักชำสับดูจึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้ฮอร์โมนเร่งราก แต่การออกรากจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุปักชำมากกว่า บัณฑิตวารณ (2527) รายงานว่า กิ่งสับดูที่มีความยาว 30 เซนติเมตร สามารถออกรากและอยู่รอดได้ดีกว่ากิ่งขนาดยาว 15 เซนติเมตร และกิ่งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่จะออกรากได้ดีกว่า

7. การดูแลรักษาสับุด้า

7.1 การจัดการน้ำในสับุด้า

การปลูกสับุด้าในประเทศอินเดียได้มีการจัดการด้านระบบน้ำโดยใช้ระบบน้ำหยด (drip irrigation) สามารถให้ผลผลิตสูงถึง 800 กิโลกรัมต่อไร่ (Sudheer, 2008) และการปลูกสับุด้าด้วยการจัดการน้ำด้วยวิธีการให้น้ำหยดรวมกับการจัดการธาตุอาหารที่ดี (mineral management) ในพื้นที่ที่ขาดความอุดมสมบูรณ์จะทำให้ได้ผลผลิตสับุด้าสูงถึง 1,040 กิโลกรัมต่อไร่ (Praveen, 2008) สับุด้าเป็นพืชที่ต้องการน้ำน้อยแต่ต้องการน้ำอย่างต่อเนื่องและไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง การขาดน้ำหรือเข้าสู่ฤดูแล้งจะทำให้สับุด้าทิ้งใบและไม่ให้ผลผลิต จากการทดลองปลูกสับุด้าด้วยระยะปลูก 1×2 เมตร ในแปลงทดลองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ในปี 2548 พบว่า การจัดการน้ำและธาตุอาหารที่ดีสับุด้าให้ผลผลิตได้สูงถึง 800 กิโลกรัมต่อไร่ และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตสับุด้าได้ตลอดทั้งปี ซึ่งต่างกับการปลูกสับุด้าในประเทศไทยส่วนใหญ่ที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวและจะให้ผลผลิตเพียง 100-200 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น (สมบัติ, 2549)

7.2 การจัดการธาตุอาหารในสับุด้า

สับุด้าจะให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปีหากมีการจัดการน้ำและธาตุอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนา การเตรียมหลุมปลูก ควรรองก้นหลุมก่อนปลูกด้วยปุ๋ยคอก อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น หลังจากนั้นเมื่อสับุด้าอายุ 1 เดือนให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และควรรีไต่ปุ๋ยทุกปี (สมบัติ, 2549)

7.3 การจัดการวัชพืช

การกำจัดวัชพืชมีความสำคัญมากในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของสับุด้าที่อยู่ในช่วง 1-3 เดือนแรก เนื่องจากวัชพืชมีความสามารถจะแข่งขันกับพืชปลูกได้ดีในระยะดังกล่าว หากไม่ดูแลและกำจัดวัชพืชอย่างต่อเนื่องต้นสับุด้าก็จะถูกวัชพืชขึ้นปกคลุมและแย่งปัจจัยในการเจริญเติบโต เช่น น้ำ ธาตุอาหาร และแสง การกำจัดวัชพืชทำโดยใช้จอบถากรอบโคนต้น จากนั้นใช้สารกำจัดวัชพืช ประเภทหลังออก เช่น พาราควัท (paraquat) หรือไกลโฟเสท (glyphosate) ฉีดในร่องน้ำ ระวังไม่ให้ละอองสารสัมผัสต้นและยอดสับุด้า เมื่อสับุด้ามีอายุ 3-4 เดือน ทรงพุ่มของสับุด้า

จะคลุมโคนต้น วัชพืชจะขึ้นได้น้อย แต่ยังคงมีวัชพืชขึ้นในร่องน้ำ ซึ่งสามารถกำจัดวัชพืชโดยสารกำจัดวัชพืช ความถี่ในการกำจัดวัชพืช ขึ้นกับปริมาณวัชพืช ฤดูกาล และความชื้นในดิน การควบคุมวัชพืชหลังจากปลูกอาจใช้ ฟางข้าว แกลบ หรือวัสดุคลุมดิน อื่น ๆ คลุมโคนต้นสับดู เป็นการควบคุมวัชพืช ลดค่าแรงงานกำจัดวัชพืช รักษาความชื้นในดิน และเมื่อสลายตัวก็เป็นอินทรีย์วัตถุคืนให้กับดินต่อไป (สมบัติ, 2548)

รังสิต (2526) แนะนำการใช้สารกำจัดวัชพืชในสับดู ดังนี้ ใช้เครื่องตัดหญ้าตัดวัชพืชที่อยู่ในแปลง ส่วนวัชพืชที่เหลือให้กำจัดโดยใช้ glyphosate อัตรา 1.40 kg.ai/ha นีดแบบหลังงอก (post-emergence) ก่อนที่จะใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก (pre-emergence) พบว่า สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกที่ควบคุมวัชพืชได้ดีถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เป็นระยะเวลารวม 3 เดือน หลังจากนีดและไม่เป็นพิษต่อต้นสับดูเลย ได้แก่ 1) simazine อัตรา 1.60 kg.ai/ha 2) diruron อัตรา 1.80 และ 3.60 kg.ai/ha 3) oxyfluorfen อัตรา 0.40 kg.ai/ha 4) simazine+diuron อัตรา 1.60+1.80 kg.ai/ha, simazine+ oxyfluorfen อัตรา 1.60+0.40 kg.ai/ha และ 5) diuron+oxyfluorfen อัตรา 1.80+0.40 kg.ai/ha วัชพืชที่ถูกควบคุม ได้แก่ หญ้าตีนนก ผักโขมหินต้นตั้ง หญ้าขนเล็ก โคลกกระสุน เห่าหมู ผักยาง ผักโขมหนาม น้ำมันราชสีห์ใหญ่ หญ้าปากควาย หญ้าแพรก และหญ้านุ่น

7.4 แมลงศัตรูพืชในสับดูและการจัดการ

เดือนจิตต์ และ พิธิษฐ์ (2525) ได้รายงานแมลงศัตรูในสับดู ดังนี้ ไรวา (broadmites) ทำลายต้นสับดู 70-80 เปอร์เซ็นต์ การทำลายมีผลให้สับดูชะงักการเจริญเติบโตและไม่ติดดอกออกผล เพลี้ยไฟ (thrips) ทำให้ใบมีลักษณะกรอบแข็ง ขอบใบม้วนขึ้นจะพบเพลี้ยไฟ 10-50 ตัวต่อใบ เพลี้ยหอย (soft scale insect) สร้างความเสียหายให้สับดูรุนแรงเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยพบที่สถานีทดลองพืชไร่ร้อยเอ็ด แต่ที่สถานีทดลองพืชไร่มหาสารคามพบเพียง 5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น เพลี้ยจักจั่น (leaf hoppers) ทำลายสับดูทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ถ้าระบาดรุนแรงประกอบด้วยภาวะฝนแล้ง อาจทำให้สับดูตายได้

โกศล (2549) พบแมลงศัตรูของสับดูหลายชนิด เช่น เพลี้ยแป้ง 3 ชนิด ได้แก่ *N. viridis*, *Phenacoccus* sp. และ *Planococcus* sp. เพลี้ยหอย (*Chloropulvinaria* sp.) หนอนขนใบ (*Phyllocnistis* sp.) ไรวา (*P. latus*) และมวนทองแตก (*Chrysocoris stollii*) นอกจากนี้ยังพบแมลง

ศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูสับค้ำอีกหลายชนิด ได้แก่ ตัวงเต่าลายหยัก (*Menochilus sexmaculatus*) ตัวงเต่าลายขวาง (*Cocinella transversalis*) ตัวงเต่าสีส้ม (*Micraspis discolor*) แมลงวันขายาว (*Dolichopus* sp.) แมลงวันดอกไม้ (*Syrphus* sp.) และแมลงข้างปีกใส (*Mallada basalis*) โดยแมลงข้างปีกใส (*Plesiochrysa ramburi*) เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยแป้งทั้ง 3 ชนิด ส่วนแมลงข้างปีกใส (*M. Basalis*) และแมลงข้างปีกใส (*P. Ramburi*) เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยหอย (*Chloropulvinaria* sp.) ส่วนไรตัวห้ำ (*Amblyseius longispinosus*) แมงมุม และตั๊กแตนตำข้าว Mantid เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติ ไรขาว (*Polyphagotarsonemus latus*) หนอนขนอบ (*Phyllocnistis* sp.) และมวนทองแดง (*Chrysocoris stollii*) โดยได้สำรวจแปลงสับค้ำที่จังหวัดนครปฐม เพชรบุรี ฉะเชิงเทรา และสระบุรี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนกันยายน 2549

แมลงที่เข้าทำลายผลและเมล็ดสับค้ำนั้น Grimm (1999) รายงานว่า มีอยู่ 2 ประเภท คือ 1) แมลงที่เข้าทำลายผลสับค้ำ (fruit feeding true bugs) มี 2 ชนิด *Pachycoris klugii* และ *Leptoglossus zonatus* เมื่อเข้าทำลายจะทำให้ผลร่วงหรือเน่าเสีย เมล็ดบิดเบี้ยว ฝ่อ ไม่สมบูรณ์ น้ำหนักผลและเมล็ดลดลง เปอร์เซ็นต์น้ำมันลดลงแต่โปรตีนในเมล็ดไม่เปลี่ยนแปลง 2) แมลงที่เข้าทำลายดอก (flower feeding true bug) *Hypselonotus intermedius* ซึ่งปกติเป็นมวนที่ช่วยในการผสมเกสร แต่ถ้ามีจำนวนมากเกินไปทำให้การติดผลและการพัฒนาของผลลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า สับค้ำยังเป็นพืชอาศัยหลัก (host plant) ของ *Leptoglossus zonatus* โดยพบมากในแปลงสับค้ำที่ประเทศนิการากัว ช่วงที่ผลสับค้ำยังไม่เกิดการสุกแก่ (Grimm และ Somarriba, 1999)

การเข้าทำลาย ฤดูกาลเข้าทำลาย และการควบคุมแมลงศัตรูของสับค้ำ มีดังนี้ เพลี้ยแป้งเป็นศัตรูที่สำคัญของสับค้ำพบในทุกฤดู โดยเฉพาะฤดูแล้งจะพบมาก เพลี้ยแป้งจะทำลายยอดและใบอ่อนของต้นสับค้ำทำให้ใบหงิกมีรูปร่างบิดเบี้ยวเนื่องจากถูกดูดน้ำเลี้ยง พบการทำลายกระจายอยู่ทั่วไป วิธีควบคุมโดยใช้สารเคมี คาร์บาริล อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดช่วงเช้าหรือช่วงเย็นที่มีแสงแดดอ่อน เพลี้ยไฟ เข้าทำลายได้ทุกฤดู ส่วนมากพบร่วมกับไรแดง เพลี้ยไฟจะดูดน้ำเลี้ยงบริเวณใต้ใบของสับค้ำทำให้ใบเหลืองซีดและร่วงในที่สุด วิธีควบคุมใช้สารเคมีชนิดเดียวกับเพลี้ยแป้ง ไรแดง พบในช่วงฤดูหนาวและแห้งแล้ง ทำความเสียหายรุนแรงต่อต้นสับค้ำอาจทำให้ใบร่วงทั้งต้น มีการเพิ่มจำนวนรวดเร็ว ต้นสับค้ำที่ถูกไรแดงทำลายจะมีใบสีเหลืองและทิ้งใบหมดต้นภายในเวลาอันรวดเร็ว ต้องมีการตรวจตาและกำจัดอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการระบาดกระจายไปทั่วแปลง ใช้สารเคมี เควเทน อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นช่วงเช้าหรือช่วงเย็นที่มีแสงแดดอ่อน หนอนขนอบ จะเข้าทำลายใบโดยเข้าไปในชั้นระหว่างผิวใบด้านบนและ

ด้านล่าง ทำให้ใบมีแผลคล้ายจุดไหม้และเมื่อกินอาหารเต็มที่แล้วก็จะออกมาสร้างดักแด้บริเวณมุมใบแล้วกลายเป็นผีเสื้อตัวเล็ก ๆ บินออกไป ส่วนใหญ่จะเข้าทำลายต้นสับดูดำที่มีขนาดเล็ก ทำให้ใบมีแผลคล้ายจุดไหม้ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ทำให้ใบแห้งกรอบ ถ้าใบได้รับความเสียหายมากก็จะหลุดร่วงลงดิน จะพบการเข้าทำลายใบและยอดอ่อนที่แตกมาใหม่ เมื่อใบถูกทำลายทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต ใช้สารเคมี อะบาเมกติน อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรฉีดพ่นช่วงเช้า หรือช่วงเย็นที่มีแสงแดดอ่อน และ ไรซิว พบการเข้าทำลายตลอดทั้งปี โดยเฉพาะช่วงที่แตกยอดและใบอ่อน ไรซิวจะเข้าทำลายก่อนข้างรุนแรง ไรซิวมีขนาดเล็กมากและการเข้าทำลายมีลักษณะคล้ายโรคไวรัสในพืช อาการคล้ายกับพืชที่ถูกสารกำจัดวัชพืช 2, 4-D ไรซิวจะดูดกินน้ำเลี้ยงที่ใบ ก้านชูช่อดอก ทำให้เกิดการแตกพุ่มแจ้ ช่อดอกไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโตของสับดูดำ ผลผลิตลดลง ไรซิวถือว่าเป็นแมลงศัตรูพืชที่ทำความเสียหายรุนแรงควบคุมโดยสารเคมี ไคโคโฟ อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นช่วงเช้าหรือช่วงเย็นที่มีแสงแดดอ่อน หากพบจำนวนมากและการทำลายของแมลงศัตรูที่กล่าวมาข้างต้นในระดับไม่มากนัก ก็ไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมีกำจัด เนื่องจากสับดูดำเป็นพืชผสมข้ามต้องอาศัยแมลง เช่น ผึ้ง และแมลงที่เป็นประโยชน์หลายชนิด หากพ่นสารกำจัดแมลงในช่วงที่มีติดดอกหรือดอกบาน แมลงพวกนี้ก็จะตายไปด้วยส่งผลกระทบต่ออาการผสมเกสรและการติดผลของสับดูดำลดลงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (สมบัติ, 2549)

7.5 โรคในสับดูดำและการจัดการ

ในอดีตที่ผ่านมายังไม่มีกรรายงานโรคที่พบในสับดูดำในประเทศไทย นิพนธ์ (2550) ได้สำรวจโรคที่พบในสับดูดำในปัจจุบัน ดังนี้ โรคใบจุด (*Cercospora* sp.) โรคคราแป้ง (*Oidium* sp.) โรคแอนแทรคโนส (*Colletotrichum gloeosporioides*) โรคกิ่งตาย (*Schizophyllum commune*) โรคใบลวก (ยังไม่ทราบเชื้อโรคที่แน่ชัด) อาการใบด่างเหลืองคล้ายไวรัส และโรคใบจุดหลายชนิด

แนววิธีในการควบคุมโรคสับดูดำ มีดังนี้

ก. แนวทางป้องกัน

- 1) ใช้เมล็ดและท่อนพันธุ์พืชที่ปลอดโรคในการขยายพันธุ์
- 2) ปลูกในพื้นที่ที่มีการเตรียมดินที่ดี มีการระบายน้ำดี เพื่อให้พืชแข็งแรง

- 3) ควรใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก อินทรีย์วัตถุ เพื่อช่วยควบคุมโรคทางดิน
- 4) ตัดแต่งทรงพุ่มให้โปร่ง ได้รับแสงแดดส่องถึงทั่วทั้งต้น มีการระบายอากาศที่ดีจะช่วยลดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับเชื้อโรค
- 5) พ่นสารเคมีป้องกันตามกลุ่มสาเหตุของเชื้อโรค เพื่อความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

ข. แนวทางการกำจัดโรคในสับดูดำ

- 1) ขุดดินที่ผิดปกติ เป็นโรค ทำลายไม่ให้เป็นแหล่งเพาะเชื้อ
- 2) พ่นสารเคมีควบคุมโรคชนิดที่ได้ผลกับชนิดเชื้อโรคที่ทราบกลุ่มเชื้อสาเหตุ เช่น กลุ่มเชื้อรา เพื่อมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

8. การตัดแต่งกิ่งสับดูดำ

เมื่อสับดูดำมีอายุมากกว่า 1-2 ปีขึ้นไป มีทรงพุ่มทึบและความหนาแน่น ทำให้ใบสังเคราะห์แสงได้น้อยลง ผลผลิตลดลง การจัดการธาตุอาหาร น้ำ และเก็บเกี่ยวผลผลิตลำบาก จะต้องมีการจัดการด้านทรงพุ่มที่เหมาะสม การตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสมเป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้พืชกลับคืนสู่สภาพวัยเยาว์ (juvenile) หรือ เข้าสู่ระยะ vegetative growth อีกครั้ง ทำให้มีการย่อยสลายอาหาร (metabolism activity) ที่สูงและมีศักยภาพในการสร้างและสะสมอาหาร ส่งผลให้ขยายขนาดของใบ ลำต้น การออกดอก และติดผลมากขึ้น (Acquaah, 2005; Poincelot, 2004) Sharma และ Sign (2006a) ได้ศึกษาการตัดแต่งกิ่งมะม่วงพันธุ์ Amrapali พบว่า มะม่วงที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งอย่างเหมาะสม ทำให้มีการเกิดช่อดอก การติดผล และผลผลิตที่มากกว่าการไม่ตัดแต่งกิ่ง ศศิธร (2531) พบว่า ต้นน้อยหน่าเสื่อมโทรมเพราะว่าไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่งจึงทำให้ผลผลิตลดลง การตัดแต่งกิ่งยังช่วยลดการเกิดโรคและการพ่นสารกำจัดโรคพืชด้วย โดย Mercier และ คณะ (2008) พบว่า การตัดแต่งกิ่งต้นพืชทุกปีจะช่วยลดการใช้สารกำจัดโรคพืชและทำให้เกิดโรคเน่าน้ำตาล (brow rot) ลดลงเหลือเพียง 6 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่งที่มีการเกิดโรคเน่าน้ำตาล 12-14 เปอร์เซ็นต์ ต้นสับดูดำที่ปลูกในปีแรกด้วยระยะปลูก 1×2 เมตร ให้ผลผลิตเมล็ดแห้งประมาณ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อปี (สมบัติ, 2548) ในปีที่ 2 ผลผลิตลดลงเหลือ 355.36 กิโลกรัมต่อไร่ (วิฑูรย์, 2548) และมีแนวโน้มจะลดลงอย่างต่อเนื่องซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากทรงพุ่มที่หนาแน่นบดบังแสงทั้งในต้น

เดียวกันและระหว่างต้น ส่งผลให้มีการสังเคราะห์แสง สร้างและสะสมอาหารน้อย ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต สร้างดอก ติดผล ผลผลิตจึงลดลง ดังนั้น ควรจะต้องมีการตัดแต่งกิ่งสบู่ดำหลังจากปลูกมาแล้วหนึ่งปีหรือสองปี หรือทำการตัดแต่งทุก ๆ ปีแล้วแต่การเจริญเติบโตของสบู่ดำในแต่ละพื้นที่ สมบูรณ์ และคณะ (2549) ได้ศึกษาการตัดแต่งกิ่งสบู่ดำ โดยตัดสูงจากระดับพื้นดิน 50 และ 100 เซนติเมตร ได้ผลผลิตเมล็ดแห้ง 109.9 และ 132.7 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ วิฑูรย์ (2548) ได้ศึกษาการตัดแต่งกิ่งต้นสบู่ดำที่มีอายุหลังปลูก 1 ปี 4 รูปแบบ คือ การตัดกิ่งที่ข้อที่ 1 การตัดกิ่งที่ข้อที่ 2 การตัดที่ข้อที่ 3 และไม่ตัดแต่งกิ่ง (control) พบว่า สบู่ดำให้ผลผลิต 216.1 248.8 244.0 และ 335.4 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ต้นสบู่ดำที่ปลูกโดยไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง เมื่อมีอายุมากขึ้นผลผลิตมีแนวโน้มลดลงหลังจากปลูกในปีแรก ส่วนการตัดแต่งกิ่งสบู่ดำในปีแรกนั้นอาจยังไม่มีผลชัดเจน เนื่องจากผลผลิตที่ได้ในปีที่ 2 ของต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมากกว่าการตัดแต่งกิ่งทั้ง 3 วิธี ดังนั้น การหาวิธีการเกษตรกรรมในเรื่องการตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสมในสบู่ดำจึงมีความจำเป็นและความสำคัญอย่างยิ่งในอนาคต

9. ประโยชน์ของสบู่ดำ

9.1 ปลูกเป็นแนวรั้วตามรั้วบริเวณบ้านหรือพื้นที่ทางการเกษตร (Budowski, 1987) ป้องกันสัตว์เข้าบุกรุกและทำลายพืชผลทางการเกษตร เนื่องจากต้นสบู่ดำมีสารพิษ hydrocyanic acid, curcin และมีกลิ่นเหม็นเขียว

9.2 ปลูกคลุมบริเวณหน้าดินเพื่อป้องกันการชะล้างของหน้าดิน รักษาความชุ่มชื้นและเป็นแนวกันไฟ

9.3 ใช้เป็นเชื้อเพลิง และปุ๋ยพืชสด Sherchan และ คณะ (1989) ได้รายงานไว้ในประเทศเนปาล ใช้เปลือกสบู่ดำสกร่วมกับกากสบู่ดำ 10 ตันเป็นปุ๋ยในนาข้าว สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวถึง 11 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยที่ให้ผลผลิตเพียง 4.11 ตันต่อเฮกตาร์

9.4 สรรพคุณทางสมุนไพร น้ำมันสบู่ดำสามารถนำมาทาแก้โรคผิวหนัง ฟกช้ำ เคล็ดขัดยอกปวดบวม ผื่นคัน และทาบรรเทาอาการปวดเคล็ดขัดยอกได้ (Isawumi, 1978) น้ำมันยังมีการไหลของเลือดที่บาดแผล

9.5 สารสกัดจากใบและเมล็ดบดละเอียดยับยั้งการเจริญเติบโตและฆ่าหอยได้หลายชนิด (Agaceta, 1981)

9.6 น้ำมันสบู่ดำมีคุณสมบัติที่สามารถใช้เป็นสารไล่หรือกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ (ตารางผนวกที่ 2)

9.7 ในด้านอุตสาหกรรม ใช้ประโยชน์เป็นน้ำมันหล่อลื่น สบู่เทียนไข และใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง หรือน้ำมันโซล่า (วิฑูรย์, 2551) รายงานว่า น้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดสบู่ดำ ชาวบ้านในชนบทนำมาใช้ประโยชน์สำหรับจุดไฟเพื่อให้แสงสว่างเช่นเดียวกับเทียนไขในปัจจุบัน น้ำมันสบู่ดำได้ถูกนำมาศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์ทดแทนน้ำมันดีเซล เพราะให้ค่าพลังงานความร้อนและมีคุณสมบัติทางกายภาพบางอย่างใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลจากปิโตรเลียม (ระพีพันธุ์ และ สุขสันต์, 2525)

9.8 บำบัดของเสียในสภาพแวดล้อม Kumar และ คณะ (2008) พบว่า สบู่ดำสามารถนำมาปลูกเพื่อบำบัดของเสียในสภาพแวดล้อมได้ (phytoremediation) โดยนำไปปลูกบนพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนัก เช่น arsenic, chromium และ zinc ส่วนของเสียทางการเกษตร ได้แก่ ของเสียจากอุตสาหกรรมโรงรีดนมวัวและของเสียจากโรงผลิตปุ๋ยชีวภาพของ *Azotobacter chroococcum* สบู่ดำสามารถเจริญเติบโตได้ที่ความเข้มข้นของ arsenic, chromium และ zinc ได้ในปริมาณที่สูงถึง 750 500 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

10. ความเป็นพิษของสบู่ดำ

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

11. การสกัดน้ำมันสบู่ดำ

วิธีการสกัดน้ำมันสบู่ดำมีหลายวิธี ทั้งการใช้สารเคมี และใช้เครื่องจักรกล การสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยตัวทำละลาย ปิโตรเลียมอีเทอร์จะได้ปริมาณน้ำมัน 34.96 เปอร์เซ็นต์ จากเมล็ดสบู่ดำรวมทั้งเปลือก และได้ปริมาณน้ำมัน 54.68 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งในเนื้อ (kernel) (ไพจิตร และคณะ, 2525) การสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยไฮโดรลิก ได้ปริมาณน้ำมัน 12.50 เปอร์เซ็นต์ และการสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยเฮกเซน ได้ปริมาณน้ำมันอีก 30.27 เปอร์เซ็นต์ รวมน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำทั้งหมด 42.77 เปอร์เซ็นต์ จากการสกัดจากเนื้อเมล็ด (kernel) เมื่ออัดด้วยเครื่องบีบไฮโดรลิกได้ปริมาณน้ำมัน 36 เปอร์เซ็นต์ สกัดด้วยเฮกเซนได้ปริมาณน้ำมันอีก 38.14 เปอร์เซ็นต์ รวมได้น้ำมันสบู่ดำทั้งหมด 74.14 เปอร์เซ็นต์ (วัฒนา และ คณะ, 2526)

12. องค์ประกอบน้ำมันสบู่ดำ

กล้าณรงค์ และคณะ (2547) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดเนื้อในสบู่ดำ พบว่าในเมล็ดสบู่ดำมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลัก ร้อยละ 46.3 การสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ ได้ปริมาณน้ำมันไม่แตกต่างกัน การสกัดน้ำมันด้วยเฮกเซนมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ระยะเวลาการสกัด 3 ชั่วโมง ได้ปริมาณน้ำมันร้อยละ 94.6 ของปริมาณน้ำมันทั้งหมดในเมล็ด น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดสบู่ดำมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบหลักในปริมาณร้อยละ 78.1 โดยมีกรดโอเลอิกในปริมาณร้อยละ 44.5 กรดลิโนเลอิกร้อยละ 32.9 และกรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 21.9 ซึ่งประกอบด้วยกรดปาล์มมิกร้อยละ 14.4 และกรดสเตียริกร้อยละ 7.5 โดยเฉลี่ย น้ำมันสบู่ดำมีค่าความเป็นกรด 2.1 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม ค่าเปอร์ออกไซด์ 1.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าไอโอดีน 97.2 กรัมไอโอดีนต่อ 100 กรัม และค่าสะพอนิฟิเคชัน 189.9 มิลลิกรัม โซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม เมื่อนำน้ำมันสบู่ดำไปผ่านกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันกับเมทานอล ในสภาวะที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้เมทิลเอสเทอร์ในปริมาณร้อยละ 80.45 โดยเมทิลเอสเทอร์ มีค่าความหนืดลดลงเมื่อเทียบกับความหนืดน้ำมันเริ่มต้นและมีสมบัติทางเคมีฟิสิกส์อยู่ในช่วงมาตรฐานของไบโอดีเซล แสดงถึงความเป็นไปได้ในการใช้เมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันสบู่ดำเพื่อทดแทนน้ำมันดีเซล

องค์ประกอบของกรดไขมันหลักในน้ำมันสบู่ดำมีความแตกต่างกับพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม และน้ำมันถั่วเหลือง (ตารางผนวกที่ 3) ยังพบความแตกต่างของ

องค์ประกอบกรดไขมันหลักในน้ำมันสบู่ดำในแต่ละสายพันธุ์อีกด้วย Herrera และ คณะ (2006) พบว่า น้ำมันสบู่ดำจากประเทศเม็กซิโกมีกรดไขมันหลักได้แก่ กรดโอเลอิก 41.5-48.8 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนลิก 34.6-44.4 เปอร์เซ็นต์ กรดพาล์มมิติก 10.5-13.0 เปอร์เซ็นต์ กรดสะเตียริก 2.3-2.8 เปอร์เซ็นต์ ไพจิตร และ คณะ (2525) รายงานกรดไขมันในน้ำมันสบู่ดำในประเทศไทย ดังนี้ กรดพาล์มมิติก 16.70 เปอร์เซ็นต์ กรดสะเตียริก 5.11 เปอร์เซ็นต์ กรดโอเลอิก 44.88 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนลิก 33.88 เปอร์เซ็นต์ Kandpal และ Madan (1995) รายงานว่า องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันสบู่ดำจากประเทศอินเดียมีกรดโอเลอิก 48.8 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนลิก 34.0 เปอร์เซ็นต์ กรดพาล์มมิติก 12.8 เปอร์เซ็นต์ และกรดสะเตียริก 7.3 เปอร์เซ็นต์

ประยูร ห่วงนิกร (2529) ศึกษาการเปลี่ยนรูปเอสเทอร์ของน้ำมันสบู่ดำ ระดับแอลกอฮอล์ที่เหมาะสม คือ 2.0 เท่าสมมูล และใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือโซเดียมเมท็อกไซด์ 1.0 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะเกิดเมทิลเอสเทอร์ 93.94 และ 91.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดลองใช้น้ำมันสบู่ดำที่มีได้กำจัดกัมและกรดไขมันอิสระ 100 กรัม ผสมกับแอลกอฮอล์ 4 ระดับ คือ 1.5 2.0 2.5 และ 3.0 เท่าสมมูล โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มส่วนที่ทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ระดับแอลกอฮอล์ที่เหมาะสม คือ 2.5 เท่าสมมูล จะเกิดเมทิลเอสเทอร์ 92.06 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 5 15 30 60 และ 90 นาที ไม่มี ความแตกต่างทางสถิติต่อการเปลี่ยนรูปเอสเทอร์ Foidl และ คณะ (1996) ได้ศึกษาคุณสมบัติของ น้ำมันไบโอดีเซลจากสบู่ดำ โดยใช้เมทิลแอลกอฮอล์และเอทิลเอสเทอร์เป็นสารทำปฏิกิริยา พบว่า น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้มีองค์ประกอบทางเคมีและฟิสิกส์ไม่แตกต่างกัน (ตารางผนวกที่ 1)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ต้นสนญี่ปุ่น อายุ 24 เดือน ของการทดลองที่ 1 ในระยะปลูก 1×2 เมตร
2. ต้นสนญี่ปุ่น อายุ 18 เดือน ของการทดลองที่ 2 ในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร
3. เลื่อยตัดต้นสนญี่ปุ่น
4. กรรไกรตัดกิ่ง
5. เครื่องฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืชแบบสะพายหลัง
6. เครื่องฉีดพ่นสารเคมีกำจัดแมลงแบบสะพายหลัง
7. เครื่องตัดหญ้า
8. อุปกรณ์ในการชั่งและตวงสาร ได้แก่ ตาชั่งขนาด 100 กิโลกรัม กระจบอกตวง
9. ไม้วัดความสูง
10. เวอร์เนียคาลิเปอร์
11. สายวัดเอว ขนาดความยาว 1 เมตร
12. ไม้ปักแปลงทดลอง
13. tag paper
14. ถุงกระดาษ
15. ถุงตาข่ายพลาสติก
16. อุปกรณ์การเก็บและบันทึกข้อมูล
17. เครื่องชั่งดิจิทัลที่ความละเอียด 2 ตำแหน่งทศนิยม
18. คู่มือ
19. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0
20. ปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0
21. ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60
22. ปุ๋ยคอกมูลวัว
23. กล้องถ่ายรูป
24. อุปกรณ์เครื่องเขียน เช่น ปากกา ดินสอ ยางลบ เป็นต้น
25. เครื่องวัดปริมาณแสง (quantum light meter)

วิธีการ

1. ศึกษารูปแบบการตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตของสบู่ดำ

1.1. ค้นคว้าหาข้อมูล

ทำการศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการตัดแต่งกิ่งของต้นสบู่ดำหรือพืชใกล้เคียง เช่น ไม้ผลยืนต้นประเภทต่าง ๆ เช่น ส้ม ลิ้นจี่ ลำไย มะม่วง และส้มโอ เป็นต้น จนได้วิธีการตัดแต่งกิ่งที่จะใช้ศึกษาในต้นสบู่ดำ

1.2. เลือกพื้นที่และเก็บข้อมูลของพื้นที่ในการทดลอง

ทำการทดลอง ณ แปลงวิจัยภาควิชาพืชไร่ ณ คณะเกษตร กำแพงแสน ซึ่งเป็นแปลงสบู่ดำที่มีอายุ 24 เดือน ระยะปลูก 1×2 เมตร มีระบบน้ำและการระบายน้ำที่ดี ทำการเก็บข้อมูลดินในแปลง โดยสุ่มตัวอย่างดินทั่วแปลง 1 กิโลกรัม แล้วนำดินไปวิเคราะห์ธาตุอาหาร ความเป็นกรด-ด่าง อินทรีย์วัตถุในดิน ณ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

1.3. วางแผนการทดลอง

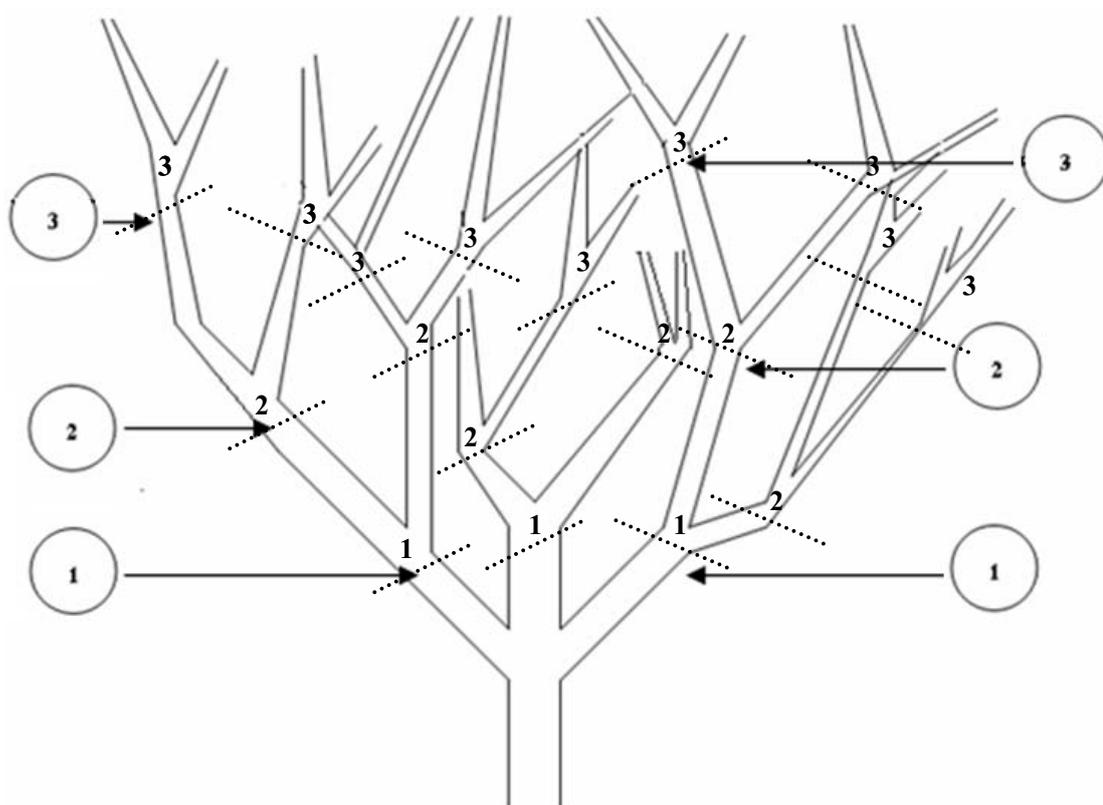
เมื่อได้วิธีการตัดแต่งกิ่งที่จะทำการทดลองแล้ว ทำการวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Completely Block Design) มีจำนวน 4 ซ้ำ โดยทดสอบวิธีการตัดแต่งกิ่ง 4 วิธี คือ

- 1) วิธีที่ 1 การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น (pruned down at primary scaffold)
- 2) วิธีที่ 2 การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น (pruned down at secondary scaffold)
- 3) วิธีที่ 3 การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น (pruned down at tertiary scaffold)

4) วิธีที่ 4 ไม่ตัดแต่งกิ่ง (unpruned หรือ control)

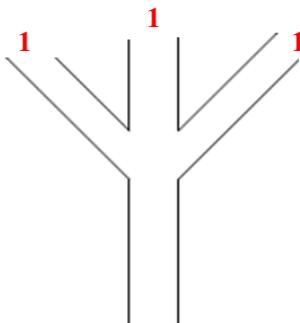
1.4. การตัดแต่งกิ่ง

ทำการตัดแต่งกิ่งต้นสบู่ดำทั้ง 4 วิธี ในแผนการทดลองที่ 1 ทำการตัดกิ่งใต้บริเวณตำแหน่งที่มีการแตกงามกิ่ง (ภาพที่ 1-5) โดยใช้เลื่อย มีด และกรรไกรตัดกิ่ง ที่คมเพื่อให้ผลจากรอยตัดแต่งกิ่งเรียบและไม่ชำรุดมากเกินไป หลังจากตัดแต่งกิ่งใช้ปูนแดงที่ใช้ทานกับหมากทาบริเวณรอยแผลทันทีเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อโรคและใช้สีพลาสติกสีขาวทาบริเวณส่วนของลำต้นสบู่ดำที่ต้องสัมผัสแสงแดดเพื่อป้องกันการเกิด sun burn หรือ รอยแผลที่เกิดจากความร้อนของแสงอาทิตย์เผาทำลายหลังจากตัดแต่งกิ่งอาจทำให้ต้นสบู่ดำได้รับความเสียหายและตายได้

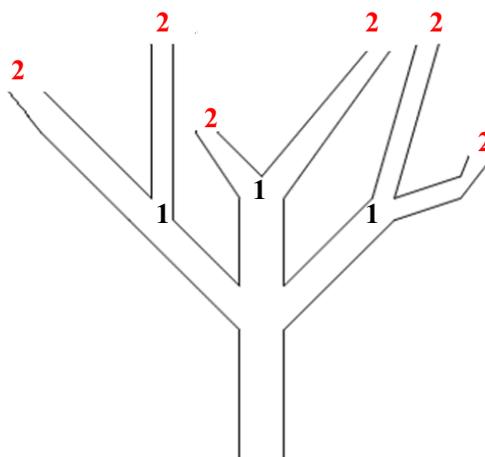


ภาพที่ 1 ตำแหน่งกิ่งของต้นสบู่ดำที่จะทำการตัดด้วยวิธีต่าง ๆ ในการทดลองที่ 1

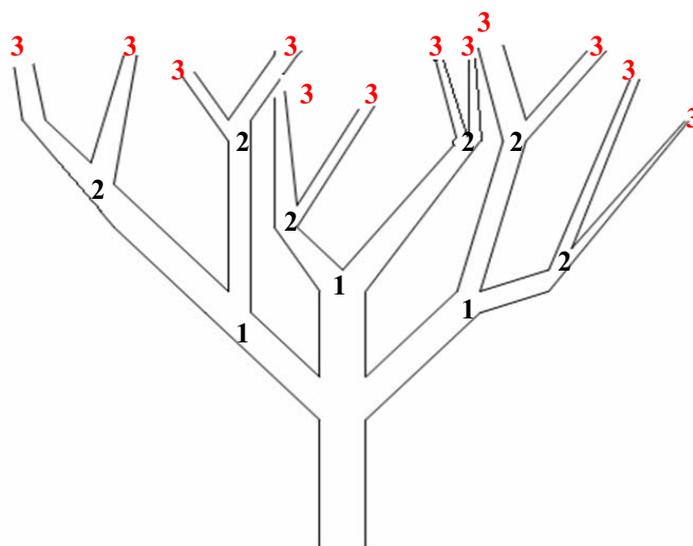
(1) ตำแหน่งกิ่งหลักที่ชิดกับลำต้น (primary scaffold) (2) ตำแหน่งกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น (secondary scaffold) และ (3) ตำแหน่งกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น (tertiary scaffold)



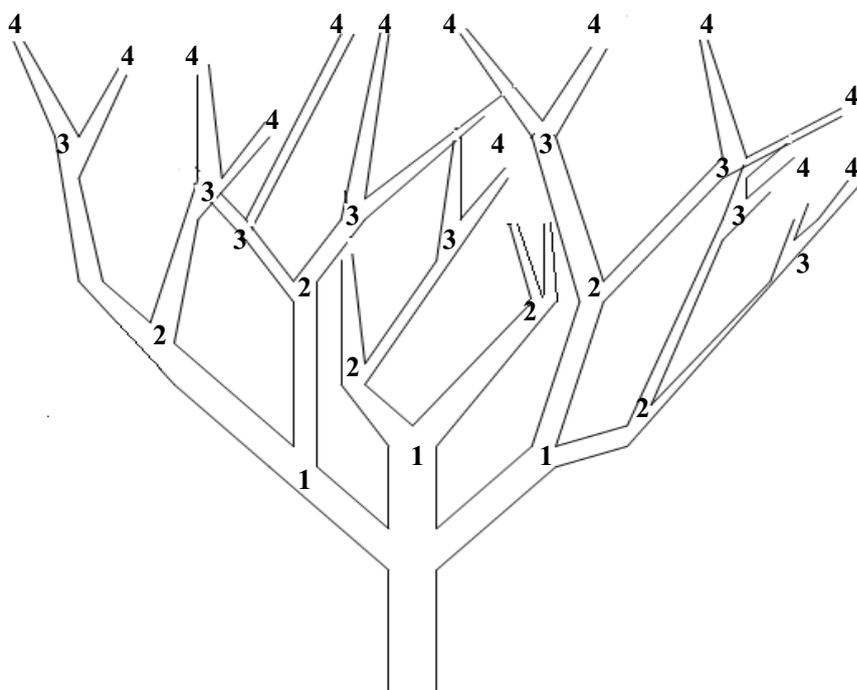
ภาพที่ 2 การตัดแต่งกิ่งต้นสบู่ดำแบบวิธีที่ 1 การตัดกิ่งหลักที่ชิดกับลำต้น
(pruned down at primary scaffold)



ภาพที่ 3 การตัดแต่งกิ่งต้นสบู่ดำแบบวิธีที่ 2 การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิด
กับลำต้น (pruned down at secondary scaffold)



ภาพที่ 4 การตัดแต่งกิ่งต้นสนูปู่ดำแบบวิธีที่ 3 การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น (pruned down at tertiary scaffold)



ภาพที่ 5 การตัดแต่งกิ่งต้นสนูปู่ดำแบบวิธีที่ 4 ไม่ตัดแต่งกิ่ง (unpruned หรือ control)

1.5. การปฏิบัติและการจัดการต้นสนุ่นดำ

1.5.1. การจัดการธาตุอาหาร

หลังจากได้ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินจากภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน (ตารางผนวกที่ 5) พบว่า ดินในแปลงปลูกสนุ่นดำที่ทำการทดลองมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินที่เป็นกลาง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูงมาก จึงได้นำผลการวิเคราะห์ดังกล่าวไปจัดการธาตุอาหารให้เหมาะสมกับความต้องการของต้นสนุ่นดำ ดังนี้

ก. ก่อนตัดแต่งกิ่ง

ก่อนตัดแต่งกิ่งสนุ่นดำ 2 อาทิตย์ ทำการให้น้ำต้นสนุ่นดำ หลังจากนั้นให้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 100 กรัมต่อต้น พร้อมกับปุ๋ยคอกมูลวัว อัตรา 10 กิโลกรัมต่อต้น โดยโรยรอบ ๆ บริเวณทรงพุ่มของต้นสนุ่นดำ

ข. หลังตัดแต่งกิ่ง

หลังตัดแต่งกิ่ง 2 เดือน ทำการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 100 กรัมต่อต้น หลังการให้น้ำหรือหลังฝนตก เพื่อให้ต้นสนุ่นดำนำไปใช้ในการพัฒนาลำต้น กิ่ง และใบ หลังจากตัดแต่งกิ่ง

หลังตัดแต่งกิ่ง 3 เดือน ทำการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 อัตรา 50 กรัมต่อต้น เพื่อให้ต้นสนุ่นดำนำไปใช้ในการพัฒนาลำต้น กิ่ง และใบ อย่างต่อเนื่อง พร้อมกับปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 อัตรา 50 กรัมต่อต้น เพื่อกระตุ้นการสร้างตาออกของต้นสนุ่นดำ

หลังต้นสนุ่นดำเริ่มออกดอก ลดการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 เหลือเพียงอัตรา 20 กรัมต่อต้น พร้อมกับปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 อัตรา 80 กรัมต่อต้น เพื่อเร่งการพัฒนาของดอก โดยปกติถ้าเป็นพืชปีเดียว (annual plant) หรือ พืชที่ไม่ทอดยอด (determinate plant) ความต้องการธาตุไนโตรเจนจะไม่จำเป็นหรือจำเป็นน้อยมากหลังการออกดอกและติดผล แต่ต้นสนุ่นดำเป็นพืชที่มีอายุมากกว่า 2 ปี (perennial plant) และมีการเจริญเติบโตแบบทอดยอด (indeterminate growth) ในโตรเจนจึงยังมีความ

จำเป็นในระหว่างการสร้างและพัฒนาดอก เพราะมีการสร้างใบและยอดพร้อมกันไปด้วย แต่ต้องให้ในปริมาณน้อย หากมากเกินไปต้นสับดูจะเจริญเติบโตทางลำต้น ใบ และกิ่ง มากกว่าการสร้างและพัฒนาดอก

1.5.2. การจัดการน้ำ

ปกติจะให้น้ำตามร่องทุก 15 วัน หลังตัดแต่งกิ่ง และพร้อมกับการให้ปุ๋ย หลังจากนั้นการให้น้ำขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน และความชื้นในดิน เช่น ในฤดูแล้งต้นสับดูมีความต้องการน้ำมากกว่าฤดูฝน จะแสดงอาการขาดน้ำอาจจะต้องให้ทุก 10 วัน

1.5.3. การกำจัดวัชพืช

กำจัดวัชพืชหลังตัดแต่งกิ่งและทุก 2 เดือน โดยใช้เครื่องตัดหญ้าร่วมกับการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอก (post-emergence) ได้แก่ glyphosate และ paraquat

1.5.4. การจัดการโรคแมลงศัตรูพืช

การควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชทำเท่าที่จำเป็น หากมีการระบาดอย่างรุนแรงต้องฉีดพ่นด้วยสารเคมีกำจัดโรคและแมลง โดยการฉีดพ่นนั้นจะทำก่อนที่ดอกสับดูมีการผสมเกสร เนื่องจากจะทำให้แมลงที่ช่วยในการผสมเกสรตายได้ เช่น ผึ้งและแมลงวันขยาวยาว เป็นต้นปกติแล้วโรคและแมลงจะเข้าทำลายต้นสับดูในช่วงที่มีการสร้างใบอ่อน แดกยอดใหม่ พัฒนาดอก ช่อดอก และช่วงติดผล นอกจากนี้การให้น้ำมากเกินไปความต้องการหรือปล่อยให้บริเวณแปลงมีวัชพืชปกคลุมมากเกินไปทำให้เหมาะแก่การเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและสะสมของโรคและแมลงได้

1.5.5. การบันทึกข้อมูล

ก. การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นสบู่ดำ

ความสูงของทรงพุ่ม วัดจากโคนต้นบริเวณตำแหน่งเหนือพื้นดินจนถึงปลายยอด ขนาดลำต้น วัดจากเส้นรอบวงลำต้นบริเวณตำแหน่งเหนือระดับพื้นดิน 10 เซนติเมตร และทำสัญลักษณ์โดยการพ่นสีเพื่อให้ครั้งต่อไปวัดตรงตำแหน่งเดิม

ความกว้างของทรงพุ่ม วัดจากปลายยอดถึงปลายยอด โดยวัด 2 แนว คือ วัดตามความยาวและความกว้างของแถวปลูกแล้วหาค่าเฉลี่ย

จำนวนกิ่งต่อต้น นับจำนวนกิ่งที่แตกออกจากรอยตัด หลังการทดลองที่ 12 เดือน

ข. การบันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตสบู่ดำ

น้ำหนักผลแห้งต่อผล คัดเลือกผลสบู่ดำที่สมบูรณ์ พร้อมเก็บเกี่ยว ไม่ถูกโรคและแมลงเข้าทำลาย จำนวน 10 ผลต่อต้น ทำการลดความชื้น โดยการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง

น้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด คัดเลือกเมล็ดสบู่ดำที่สมบูรณ์ ไม่ถูกโรคและแมลงเข้าทำลาย จำนวน 100 เมล็ดต่อกรรมวิธี แล้วนำไปลดความชื้น โดยการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ผลผลิต เก็บผลผลิตเมื่อผลสบู่ดำพร้อมเก็บเกี่ยวทุก ๆ สัปดาห์จนครบ 12 เดือน เมื่อเก็บผลสบู่ดำแล้ว ให้กระเทาะเปลือกออกแล้วนำเมล็ดไปลดความชื้น โดยการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง

1.5.6. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของสับดูดำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน โดยใช้โปรแกรม R วิเคราะห์ผลทางสถิติและตรวจสอบความแตกต่างโดยหาค่า analysis of variance หาค่า F-value ของข้อมูลชุดใดแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ให้นำไปตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Significant Difference (LSD. test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. ศึกษาวิธีการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดูดำใน 3 ระยะปลูก คือ 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร

หลังจากได้รูปแบบการตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตของสับดูดำ ที่ระยะปลูก 1×2 เมตร จากการทดลองที่ 1 คือ การตัดแต่งกิ่งหลักที่ชิดกับลำต้น หรือ การตัดแต่งกิ่งสับดูดำที่ระดับ 50 เซนติเมตร เนื่องจากรอยตัดบริเวณกิ่งหลักที่ชิดกับลำต้นมีระดับความสูงจากพื้นดินประมาณ 50 เซนติเมตร จากการทดลองที่ 1 พบว่า การตัดกิ่งหลักที่ชิดกับลำต้น มีจำนวนกิ่งที่แตกออกจากรอยตัดมากถึง 18.2 กิ่งต่อต้น ซึ่งอาจจะมีจำนวนมากเกิน Vinijksakulthai และ Chinawong (2007) ได้ทำการศึกษาการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 5 10 และ 15 กิ่ง เปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่งใน ระยะปลูก 2×2 เมตร พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 5 10 และ 15 กิ่ง ให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างกันและมากกว่าต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยมีผลผลิต เท่ากับ 163.8 110.6 และ 157.0 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีผลผลิตน้อยที่สุด 97.9 กรัมต่อต้น

ดังนั้น จึงได้ศึกษาวิธีและเทคนิคการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตสับดูดำ 5 วิธี คือ

- 1) วิธีที่ 1 คือ การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น
- 2) วิธีที่ 2 คือ การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น
- 3) วิธีที่ 3 คือ การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น
- 4) วิธีที่ 4 คือ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระ
- 5) วิธีที่ 5 คือ ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)

ทำการศึกษาร่วมกับระยะปลูกสับดูดำจำนวน 3 ระยะ คือ ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร

2.1. เลือกพื้นที่และเก็บข้อมูลของพื้นที่ในการทดลอง

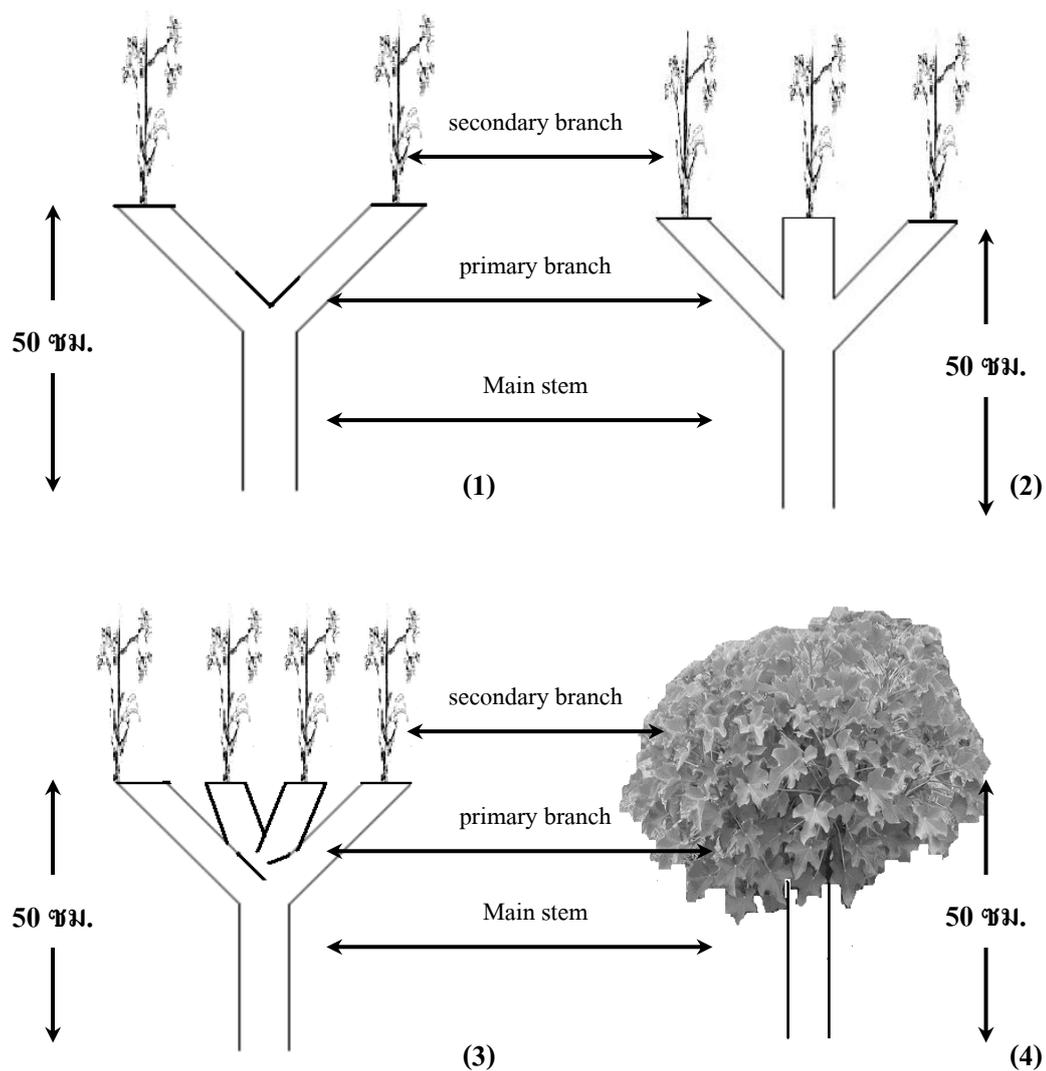
ทำการทดลอง ณ แปลงวิจัยของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน ซึ่งเป็นแปลง สบู่ดำอายุ 18 เดือน ในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีระบบน้ำและการระบายน้ำที่ดี ทำการ เก็บข้อมูลดินในแต่ละระยะปลูก โดยสุ่มตัวอย่างดินให้ทั่วแปลงในแต่ละระยะปลูกอย่างละ 1 กิโลกรัม นำดินไปวิเคราะห์ธาตุอาหาร ความเป็นกรด-ด่าง อินทรีย์วัตถุในดิน ณ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2.2. วางแผนการทดลอง

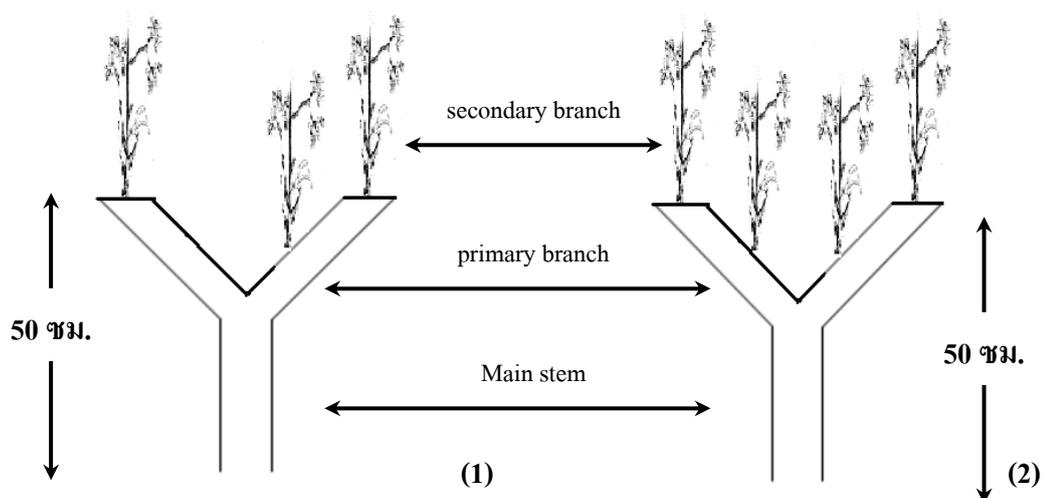
โดยจัดการทดลองแบบ split plot in RCBD ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยให้ main plot คือ ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร ส่วน sub plot คือ การตัดแต่งกิ่ง 5 วิธี ดังที่ระบุไว้ในข้อที่ 2

2.3. การตัดแต่งกิ่ง

ทำการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี กับต้นสบู่ดำใน 3 ระยะปลูก ตามแผนการทดลองที่ 2 โดย ตำแหน่งที่ทำการตัดแต่งกิ่งจะสูงจากระดับพื้นดิน 50 เซนติเมตร แล้วทำการแต่งกิ่งและไว้กิ่งที่เป็น primary branch โดยใช้เลื่อย มีด และกรรไกรตัดกิ่ง ต้องคมเพื่อให้รอยแผลจากการตัดกิ่งเรียบและไม่ซ้ำ หลังตัดแต่งกิ่งใช้ปูนแดงที่ทานกับหมากทาบริเวณรอยแผลทันทีเพื่อป้องกันการเข้าทำลาย ของเชื้อโรคและใช้สีพลาสติกสีขาวทาบริเวณส่วนของลำต้น สบู่ดำเพื่อป้องกันการเกิด sun burn หรือ รอยแผลที่เกิดจากความร้อนของแสงอาทิตย์เผาทำลายหลังจากการตัดแต่งกิ่ง โดยแผลดังกล่าว อาจทำให้ต้นสบู่ดำได้รับความเสียหายและตายได้ หลังจากตัดแต่งกิ่งประมาณ 30-45 วัน ให้ทำการ ใ้รอยอดตามที่กำหนดในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่ง โดยยอดที่แตกออกมาจะเป็น secondary branch ที่เจริญออกมาจาก primary branch (ภาพที่ 6) หากต้นสบู่ดำที่ไม่มีกิ่งที่เป็น primary branch ตามที่ ต้องการดังภาพที่ 6 เช่น มี primary branch จำนวน 2 กิ่ง แต่จะต้องไว้กิ่ง 3 หรือ 4 กิ่งต่อต้น โดยให้ กิ่งที่เป็น secondary branch สามารถไว้กิ่งมากกว่า 1 กิ่งได้ (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 6 วิธีการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งในการทดลองที่ 2 ของต้นสับดูดำในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร
 (1) วิธีที่ 1 การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น
 (2) วิธีที่ 2 การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น
 (3) วิธีที่ 3 การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น
 (4) วิธีที่ 4 การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยให้ยิสระ



ภาพที่ 7 วิธีการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งในการทดลองที่ 2 ของต้นสับดูดำในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร

- (1) กรณีวิธีที่ 2 การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น แต่มี primary branch จำนวน 2 กิ่ง
- (2) กรณีวิธีที่ 3 การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น แต่มี primary branch จำนวน 2 กิ่ง

2.4. การปฏิบัติและการจัดการต้นสับดูดำ

2.4.1. การจัดการธาตุอาหาร

วิเคราะห์ธาตุอาหาร ความเป็นกรด-ด่างของดิน และอินทรีย์วัตถุในดิน จากภาควิชา ปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน (ตารางผนวกที่ 6) พบว่า ดินทั้ง 3 ระยะปลูก มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินที่เป็นกลาง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูงมาก จึงได้นำผลการวิเคราะห์ดังกล่าว ไปจัดการธาตุอาหารให้เหมาะสมกับต้นสับดูดำซึ่งเหมือนกับการทดลองที่ 1

2.4.2. การจัดการน้ำ ดำเนินการเหมือนการทดลองที่ 1

2.4.3. การกำจัดวัชพืช ดำเนินการเหมือนการทดลองที่ 1

2.4.4. การจัดการ โรคแมลงศัตรูพืช ดำเนินการเหมือนการทดลองที่ 1

2.4.5. การบันทึกข้อมูล

ก. การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นสบู่ดำ

ความสูงของทรงพุ่ม วัดจากโคนต้นบริเวณตำแหน่งเหนือพื้นดินจนถึงปลายยอด ขนาดลำต้น วัดจากเส้นรอบวงลำต้นบริเวณตำแหน่งเหนือระดับพื้นดิน 10 เซนติเมตร และทำสัญลักษณ์โดยการพ่นสีเพื่อให้ครั้งต่อไปวัดตรงตำแหน่งเดิม

ความกว้างของทรงพุ่ม วัดจากปลายยอดถึงปลายยอด โดยวัด 2 แนว คือ วัดตามความยาวและความกว้างของแถวปลูกแล้วหาค่าเฉลี่ย

จำนวนกิ่งที่แตกออกจากรอยตัด สำหรับวิธีการตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1-4 ให้นับจำนวนหลักที่แตกออกจากรอยตัด ส่วนต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง ให้นับจำนวนกิ่งหลักที่แตกจากลำต้นที่สูงจากพื้นดินไม่เกิน 50 เซนติเมตร โดยนับ 2 ครั้ง คือ (1) หลังตัดแต่งกิ่งในเดือนที่ 1-6 และ (2) หลังตัดแต่งกิ่งในเดือนที่ 7-12

จำนวนยอดต่อต้น นับจำนวนยอดทั้งหมดของต้นสบู่ดำ โดยนับ 2 ครั้ง คือ 1) หลังตัดกิ่งในเดือนที่ 1-6 และ 2) หลังตัดแต่งกิ่งเดือนที่ 7-12

ปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่ม ใช้เครื่องมือ Quantum Ligth Meter วัดปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มต้นสบู่ดำเปรียบเทียบกับแสงนอกทรงพุ่ม โดยวัดบริเวณใต้ทรงพุ่มเป็นแนวตาราง 4 เหลี่ยม สูงจากพื้น 10 เซนติเมตร (ภาพที่ 3) ทำการวัดแสงระหว่างเวลา 11.00 น. ถึง 13.00 น. ซึ่งเป็นเวลาที่แสงอาทิตย์ส่องลงมาตรงกลางทรงพุ่มมากที่สุด ทุกวันที่ 1 และ 16 ของเดือน

ชีวมวลของต้นสบู่ดำ หลังทำการทดลองครบ 12 เดือน ให้ตัดต้นสบู่ดำตำแหน่งเหนือระดับผิวดิน แล้วนำไปชั่งน้ำหนักสดทั้งต้นพร้อมใบ หลังจากนั้นนำไปสับย่อยด้วยเครื่องสับย่อยวัสดุทางการเกษตรแล้วนำไปตากแดดเพื่อให้ความชื้นลดลงถึงระดับหนึ่งพร้อมกับกลับกองต้นสบู่ดำทุกวันเป็นเวลา 3 วัน เมื่อครบกำหนดให้นำไปอบเพื่อลดความชื้นอีกครั้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ข. การบันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตสับดูดำ

ระยะเวลาออกดอก นับจำนวนวันหลังตัดแต่งกิ่งจนถึงวันที่สับดูดำสร้างตาดอกชุดแรกออกมา

จำนวนช่อดอกต่อต้น นับจำนวนช่อดอกทั้งหมดของต้นสับดูดำ โดยทำการนับ 2 ครั้ง คือ 1) หลังตัดแต่งกิ่งเดือนที่ 1-6 และ 2) หลังตัดแต่งกิ่งเดือนที่ 7-12

จำนวนดอกต่อช่อ นับจำนวนดอกทั้งหมดต่อช่อหลังตัดแต่งกิ่ง จำนวนดอกเพศผู้ต่อช่อ จำนวนดอกเพศเมียต่อช่อ หลังจากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียต่อช่อ โดยการนับจำนวนดอกจะทำการสุ่มช่อดอกรอบ ๆ ต้นสับดูดำซ้ำละ 5 ช่อต่อต้น

น้ำหนักผลแห้งต่อผล เลือกผลสับดูดำที่สมบูรณ์ พร้อมเก็บเกี่ยว ไม่ถูกโรคและแมลงเข้าทำลาย จำนวน 10 ผลต่อต้น ทำการลดความชื้น โดยการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง การหาน้ำหนักผลแห้งนั้นจะทำ 2 ครั้ง คือ 1) หลังตัดแต่งกิ่งเดือนที่ 1-6 และ 2) หลังตัดแต่งกิ่งเดือนที่ 7-12

น้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด เลือกเมล็ดสับดูดำที่สมบูรณ์ ไม่ถูกโรคและแมลงเข้าทำลาย จำนวน 100 เมล็ดต่อกรรมวิธี แล้วนำไปลดความชื้น โดยการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลที่ละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง การหาน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดนั้นจะทำ 2 ครั้ง คือ 1) หลังตัดแต่งกิ่งในเดือนที่ 1-6 และ 2) หลังตัดแต่งกิ่งเดือนที่ 7-12

ผลผลิต เก็บผลผลิตเมื่อผลสับดูดำพร้อมเก็บเกี่ยวทุก ๆ สัปดาห์จนครบ 12 เดือน เมื่อเก็บผลสับดูดำแล้ว ให้กระเทาะเปลือกออกแล้วนำเมล็ดไปลดความชื้น โดยการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2.4.6. การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการเหมือนการทดลองที่ 1

สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการศึกษา ณ แปลงวิจัยและพัฒนาสบู่ดำแบบบูรณาการ ของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาในการทดลอง

ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2551

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตของสบู่ดำ

1. ความสูงของทรงพุ่มต้นสบู่ดำ

การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีความสูงของทรงพุ่มเฉลี่ย 212.7 เซนติเมตร การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีความสูงของทรงพุ่มเฉลี่ย 215.3 เซนติเมตร การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีความสูงของทรงพุ่มเฉลี่ย 214.6 เซนติเมตร และต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีความสูงของทรงพุ่มเฉลี่ย 213.7 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) จากการทดลอง การตัดแต่งกิ่งทั้ง 3 รูปแบบ มีความสูงของทรงพุ่มต้นสบู่ดำไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง

การตัดแต่งกิ่งจะกระตุ้นให้พืชกลับเข้าสู่ระยะ vegetative growth (Acquaah, 2005) ยอดหรือกิ่งที่แตกออกมาจะเป็นกิ่งกระโดง มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีลักษณะตั้งตรงและยืดยาว ดังนั้น กิ่งที่แตกออกมาจากต้นสบู่ดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งจึงมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้มีความสูงของทรงพุ่มเท่ากับต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งภายในระยะเวลา 12 เดือน จึงทำให้การตัดแต่งกิ่งทั้ง 3 วิธี มีความสูงของทรงพุ่มต้นสบู่ดำไม่แตกต่างกับต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง (ภาพที่ 3)

2. ความกว้างของทรงพุ่มต้นสบู่ดำ

การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย 204.4 เซนติเมตร การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย 212.2 เซนติเมตร การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย 190.0 เซนติเมตร และต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย 222.6 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) จากการทดลอง การตัดแต่งกิ่งทั้ง 3 รูปแบบ ทำให้ความกว้างของทรงพุ่มต้นสบู่ดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีค่าเฉลี่ยความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุด 222.6 เซนติเมตร ส่วนการตัดแต่งกิ่งทั้ง 3 รูปแบบ มีความกว้างของทรงพุ่มไม่แตกต่างกัน

ยอดหรือกิ่งที่แตกออกมาหลังจากการตัดแต่งกิ่ง มีการเจริญเติบโตในลักษณะที่ตั้งตรงและ ยืดยาว หรือเรียกกิ่งที่มีการเจริญเติบโตแบบนี้ว่า กิ่งกระ โดง ซึ่งการเจริญเติบโตของกิ่งกระ โดงจะ ทำให้ต้นสบู่ดำมีความสูงของทรงพุ่มมากกว่าขยายขนาดความกว้างของทรงพุ่มหรือมีการแตกกิ่ง ออกทางด้านข้างน้อยกว่า ดังนั้น ต้นสบู่ดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งจึงมีความกว้างของทรงพุ่มน้อยกว่า ต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง (ภาพที่ 8)

ตารางที่ 1 ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อขนาดทรงพุ่มของต้นสบู่ดำหลังตัดแต่งกิ่ง 12 เดือน

วิธีการตัดแต่งกิ่ง	ขนาดทรงพุ่มต้นสบู่ดำ (ซม.)	
	ความสูง	ความกว้าง
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	212.7	204.4 b
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	215.3	212.2 b
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	214.6	190.0 b
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	213.7	222.6 a
F-test	ns	*
C.V. (%)	6.95	11.38

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 8 การเจริญเติบโตของต้นสนุ่นดำหลังตัดแต่งกิ่งในเดือนที่ 1 และ 12

3. การขยายขนาดของลำต้นสพุดำ

การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น พบว่า การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีการขยายขนาดลำต้นเฉลี่ย 2.01 เซนติเมตรต่อปี การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีการขยายขนาดลำต้นเฉลี่ย 1.13 เซนติเมตรต่อปี การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีการขยายขนาดลำต้นเฉลี่ย 1.46 เซนติเมตรต่อปี และต้นสพุดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีการขยายขนาดลำต้นเฉลี่ย 1.12 เซนติเมตรต่อปี (ตารางที่ 2) จากการทดลองการตัดแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีการขยายขนาดของลำต้นสพุดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสพุดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง ส่วนการตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น และต้นสพุดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีการขยายขนาดลำต้นเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน 1.12-1.46 เซนติเมตรต่อปี การตัดแต่งกิ่งแบบหนัก หรือ การตัดแต่งกิ่งอย่างหนัก (hard pruning) เป็นการกระตุ้นให้พืชมีการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ ณ บริเวณรอยตัดมากกว่าปกติ ดังนั้น การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นเป็นการตัดแต่งกิ่งแบบหนัก จึงทำให้ลำต้นสพุดำมีการขยายขนาดมากกว่าต้นสพุดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง

4. จำนวนยอดที่แตกออกจากรอยตัด

การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น และการตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น มีจำนวนยอดที่แตกออกจากรอยตัดเฉลี่ย 6.1 3.2 และ 2.8 ยอดต่อกิ่ง ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ผลการทดลอง พบว่า การตัดแต่งกิ่งทำให้จำนวนยอดที่แตกออกจากรอยตัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น มีจำนวนยอดที่แตกออกจากรอยตัดมากที่สุด 6.1 กิ่งต่อต้น ส่วนการตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นและการตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น มีจำนวนยอดแตกออกจากรอยตัดไม่แตกต่างกัน

การเจริญเติบโตของพืชแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ 1) ระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น กิ่งและใบ (Vegetative growth phase: Vg) เป็นระยะที่พืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีการสร้างอาหารและสะสมพลังงานจำนวนมากไว้ที่ใบ กิ่ง และลำต้น และ 2) การเจริญเติบโตทางด้าน

พัฒนาและสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ (Reproductive growth phase: Rg) เป็นระยะที่พืชมีการสร้างและพัฒนาดอก ผล และเมล็ด มากกว่าการเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่ง และใบ (Poincelot, 2004) การตัดกิ่งจะช่วยทำให้พืชกลับเข้าสู่ระยะ vegetative growth อีกครั้ง การตัดกิ่งอย่างหนัก (hard pruning) เป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นให้พืชกลับเข้าสู่ระยะ vegetative growth (Sharma and Singh, 2006a; Acquah, 2005) ส่งเสริมการแตกตาออกและช่วยเร่งการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Lombard และ คณะ, 2006) การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น เป็นการตัดแต่งกิ่งอย่างหนักชนิดหนึ่ง ซึ่งกระตุ้นให้ต้นสมบูรณ์กลับเข้าสู่ระยะ vegetative growth อีกครั้ง ส่งเสริมการแตกตาข้าง ทำให้มีจำนวนยอดที่แตกออกจากกรวยตัดมากที่สุด (ภาพที่ 8) การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น และการตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น เป็นการตัดกิ่งที่อยู่ในช่วง reproductive growth ซึ่งมีการสร้างดอก ผล และเมล็ด มากกว่าการเจริญเติบโตทางลำต้นและกิ่ง จึงทำให้มีจำนวนกิ่งที่แตกจากกรวยตัดน้อยกว่าการตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น

ตารางที่ 2 ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการขยายขนาดลำต้นและจำนวนยอดที่แตกออกจากกรวยตัดของต้นสนุ่ดำหลังตัดแต่งกิ่ง 12 เดือน

วิธีการตัดแต่งกิ่ง	การขยายขนาดลำต้น (ซม.)	จำนวนยอดที่แตกออกจากกรวยตัด (ยอด/กิ่ง)
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	2.01 a	6.1 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	1.13 b	3.2 b
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	1.46 b	2.8 b
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	1.12 b	-
F-test	*	*
C.V. (%)	10.98	9.17

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์
ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน โดยใช้วิธี LSD. test
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

5. น้ำหนักผลแห้ง

การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น และต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ย 2.87 2.62 2.44 และ 2.15 กรัมต่อผล ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งทำให้น้ำหนักผลแห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยการตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีน้ำหนักผลแห้งมากที่สุด 2.87 กรัมต่อผล ต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักผลแห้งน้อยที่สุด 2.15 กรัมต่อผล

6. น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด

การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น และต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ย 69.62 65.41 62.22 และ 53.70 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งทำให้น้ำหนักเมล็ดแห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยการตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดมากที่สุด 69.62 กรัม ส่วนต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดน้อยที่สุด 53.70 กรัม

การตัดแต่งกิ่งแบบหนักกับต้นสบู่ดำ จะไปกระตุ้นให้มีการสร้างยอด กิ่ง และใบออกมาใหม่ มีความสามารถและประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง สร้างอาหารและสะสมพลังงานมากกว่าต้นสบู่ดำที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่ง นอกจากนี้ การบดบังแสงในทรงพุ่มของต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงลดลง เนื่องจากมีปริมาณแสงไม่เพียงพอต่อการสังเคราะห์แสง ดังนั้น ต้นสบู่ดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งจึงมีน้ำหนักผลแห้งและน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด มากกว่าต้นสบู่ดำที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่ง

7. ผลผลิตรวม

การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น การตัดกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น และต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีผลผลิตรวมเฉลี่ย 222.28 167.94 147.96 และ 116.14 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งทำให้ผลผลิตรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยการตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นให้ผลผลิตรวมต่อต้นมากที่สุด 222.38 กรัม (ประมาณ 177.9 กิโลกรัมต่อไร่) ต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีผลผลิตรวมต่อต้นน้อยที่สุด 116.14 กรัม (ประมาณ 92.9 กิโลกรัมต่อไร่)

จากผลการทดลองสอดคล้องรายงานของ Sharma and Singh (2006a) ที่ได้ศึกษาการตัดแต่งกิ่งมะม่วงพันธุ์ Amrapali พบว่า มะม่วงที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งอย่างเหมาะสม ทำให้มีการเกิดช่อดอก การติดผล และผลผลิตที่มากกว่าการไม่ตัดแต่งกิ่ง ศศิธร (2531) พบว่า ต้นน้อยหน่ามีผลผลิตลดลง เนื่องจากไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสม ดังนั้น การตัดแต่งกิ่งทำให้สบู่ดำมีผลผลิตมากกว่าต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่ง เพราะการตัดแต่งกิ่งทำให้ต้นสบู่ดำมีการแตกยอด กิ่ง และใบชุดใหม่ออกมามาก การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง สร้างอาหาร และสะสมพลังงานไปยังผลและเมล็ดได้มาก ส่งผลให้มีการสะสมน้ำหนักรวมของผลและเมล็ดมากกว่าต้นที่ไม่รับตัดแต่งกิ่ง

ตารางที่ 3 ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อน้ำหนักผลแห้ง น้ำหนักเมล็ดแห้งและผลผลิตรวมของสับปะรด

วิธีการตัดแต่งกิ่ง	น้ำหนักผลแห้ง (กรัม/ผล)	น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิตรวม (กรัม/ต้น)
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	2.87 a	69.62 a	222.38 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	2.62 ab	65.41 b	167.94 b
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	2.44 b	62.22 b	147.96 b
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	2.15 c	53.70 c	116.14 c
F-test	*	*	*
C.V. (%)	14.23	10.07	13.2

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์
ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน โดยใช้วิธี LSD. test
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ของสนุ่นดำในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร

1. ความสูงของทรงพุ่ม ความกว้างของทรงพุ่ม และการขยายขนาดลำต้นสนุ่นดำ

ความสูงของทรงพุ่มต้นสนุ่นดำในแต่ละระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี เป็นเวลา 12 เดือน พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีความสูงของทรงพุ่มเฉลี่ย 262.3 225.7 และ 243.9 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากผลการทดลองพบว่า ความสูงของทรงพุ่มต้นสนุ่นดำทั้ง 3 ระยะปลูก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ส่วนความสูงของทรงพุ่มต้นสนุ่นดำในแต่ละวิธีการตัดแต่งกิ่ง พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีความสูงของทรงพุ่มเฉลี่ย 223.3 226.2 และ 240.6 เซนติเมตร ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีความสูงของทรงพุ่มเฉลี่ย 241.7 เซนติเมตร ส่วนต้นสนุ่นดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีความสูงของทรงพุ่มเฉลี่ย 276.9 เซนติเมตร (ตารางที่ 4) จากผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี ทำให้ความสูงของทรงพุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสนุ่นดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสนุ่นดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีความสูงของทรงพุ่มมากที่สุด 276.9 เซนติเมตร ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น มีความสูงของทรงพุ่มน้อยที่สุด 223.3 เซนติเมตร จากตารางที่ 4 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กันกับความสูงของทรงพุ่ม ดังนั้น ต้นสนุ่นดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีความสูงของทรงพุ่มเฉลี่ยในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

ความกว้างของทรงพุ่มต้นสนุ่นดำในแต่ละระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี เป็นเวลา 12 เดือน พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย 257.4 264.2 และ 269.9 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากผลการทดลองพบว่า ความกว้างของทรงพุ่มต้นสนุ่นดำในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ส่วนความกว้างของทรงพุ่มต้นสนุ่นดำในแต่ละวิธีการตัดแต่งกิ่ง พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย 232.2 244.4 และ 257.4 เซนติเมตร ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย 258.0 เซนติเมตร ส่วนต้นสนุ่นดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย 327.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 4) จากผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี ทำให้ความกว้างของทรงพุ่มต้นสนุ่นดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสนุ่นดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง

โดยต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุด 327.2 เซนติเมตร ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งทั้ง 4 วิธี มีความกว้างของทรงพุ่มไม่แตกต่างกัน จากตารางที่ 4 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กับความกว้างของทรงพุ่ม ดังนั้น ต้นสบู่ดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ยในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

ตารางที่ 4 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งต่อขนาดทรงพุ่มและการขยายขนาดลำต้นในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร หลังการทดลองที่ 12 เดือน

ระยะปลูก	ขนาดของทรงพุ่ม (ซม.)		การขยายขนาดลำต้น (ซม./ปี)
	ความสูง	ความกว้าง	
ระยะปลูก 2×2 เมตร	262.3	257.4	2.22
ระยะปลูก 2×3 เมตร	225.7	264.2	2.77
ระยะปลูก 3×3 เมตร	243.9	269.9	2.92
F-test	ns	ns	ns
วิธีการตัดแต่งกิ่ง			
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	223.3 b	232.2 b	2.74
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	226.2 b	244.4 b	2.70
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	240.6 ab	257.4 b	2.62
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 4	241.7 ab	258.0 b	2.58
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	276.9 a	327.2 a	2.57
F-test	*	*	ns
ระยะปลูก × วิธีการตัดแต่งกิ่ง	ns	ns	ns
C.V. (%)	11.96	9.28	16.7

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์
ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การขยายขนาดลำต้นสนูป่าในแต่ละระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี เป็นเวลา 12 เดือน พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีการขยายขนาดลำต้นเฉลี่ย 2.2 2.7 และ 2.92 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากผลการทดลองพบว่า การขยายขนาดของลำต้นสนูป่าใน ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ส่วนการขยายขนาดของลำต้นสนูป่าในแต่ละวิธีการตัดแต่งกิ่ง พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้ กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีการขยายขนาดลำต้นเฉลี่ย 2.7 2.7 และ 2.6 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีการขยายขนาดลำต้นเฉลี่ย 2.6 เซนติเมตรต่อปี ส่วนต้นสนูป่าที่ไม่ ตัดแต่งกิ่งมีการขยายขนาดลำต้นเฉลี่ย 2.6 เซนติเมตรต่อปี (ตารางที่ 4) จากผลการทดลองพบว่า การขยายขนาดลำต้นสนูป่าหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี ไม่มีความ แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสนูป่าที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง จากตารางที่ 4 พบว่า ระยะปลูก และวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กันกับการขยายขนาดลำต้นสนูป่า ดังนั้น ต้นสนูป่าหลัง ได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีการขยายขนาดของลำต้นเฉลี่ยในแต่ละวิธีการตัดแต่งกิ่ง เหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

การเจริญเติบโตของต้นสนูป่าทั้ง 3 ระยะปลูก ในแต่ละเดือนหลังการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างของการเจริญเติบโตด้านความสูงของทรงพุ่ม ความกว้างของทรงพุ่ม และการขยาย ขนาดลำต้น (ภาพที่ 9ก 10ก และ 11ก) ต้นสนูป่ามีความสูงของทรงพุ่มและความกว้างของทรงพุ่ม เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังการทดลองในเดือนที่ 1-5 (มิถุนายน-ตุลาคม) ในเดือนที่ 6-8 (พฤศจิกายน- มกราคม) ต้นสนูป่ามีการเจริญเติบโตไม่มากนักและมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอีกครั้งในเดือนที่ 9-12 (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม) ส่วนการขยายขนาดลำต้นสนูป่าในแต่ละเดือน พบว่า มีการ เจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่ไม่สามารถแยกความแตกต่างเป็นช่วงเวลาได้ เนื่องจากมีการขยาย ขนาดลำต้นในแต่ละเดือนไม่มาก

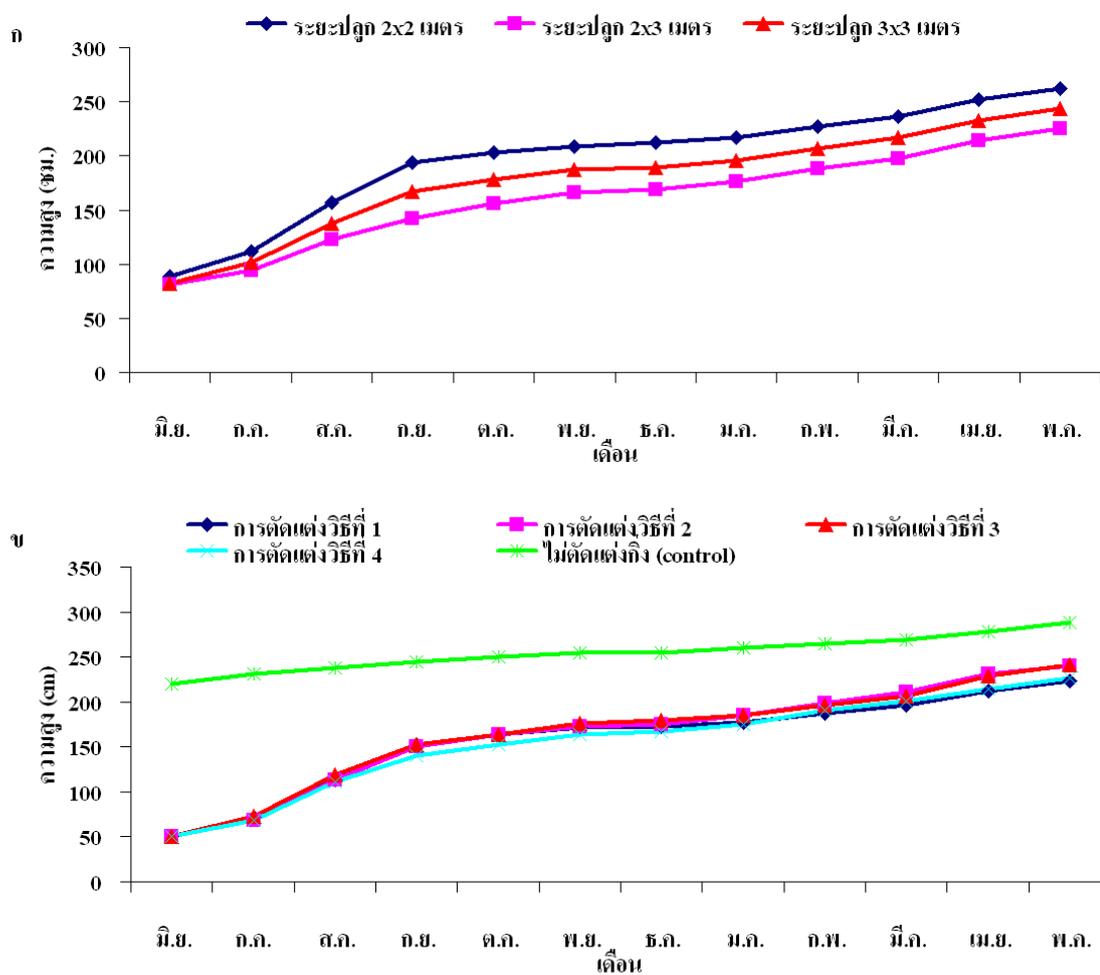
การเจริญเติบโตของต้นสนูป่าหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ในแต่ละเดือนหลังการ ทดลอง พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี มีการเจริญเติบโตด้านความสูงของทรง พุ่มและความกว้างของทรงพุ่มในแต่ละเดือนแตกต่างกับต้นสนูป่าที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง (ภาพที่ 9ข และ 10ข) โดยต้นสนูป่าที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี มีการเจริญเติบโตทางด้าน ความสูงและขนาดทรงพุ่มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังการทดลองในเดือนที่ 1-5 (มิถุนายน-ตุลาคม) ในเดือนที่ 6-8 (พฤศจิกายน-มกราคม) มีการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย และมีการเจริญเติบโตอย่าง รวดเร็วอีกครั้งในเดือนที่ 9-12 (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม) ต้นสนูป่าที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีการเจริญเติบโต

ในแต่ละเดือนไม่มาก ส่วนการตัดแต่งทั้ง 5 วิธีนั้น มีการขยายขนาดของลำต้นในแต่ละเดือนน้อยมากทำให้ไม่สามารถแยกความแตกต่างกันได้ (ภาพที่ 11ข)

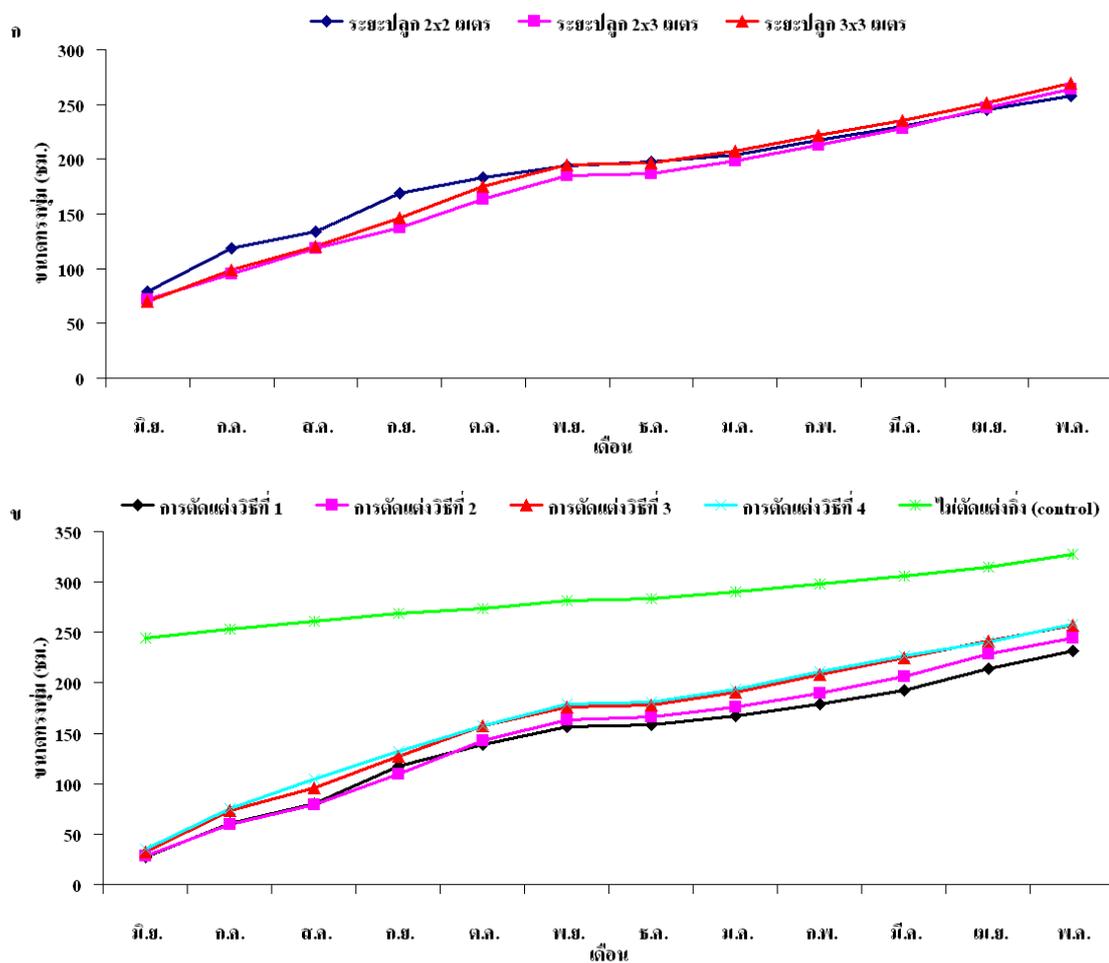
ต้นสบู่ดำในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของความสูงของทรงพุ่ม ความกว้างของทรงพุ่ม และการขยายขนาดลำต้น อาจเป็นเพราะว่าระยะปลูกดังกล่าว มีจำนวนต้นสบู่ดำต่อพื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตในช่วงระยะเวลา 12 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับ วิฑูรย์ (2551) ที่รายงานไว้ว่า การปลูกสบู่ดำด้วยระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีขนาดของทรงพุ่มและขนาดของลำต้นไม่แตกต่างกัน โดยระยะปลูกทั้ง 3 มีความสูงของทรงพุ่มเฉลี่ย 183.8 187.5 และ 194.6 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย 165.7 177.2 และ 181.9 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีขนาดลำต้นเฉลี่ย 6.0 6.3 และ 6.5 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในพืชหลายชนิดจำนวนประชากรพืชต่อพื้นที่หรือระยะปลูกที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลต่อขนาดของทรงพุ่ม และการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น แต่จากผลการทดลองดังกล่าวได้ขัดแย้งกับ Shashidhar และ คณะ (1997) และ Gopichand และ คณะ (2006) ซึ่ง Shashidhar และคณะ (1997) ได้รายงานไว้ว่า ระยะปลูกขมิ้น (*Curcuma longa*) ที่ชิดมากเกินไปจะเกิดการแย่งแสงแดด ทำให้ต้นขมิ้นยืดยาวและบดบังแสงกันเองในพื้นที่ การเพิ่มระยะปลูกจะทำให้ความสูงของต้นลดลง ส่วน Gopichand และ คณะ (2006) ได้รายงานไว้ว่า การปลูกว่านนางคำ (*Curcuma aromatica*) ที่ระยะปลูก 25×25 เซนติเมตร ทำให้มีความสูงต้นมากกว่าระยะปลูก 50×25 และ 50×50 เซนติเมตร และระยะปลูก 50×50 เซนติเมตร มีความสูงต้นน้อยที่สุด

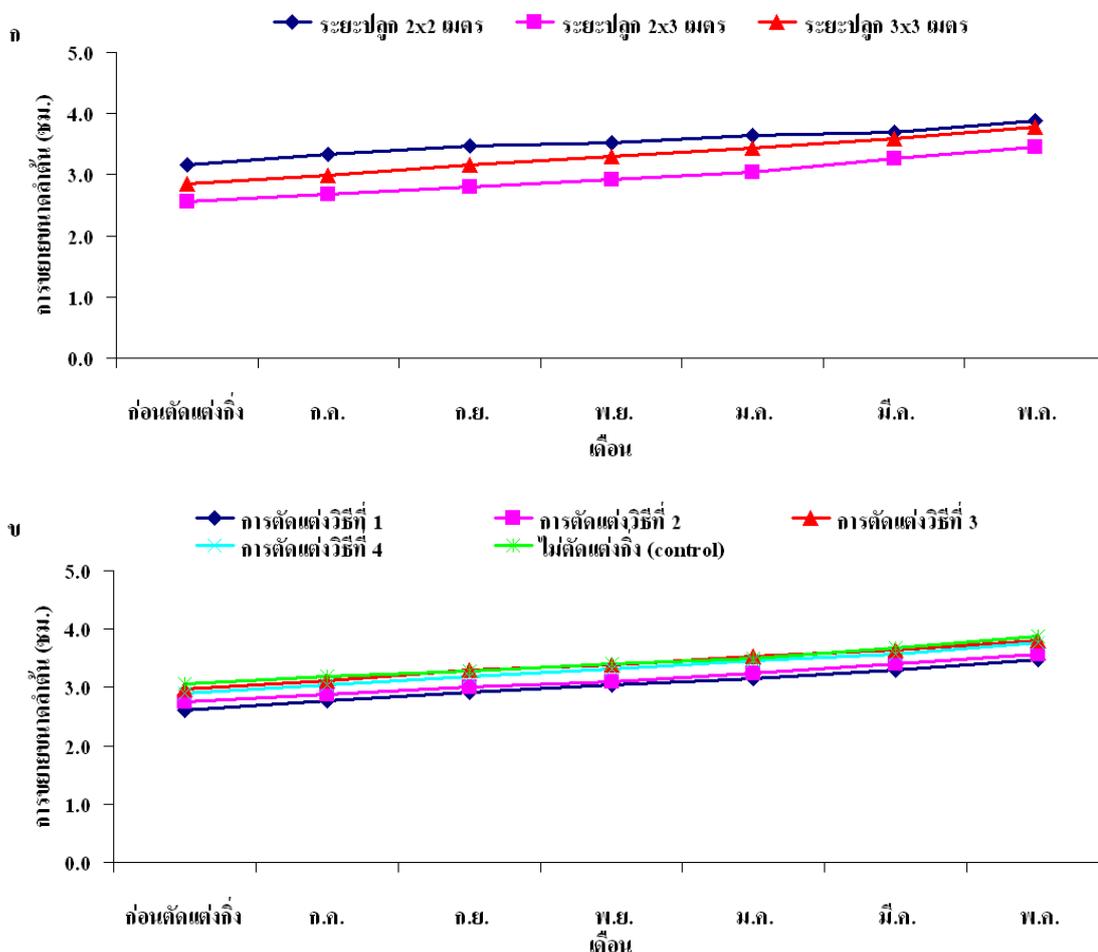
การตัดแต่งกิ่งเป็นการจัดการทรงพุ่มต้นไม้ที่มีอายุมาก กำจัดกิ่งที่ถูกโรคและแมลงเข้าทำลาย หรือกิ่งไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ต้นไม้ที่มีขนาดทรงพุ่มหนาแน่นทำให้การฉีดพ่นสารเคมีและการเก็บเกี่ยวผลผลิตทำได้ยาก การตัดแต่งกิ่งสามารถลดปัญหาดังกล่าวได้ (Andales และ คณะ, 2006) จากการทดลอง พบว่า ต้นสบู่ดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี มีความสูงและความกว้างของทรงพุ่มน้อยกว่าต้นสบู่ดำที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง ทำให้ง่ายต่อการดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ 4) ซึ่งสอดคล้องกับ Yang และ คณะ (2008) ที่ได้รายงานไว้ว่า ต้นฝ้ายพันธุ์ Ji668 และ C30 เมื่อตัดแต่งกิ่งมีความสูงน้อยกว่าต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยมีความสูงของทรงพุ่ม 95.3 และ 80.7 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่งความสูงของทรงพุ่ม 146.2 และ 111.7 เซนติเมตร ตามลำดับ



ภาพที่ 9 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของทรงพุ่มต้นสับดำหลังการทดลองในแต่ละเดือน
(ก) ระยะปลูกที่แตกต่างกัน และ (ข) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 10 การเจริญเติบโตทางด้านความกว้างของทรงพุ่มต้นสับดำหลังการทดลองในแต่ละเดือน (ก) ระยะปลูกที่แตกต่างกัน และ (ข) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 11 การเจริญเติบโตทางด้านการขยายขนาดลำต้นสพุดำหลังการทดลองในแต่ละเดือน
(ก) ระยะปลูกที่แตกต่างกัน และ (ข) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งที่แตกต่างกัน

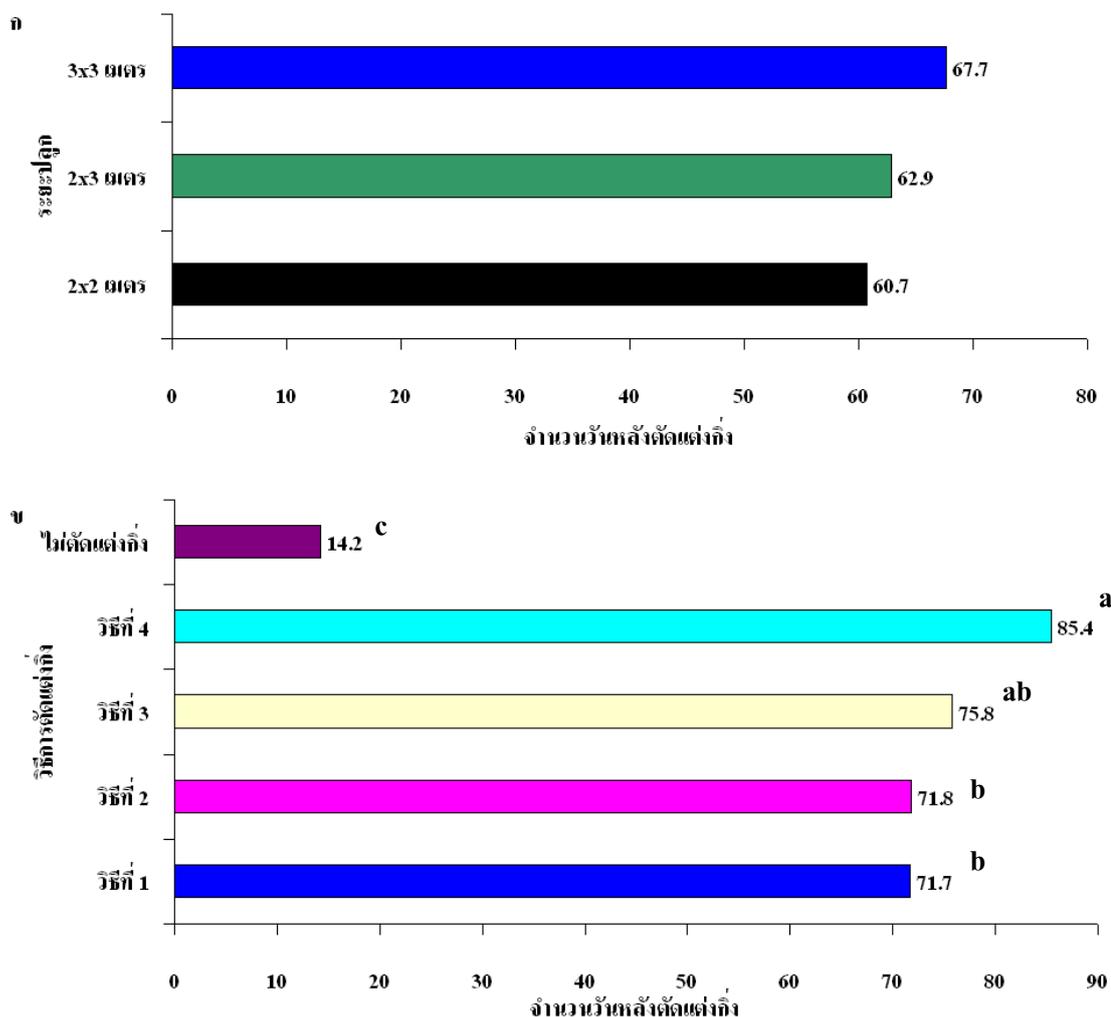
2. ระยะเวลาการออกดอกชุดแรกของต้นสพุดำ

ระยะเวลาในการออกดอกชุดแรกของต้นสพุดำในแต่ละระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า ระยะปลูก 2x2 เมตร และ 3x3 เมตร ใช้เวลาในการออกดอกชุดแรกเฉลี่ย 67.7 และ 62.9 วัน หลังจากทำการทดลอง ตามลำดับ (ภาพที่ 12ก) จากผลการทดลองพบว่า ต้นสพุดำทั้ง 3 ระยะปลูก ใช้เวลาในการออกดอกชุดแรกหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนระยะเวลาในการออกดอกชุดแรกของต้นสพุดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่าการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ้กิ่ง 2 และ 4 กิ่งต่อต้น ใช้เวลาออกดอกชุดแรกเฉลี่ย 71.7 และ 77.8 วัน ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยให้สรีระใช้เวลาออกดอกชุดแรกเฉลี่ย 85.4 วัน ส่วนต้น

ต้นสนุ่นที่ไม่ตัดแต่งกิ่งใช้เวลาออกดอกชุดแรกเฉลี่ย 14.2 วัน (ภาพที่ 12ข) จากผลการทดลองพบว่าการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งทำให้ระยะเวลาในการออกดอกชุดแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสนุ่นที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสนุ่นที่ไม่ตัดแต่งกิ่งใช้เวลาในการออกดอกชุดแรกน้อยที่สุด 14.2 วัน การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระใช้เวลาออกดอกชุดแรกนานที่สุด 85.4 วัน ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่ง ใช้เวลาในการออกดอกชุดแรกไม่แตกต่างกัน จากภาพที่ 12ก และ 12ข พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กันกับระยะเวลาในการออกดอกชุดแรก ดังนั้น ต้นสนุ่นหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ใช้เวลาในการออกดอกชุดแรกเฉลี่ยในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

ระยะเวลาในการออกดอกชุดแรกของต้นสนุ่นในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธีนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากต้นสนุ่นทั้ง 3 ระยะปลูกได้รับปัจจัยต่าง ๆ เหมือนกัน เช่น มีอายุต้นสนุ่นเท่ากัน ตัดแต่งกิ่งเวลาเดียวกัน และเหมือนกันทุกระยะปลูก การจัดการด้านการเกษตรกรรม เช่น การให้น้ำและใส่ปุ๋ยเหมือนกันทุกระยะปลูก จึงทำให้ระยะเวลาการออกดอกต้นสนุ่นทั้ง 3 ระยะไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ วิฑูรย์ (2551) ที่รายงานว่า การปลูกสนุ่นที่ระยะ 1×1 1×2 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีระยะเวลาการออกดอกไม่แตกต่างกัน 70.0-71.3 วันหลังปลูก เนื่องจากต้นสนุ่นที่ปลูกได้รับปัจจัยต่าง ๆ เหมือนกัน เช่น อายุต้นสนุ่นเท่ากัน การดูแลรักษา การให้น้ำ และการจัดการน้ำเหมือนกันในทุก ๆ ระยะปลูก

ต้นสนุ่นที่ถูกตัดกิ่งออกไปทำให้ต้องใช้เวลาในการสร้างยอดและใบใหม่เพื่อทดแทนส่วนที่ถูกตัดออกไป ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาช่วงหนึ่งในการสร้างอาหารและสะสมพลังงานให้เพียงพอต่อการสร้างดอก จากการทดลองพบว่า ต้นสนุ่นที่ตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระใช้เวลาในการออกดอกมากที่สุด 85.4 วันหลังตัดแต่งกิ่ง ส่วนต้นสนุ่นที่ไม่ตัดแต่งกิ่งใช้เวลาการออกดอกเพียง 14.2 วัน เนื่องจากมีความพร้อมในการสร้างดอกเพราะกิ่ง ยอด และใบ ไม่ได้ถูกตัดออกไป ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่ง ใช้ระยะเวลาออกดอกสั้นกว่าการตัดแต่งกิ่งแล้วไม่ไถ่กิ่ง 71.7-75.7 วันหลังตัดแต่งกิ่ง เนื่องจากการตัดแต่งกิ่งแล้วไม่ไถ่กิ่งมีจำนวนกิ่งที่แตกออกจากลำต้นหลักมากกว่า (ตารางที่ 5) ทำให้มีการแก่งแย่งอาหารกันระหว่างกิ่งจึงทำให้การออกดอกช้ากว่าปกติ



ภาพที่ 12 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งต่อระยะเวลาการออกดอกสพู่ดำชุดแรก
 (ก) ระยะปลูกที่แตกต่างกัน และ (ข) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งที่แตกต่างกัน
 ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกัน
 โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. จำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัด

จำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดในแต่ละระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า ระยะปลูก 2x2 2x3 และ 3x3 เมตร มีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดเฉลี่ย 9.4 9.4 และ 9.6 กิ่งต่อต้นต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากผลการทดลองพบว่า จำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดของต้นสพู่ดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ไม่มีความแตกต่าง

กันทางสถิติ ส่วนจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า การตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดเฉลี่ย 6.0 6.1 และ 7.3 กิ่งต่อต้นต่อปี ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดเฉลี่ย 24.4 กิ่งต่อต้นต่อปี ส่วนต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดหรือจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดต่ำกว่าระดับ 50 เซนติเมตรจากพื้นดินเฉลี่ย 3.4 กิ่งต่อต้นต่อปี (ตารางที่ 5) จากผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี ทำให้จำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยการตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดมากที่สุด 24.4 กิ่งต่อต้นต่อปี ต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดหรือจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดต่ำกว่าระดับ 50 เซนติเมตรจากพื้นดินน้อยที่สุด 3.4 กิ่งต่อต้นต่อปี ส่วนการตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดไม่แตกต่างกัน จากตารางที่ 5 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัด ดังนั้น ต้นสบู่ดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดเฉลี่ยในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

จำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดของต้นสบู่ดำในแต่ละระยะปลูก หลังจากทำการทดลองในเดือนที่ 1-6 (มิถุนายน-พฤศจิกายน) และในเดือนที่ 7-12 (ธันวาคม-พฤษภาคม) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในเดือนที่ 1-6 ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดเฉลี่ย 7.1 7.2 และ 8.1 กิ่งต่อต้น ส่วนในฤดูแล้งก็เช่นเดียวกัน ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดเฉลี่ย 2.9 2.8 และ 2.2 กิ่งต่อต้น แต่เมื่อเปรียบเทียบจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดระหว่างในเดือนที่ 1-6 และ 7-12 พบว่า ในเดือนที่ 1-6 มีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดมากกว่าในเดือนที่ 7-12 (ภาพที่ 13ก) เนื่องจากเมื่อพืชได้รับการตัดแต่งกิ่งทำให้เสียอวัยวะในการสร้างอาหารและพลังงานไปก็คือ ลำต้น กิ่ง และใบ พืชจะต้องใช้พลังงานอย่างมากในการสร้างอวัยวะดังกล่าวขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงและสร้างอาหาร จึงทำให้มีการแตกกิ่งใหม่ออกมามากในช่วงระยะแรก หลังจากนั้นการแตกยอดหรือกิ่งใหม่เริ่มลดลง เพื่อจะส่งพลังงานส่วนใหญ่ไปสร้างดอกและผล และเมล็ดต่อไป (Yang และ คณะ, 2008) นอกจากนี้ในเดือนที่ 1-6 หลังตัดแต่งกิ่ง เป็นช่วงฤดูฝนมีทั้งความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสบู่ดำมากกว่าในเดือนที่ 7-12 หลังตัดแต่งกิ่ง ซึ่งเป็นฤดูแล้ง (ภาพผนวกที่ 2 และ 3)

ตารางที่ 5 ผลของการตัดแต่งกิ่งสบู่อาร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อจำนวนกิ่งหลักแตกออกจากรอยตัด และปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มตลอดทั้งปี หลังการทดลองที่ 12 เดือน

ระยะปลูก	จำนวนกิ่งหลัก (กิ่ง/ต้น)	ปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่ม (เปอร์เซ็นต์/ปี)
ระยะปลูก 2×2 เมตร	9.4	45.4 b
ระยะปลูก 2×3 เมตร	9.4	52.7 a
ระยะปลูก 3×3 เมตร	9.6	51.6 a
F-test	ns	*
วิธีการตัดแต่งกิ่ง		
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	6.0 b	52.4 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	6.1 b	53.0 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	7.3 b	50.2 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 4	24.4 a	44.0 b
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	3.4 c	49.9 a
F-test	*	*
ระยะปลูก × การตัดแต่งกิ่ง	ns	ns
C.V. (%)	27.30	10.58

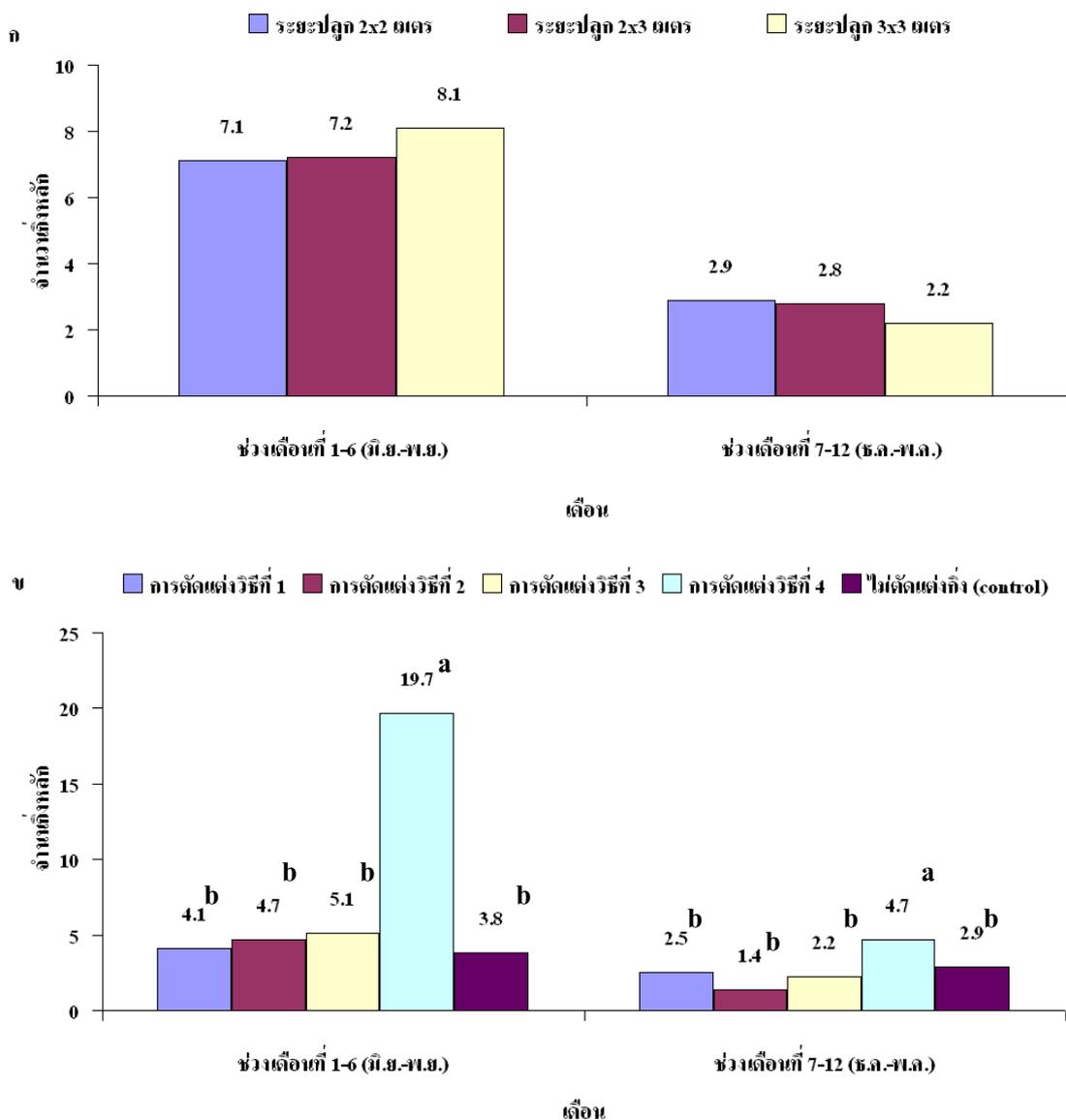
ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์
ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน โดยใช้วิธี LSD. test
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดหลังจากได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ในเดือนที่ 1-6 (มิถุนายน-พฤศจิกายน) และ 7-12 (ธันวาคม-พฤษภาคม) มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 13) พบว่า หลังตัดแต่งกิ่ง 6 เดือนแรก การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดเฉลี่ยมากที่สุด 19.7 กิ่งต่อต้น ส่วนการตัดแต่งกิ่งวิธีอื่น ๆ มีจำนวนกิ่งหลักไม่แตกต่างกัน คือ 3.8-5.1 กิ่งต่อต้น เช่นเดียวกันในเดือนที่ 7-12 การตัดแต่งกิ่งแล้วไม่ไว้กิ่งยังคงมีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดมากที่สุด 4.8 กิ่งต่อต้น ส่วนการตัดแต่งกิ่งวิธีอื่น ๆ มีจำนวนกิ่งหลักไม่

แตกต่างกัน คือ 1.4-2.5 กิ่งต่อต้น นอกจากนี้พบว่า จำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดในเดือนที่ 1-6 ก็ยังคงมากกว่าในเดือนที่ 7-12 เพราะว่าเป็นช่วงฤดูฝนมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตมากกว่าในเดือนที่ 7-12 ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งมีความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าในฤดูฝน (ภาพผนวกที่ 2 และ 3)

จำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดของต้นสบู่ดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ได้สอดคล้องกับ วิฑูรย์ (2551) ที่ได้ทำการศึกษาระยะปลูกสบู่ดำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตสบู่ดำ พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดไม่แตกต่างกัน 2.8 3.0 และ 3.1 กิ่งต่อต้นต่อปี ตามลำดับ Yang และ คณะ (2008) ที่รายงานว่า การตัดแต่งกิ่งทำให้ฝ้ายพันธุ์ COTTON2K มีจำนวนข้อที่ลำต้นหลักแตกออกมามาก ดังนั้น การตัดแต่งกิ่งสบู่ดำแล้วปล่อยอิสระจึงมีจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดมากที่สุด Lombard และ คณะ (2006) พบว่า การตัดแต่งกิ่งจะช่วยกระตุ้นการแตกตา ยอดและช่วยเร่งการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบขององุ่นพันธุ์ไร้เมล็ด (Sultanina หรือ Thompson Seedless) ซึ่งหลังการตัดแต่งกิ่งจะพบปริมาณ cytokinins ในต่อลำเลียงน้ำของพืชมากกว่าปกติ โดย cytokinins เป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งซึ่งมีบทบาทในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ของพืช ดังนั้น หลังจากตัดกิ่งต้นสบู่ดำอาจทำให้มีปริมาณ cytokinins ในต่อลำเลียงน้ำของพืชมากจึงไปกระตุ้นให้เกิดการแตกยอดและกิ่งออกมามากกว่าปกติ



ภาพที่ 13 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งต่อจำนวนกิ่งหลักที่แตกออกจากรอยตัด หลังทำการทดลองในเดือนที่ 1-6 และ 7-12 (ก) ระยะปลูกที่แตกต่างกัน และ (ข) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งที่แตกต่างกัน ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกัน โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

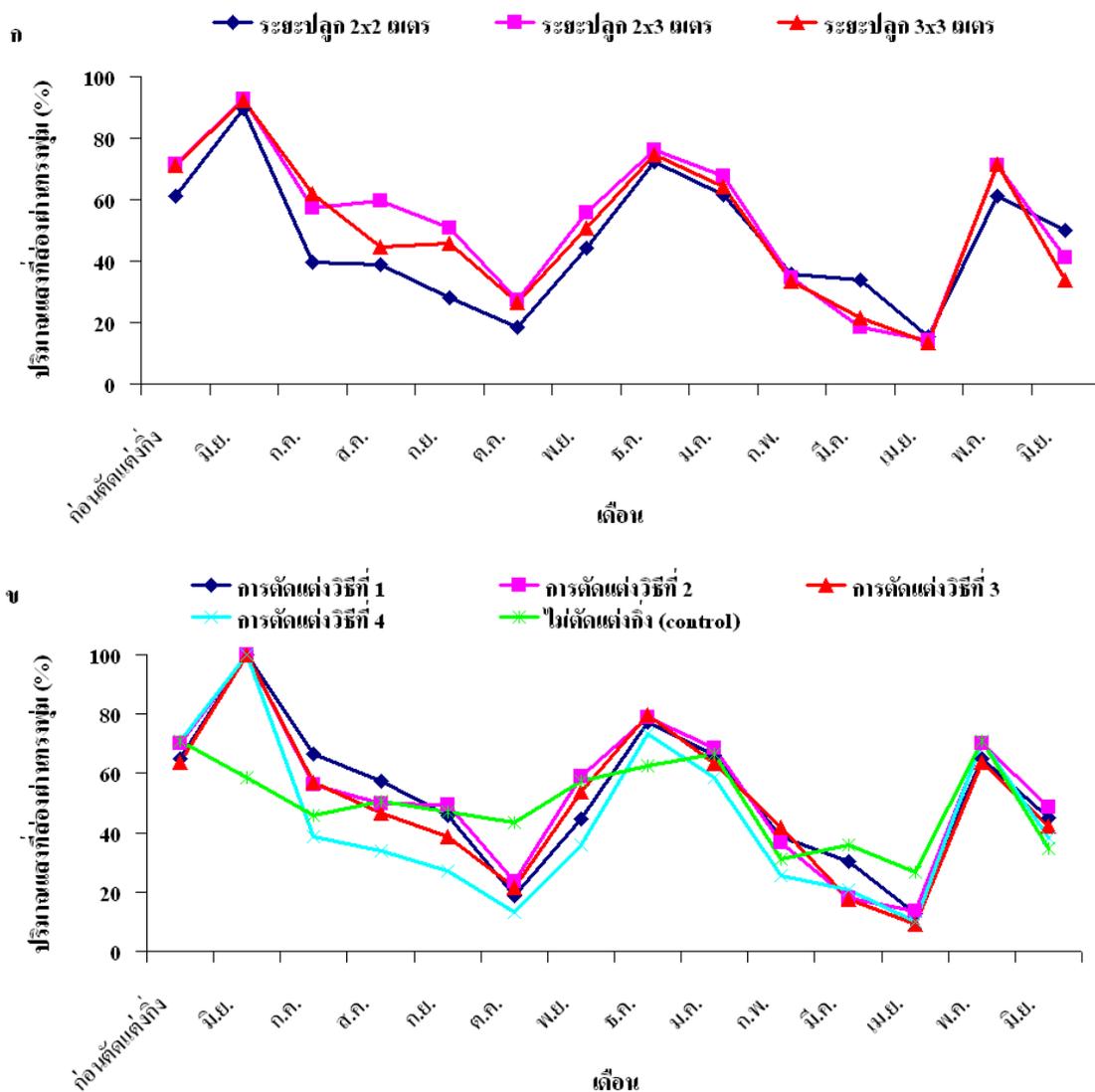
4. ปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มต้นสนูปดำ

ปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มต้นสนูปดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มตลอดทั้งปีเฉลี่ย 45.4 52.7 51.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มตลอดทั้งปีของต้นสนูปดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะปลูก 2×2 เมตร มีปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มตลอดทั้งปีน้อยที่สุด 45.4 เปอร์เซ็นต์ ระยะปลูก 2×3 และ 3×3 เมตร มีปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มตลอดทั้งปีไม่แตกต่างกัน ส่วนปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มต้นสนูปดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่าการตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มตลอดทั้งปีเฉลี่ย 52.4 53.0 และ 50.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มตลอดทั้งปีเฉลี่ย 44.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นสนูปดำที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่งมีปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มตลอดทั้งปีเฉลี่ย 49.9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5) จากการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทำให้ปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสนูปดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยการตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มตลอดทั้งปีน้อยที่สุด 44.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการตัดแต่งกิ่งต้นสนูปดำที่เหลือ มีปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มตลอดทั้งปีไม่แตกต่างกัน จากตารางที่ 5 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กันกับปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่ม ดังนั้น ต้นสนูปดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มตลอดทั้งปีเฉลี่ยในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

ปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มต้นสนูปดำในแต่ละเดือนสามารถแบ่งได้ 3 ช่วงเวลา (ภาพที่ 14ก และ 14ข) คือ ช่วงเวลาที่ปริมาณแสงส่องผ่านทรงพุ่มสูงมากที่สุด ได้แก่ ช่วงที่ 1 คือ หลังทำการตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน (มิถุนายน) ซึ่งเป็นเริ่มการทดลองของการตัดแต่งกิ่งจึงยังไม่มียอดหรือใบที่จะมาบดบังแสง ช่วงที่ 2 คือ หลังตัดแต่งกิ่ง 6-8 เดือน (พฤศจิกายน-มกราคม) เป็นช่วงฤดูหนาวเข้าสู่หน้าแล้ง และช่วงที่ 3 คือ หลังตัดแต่งกิ่ง 12 เดือน เป็นช่วงปลายฤดูแล้งเข้าสู่ต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) ระยะเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่ต้นสนูปดำมีการทิ้งใบและมีการเจริญเติบโตน้อย เนื่องจากสภาพภูมิอากาศไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโต เช่น ปริมาณน้ำฝนน้อย อากาศแห้งแล้ง และลมแรง ซึ่งสภาพดังกล่าวจะไปชักนำให้ต้นสนูปดำลดการคายน้ำโดยการปิดปากใบ ในที่สุดแล้วต้นสนูปดำก็จะทิ้งใบ ส่งผลให้มีปริมาณแสงส่องผ่านเข้าไปในทรงพุ่มมากในช่วงเวลาดังกล่าว

จำนวนต้นต่อพื้นที่ขึ้นอยู่กับระยะปลูก ทั้งสองปัจจัยมีผลต่อปริมาณแสงที่ส่องผ่านเข้าไปในทรงพุ่ม ระยะปลูกที่ชิดมากเกินไปจะมีจำนวนพืชอยู่อย่างหนาแน่น ทำให้แสงส่องผ่านเข้าไปในทรงพุ่มน้อยลง เนื่องจากเกิดการบดบังแสงของใบและกิ่ง (Palmer และ คณะ, 1992) การสังเคราะห์แสงและการสะสมคาร์โบไฮเดรตจะลดลง ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ (Li และ คณะ, 2003) จากการทดลองสอดคล้องกับ Papadopoulos และ Ormrod (1988) ที่รายงานว่า ระยะปลูกกับปริมาณแสง (Photosynthesis Photon Flux Density, PPF) ที่ส่องผ่านทรงพุ่มมีความสัมพันธ์กัน พบว่า มะเขือเทศที่ปลูกด้วยระยะห่างระหว่างแถว 23 30 และ 38 เซนติเมตร มีปริมาณแสงส่องผ่านทรงพุ่มน้อยกว่าระยะห่างระหว่างแถว 45 53 และ 60 เซนติเมตร ดังนั้น ต้นสบู่ดำที่ระยะปลูก 2×2 เมตร เป็นระยะที่มีจำนวนต้นสบู่ดำ 400 ต้นต่อไร่ มากกว่าระยะปลูก 2×3 และ 3×3 เมตร ที่จำนวนต้นสบู่ดำน้อยกว่า 278 และ 178 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อต้นสบู่ดำมีการเจริญเติบโตไประยะหนึ่งจะทำให้ทรงพุ่มระหว่างต้นชิดกัน เกิดความหนาแน่นและทึบแสง ปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มจะลดลง

การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มตลอดทั้งปีน้อยที่สุด 44.0 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีจำนวนกิ่งที่แตกออกจากรอยตัดทั้งหมดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ จึงเกิดการบดบังแสงของกิ่ง ยอด และใบที่แตกออกมา แต่ผลผลิตของต้นสบู่ดำที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่งน้อยกว่าต้นสบู่ดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 4 วิธี เนื่องจากการตัดแต่งกิ่งไปกระตุ้นให้ต้นสบู่ดำมีการแตกยอดหรือกิ่งกระโดงออกมามาก มีการสร้างยอดและใบที่มีความสามารถในการสร้างและสะสมอาหารที่สูง ส่งผลให้ต้นสบู่ดำที่ตัดแต่งกิ่งมีผลผลิตมากกว่าต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง สอดคล้องกับ ศศิธร (2531) ได้รายงานว่า ต้นน้อยหน่าที่มีอายุมากหากไม่มีการดูแลและการจัดการที่ดีจะทำให้ต้นน้อยหน่าทรุดโทรมและผลผลิตลดลง การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการให้น้ำที่เหมาะสมช่วยทำให้ปัญหานั้นหมดไปได้ Sharma and Singh (2006a, 2006b) รายงานว่า การตัดแต่งกิ่งมะม่วงพันธุ์ Amrapali พบว่า มะม่วงที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งอย่างเหมาะสม ทำให้มีปริมาณแสงส่องผ่านทรงพุ่มและอัตราการสังเคราะห์แสงมากขึ้น มีการเกิดช่อดอก การติดผล และผลผลิตที่มากกว่าต้นมะม่วงที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง แสงมีความจำเป็นต่อการสังเคราะห์และสร้างอาหารให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช การตัดแต่งกิ่งต้นไม้ที่มีทรงพุ่มหนาแน่นส่งผลดีต่อแสงที่จะส่องผ่านเข้าไปในทรงพุ่ม ทำให้พืชมีอัตราการสังเคราะห์แสงมากขึ้น (Rao และ Shanmugavelu, 1975; Schaffer และ Gaye, 1989; Lal และ คณะ, 2000; Sharma และ Singh, 2006a)



ภาพที่ 14 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรนต้นสับดูดำ หลังทำการทดลองในแต่ละเดือน (ก) ระยะปลูกที่แตกต่างกัน และ (ข) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งที่แตกต่างกัน

5. จำนวนยอดและจำนวนดอกของต้นสบู่ดำ

จำนวนยอดของต้นสบู่ดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีจำนวนยอดทั้งหมดเฉลี่ย 65.5 74.7 และ 83.2 ยอดต่อต้นต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 6) จากการทดลองพบว่า จำนวนยอดของต้นสบู่ดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนจำนวนยอดของต้นสบู่ดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า การตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีจำนวนยอดทั้งหมดเฉลี่ย 45.1 43.4 และ 48.1 ยอดต่อต้นต่อปี ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีจำนวนยอดทั้งหมดเฉลี่ย 56.4 ยอดต่อต้นต่อปี ส่วนต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนยอดทั้งหมดเฉลี่ย 162.8 ยอดต่อต้นต่อปี (ตารางที่ 6) จากผลการทดลองพบว่า จำนวนยอดของต้นสบู่ดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนยอดทั้งหมดมากที่สุด 162.8 ยอดต่อต้นต่อปี ส่วนวิธีการตัดแต่งที่เหลือมีจำนวนยอดทั้งหมดไม่แตกต่างกัน จากตารางที่ 6 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กันกับจำนวนยอด ดังนั้น ต้นสบู่ดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีจำนวนยอดเฉลี่ยในแต่ละวิธีการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

จำนวนช่อดอกสบู่ดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกทั้งหมดเฉลี่ย 168.1 210.2 และ 204.7 ช่อต่อต้นต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 6) จากการทดลองพบว่า จำนวนช่อดอกสบู่ดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกทั้งหมดมากที่สุด 294.7 ช่อต่อต้นต่อปี ส่วนระยะปลูก 2×2 และ 2×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกไม่แตกต่างกัน ส่วนจำนวนช่อดอกสบู่ดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า การตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีจำนวนช่อดอกทั้งหมดเฉลี่ย 145.6 143.0 และ 146.7 ช่อต่อต้นต่อปี ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีจำนวนช่อดอกทั้งหมดเฉลี่ย 171.8 ช่อต่อต้นต่อปี ส่วนต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง มีจำนวนช่อดอกทั้งหมดเฉลี่ย 514.5 ช่อต่อต้นต่อปี (ตารางที่ 6) จากผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี ทำให้จำนวนช่อดอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนช่อดอกทั้งหมดมากที่สุด 514.5 ช่อต่อต้นต่อปี ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี มีจำนวนช่อดอกทั้งหมดไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 6 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อจำนวนยอดและจำนวนช่อดอกสับดูดำ หลังการทดลองที่ 12 เดือน

ระยะปลูก	จำนวนยอด (ยอด/ต้น/ปี)	จำนวนช่อดอก (ช่อ/ต้น/ปี)
ระยะปลูก 2×2 เมตร	65.5	168.1 b
ระยะปลูก 2×3 เมตร	74.7	210.2 b
ระยะปลูก 3×3 เมตร	83.2	294.7 a
F-test	*	*
วิธีการตัดแต่งกิ่ง		
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	45.1 b	145.6 b
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	43.4 b	143.0 b
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	48.1 b	146.7 b
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 4	56.4 b	171.8 b
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	162.8 a	514.5 a
F-test	*	*
ระยะปลูก × วิธีการตัดแต่งกิ่ง	ns	*
C.V. (%)	16.26	13.29

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์
ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน โดยใช้วิธี LSD. test
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 6 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งมีความสัมพันธ์กันกับจำนวนช่อดอก ดังนั้น ต้นสับดูดำในแต่ละระยะปลูกหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งแตกต่างกัน (ตารางที่ 7) ระยะปลูก 2×2 เมตร พบว่า ต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยมากที่สุด 366.7 ช่อต่อต้นต่อปี ส่วนการตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยน้อยที่สุด 96.0 ช่อต่อต้นต่อปี ระยะปลูก 2×3 เมตร พบว่า ต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยมากที่สุด 543.7 ช่อต่อต้นต่อปี ส่วนการตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 กิ่ง มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยน้อยที่สุด 106.3 ช่อต่อต้นต่อปี ระยะปลูก 3×3 เมตร พบว่า ต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยมากที่สุด 633.3 ช่อต่อต้นต่อปี ส่วนการตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยน้อยที่สุด 179.3 ช่อต่อต้นต่อปี

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่ง ต่อจำนวนช่อดอกสับดูดำหลังการทดลองที่ 12 เดือน

วิธีการตัดแต่งกิ่ง	จำนวนช่อดอกต่อต้น (ช่อ/ต้น/ปี)		
	ระยะปลูก 2×2 เมตร	ระยะปลูก 2×3 เมตร	ระยะปลูก 3×3 เมตร
วิธีการตัดแต่งกิ่งที่ 1	151.3 efg	106.3 fg	179.3 def
วิธีการตัดแต่งกิ่งที่ 2	96.0 g	125.3 fg	207.7 de
วิธีการตัดแต่งกิ่งที่ 3	110.3 fg	125.0 fg	204.7 de
วิธีการตัดแต่งกิ่งที่ 4	116.3 fg	150.7 efg	248.3 d
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	366.7 c	543.7 b	633.3 a
ระยะปลูก × การตัดแต่งกิ่ง	*		
C.V. (%)	14.83		

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลอง ไม่พบความแตกต่างของจำนวนยอดสับุดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่ง ทั้ง 5 วิธี โดยในเดือนที่ 1-6 (มิถุนายน-พฤศจิกายน) โดยระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีจำนวนยอดทั้งหมดเฉลี่ย 36.7 54.5 และ 52.6 ยอดต่อต้น ตามลำดับ ส่วนในเดือนที่ 7-12 (ธันวาคม-พฤษภาคม) ไม่พบความแตกต่างของจำนวนยอดสับุดำทั้ง 3 ระยะปลูก โดยระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีจำนวนยอดทั้งหมดเฉลี่ย 65.5 74.7 และ 83.7 ยอดต่อต้น ตามลำดับ (ภาพที่ 15ก) ส่วนจำนวนยอดสับุดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ในเดือนที่ 1-6 หลังการทดลอง พบว่า การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีจำนวนยอดมากที่สุด 33.9 ยอดต่อต้น ส่วนวิธีการตัดแต่งกิ่งที่เหลือมีจำนวนยอดไม่แตกต่างกัน 25.1-27.9 ยอดต่อต้น ส่วนในเดือนที่ 7-12 หลังตัดแต่ง พบว่า ต้นสับุดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนยอดมากที่สุด 34.7 ยอดต่อต้น ส่วนวิธีการตัดแต่งกิ่งที่เหลือ มีจำนวนยอดไม่แตกต่างกัน 17.9-23.0 ยอดต่อต้น (ภาพที่ 15ข)

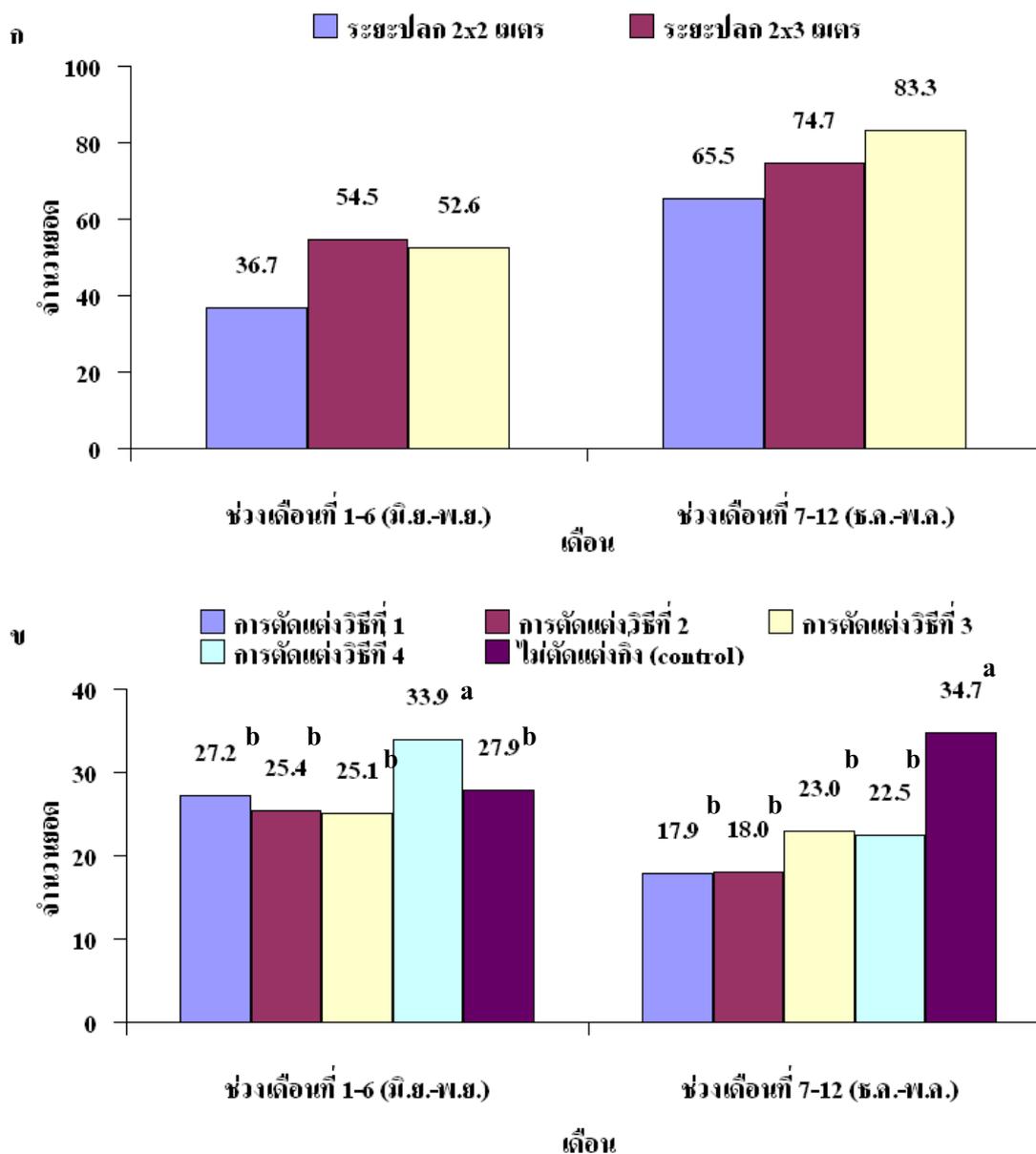
ส่วนจำนวนช่อดอกสับุดำหลังทำการทดลองในเดือนที่ 1-6 (มิถุนายน-พฤศจิกายน) และ 7-12 (ธันวาคม-พฤษภาคม) (ภาพที่ 16ก) พบว่า ช่วงเดือนที่ 1-6 ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ย 87.7 83.7 และ 116.2 ช่อต่อต้น ตามลำดับ จากการทดลอง พบว่า การตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ทำให้จำนวนช่อดอกสับุดำทั้ง 3 ระยะปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกมากที่สุด 116.2 ช่อต่อต้น ส่วนระยะ 2×2 และ 2×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกันกับในเดือนที่ 7-12 ระยะปลูก 3×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกมากที่สุด 178.5 ช่อต่อต้น ระยะ 2×2 มีจำนวนช่อดอกน้อยที่สุด 81.1 ช่อต่อต้น

จำนวนช่อดอกสับุดำหลังตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ในเดือนที่ 1-6 (มิถุนายน-พฤศจิกายน) และ 7-12 (ธันวาคม-พฤษภาคม) หลังทำการทดลอง พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งทำให้จำนวนช่อดอกสับุดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นสับุดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยในเดือนที่ 1-6 ต้นสับุดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยมากที่สุด 258.9 ช่อต่อต้น ส่วนวิธีการตัดแต่งกิ่งที่เหลือมีจำนวนช่อดอกไม่แตกต่างกัน 45.3-50.8 ช่อต่อต้น เช่นเดียวกันในเดือนที่ 7-12 ต้นสับุดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยมากที่สุด 228.7 ช่อต่อต้น ส่วนวิธีการตัดแต่งกิ่งที่เหลือมีจำนวนช่อดอกไม่แตกต่างกัน 94.8-121.1 ช่อต่อต้น

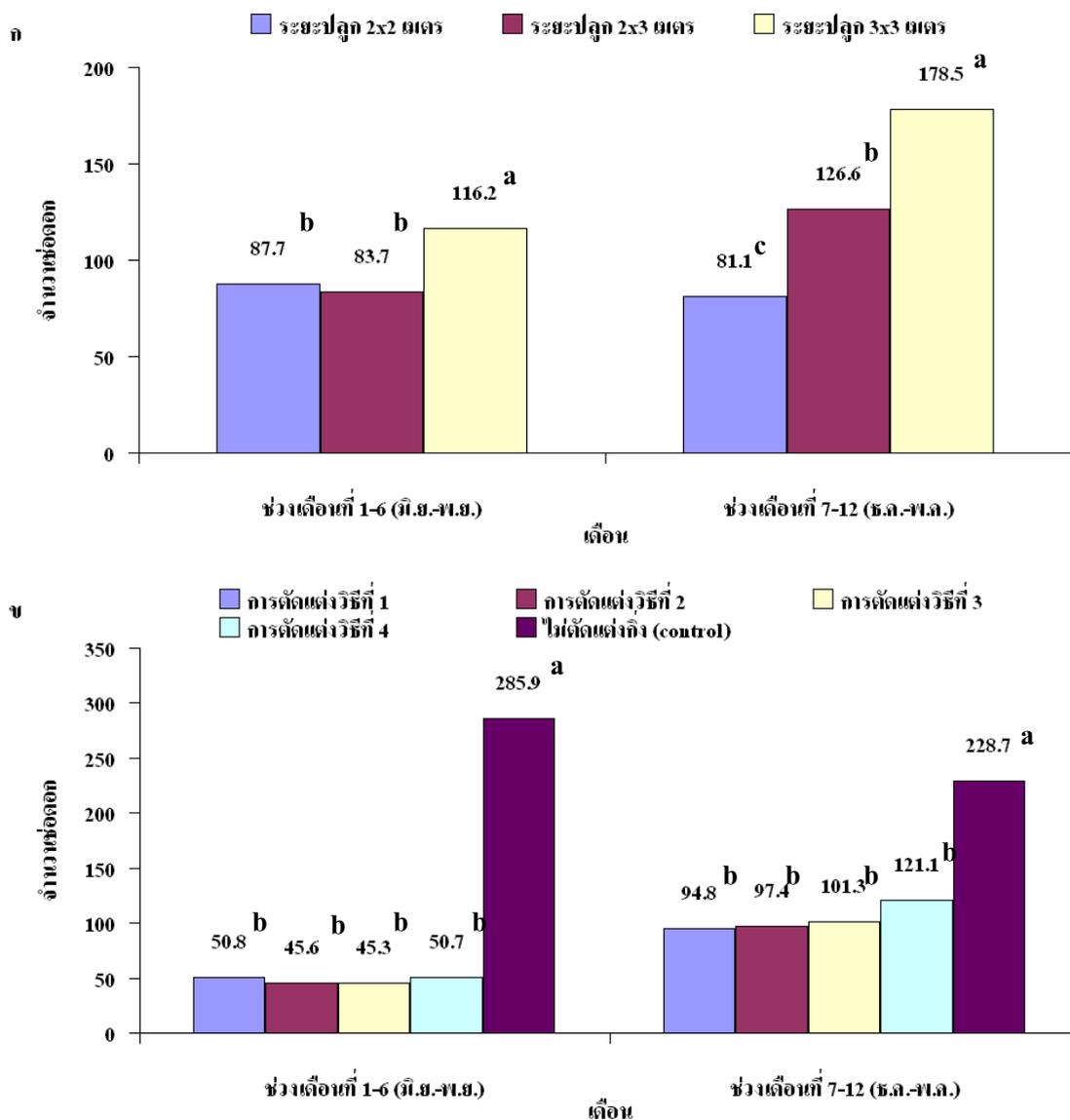
จากการทดลองพบว่า จำนวนยอดของต้นสับุดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเป็นเพราะต้นสับุดำมีจำนวนกิ่งหลักที่แตกจากรอยตัดไม่แตกต่างกันจึงทำให้จำนวนยอดทั้งหมดมีจำนวนไม่แตกต่างกันไปด้วย ช่อดอกหรือช่อผลสับุดำจะสร้าง ณ

บริเวณปลายยอดเท่านั้น จะไม่พบบริเวณลำต้นหรือกิ่ง (Heller, 1996) ไม่เหมือนกับไม้ผลบางชนิด เช่น ต้นทุเรียน หรือ ลองกอง ที่จะพบการติดดอกออกผล ณ บริเวณลำต้นหรือกิ่งได้ ระยะปลูก 3×3 เมตร มีระยะระหว่างแถวกับระยะระหว่างต้นมากกว่าระยะปลูก 2×2 และ 2×3 เมตร ทำให้การเจริญเติบโตและการพัฒนาของยอดควบคู่กับการสร้างช่อดอกเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ส่วนระยะปลูก 2×2 และ 2×3 เมตร มีระยะระหว่างแถวกับระยะระหว่างต้นน้อยกว่า เมื่อต้นสมบูรณ์เจริญเติบโตไปสักระยะหนึ่ง ทรงพุ่มระหว่างต้นหรือระหว่างแถวเกิดการชนหรือประชิดกัน พื้นที่ของยอดที่จะสร้างช่อดอกมีน้อยและเกิดการบดบังแสงซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสังเคราะห์อาหาร และกระตุ้นการสร้างตาดอก จึงทำให้มีจำนวนช่อดอกน้อยกว่าระยะปลูก 3×3 เมตร สอดคล้องกับ วิฑูรย์ (2551) ที่พบว่า ระยะปลูกสับดำ 3×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกมากที่สุด 62.7 ช่อต่อต้นต่อปี ส่วนระยะปลูก 2×3 2×2 1×2 และ 1×1 เมตร มีจำนวนช่อดอกน้อยลงตามระยะปลูกที่ชิดขึ้น 59.0 53.2 30.3 และ 24.4 ช่อต่อต้นต่อปี ตามลำดับ

ต้นสับดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนยอดและจำนวนช่อดอกมากที่สุด เนื่องจากไม่ได้ถูกตัดกิ่งออกทำให้กิ่งเดิมที่มีอยู่จำนวนมากอยู่แล้วเจริญเติบโตและแตกกิ่งก้านสาขาได้อย่างต่อเนื่อง จึงทำให้จำนวนยอดและจำนวนดอกสับดำมากกว่าต้นสับดำที่ถูกตัดแต่งกิ่ง สอดคล้องกับ Asin และคณะ (2007) ที่รายงานว่า ต้น pear ที่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนยอด 334 ยอดต่อต้น และจำนวนช่อดอก 132 ช่อต่อต้น ซึ่งน้อยกว่าต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่งที่มีจำนวนยอดมากกว่า 423 ยอดต่อต้น และจำนวนช่อดอก 194 ช่อต่อต้น



ภาพที่ 15 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งต่อจำนวนยอดของต้นสนุ่ดำ หลังการทดลองในเดือนที่ 1-6 และ 7-12 (ก) ระยะปลูกที่แตกต่างกัน และ (ข) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งที่แตกต่างกัน ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกัน โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 16 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งต่อจำนวนช่อดอกต้นस्पुदा หลังการทดลองในเดือนที่ 1-6 และ 7-12 (ก) ระยะปลูกที่แตกต่างกัน และ (ข) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งที่แตกต่างกัน ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกัน โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

6. จำนวนดอกทั้งหมด จำนวนดอกเพศผู้ จำนวนดอกเพศเมีย และเปอร์เซ็นต์ดอกตัวเมีย

จำนวนดอกสมบูรณ์เพศทั้งหมด พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีจำนวนดอกทั้งหมดเฉลี่ย 181.2 198.6 และ 210.5 ดอกต่อช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) จากผลการทดลองพบว่า ต้นสมบูรณ์เพศทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีจำนวนดอกทั้งหมดต่อช่อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนจำนวนดอกทั้งหมดหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีจำนวนดอกทั้งหมดเฉลี่ย 227.3 243.1 และ 235.0 ดอกต่อช่อ ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีจำนวนดอกทั้งหมดเฉลี่ย 205.4 ดอกต่อช่อ ส่วนต้นสมบูรณ์เพศที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนดอกทั้งหมดเฉลี่ย 73.0 ดอกต่อช่อ (ตารางที่ 8) จากผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งทำให้จำนวนดอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสมบูรณ์เพศที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสมบูรณ์เพศที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนดอกทั้งหมดน้อยที่สุด 73.0 ดอกต่อช่อ ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งทั้ง 4 วิธี มีจำนวนดอกทั้งหมดต่อช่อไม่แตกต่างกัน

จำนวนดอกเพศผู้ในแต่ละช่อดอกสมบูรณ์เพศ พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีจำนวนดอกเพศผู้เฉลี่ย 170.2 185.5 และ 197.9 ดอกต่อช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) จากผลการทดลองพบว่า ต้นสมบูรณ์เพศทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีจำนวนดอกเพศผู้ในแต่ละช่อดอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนจำนวนดอกเพศผู้หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่าการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีจำนวนดอกเพศผู้เฉลี่ย 218.9 228.3 และ 219.6 ดอกต่อช่อ ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีจำนวนดอกเพศผู้เฉลี่ย 192.2 ดอกต่อช่อ ส่วนต้นสมบูรณ์เพศที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนดอกเพศผู้เฉลี่ย 69.8 ดอกต่อช่อ (ตารางที่ 8) จากผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งทั้ง 4 วิธี ทำให้จำนวนดอกเพศผู้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสมบูรณ์เพศที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสมบูรณ์เพศที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนดอกเพศผู้น้อยที่สุด 69.8 ดอกต่อช่อ ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งทั้ง 4 วิธี มีจำนวนดอกเพศผู้ไม่แตกต่างกัน

จำนวนดอกเพศเมียในแต่ละช่อดอกสมบูรณ์เพศ พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีจำนวนดอกเพศเมียเฉลี่ย 11.0 13.1 และ 12.6 ดอกต่อช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) จากผลการทดลองพบว่า ต้นสมบูรณ์เพศทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีจำนวนดอกเพศเมียในแต่ละช่อดอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนจำนวนดอกเพศเมียหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า การตัด

แต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีจำนวนดอกเพศเมียเฉลี่ย 14.4 14.8 และ 15.4 ดอกต่อช่อ ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีจำนวนดอกเพศเมียเฉลี่ย 13.2 ดอกต่อช่อ ส่วนต้นสนูปดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนดอกเพศเมียเฉลี่ย 3.2 ดอกต่อช่อ (ตารางที่ 8) จากผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทำให้จำนวนดอกเพศเมียมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสนูปดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสนูปดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนดอกเพศเมียน้อยที่สุด 3.2 ดอกต่อช่อ ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี มีจำนวนดอกเพศเมียไม่แตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียในแต่ละช่อดอกสนูปดำ พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียเฉลี่ย 6.1 6.0 และ 5.7 เปอร์เซ็นต์ต่อช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) จากผลการทดลองพบว่า ต้นสนูปดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียในแต่ละช่อดอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียเฉลี่ย 6.3 6.1 และ 6.5 เปอร์เซ็นต์ต่อช่อ ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียเฉลี่ย 6.4 เปอร์เซ็นต์ต่อช่อ ส่วนต้นสนูปดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียเฉลี่ย 4.4 เปอร์เซ็นต์ต่อช่อ (ตารางที่ 8) จากผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี ทำให้เปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นสนูปดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสนูปดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียน้อยที่สุด 4.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียไม่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 8 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กันกับจำนวนดอกสนูปดำทั้งหมดต่อต้น จำนวนดอกเพศผู้ จำนวนดอกเพศเมีย และเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียในแต่ละช่อดอก ดังนั้น ต้นสนูปดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีจำนวนดอกสนูปดำทั้งหมดต่อต้น จำนวนดอกเพศผู้ จำนวนดอกเพศเมีย และเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียในแต่ละช่อดอกเฉลี่ยในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

ต้นสนูปดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งมีการเจริญเติบโต การสังเคราะห์แสง การสร้างอาหารและสะสมพลังงานมากกว่าต้นสนูปดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง ทำให้มีความพร้อมในการสร้างดอกได้มาก ส่งผลให้มีจำนวนดอกทั้งหมดต่อช่อ จำนวนดอกเพศผู้ จำนวนดอกเพศเมีย และเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียสูงกว่าต้นสนูปดำที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่ง นอกจากนี้ จำนวนยอดหรือจำนวนช่อดอกของต้นสนูปดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งที่มีมากเกินไปอาจทำให้สารอาหารที่สนูปดำสะสมไว้ไม่เพียงพอต่อการสร้างและพัฒนาดอก

ทำให้มีจำนวนดอกเพศผู้มากกว่าดอกเพศเมีย การผสมเกสร ไม่สมบูรณ์ จะทำให้ช่อดอก ดอก และผล หลุดร่วง (drop)

ตารางที่ 8 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อจำนวนดอกทั้งหมด จำนวนดอกเพศผู้ จำนวนดอกเพศเมีย และเปอร์เซ็นต์ดอกตัวเมียในแต่ละช่อดอก

ระยะปลูก	จำนวนดอก (ดอก/ช่อ)			เปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมีย (เปอร์เซ็นต์/ช่อ)
	ดอกทั้งหมด	ดอกเพศผู้	ดอกเพศเมีย	
ระยะปลูก 2×2 เมตร	181.2	170.2	11.0	6.1
ระยะปลูก 2×3 เมตร	198.6	185.5	13.1	6.0
ระยะปลูก 3×3 เมตร	210.5	197.9	12.6	5.7
F-test	ns	ns	ns	ns
วิธีการตัดแต่งกิ่ง				
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	227.3 a	218.9 a	14.4 a	6.3 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	243.1 a	228.3 a	14.8 a	6.1 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	235.0 a	219.6 a	15.4 a	6.5 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 4	205.4 a	192.2 a	13.2 a	6.4 a
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	73.0 b	69.8 b	3.2 b	4.4 b
F-test	*	*	*	*
ระยะปลูก × วิธีการตัดแต่งกิ่ง	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	20.17	19.5	33.98	12.37

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์
ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน

โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

7. น้ำหนักผลและน้ำหนักเมล็ด

น้ำหนักผลแห้งสับดูระหว่างเดือนที่ 1-6 (มิถุนายน-พฤศจิกายน) พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ย 2.86 2.95 และ 2.95 กรัมต่อผล ตามลำดับ (ตารางที่ 9) จากผลการทดลองพบว่า ต้นสับดูทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักผลแห้งระหว่างเดือนที่ 1-6 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนน้ำหนักผลแห้งหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ในเดือนที่ 1-6 พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ย 2.96 2.86 และ 2.99 กรัมต่อผล ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ย 2.84 กรัมต่อผล ส่วนต้นสับดูที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ย 2.46 กรัมต่อผล (ตารางที่ 9) จากการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทำให้น้ำหนักผลแห้งระหว่างเดือนที่ 1-6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นสับดูที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสับดูที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักผลแห้งน้อยที่สุด 2.46 กรัมต่อผล ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี มีน้ำหนักผลแห้งไม่แตกต่างกัน จากตารางที่ 9 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งมีความสัมพันธ์กันกับน้ำหนักผลแห้งในเดือนที่ 1-6 ดังนั้น ต้นสับดูในแต่ละระยะปลูกหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งแตกต่างกัน (ตารางที่ 10) โดยระยะปลูก 2×2 เมตร พบว่า ต้นสับดูที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ยน้อยที่สุด 2.63 กรัมต่อผล ส่วนการตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ยมากที่สุด 3.38 กรัมต่อผล ระยะปลูก 2×3 เมตร พบว่า ต้นสับดูที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ยน้อยที่สุด 2.32 กรัมต่อผล ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ยมากที่สุด 2.73 กรัมต่อผล ระยะปลูก 3×3 เมตร พบว่า ต้นสับดูที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ยน้อยที่สุด 2.43 กรัมต่อผล การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ยมากที่สุด 3.34 กรัมต่อผล

น้ำหนักผลแห้งสับดูระหว่างเดือนที่ 7-12 (ธันวาคม-พฤษภาคม) พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ย 2.48 2.48 และ 2.64 กรัมต่อผล ตามลำดับ (ตารางที่ 9) จากการทดลองพบว่า ต้นสับดูทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักผลแห้งระหว่างเดือนที่ 7-12 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนน้ำหนักผลแห้งสับดู หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ระหว่างเดือนที่ 7-12 พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ย 2.60 2.53 และ 2.48 กรัมต่อผล ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ย 2.53 กรัมต่อผล ส่วนต้นสับดูที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ย 2.24 กรัมต่อผล (ตารางที่ 9) จากการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทำให้น้ำหนักผลแห้ง

ระหว่างเดือนที่ 7-12 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักผลแห้งน้อยที่สุด 2.24 กรัมต่อผล ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งทั้ง 4 วิธี มีน้ำหนักผลแห้งไม่แตกต่างกัน จากตารางที่ 9 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กันกับน้ำหนักผลแห้งในเดือนที่ 7-12 ดังนั้น ต้นสบู่ดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ยในเดือนที่ 7-12 ในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

ตารางที่ 9 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งต่อน้ำหนักผลและน้ำหนักเมล็ดสบู่ดำ หลังการทดลองในเดือนที่ 1-6 (มิถุนายน-พฤศจิกายน) และ 7-12 (ธันวาคม-พฤษภาคม)

ระยะปลูก	น้ำหนักผลแห้ง (กรัม/ผล)		น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (กรัม)	
	เดือนที่ 1-6	เดือนที่ 7-12	เดือนที่ 1-6	เดือนที่ 7-12
ระยะปลูก 2×2 เมตร	2.86	2.48	62.14 b	56.39 b
ระยะปลูก 2×3 เมตร	2.95	2.48	64.32 ab	58.72 a
ระยะปลูก 3×3 เมตร	2.95	2.64	68.08 a	58.96 a
F-test	ns	ns	*	*
วิธีการตัดแต่งกิ่ง				
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	2.96 a	2.60 a	64.93 a	61.90 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	2.86 a	2.53 a	67.38 a	59.58 ab
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	2.99 a	2.48 a	66.08 a	59.63 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 4	2.84 a	2.53 a	66.33 a	56.53 b
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	2.46 b	2.24 b	59.12 b	52.40 c
F-test	*	*	*	*
ระยะปลูก × วิธีการตัดแต่งกิ่ง	*	ns	*	*
C.V. (%)	8.07	6.99	3.83	3.53

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซนต์ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน

โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่ง
ต่อน้ำหนักผลแห้ง หลังการทดลองในเดือนที่ 1-6 (มิถุนายน-พฤศจิกายน)

วิธีการตัดแต่งกิ่ง	น้ำหนักผลแห้ง (กรัม/ผล)		
	ระยะปลูก		
	2×2 เมตร	2×3 เมตร	3×3 เมตร
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	2.95 abcde	2.73 bcdef	3.19 ab
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	2.76 bcdef	2.66 cdef	3.15 abc
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	3.04 abcd	2.58 def	3.34 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 4	3.38 a	2.53 def	2.62 def
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	2.63 def	2.32 f	2.43 ef
ระยะปลูก × วิธีการตัดแต่งกิ่ง	*		
C.V. (%)	8.13		

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์
ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน

โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักเมล็ดสพุดำระหว่างเดือนที่ 1-6 (มิถุนายน-พฤศจิกายน) พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ย 62.14 64.32 และ 68.08 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 9) จากการทดลองพบว่า ต้นสพุดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ระหว่างเดือนที่ 1-6 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดมากที่สุด 68.08 กรัม ระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดน้อยที่สุด 62.14 กรัม ส่วนน้ำหนักเมล็ดสพุดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ระหว่างเดือนที่ 1-6 พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ย 64.93 67.38 และ 66.08 กรัม ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ย 66.33 กรัม ส่วนต้นสพุดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ย 59.12 กรัม (ตารางที่ 9) จากการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่งทำให้มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ระหว่างเดือนที่ 1-6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นสพุดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสพุดำที่ไม่

ตัดแต่งกิ่ง มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด น้อยที่สุด 59.12 กรัม ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่ง ทั้ง 4 วิธี มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ไม่แตกต่างกัน จากตารางที่ 9 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งมีความสัมพันธ์กันกับน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ในเดือนที่ 1-6 ดังนั้น ต้นสบู่ดำในแต่ละระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ย ในเดือนที่ 1-6 ในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งแตกต่างกัน (ตารางที่ 11) ระยะปลูก 2×2 เมตร พบว่า ต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยน้อยที่สุด 65.94 กรัม ส่วนการตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ยมากที่สุด 70.77 กรัม ระยะปลูก 2×3 เมตร พบว่า ต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยน้อยที่สุด 58.91 กรัม ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด 64.83 กรัม ระยะปลูก 3×3 เมตร พบว่า ต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยน้อยที่สุด 53.70 กรัม ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด 69.93 กรัม

ตารางที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่ง
ต่อน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด หลังการทดลองในเดือนที่ 1-6 (มิถุนายน-พฤศจิกายน)

วิธีการตัดแต่งกิ่ง	น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (กรัม)		
	ระยะปลูก		
	2×2 เมตร	2×3 เมตร	3×3 เมตร
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	66.66 abc	61.50 cd	66.64 abc
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	69.54 ab	62.66 bcd	69.93 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	67.47 abc	64.83 abcd	65.92 abc
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 4	70.77 a	62.81 bcd	65.40 abcd
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	65.94 abc	58.91 de	53.70 e
ระยะปลูก × วิธีการตัดแต่งกิ่ง	*		
C.V. (%)	4.71		

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์
ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน

โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักเมล็ดสับดูดำระหว่างเดือนที่ 7-12 (ชันวาคม-พฤษภาคม) พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ย 56.39 58.72 และ 58.96 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 9) จากการทดลองพบว่า ต้นสับดูดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ระหว่างเดือนที่ 7-12 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดน้อยที่สุด ส่วนระยะปลูก 2×3 และ 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดไม่แตกต่างกัน ส่วนน้ำหนักเมล็ดสับดูดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ระหว่างเดือนที่ 7-12 พบว่า การตัดแต่งกิ่ง ร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ย 61.90 59.58 และ 59.63 กรัม ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ย 56.53 กรัม ส่วนต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ย 52.40 กรัม (ตารางที่ 9) จากผลการทดลองพบว่าการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ระหว่างเดือนที่ 7-12 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสับดูดำที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด น้อยที่สุด 52.40 กรัม ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งทั้ง 4 วิธี มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดไม่แตกต่างกัน จากตารางที่ 9 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งมีความสัมพันธ์กันของน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ในเดือนที่ 7-12 ต้นสับดูดำในแต่ละระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ย ในเดือนที่ 7-12 ในแต่ละวิธีการตัดแต่งกิ่งแตกต่างกัน (ตารางที่ 12) โดยระยะปลูก 2×2 เมตร พบว่า ต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยน้อยที่สุด 52.78 กรัม ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด 61.67 กรัม ระยะปลูก 2×3 เมตร พบว่า ต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยน้อยที่สุด 52.54 กรัม ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด 61.33 กรัม ระยะปลูก 3×3 เมตร พบว่า ต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยน้อยที่สุด 51.88 กรัม ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด 64.64 กรัม

เมล็ดเป็นแหล่งสะสมพลังงานและอาหารของพืช ช่วงที่เมล็ดมีการพัฒนาจะมีการลำเลียงสารอาหารและแร่ธาตุจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ลำต้นและใบ หรือแหล่งที่เก็บสะสมพลังงานอื่น ๆ ไปสะสมไว้ที่เมล็ดมากกว่าที่จะไปสะสมที่ผล จึงทำให้ต้นสับดูดำในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีน้ำหนักผลแห้งไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมีการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดมากกว่าสะสมในผลหรือเปลือก ส่วนต้นสับดูดำที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักผลแห้งน้อยที่สุด 2.46 กรัมต่อผล ส่วนต้นสับดูดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งทั้ง 4 วิธี มีน้ำหนักผลแห้งมากกว่าต้นสับดูดำที่ไม่

ตัดแต่งกิ่ง จากผลการทดลอง ได้สอดคล้องกับการทดลองที่ 1 ที่พบว่า ต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมี น้ำหนักผลแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 2.15 กรัมต่อผล ส่วนต้นสับดูดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 3 วิธี มีน้ำหนักผลแห้งมากกว่าต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง (ตารางที่ 3) การตัดแต่งกิ่งทำให้มีอัตราการ สั่งเคราะห์แสงมากขึ้น เนื่องจากการบดบังแสงในทรงพุ่มลดลง ส่งผลให้พืชมีผลผลิตเพิ่มขึ้น (Calatayud และ คณะ, 2008) การตัดแต่งกิ่งส่งเสริมการสะสมอาหาร พลังงาน และสร้างชีวมวลไป ยัง reproductive organ (Yang และ คณะ, 2008) เช่น ผลและเมล็ด สับดูดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งจึงมี น้ำหนักผลแห้งและน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดมากกว่าต้นสับดูดำที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่ง สอดคล้องกับการ ทดลองที่ 1 ที่พบว่า การตัดกิ่งสับดูดำด้วยการตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นมีน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดมากที่สุด เท่ากับ 69.62 กรัม ส่วนต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ดน้อย ที่สุด เท่ากับ 53.70 กรัม

ตารางที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่ง
ต่อน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด หลังการทดลองในเดือนที่ 7-12 (ธันวาคม-พฤษภาคม)

วิธีการตัดแต่งกิ่ง	น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (กรัม)		
	ระยะปลูก		
	2×2 เมตร	2×3 เมตร	3×3 เมตร
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	61.67 ab	59.39 bc	64.64 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	55.47 cdef	61.27 ab	62.01 ab
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	56.40 cde	61.33 ab	61.18 ab
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 4	55.45 def	59.06 bcd	55.08 ef
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	52.78 ef	52.54 ef	51.88 f
ระยะปลูก × วิธีการตัดแต่งกิ่ง	*		
C.V. (%)	4.03		

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์
ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน

โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักเมล็ดสับดูดำในเดือนที่ 1-6 (มิถุนายน-พฤศจิกายน) และ 7-12 (ธันวาคม-พฤษภาคม) พบว่า ระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดระหว่างเดือนที่ 1-6 มากที่สุด 68.08 กรัม ส่วน ระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดน้อยที่สุด 62.14 กรัม เช่นเดียวกันระหว่างเดือนที่ 7-12 ระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดสูงที่สุด 58.96 กรัม ส่วนระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดน้อยที่สุด 56.39 กรัม สอดคล้องกับ Bedane และ คณะ (2008) ที่ได้รายงาน ว่า ระยะปลูกหรือจำนวนประชากรพืชต่อพื้นที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ด *Guayule* (*Parthenium argentatum*) โดยพบว่า จำนวน 4,444 ต้นต่อเฮกตาร์ ให้น้ำหนักเมล็ดแห้ง 1,000 เมล็ด ในปีที่ 1 และ 2 ของการเก็บเกี่ยวมากที่สุด 0.44 และ 0.66 กรัม ตามลำดับ ส่วนจำนวน 25,000 ต้นต่อเฮกตาร์ ให้น้ำหนักเมล็ดแห้ง 1,000 เมล็ด ในปีที่ 1 และ 2 ของการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุด 0.37 และ 0.58 กรัม ตามลำดับ ส่วน Yang และ คณะ (2008) พบว่า จำนวนต้นมีผลต่อผลผลิตของเส้นใย ฝ้าย โดยปลูกฝ้าย จำนวน 49,019 ต้นต่อเฮกตาร์ มีปริมาณเส้นสูงถึง 765 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ มากกว่าปลูกฝ้ายจำนวน 83,333 ต้นต่อเฮกตาร์ ที่ให้ผลผลิตเพียง 668 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ดังนั้น ต้นสับดูดำที่ปลูกด้วยระยะปลูก 3×3 เมตร มีการพัฒนาและน้ำหนักของเมล็ดมากที่สุด เนื่องจากเกิดการแข่งขันด้านปัจจัยการเจริญเติบโต เช่น ธาตุอาหาร แสง และน้ำ น้อยกว่าระยะปลูก 2×2 และ 2×3 เมตร

ในเดือนที่ 1-6 หลังตัดแต่งกิ่งสับดูดำมีน้ำหนักผลและน้ำหนักเมล็ดมากกว่าเดือนที่ 7-12 (ตารางที่ 9) เนื่องจากในเดือนที่ 1-6 เป็นช่วงฤดูฝนจึงมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสับดูดำมากกว่าในเดือนที่ 7-12 อุณหภูมิในฤดูฝนกับฤดูแล้งมีความแตกต่างกันไม่มาก โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.7 และ 27.1 องศาเซลเซียสต่อเดือน ตามลำดับ (ภาพผนวกที่ 1) แต่พบว่า มีความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนแตกต่างกัน โดยในฤดูฝนมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 75.53 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 157.0 มิลลิเมตรต่อเดือน ส่วนในฤดูแล้งมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 70.67 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 18.75 มิลลิเมตรต่อเดือน (ภาพผนวกที่ 2 และ 3) สับดูดำมีการเจริญเติบโตและพัฒนาของผลและเมล็ดในฤดูฝนมากกว่าในฤดูแล้ง ในไม้ยืนต้นหรือพืชที่มีอายุมากกว่า 2 ปี อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน มีผลต่อผสมเกสร การพัฒนาผลและเมล็ด (Llusia และ Penuelas, 1999) พืชที่เจริญเติบโตในสภาพที่ขาดน้ำหรือในฤดูแล้งที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย มีผลโดยตรงต่อกระบวนการย่อยสลายอาหาร (metabolism) การเคลื่อนย้ายคาร์บอนระหว่างรากกับยอด (Teskey และ คณะ, 1987) และเกิดความไม่สมดุลของอัตราการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารภายในต้นพืช (Schulze, 1991) สอดคล้องกับ Ebel และ คณะ (1995)

ได้ทำการทดลองปลูกแอปเปิ้ลในกระถางและควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือน พบว่า การขาคน้ำทำให้แอปเปิ้ลต้องดึงสารอาหารที่สะสมไว้ใน การสร้างและพัฒนาดอกและผลออกมาใช้ จึงทำให้ การพัฒนาของดอก การผสมเกสร และติดผลผิดปกติไปเนื่องจากสารอาหารที่สะสมไว้ไม่เพียงพอต่อการพัฒนา ส่งผลให้ผลผลิตลดลง

8. ผลผลิตรวมของสับดูต้า

ผลผลิตรวมของต้นสับดูต้าในแต่ละระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี หลังการทดลองที่ 12 เดือน พบว่า ระยะปลูก 2×2 เมตร มีผลผลิตรวมเฉลี่ย 439.94 กรัมต่อต้น หรือ 176.0 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีผลผลิตรวมเฉลี่ย 568.32 กรัมต่อต้น หรือ 151.7 กิโลกรัมต่อไร่ และระยะปลูก 3×3 เมตร มีผลผลิตรวมเฉลี่ย 585.17 กรัมต่อต้น หรือ 104.2 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 13) จากผลการทดลอง พบว่า ต้นสับดูต้าทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีผลผลิตรวมของสับดูต้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนผลผลิตรวมของต้นสับดูต้าหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น มีผลผลิตรวมเฉลี่ย 501.85 กรัมต่อต้น หรือ 130.2 กิโลกรัมต่อไร่ การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น มีผลผลิตรวมเฉลี่ย 557.62 กรัมต่อต้น หรือ 153.7 กิโลกรัมต่อไร่ การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น มีผลผลิตรวมเฉลี่ย 454.71 กรัมต่อต้น หรือ 124.6 กิโลกรัมต่อไร่ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยให้ยีสระมีผลผลิตรวมเฉลี่ย 542.63 กรัมต่อต้น หรือ 150.9 กิโลกรัมต่อไร่ และต้นสับดูต้าที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีผลผลิตรวมเฉลี่ย 295.41 กรัมต่อต้น หรือ 79.5 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 13) จากผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทำให้ผลผลิตรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นสับดูต้าที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสับดูต้าที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีผลผลิตรวมต่อต้นและผลผลิตรวมต่อรไ้น้อยที่สุด เท่ากับ 295.41 กรัมต่อต้น และ 79.5 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี มีผลผลิตรวมต่อต้นและผลผลิตรวมต่อไร่ไม่แตกต่างกัน จากตารางที่ 9 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กันกับผลผลิตรวม ดังนั้น ต้นสับดูต้าหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีผลผลิตรวมในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

ต้นสับดูต้าทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีผลผลิตรวมของสับดูต้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับ วิฑูรย์ (2551) ที่ได้รายงานว่าการปลูกสับดูต้าด้วยระยะ 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร ผลผลิตต่อต้นในแต่ละระยะปลูกไม่แตกต่างกัน โดยมีผลผลิตเฉลี่ยทั้ง 3 ระยะ

ปลูกประมาณ 460.73-491.03 กรัมต่อต้น ส่วนผลผลิตต่อไร่จะขึ้นอยู่กับจำนวนต้นสับดูดำต่อพื้นที่ โดยมีผลผลิตสับดูดำต่อไร่ เท่ากับ 193.58 123.01 และ 87.40 กิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 13 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งต่อผลผลิตรวมของต้นสับดูดำ หลังการทดลองที่ 12 เดือน

ระยะปลูก	ผลผลิตรวม	
	กรัม/ต้น	กิโลกรัม/ไร่
ระยะปลูก 2×2 เมตร	439.94	176.0
ระยะปลูก 2×3 เมตร	568.32	151.7
ระยะปลูก 3×3 เมตร	585.17	104.2
F-test	ns	ns
วิธีการตัดแต่งกิ่ง		
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	501.85 a	130.2 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	557.62 a	153.7 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	454.71 a	124.6 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 4	542.63 a	150.9 a
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	295.41 b	79.5 b
F-test	*	*
ระยะปลูก × วิธีการตัดแต่งกิ่ง	ns	ns
C.V. (%)	20.97	24.57

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์
ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน

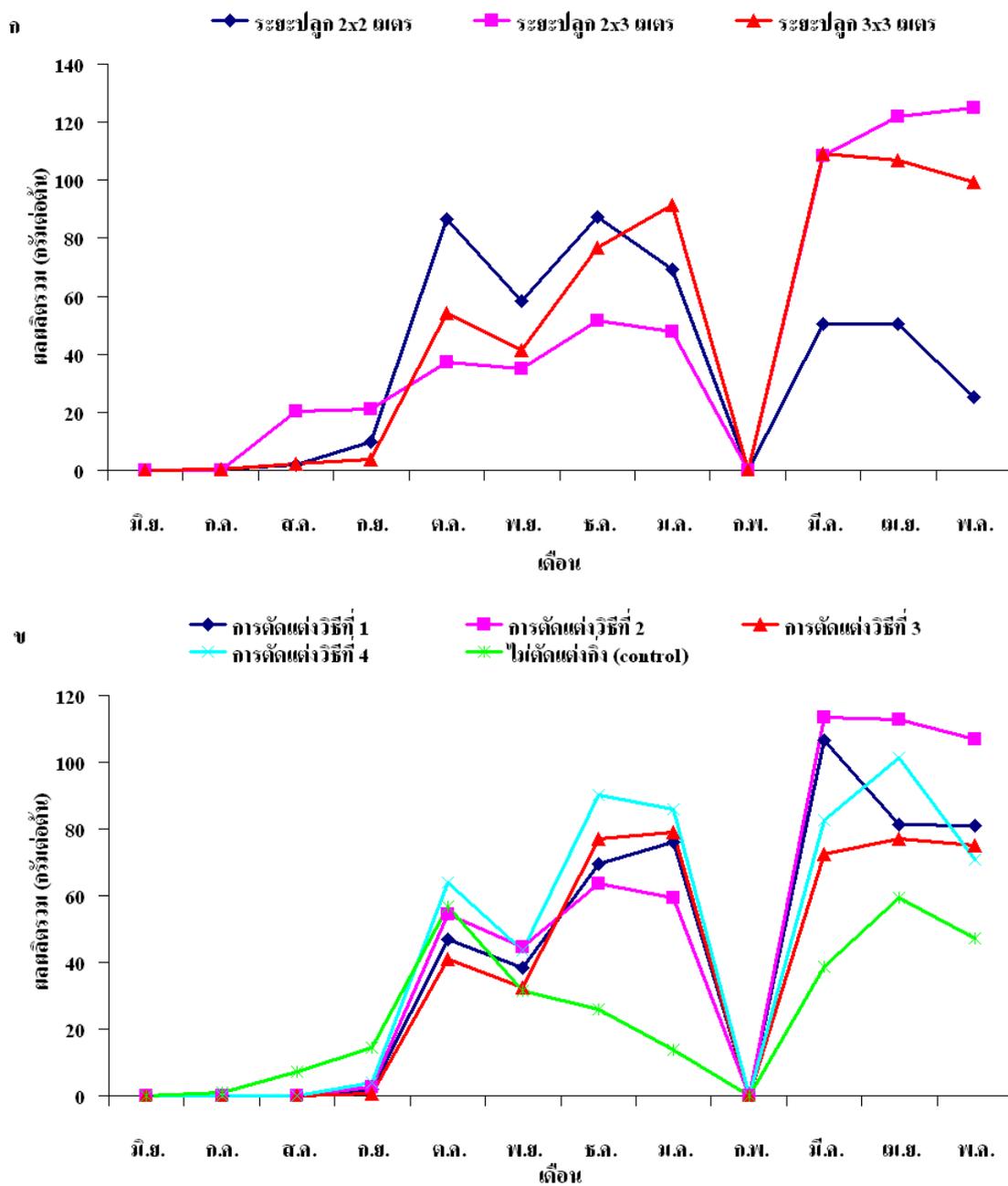
โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ต้นของต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักผลแห้ง น้ำหนักเมล็ดแห้ง และผลผลิตรวมน้อยกว่าต้นสับดูดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ้กิ่งทั้ง 4 วิธี (ตารางที่ 9 และ 13) การตัดแต่งกิ่งทำให้สภาพภูมิอากาศในทรงพุ่ม (canopy microclimate) มีการถ่ายเทและเปลี่ยนแปลง ส่งผลต่อการออกดอก อัตราส่วนของเพศดอก และการพัฒนาช่อผลมะม่วง (Sharma และ Singh, 2006a) ส่งเสริมปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงเนื่องจากการบดบังแสงน้อย กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ nitrate reductase และมีปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนีย (NH_4^+) ลดลง จึงชะลอการพัฒนาลำต้น ใบ และยอด มีการพัฒนาดอกและผลมากขึ้น ทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น (Calatayud และ คณะ, 2008) กิ่งและใบใหม่ที่พัฒนาหลังจากถูกตัดแต่งกิ่งสามารถสร้างอาหารและสะสมพลังงานได้ดี เนื่องจากมีการสังเคราะห์แสงมากขึ้น ทำให้มีจำนวนดอกทั้งหมด จำนวนดอกเพศผู้ ดอกเพศเมีย และเปอร์เซ็นต์ดอกตัวเมียมากขึ้น เมื่อดอกสับดูดำมีความสมบูรณ์การผสมเกสร การติดผล การพัฒนา และสะสมอาหารในเมล็ดมีมากขึ้น ส่งผลให้ต้นสับดูดำที่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักเมล็ดสับดูดำและผลผลิตต่อต้นมากกว่าต้นสับดูดำที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่ง สอดคล้องกับ Yang และ คณะ (2008) ได้รายงานไว้ว่าการตัดแต่งกิ่งทำให้สายพันธุ์ Ji668 และ C30 มีการสะสมและสร้างชีวมวลไปยัง reproductive organ เช่น ปริมาณเส้นใย โดยต้นที่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักเส้นใย 759 และ 587 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับมากกว่าต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่งที่มีน้ำหนักเส้นใย 668 และ 512 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ Mercier และ คณะ (2008) พบว่า การตัดแต่งกิ่งต้นลูกพีชทุกปีจะทำให้มีผลผลิต 61.0-65.6 กิโลกรัมต่อต้น ซึ่งมากกว่าต้นที่ไม่ตัดแต่งที่ให้ผลผลิต 52.0 กิโลกรัมต่อต้น มีเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของผลเหลือเพียง 7 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีการหลุดร่วงของผล 14-16 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังเพิ่มคุณภาพผลของลูกพีช เช่น ความหวานเพิ่มขึ้น รสชาติอร่อย และเพิ่มมูลค่าทางการตลาด เป็นต้น

ผลผลิตรวมของสับดูดำในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 17ก และ 17ข) จากผลการทดลองพบว่า สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตของสับดูดำได้ 2 ช่วง คือ 1) ช่วงเดือนที่ 3-8 หลังการตัดแต่งกิ่ง (สิงหาคม-มกราคม) และ 2) ช่วงเดือนที่ 9-12 หลังตัดแต่งกิ่ง (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม) ทั้ง 2 ช่วงเวลาสับดูดำมีผลผลิตออกมาให้เก็บเกี่ยวมาก ส่วนช่วงเวลาอื่น ๆ นั้นสับดูดำมีผลผลิตให้เก็บเกี่ยวน้อย ในช่วงเดือนที่ 9-12 หลังตัดแต่งกิ่ง (มีนาคม-พฤษภาคม) ระยะปลูก 2×2 เมตร มีผลผลิตสับดูดำลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับระยะปลูก 2×3 และ 3×3 เมตร (ภาพที่ 17ก) อาจเป็นเพราะว่า ระยะปลูก 2×2 เมตร มีจำนวนต้นสับดูดำมากกว่าระยะปลูก 2×3 และ 3×3 เมตร เมื่อดันสับดูดำมีการเจริญเติบโตจนทำให้ทรงพุ่มชิดและเบียดกันแน่น ทำให้เกิดการแก่งแย่งแสง น้ำ และธาตุอาหาร จึงทำให้ผลผลิตในฤดูแล้งเริ่มลดลง

ส่วนต้นสบู่ดำที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่ง เริ่มมีผลผลิตลดลงและน้อยกว่าการตัดแต่งกิ่งตั้งแต่เดือนที่ 6 หลังตัดแต่งกิ่ง (พฤศจิกายน) เนื่องจากความสมบูรณ์ของต้นสบู่ดำที่น้อยกว่านั่นเอง (ภาพที่ 17ข) สอดคล้องกับ ศศิธร (2531) ได้รายงานไว้ว่า ผลผลิตของต้นน้อยหน่าที่ลดลงทุก ๆ ปีตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น อาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ผลผลิตต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีแนวโน้มผลผลิตลดลงทุกปี นอกจากนี้ แสงแดดที่แรงจัดและความแห้งแล้งที่ยาวนานในช่วงเดือนพฤศจิกายน-มีนาคม ทำให้ความชื้นในดินลดลงและทำให้พืชขาดน้ำได้ (water stress) ทำให้เกษตรกรและผู้เลี้ยงสัตว์ตาย ดอกร่วง และการติดผลน้อยลง (Sharma และ Singh, 2006a) การจัดการด้านการเกษตรกรรมที่ผิดพลาด เช่น ไม่ได้ให้น้ำและปุ๋ย จะทำให้พืชได้รับความกระทบกระเทือนด้าน metabolism จนกระบวนการสังเคราะห์แสงของ (ขงยุทธ, 2547) ต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งอาจจะอ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมดังกล่าวมากกว่าต้นสบู่ดำที่ตัดแต่งกิ่ง จนทำให้ผลผลิตลดลงอย่างต่อเนื่อง

แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นสบู่ดำในแต่ละระยะปลูกไม่แตกต่างกันนัก แต่พบว่าต้นสบู่ดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี มีการเจริญเติบโตและพัฒนาอย่างรวดเร็ว หลังทำการทดลองในช่วงเดือนที่ 1-6 (มิถุนายน-พฤศจิกายน) เช่น ความสูง (ภาพที่ 9ก) ขนาดทรงพุ่ม (ภาพที่ 10ก) จำนวนกิ่งที่แตกออกจากลำต้นหลัก (ภาพที่ 13ก) ปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่ม (ภาพที่ 14ก) น้ำหนักผล น้ำหนักเมล็ด (ตารางที่ 9) และผลผลิตรวม (ภาพที่ 17ก) เนื่องจากการตัดแต่งกิ่งทำให้ต้นสบู่ดำสร้างใบและยอดที่มีความสามารถในการสังเคราะห์แสงได้ดีทำให้มีการเจริญเติบโตทางความสูง ขนาดทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งมากในช่วง 6 เดือนแรก หลังการตัดแต่งกิ่ง (มิถุนายน-พฤศจิกายน) สอดคล้องกับ Medhurst และ คณะ (2006) พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงและอัตราการคายน้ำของต้น *Acacia melanoxylon* สูงขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากตัดแต่งกิ่ง 2-6 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง



ภาพที่ 17 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งต่อผลผลิตรวมหลังตัดแต่งกิ่งในแต่ละเดือน
(ก) ระยะเวลาปลูกที่แตกต่างกัน และ (ข) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งที่แตกต่างกัน

9. น้ำหนักสดต้นสบูดำ

น้ำหนักสดต้นสบูดำต่อต้น พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีน้ำหนักสดต้นสบูดำเฉลี่ย 19.8 21.0 และ 23.5 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 14) จากการทดลองพบว่า ต้นสบูดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักสดต้นสบูดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักสดต้นสบูดำมากที่สุด 23.5 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักสดต้นสบูดำน้อยที่สุด 19.8 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนน้ำหนักสดต้นสบูดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า การตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักสดต้นสบูดำเฉลี่ย 14.2 13.8 และ 18.1 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีน้ำหนักสดต้นสบูดำเฉลี่ย 23.2 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนต้นสบูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักสดต้นสบูดำเฉลี่ย 27.2 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 14) จากผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทำให้น้ำหนักสดต้นสบูดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นสบูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสบูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักสดต้นสบูดำมากที่สุด 27.2 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนการตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักสดต้นสบูดำไม่แตกต่างกัน จากตารางที่ 14 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กันกับน้ำหนักสดต้นสบูดำต่อต้น ดังนั้น ต้นสบูดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักสดต้นสบูดำในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

น้ำหนักสดต้นสบูดำต่อพื้นที่ พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีน้ำหนักสดต้นสบูดำเฉลี่ย 4.0 3.9 และ 5.1 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 14) จากการทดลองพบว่า ต้นสบูดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักสดต้นต่อไร่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักสดต้นสบูดำต่อไร่มากที่สุด 7.9 ต้น ส่วนระยะปลูก 2×2 และ 3×3 เมตร มีน้ำหนักสดต้นสบูดำต่อไร่ไม่แตกต่างกัน ส่วนน้ำหนักสดต้นสบูดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า การตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักสดต้นสบูดำต่อไร่เฉลี่ย 3.9 4.0 และ 5.1 ต้น ตามลำดับ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระมีน้ำหนักสดต้นสบูดำต่อไร่เฉลี่ย 6.4 ต้น ส่วนต้นสบูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักสดต้นสบูดำต่อไร่เฉลี่ย 7.2 ต้น (ตารางที่ 14) จากผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี ทำให้น้ำหนักสดต้นสบูดำต่อไร่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นสบูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสบูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักสดต้นสบูดำต่อไร่มากที่สุด 7.2 ต้น ส่วนการตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักสดต้นสบูดำต่อไร่น้อยที่สุด 3.9 ต้น ตามลำดับ

จากตารางที่ 14 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กันกับน้ำหนักสดต้นสับดูดำต่อไร่ ดังนั้น ต้นสับดูดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักสดต้นสับดูดำต่อไร่ในแต่ละวิธีการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

10. น้ำหนักแห้งต้นสับดูดำ

น้ำหนักแห้งต้นสับดูดำต่อต้น พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำต่อต้นเฉลี่ย 6.0 6.2 และ 7.1 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 14) จากผลการทดลองพบว่า ต้นสับดูดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำมากที่สุด 7.0 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนระยะปลูก 2×2 และ 2×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำไม่แตกต่างกัน ส่วนน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า การตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำเฉลี่ย 4.4 4.1 และ 6.4 กิโลกรัมต่อต้น การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยให้ยีสระมีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำเฉลี่ย 6.8 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำเฉลี่ย 7.0 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 14) จากผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งกิ่งรวมกับระดับการไว้กิ่งทั้ง 4 วิธี ทำให้น้ำหนักแห้งต้นสับดูดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำมากที่สุด 7.0 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนการตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำน้อยที่สุด 4.1 กิโลกรัมต่อต้น จากตารางที่ 14 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กันกับน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำต่อต้น ดังนั้น ต้นสับดูดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำต่อต้นในแต่ละวิธีการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

ส่วนน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำต่อพื้นที่ พบว่า ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำต่อไร่เฉลี่ย 2.2 1.8 และ 1.3 ตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 14) จากผลการทดลองพบว่า ต้นสับดูดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำต่อไร่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำต่อไร่มากที่สุด 2.2 ตัน ส่วนระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำต่อไร่ที่น้อยที่สุด 1.3 ตัน ส่วนน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำต่อไร่หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี พบว่า การตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำเฉลี่ย 1.2 1.1 และ 1.8 ตันต่อไร่ การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยให้ยีสระและต้นสับดูดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดำเฉลี่ยเท่ากัน 1.9 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 14) จากผลการทดลอง

พบว่า การตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งทำให้น้ำหนักแห้งต้นสบู่ดำต่อไร่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง โดยการตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยให้สรีระและต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักแห้งต้นสบู่ดำมากที่สุด 1.9 ต้นต่อไร่ ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น มีน้ำหนักแห้งต้นสบู่ดำน้อยที่สุด 1.1 ต้นต่อไร่ จากตารางที่ 14 พบว่า ระยะปลูกและวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความสัมพันธ์กันคับน้ำหนักแห้งต้นสบู่ดำต่อไร่ ดังนั้น ต้นสบู่ดำหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี มีน้ำหนักแห้งต้นสบู่ดำต่อไร่ในแต่ละวิธีของการตัดแต่งกิ่งเหมือนกันทั้ง 3 ระยะปลูก

ตารางที่ 14 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต้นสบู่ดำ หลังตัดแต่งกิ่ง 12 เดือน

ระยะปลูก	น้ำหนักต้นสด		น้ำหนักต้นแห้ง	
	(กิโลกรัม/ต้น)	(ต้น/ไร่)	(กิโลกรัม/ต้น)	(ต้น/ไร่)
ระยะปลูก 2×2 เมตร	19.8 b	7.9 a	6.0 b	2.2 a
ระยะปลูก 2×3 เมตร	21.0 b	3.7 b	6.2 b	1.8 b
ระยะปลูก 3×3 เมตร	23.5 a	4.2 b	7.0 a	1.3 b
F-test	*	*	*	*
วิธีการตัดแต่งกิ่ง				
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 1	14.2 b	4.0 c	4.4 b	1.2 b
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 2	13.8 b	3.9 c	4.1 b	1.1 b
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 3	18.1 b	5.1 bc	6.4 a	1.8 a
การตัดแต่งกิ่งวิธีที่ 4	23.2 a	6.4 ab	6.8 a	1.9 a
ไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)	27.2 a	7.2 a	7.0 a	1.9 a
ระยะปลูก × วิธีการตัดแต่งกิ่ง	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	24.87	28.78	25.91	30.09

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกัน

โดยใช้วิธี LSD. test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ความหนาแน่นของต้นหรือระยะปลูกมีผลต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต้นสับดูดา เนื่องจากระยะ 2×2 เมตร (400 ต้นต่อไร่) เป็นระยะปลูกที่มีความถี่หรือมีจำนวนต้นสับดูดาต่อพื้นที่มากกว่าระยะปลูก 2×3 เมตร (267 ต้นต่อไร่) และ 3×3 เมตร (178 ต้นต่อไร่) จึงทำให้มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต้นสับดูดามากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ วิฑูรย์ (2551) ที่ได้ทำการปลูกสับดูดา 5 ระยะปลูก คือ 1×1 1×2 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร พบว่า ระยะ 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุด 11.0 ต้นต่อไร่ ระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยทั้งต้นน้อยที่สุด 1.6 ต้นต่อไร่ ส่วนระยะปลูก 1×2 2×2 และ 2×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งต้นสับดูดา เท่ากับ 5.4 3.7 และ 1.7 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ Yang และ คณะ (2008) ได้รายงานว่าการปลูกฝ้ายพันธุ์ COTTON2K จำนวน 49,019 ต้นต่อเฮกตาร์ มีน้ำหนักชีวมวลรวมทั้งต้นมากกว่าการปลูกด้วยจำนวน 83,333 ต้นต่อเฮกตาร์ โดยน้ำหนักชีวมวลรวมของฝ้ายที่ปลูกด้วยจำนวน 49,019 ต้นต่อเฮกตาร์ เท่ากับ 174.55 กรัมต่อต้น ส่วนน้ำหนักชีวมวลรวมของฝ้ายที่ปลูกด้วยจำนวน 83,333 ต้นต่อเฮกตาร์ เท่ากับ 109.21 กรัมต่อต้น

จากการทดลองได้มีการตัดลำต้น กิ่ง และใบของต้นสับดูดาถูกตัดออกไปมาก มีการสูญเสียน้ำหนักส่วนหนึ่งออกไป จึงทำให้มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นสับดูดาน้อยกว่าต้นสับดูดาที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับ Yang และ คณะ (2008) ที่พบว่า ฝ้ายพันธุ์ J1668 ที่มีตัดแต่งกิ่งทำให้มีน้ำหนักต้นแห้งน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่ง โดยต้นที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักต้นแห้ง 174.55 กรัมต่อต้น ส่วนต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีน้ำหนักต้นแห้ง 230.79 กรัมต่อต้น

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักชีวมวลและค่าความร้อนของต้นสับดูดากับแหล่งพลังงานความร้อนชนิดอื่น ๆ (ตารางผนวกที่ 6) พบว่า ต้นสับดูดามีน้ำหนักชีวมวลเฉลี่ย 6.9-13.8 ต้นต่อปี ส่วน olive kernels, almond branches, wheat straw และ rice straw มีน้ำหนักชีวมวลเฉลี่ย 64.0 6.21 2.97 และ 4.5 ต้นต่อปี ตามลำดับ ส่วนค่าความร้อน พบว่า ต้นสับดูดามีค่าความร้อนเฉลี่ย 14.8 MJ dry kg⁻¹ ส่วน rapeseed, safflower seeds, forest residue, olive kernels, almond branches, wheat straw, cotton seed residue, ptolemaists lignite, rice straw และ hazelnut shell มีค่าความร้อนเฉลี่ย 26.7 23.9 19.5 18.9 18.4 17.9 16.9 16.9 16.8 และ 15.4 MJ dry kg⁻¹ ตามลำดับ (Saxena และ คณะ, 2009)

เป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งหากมีการนำต้นสับดูดาไปพัฒนาเป็นแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงเขียว (green fuel) หรือ เชื้อเพลิงชีวภาพ (biofuel) เหมือนไม้ยางพารา ต้นข้าวโพด ชังข้าวโพด ฟางข้าว แกลบ กากมะพร้าว กะลามะพร้าว ปาล์ม มันสำปะหลัง และ อ้อย ฯลฯ โดยการนำต้นสับดูดามาเผาโดยตรงเพื่อเปลี่ยนรูปเชื้อเพลิงชีวมวลให้กลายเป็นแก๊สชีวมวล (producer gas) ที่มีองค์ประกอบ

ของ CO, H₂ และ CH₄ ซึ่งสามารถจุดติดไฟและสามารถนำไปป้อนให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ หรือ นำต้นสับค้ำมาสับย่อยและบดละเอียดเพื่ออัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงแข็ง (wood pellets) หรือ นำไปเผาเป็นถ่านเพื่อใช้หุงต้มภายในครัวเรือน

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การทดลองที่ 1 การตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตของสับดูดำ

การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น (pruned down at primary scaffold) เป็นวิธีที่เหมาะสมในการตัดแต่งกิ่งต้นสับดูดำที่มีอายุมากกว่า 2 ปี เนื่องจากการตัดแต่งกิ่งด้วยวิธีดังกล่าว ทำให้ต้นสับดูดำมีขนาดของทรงพุ่มเหมาะสม ง่ายและสะดวกต่อการจัดการด้านการเกษตรกรรม เช่น การให้น้ำ ปุ๋ย การจัดการวัชพืช โรค และแมลง เกี่ยวเกี่ยวผลผลิตได้ง่าย นอกจากนี้ ยังเป็นวิธีที่ให้ผลผลิตรวมมากที่สุด 222.8 กรัมต่อต้น หรือ 278.5 กิโลกรัมต่อไร่

2. การทดลองที่ 2 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดูดำในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร

2.1. ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดูดำในระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร

ต้นสับดูดำทั้ง 3 ระยะปลูก หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งทั้ง 5 วิธี ให้ผลผลิตรวมต่อต้นไม่แตกต่างกัน แต่ผลผลิตต่อพื้นที่นั้นมีแนวโน้มแตกต่างกัน โดยปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตสับดูดำมีความแตกต่างกัน คือ จำนวนต้นสับดูดำต่อพื้นที่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระยะปลูก ดังนั้น ถ้าต้องการปลูกสับดูดำเพื่อให้มีผลผลิตต่อพื้นที่มาก ควรปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตจากการทดลอง ระยะปลูก 2×2 เมตร เป็นระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากที่สุด 400 ต้นต่อไร่ ส่วนระยะปลูก 2×3 และ 3×3 เมตร มีจำนวนต้นต่อพื้นที่ 267 และ 178 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

2.2 ผลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่งต่อการเจริญเติบโตผลผลิตของสับดูดำ

การตัดแต่งกิ่ง ณ ตำแหน่งสูงจากพื้นดิน 50 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้มีการแตกกิ่งอย่างอิสระเป็นวิธีที่เหมาะสมในการตัดแต่งกิ่งต้นสับดูดำที่มีอายุมากกว่า 2 ปี ทั้ง 3 ระยะปลูก เนื่องจาก

เป็นวิธีที่ประหยัดแรงงานและประหยัดเวลา โดยไม่ต้องเด็ดยอดสบู่ดำเพื่อไว้กิ่งให้เหลือ 2 3 และ 4 กิ่ง นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่ให้ผลผลิตรวมต่อต้นและผลผลิตรวมต่อไร่ ไม่แตกต่างกับการตัดแต่งกิ่งรวมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่ง และให้ผลผลิตรวมมากกว่าต้นสบู่ดำที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง

ข้อเสนอแนะ

1. หลังจากตัดแต่งกิ่ง 3-4 เดือน ต้นสบู่ดำจึงจะสามารถให้ผลผลิตและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ดังนั้น ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว หากมีการปลูกพืชบำรุงดิน เช่น ปอเทือง ถั่วเขียว และถั่วเหลือง หรือ ปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น เช่น ข้าวโพดหวาน หรือ ผักกินใบชนิดต่าง ๆ จะทำให้มีการใช้พื้นที่ว่างเปล่าหลังการตัดแต่งกิ่งสบู่ดำให้เป็นประโยชน์ เป็นการเพิ่มธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุให้กับต้นสบู่ดำ นอกจากนี้ ยังเพิ่มรายได้กับเกษตรกรผู้ปลูกสบู่ดำอีกทางหนึ่ง

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการพัฒนาสบู่ดำแบบครบวงจร ในรูปแบบเชื้อเพลิงชีวภาพ วัสดุ และเคมีภัณฑ์ การพัฒนาเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ เช่น นำต้นสบู่ดำหรือส่วนเหลือจากการผลิตน้ำมันเผาเป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้า เผาทำถ่าน และทำถ่านอัดแท่ง เป็นต้น การพัฒนาเป็นวัสดุ เช่น นำส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ ผ่านกระบวนการผลิตเป็นไม้อัด ฝ้าย เพดาน และกระดาษ เป็นต้น การพัฒนาเป็นเคมีภัณฑ์ เช่น นำสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของต้นสบู่ดำมาผลิตเป็นยาปฏิชีวนะ สมุนไพร สารยับยั้งการก่อโรคในคนและสัตว์ เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. 2548. **ทำไมต้องหาพลังงานทดแทน**. ฐู่เฟื่องเรื่องพลังงาน. แหล่งที่มา:
<http://www.energy.go.th/th/knowledgeDetail.asp?id=36>, วันที่ 17 พฤษภาคม 2550.

กระทรวงพลังงาน. 2549. **แถลงข่าวการนำเข้าน้ำมันดิบ**. ข่าว/ประกาศ. แหล่งที่มา:
<http://www.energy.go.th/th/newsDetail.asp?id=522>, วันที่ 17 พฤษภาคม 2550.

กล้าณรงค์ ศรีรอด ปฐมา จาดกานนท์ Laurent Vaysse และ สิริรัชฌณ์ เลียงประยูร. 2547.
**การศึกษาปริมาณและคุณภาพของน้ำมันสกัดจากสบู่ดำ, น.3-4. รายงานฉบับสมบูรณ์
 เสนอ ศูนย์พัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีรัฐร่วมเอกชน.**

โกศล เจริญสม. 2549. **การสำรวจศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติของสบู่ดำ**.
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จเร สดากร. 2527. **สบู่ดำพืชศักยภาพสูงเพื่อพลังงานทดแทนของประเทศไทย**. วารสารวิชาการ
เกษตร 1: 67-71.

เดือนจิตต์ สิตยาวิรุทธ์ และ พิศิษฐ์ เสพสวัสดิ์. 2525. **แมลงศัตรูสบู่ดำ**. **ข่าวกสิกรรมและสัตววิทยา 4**
(4): 25-27.

ทวีศักดิ์ อุ่่นจิตติกุล. 2548. **สบู่ดำ พืชพลังงานสารพัดประโยชน์**. บริษัท วศิระ จำกัด, กรุงเทพฯ.

นรินทร์ สมบูรณ์สาร. 2526. **ปัญหาพิเศษ เรื่องผลของฮอร์โมน IBA ต่อการเกิดรากในกิ่งปักชำ
 สบู่ดำ**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

นิพนธ์ วิสารทานนท์. 2550. **โรคของต้นสบู่ดำ, น. 41-48. ใน โครงการสัมมนาวิชาการ เรื่อง “การ
 ประชุมวิชาการสบู่ดำแห่งชาติครั้งที่ 1”**. โครงการศูนย์ไบโอดีเซล. สถาบันวิจัยและพัฒนา
 แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- บัตถาวรณ จูติชนาวณิช. 2527. ปัญหาพิเศษ เรื่องผลของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของกิ่งปักชำต่อการเกิดรากของต้นสบู่ดำ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ประยูร ห่วงนิกร. 2529. การศึกษาการปลูกลูกสบู่ดำแปลงใหญ่และการเปลี่ยนรูปเอสเทอร์ของน้ำมันสบู่ดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ. 2551. พยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ กำไรจากน้ำมันดิบที่แพง. ราคาน้ำมันดิบ. แหล่งที่มา: <http://www.oil-price.net>, วันที่ 20 สิงหาคม 2551.
- ไพจิตร จันทร์วงศ์ วีรศักดิ์ อนันตบุตร มาลี ประภาวัต วิไล กาญจนภูมิ และ อรวรรณ หวังดีธรรม. 2525. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีของสบู่ดำ, น. 1-10. ใน การใช้น้ำมันสบู่ดำเดินเครื่องยนต์ดีเซล. กองเกษตรเคมี และ กองวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ภาณี ทองพำนัก สมบัติ ชินะวงศ์ วิฑูรย์ ใจพ่อง และ กำไร เรียนหัตถกรรม. 2550. อิทธิพลของช่วงเวลาที่เหมาะสมของการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ, น. 136-140. ใน โครงการสัมมนาวิชาการ เรื่อง “การประชุมวิชาการสบู่ดำแห่งชาติครั้งที่ 1”. โครงการศูนย์ไปโอดีเซล. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ขงยุทธ โอสดสภา. 2547. การให้น้ำทางใบ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ระพีพันธ์ ภาสบุตร และ สุขสันต์ สิทธิผลไพบุลย์. 2525. ผลการวิจัยค้นคว้าการใช้ น้ำมันสบู่ดำเป็นพลังงานทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซล, น. 11-14. ใน การใช้น้ำมันสบู่ดำเดินเครื่องยนต์ดีเซล. กองเกษตรเคมีและกองวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- รังสิต สุวรรณเขตนิกม. 2525. การใช้สารกำจัดวัชพืชในสบู่ดำ. กองเกษตรเคมีและกองวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วัฒนา เสถียรสวัสดิ์ ศรีวิภา นิมุลชาติ และ เรณู เอี่ยมธนาภรณ์. 2526. การเตรียมน้ำมันสบู่ดำ สำหรับเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลล์, น. 1-17. ใน รายงานโครงการวิจัย เรื่อง การปลูกสบู่ดำเพื่อผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล ประจำปี พ.ศ. 2526 โครงการวิจัยพืชเพื่อการพลังงานทดแทนและอุตสาหกรรม. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัลชลีย์ หุหลานนท์. 2527. การศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของดอกสบู่ดำและการติดผลของสบู่ดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

วิฑูรย์ ใจฟ่อง. 2548. ปัญหาพิเศษ เรื่องการเปรียบเทียบรูปแบบการตัดแต่งกิ่งที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

วิฑูรย์ ใจฟ่อง. 2551. การศึกษารูปแบบวิธีการปลูกและระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศศิธร วสุนันท์. 2531. การปรับปรุงสวนน้อยหน่าที่เสื่อมโทรม, น. 43. ใน สุชนันต์ สุภัทรพันธ์ เรื่องย่องานวิจัยไม่ผล เล่ม 1 พ.ศ. 2510-2520. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมบูรณ์ สาธเดส บุญเชิด วิมลสุจริต วิลาส ฤแก้วมา และ ประภาส ชูลักษณะ. 2549. การศึกษา ระยะการปลูกและการตัดแต่งกิ่งสบู่ดำ. พืชทดแทนพลังงานสบู่ดำ. แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/power_oil/soap/data/re39/soap39_1.htm, 20 กุมภาพันธ์ 2550.

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

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

_____ 2549. สบู่ดำ การปลูกและการสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลพลอยได้. สำนัก
ส่งเสริมและฝึกอบรมกำแพงแสน, นครปฐม.

เอกชัย พฤษย์อำไพ และ ร.ต.ส่งสุข รัตนารักษ์. 2547. คู่มือส้มโชกุน. เพ็ท-แพดสัน พับลิชชิ่ง,
กรุงเทพฯ.

Thaigold Community. 2551. 6 ทศวรรษวิกฤตน้ำมัน ครั้งที่ 3 กำลังจะตามมา. สารหน้ารู้.
แหล่งที่มา: http://www.thaigold.info/th/index.php?option=com_smf&Itemid=4&action=printpage;to pic=282.0, วันที่ 20 สิงหาคม 2551.

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

Agaceta, L.M., P.U. Dumag, J.A. Atolos and F.C. Bandiola. 1981. Studies on the control of snail
vectors of fascioliasis. Molluscicidal activity of some indigenous plants. National Science
Development Board (NSDB). **Technol. J.** 6 (2): 30-34.

Andales, A., J. Wang, T. W. Sammis, J. G. Mexal, L. J. Simmons, D. R. Miller and V. P.
Gutschick. 2006. A model of pecan tree growth for the management of pruning and
irrigation. **Agric. Water Manag.** 84: 77-88.

Asin, L., S. Alegre and R. Montserrat. 2007. Effect of paclobutrazol, prohexadione-Ca, deficit
irrigation, summer pruning and root pruning on shoot growth, yield, and return bloom, in
a 'Blanquilla' pear orchard. **Scientia Hort.** 113: 142-148.

- Bedane, G.M., M.L. Gupta and D.L. George. 2008. **Effect of plant population on seed yield, mass and size of guayule.** Science Direct. Available Source: http://science-direct.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=809613273&_sort=d&view=c&_acct=C000009878&_version=1&_urlVersion=0&_userid=122832&md5=02dd4496982a27adc9d44dd1d04727ca, October 20, 2008.
- Budowski, G. 1987. Living fences in tropical America, a widespread agroforestry practice, pp. 169-178 in **Agroforestry Realities, Possibilities and Potentials (H.L. Gholz, ed.)**. Martinus Nijhoff, Dordrecht.
- Calatayud, A., R. Dolors, G. Elisa and M.F. Pedro. 2008. Physiological effects of pruning in rose plants cv. Grand Gala. **Scientia Hort.** 116: 73-79.
- Ebel, R.C., J.P. Mattheis and D.A. Buchanan. 1995. Drought stress of apple trees alters leaf emissions of volatile compounds. **Plant Physiol.** 93: 709-712.
- Francis, G., Edinger R., and Becker K. 2005. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: need, potential and perspectives of *Jatropha* plantations. **Natural Resource Forum** 29: 12-24.
- Foidl, N., G. Foidl, M. Sanchez, Mittelbach M. and Hackel S. 1996. *Jatropha curcas* L. as a source for the production of biofuel in Nicaragua. **Bioresource Technol.** 58: 77-82.
- Georges, K., B. Jayaprakasam, S.S. Dalavoy and M.G. Nair. 2008. Pest-managing activities of plant extracts and anthraquinones from *Cassia nigricans* from Burkina Faso. **Bioresource Technol.** 99: 2037-2045.
- Ginwal, H.S., P.S. Rawat and R. L. Srivastava. 2004. Seed source variation in growth performance and oil yield of *Jatropha curcas* Linn. in Central India. **Silvae Genetica** 53(4): 186-192.

- Gopichand, R.D., R.L. Singh, M.K. Meena, V.K. Singh, B. Kaul, R. Lal, Acharya and R. Prasad. 2006. Effect of manure and plant spacing on crop growth, yield and oil-quality of *Curcuma aromatica* Salisb. in mid hill of western Himalaya. **Ind. Crops Prod.** 24: 105-112.
- Grimm, C. 1999. Evaluation of damage to physic nut (*Jatropha curcas*) by true bugs. **Entomol. Exp. Appl.** 92: 127-136.
- Grimm, C. and A. Somarriba. 1999. Suitability of physic nut (*Jatropha curcas* L.) as single host plant for the leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* Dallas (Het., Coreidae). **J. App. Entomol.** 123(6): 347-350.
- Heller, J. 1996. **Physic nut (*Jatropha curcas* L.) Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1.** Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Researchs Institute, Rome.
- Herrera, J. M, P. Siddhuraju, G. Francis, G. D. Ortiz and K. Becker. 2006. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. **Food Chemistry** 96: 80-89.
- Isawumi, M.A. 1978. Nigerian chewing sticks. **Niger. Fld.** 43(3):111-121.
- Jones, N. and J.H. Miller. 1991. *Jatropha curcas* - a multipurpose species for problematic sites. **Land Resources Series** 1: 1-12.
- Kandpal, J. B. and M. Madan. 1995. *Jatropha curcus*: a renewable source of energy for meeting future energy needs. **Renewable Energy** 6(2): 159-160.

- Kobilke, H. 1989. **Untersuchungen zur Bestandesbegründung von Purgiernub (*Jatropha curcas* L.)**. Diploma thesis. University Hohenheim, Stuttgart, Germany.
- 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.
- 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.
- Li, K.T., A.N. Lakso, R. Piccioni and T. Robinson. 2003. Summer pruning reduces whole-canopy carbon fixation and transpiration in apple trees. **J. Hort. Sci. Biotech.** 78: 749-754.
- Llusia, J. and J. Penuelas. 1999. *Pinus halepensis* and *Quercus ilex* emission as affected by temperature and humidity. **Biol. Plantarum** 42: 317-320.
- 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. PS., G. Francis and K. Becker. 2008. Protein concentrate from *Jatropha curcas* screw-pressed seed cake and toxic and antinutritional factors in protein concentrate. **J. Sci. Food. Agri.** 88: 1542-1548.
- Medhurst, J.L., E.A. Pinkard, C.L. Beadle and D. Worledge. 2006. Photosynthetic capacity increases in *Acacia melanoxylon* following form pruning in a two-species plantation. **Forest Ecol. Manag.** 233: 250-259.

- Mercier, V., B. Claude, P. Daniel and F. Lescourret. 2008. Effects of limiting irrigation and of manual pruning on brown rot incidence in peach. **Crop Protection** 27: 678-688.
- Openshaw, K. 2000. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass and Bioenergy** 19: 1-15.
- Papadopoulos, A.P. and D.P. Ormrod. 1988. Plant spacing effects on light interception by greenhouse tomatoes. **Can. J. Plant Sci.** 68: 1197-1208.
- 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.
- Poincelot, R.P. 2004. **Sustainable Horticulture: Today and Tomorrow**. Prentice Hall Upper Saddle River. New Jersey, USA.
- 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.
- Rijssenbeek, T. 2006. **Handbook on Jatropha curcas**. Available Source: <http://www.fact-fuels.org>, March 27, 2006.
- Saxena, R.C., D.K. Adhikari and H.B. Goyal. 2009. Biomass-based energy fuel through biochemical routes: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 13: 167-178.
- 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. Pruning intensity modifies canopy microclimate, and influences sex ratio, malformation incidence and development of fruited panicles in 'Amarapali' mango (*Mangifera indica* L.). **Scientia Hort.** 109: 118-122.
- Sharma, R.R. and R. Singh. 2006b. Effect of pruning intensity on light penetration and leaf physiology in Amrapali mango trees under high-density planting. **Topical Sci.** 45: 1619.
- Shashidhar, T.R., G.S. Sulikeri and V.D. Gasti. 1997. Effect of different spacing and nitrogen levels on growth attributes and the dry matter production of turmeric (*Curcuma longa* L.) cv. Amalapuram Mysore. **J. Agric. Sci.** 31(3): 225-229.
- 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.
- Shu, Z.H. and T.F. Sheen. 1987. Floral induction in axillary buds of mango (*Mangifera indica* L.) as affected by temperature. **Scientia Hort.** 31: 81-87
- Sudheer, S. 2008. **Biotechnology for Improved Planting Material and Planttation.** (Computer Program). *Jatropha* Conference world. Centre for Management Technology. Jakarta, Indonesia.
- Teskey, R.O., B.C. Bongarten, B.M. Cregg, P.M. Dougherty and T.C. Hennessey. 1987. Physiology and genetics of tree growth response to moisture and temperature stress: an examination of the characteristics of loblolly pine (*Pinus taeda* L.). **Tree Physiol.** 3: 41-61.
- Vinijsakulthai, K. and S. Chinawong. 2007. Studies on the pruning effect to growth and yield of Physic nut (*Jatropha curcus*), pp. 12. In **The 2nd JKT Student Exchange Seminar "Interaction between Plant and Environment"**. University of Tsukuba, Japan.

Yang, Y., Z. Ouyang, Y. Yang and X. Liu. 2008. Simulation of the effect of pruning and topping on cotton growth using COTTON2K model. **Field Crops Res.** 106: 126-137.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 Chemical, physical and fuel parameters of *Jatropha curcas* oil, methyl esters and ethyl esters.

Parameter	Unit	<i>Jatropha</i> oil	Methyl esters of <i>Jatropha</i> oil	Ethyl esters of <i>Jatropha</i> oil
Density at 15°C	g/cm	3 0.920	0.879	0.886
Viscosity at 30°C	cSt	52	4.84	5.54
Flash point	°C	240	191	190
Neutralization number	mg KOH/g	0.92	0.24	0.08
Sulfated ash	% weight	-	0.014	-
Cetane number ^a	-	-	51	59
Conradson carbon residue ^b	% weight	-	0.02	50.018
Methyl (ethyl) ester content	% weight	-	99.6	99.3
Monoglycerides	% weight	not detected	0.24	0.55
Diglycerides	% weight	2.7	0.07	0.19
Triglycerides	% weight	97.3	not detected	not detected
Methanol	% weight	-	0.06	0.05
Water ^c	% weight	0.07	0.16	0.16
Free glycerol	% weight	-	0.015	not detected
Total glycerol ^d	% weight	-	0.088	0.17
Phosphorus	ppm	290	17.5	17.5
Calcium	ppm	56	6.1	4.4.
Magnesium	ppm	103	1.4	0.8
Iron	ppm	2.4	0.9	0.3

a = ISO 5165, b = the Conradson Carbon Residue (CCR) was determined using 10.0 g of the original sample, c = the water content is limited by the definition: free from separated water and d = sum of free and bonded glycerol

ที่มา: Foidl และ กณะ (1996)

ตารางผนวกที่ 2 Oil content and Yields of *Jatropha* compared with oil plant.

	Oil content (%)	Yields (kg rai ⁻¹)
Palm oil	20-25	3,000
Coconut	33.49	1,500
<i>Jatropha</i> oil	25-30	800
Soybean oil	20	200-400

ตารางผนวกที่ 3 Pesticidal properties of various seed extracts.

Insect	Pest of	Preparation	Reference
<i>Helicoverpa armigera</i>	cotton	acetone extract of seeds	Solsoloy et al. (1987)
		aqueous extract from oil	Solsoloy (1993)
		seed oil	Solsoloy (1995)
<i>Aphis gossypii</i>	cotton	aqueous extract from oil	Solsoloy (1993)
		seed oil	Solsoloy (1995)
<i>Pectinophora gossypiella</i>	cotton	aqueous extract from seed oil	Solsoloy (1993)
<i>Empoasca biguttula</i> (syn. <i>Amrasca biguttula</i>)	cotton	seed oil	Solsoloy (1995)
<i>Phthorimaea operculella</i>	potato	seed oil	Shelke et al. (1985)
<i>Callosobruchus maculatus</i>	pulse	seed oil	Jadhav and Jadhav (1984)
<i>Callosobruchus chinensis</i>	mungbean	seed oil	Solsoloy (1995)
<i>Sitophilus zeamays</i>	corn	seed oil	Solsoloy (1995)
<i>Manduca sexta</i>	-	phorbol esters	Sauerwein et al. (1993)
<i>Sesamia calamistis</i>	sorghum	oil and phorbol esters	Henning (1994)

ที่มา: Heller, 1996

ตารางผนวกที่ 4 Fatty acid content of oil plant compared with *Jatropha* oil.

A. saturated	coconut oil	palm kernel oil	palm oil	soybean oil	<i>Jatropha</i> oil
C6:0 Caproic	0.50	0.30	-	-	0.1
C8:0 Caprylic	8.00	3.90	-	-	-
C10:0 Capric	7.00	4.00	-	-	-
C12:0 Lauric	48.00	49.60	0.30	-	-
C14:0 Myristic	17.00	16.00	1.10	0.10	0.1
C16:0 Palmitic	9.00	8.00	45.20	10.50	-
C18:0 Stearic	2.00	2.40	4.70	3.20	7.3
C20:0 Arachidic	0.10	0.10	0.20	0.20	-
B. unsaturated					
C16:1 Palmitoleic	0.10	-	-	-	14.35
C18:1 Oleic	6.00	13.70	38.8	22.30	39.5
C18:2 Linoleic	2.30	2.00	9.40	54.50	37.3
C18:3 Linolenic	-	-	0.30	8.30	0.2
C20:4 Arachidonic	-	-	-	0.90	0.3
% Unsaturated	8.40	15.70	48.50	90.80	-

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ดินของแปลงทดลองสับค้ำของการทดลองที่ 1

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH ดิน:น้ำ, 1:1)	7.05
ค่าการนำไฟฟ้าหรือค่าความเค็มของดิน (EC _s , dS/m)	2.24
ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter, %)	1.52
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail.P, mg/kg)	70.07
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Exch.K, mg/kg)	195.2
ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (Exch.Ca, mg/kg)	1254.3
ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (Exch.Mg, mg/kg)	170.9
ความหมายของค่าวิเคราะห์	
<p>ระยะปลูก 2×2 เมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินเป็นกรดเล็กน้อยกลาง มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือเป็นดินไม่เค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูง มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูง</p>	

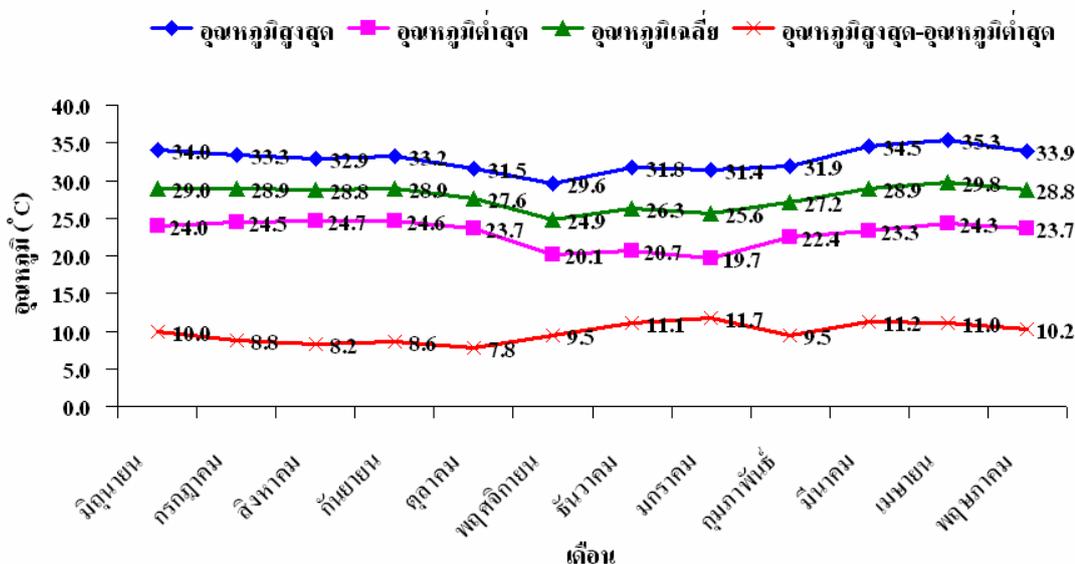
ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ดินของแปลงทดลองสับดูค่าของการทดลองที่ 2 ในระยะปลูก 2×2
2×3 และ 3×3 เมตร

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้		
	ระยะปลูก		
	2×2 เมตร	2×3 เมตร	3×3 เมตร
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH ดิน:น้ำ, 1:1)	7.15	7.03	7.26
ค่าการนำไฟฟ้าหรือค่าความเค็มของดิน (EC _s , dS/m)	1.12	3.24	0.96
ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter, %)	1.09	1.74	2.20
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail.P, mg/kg)	46.03	65.07	162.7
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Exch.K, mg/kg)	91.49	206.3	171.9
ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (Exch.Ca, mg/kg)	1054.5	1778.6	1642.8
ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (Exch.Mg, mg/kg)	122.3	189.9	237.8
ความหมายของค่าวิเคราะห์			
ระยะปลูก 2×2 เมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินเป็นกรดเล็กน้อยกลาง มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือเป็นดินไม่เค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูง มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูง			
ระยะปลูก 2×3 เมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินเป็นกลาง มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือเป็นดินไม่เค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงมาก มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูง มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูง			
ระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินเป็นกลาง มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือเป็นดินไม่เค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงมาก มีปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูง มีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูง			

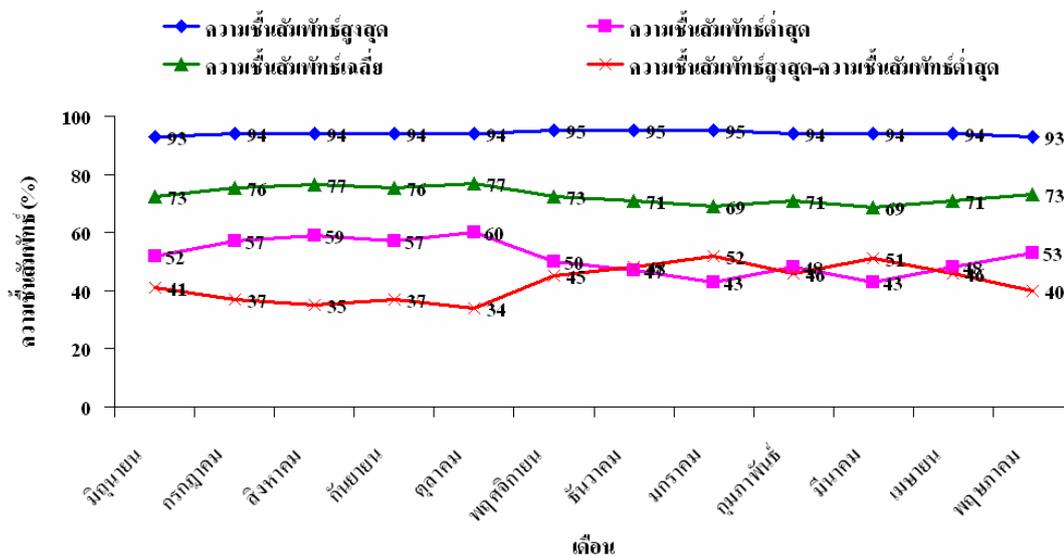
ตารางผนวกที่ 7 Biomass with heating values.

Biomass	Biomass Residue yield (t ha ⁻¹ year ⁻¹)	Heating value (MJ dry kg ⁻¹)
Rapeseed	–	26.7
Safflower seeds	–	23.9
Forest residue	–	19.5
Olive kernels	64.0	18.9
Almond branches	6.21	18.4
Wheat straw	2.97	17.9
Cotton seed residue	–	16.9
Ptolemaists lignite	–	16.9
Rice straw	4.52	16.8
Hazelnut shell	–	15.4
<i>Jatropha curcas</i>	6.9-13.8	14.8

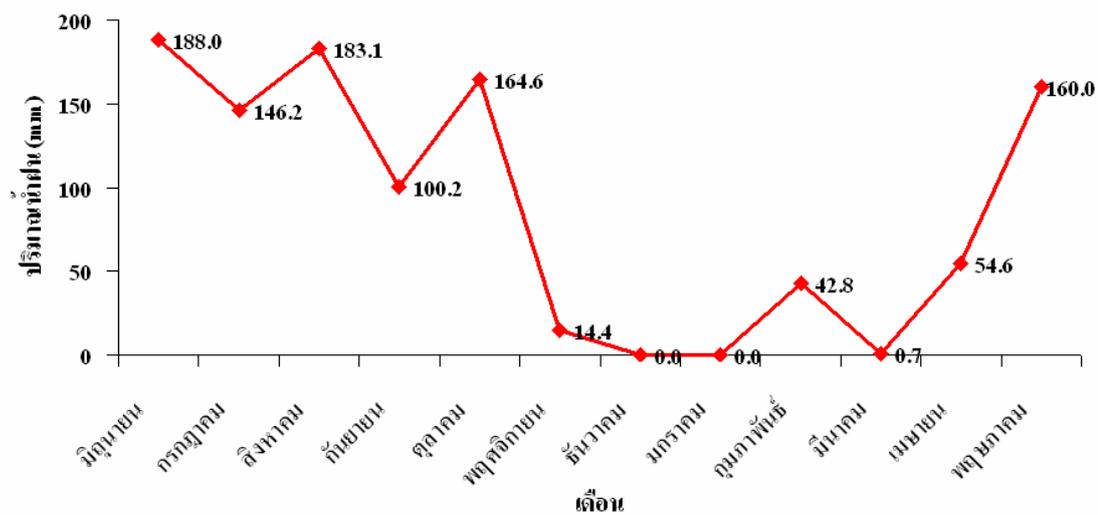
ที่มา: ดัดแปลงจาก Saxena และ คณะ (2009)



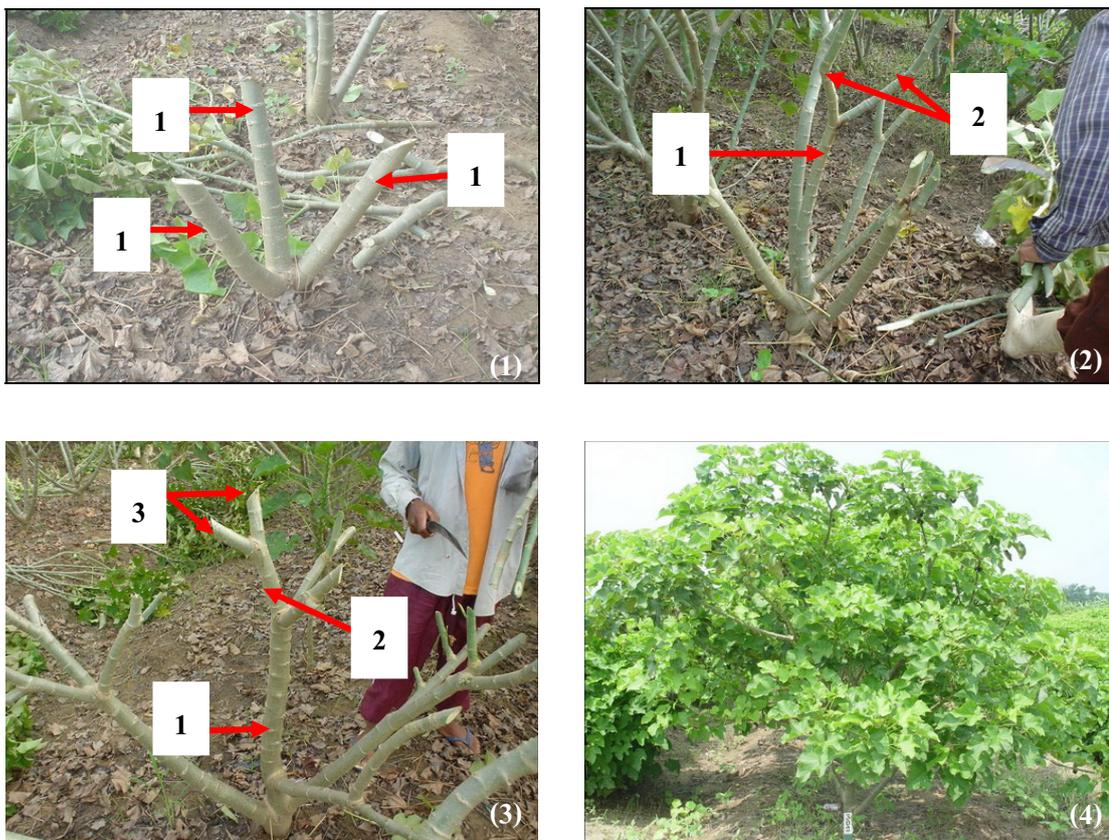
ภาพผนวกที่ 1 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนระหว่างทำการทดลอง (มิถุนายน 2550-พฤษภาคม 2551) ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม



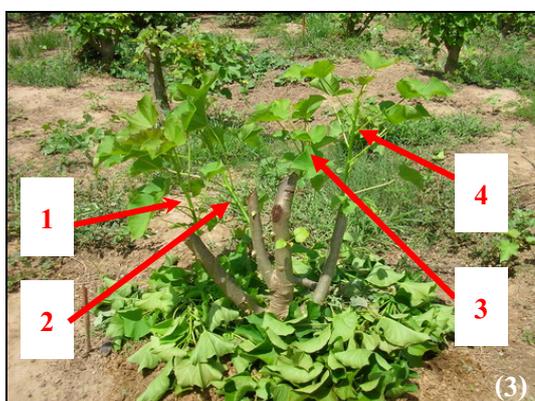
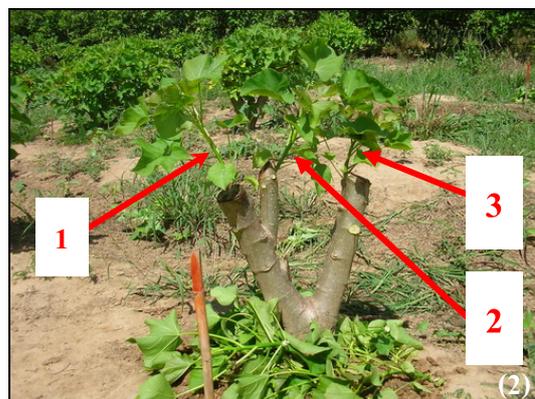
ภาพผนวกที่ 2 ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในแต่ละเดือนระหว่างทำการทดลอง (มิถุนายน 2550-พฤษภาคม 2551) ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม



ภาพผนวกที่ 3 ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือนระหว่างทำการทดลอง
(มิถุนายน 2550-พฤษภาคม 2551) ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม



ภาพผนวกที่ 4 วิธีการตัดแต่งกิ่งต้นสบูดำในการทดลองที่ 1 (1) ตัดแต่งกิ่งหลักที่ชิดกับลำต้น (pruned down at primary scaffold) (2) ตัดส่วนแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น (pruned down at secondary scaffold) (3) ตัดส่วนแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น (pruned down at tertiary scaffold) และ (4) ไม่ตัดแต่งกิ่ง (unpruned หรือ control)



ภาพผนวกที่ 5 การไว้กิ่งต้นสับปุดาหลังตัดแต่งกิ่ง 30-45 วัน ของการทดลองที่ 2

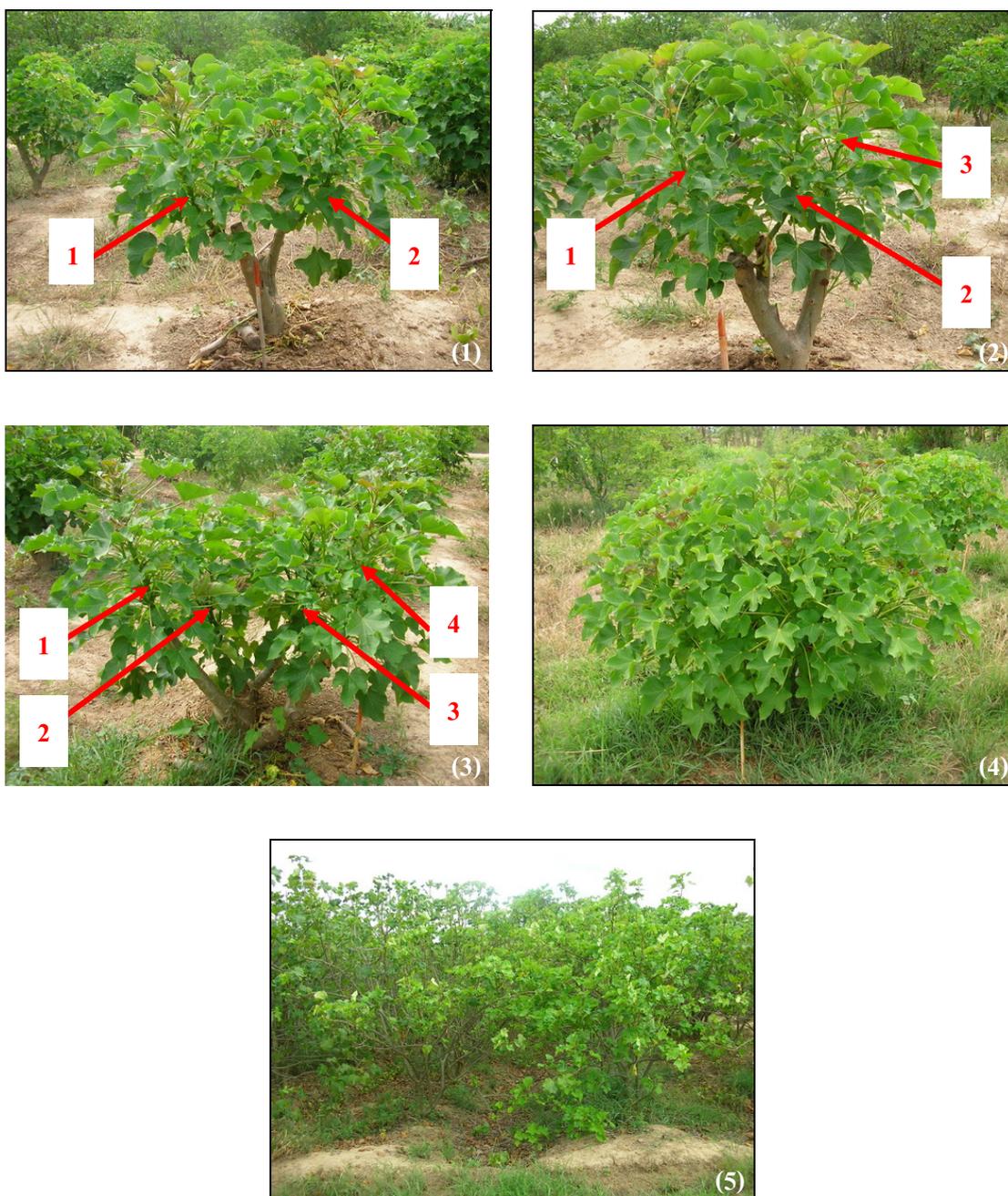
หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่ง 1 เดือน

(1) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น

(2) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น

(3) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น

(4) การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยให้ยิสระ และ (5) การไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)



ภาพผนวกที่ 6 การไว้ยอดต้นस्पูด้าหลังตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน ในการทดลองที่ 2

- (1) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น
- (2) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น
- (3) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น
- (4) การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระ
- (5) การไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)



ภาพผนวกที่ 7 การวัดปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มต้นสบู่ดำ



ภาพผนวกที่ 8 ลักษณะของดอกสบู่ดำ (1) ดอกเพศผู้ และ (2) ดอกเพศเมีย



ภาพผนวกที่ 9 ต้นสนุ่นดำที่มีอายุ 2 ปี โดยไม่ได้ตัดแต่งกิ่ง

(1) ระยะปลูก 2×2 เมตร

(2) ระยะปลูก 2×3 เมตร

(3) ระยะปลูก 3×3 เมตร



ภาพผนวกที่ 10 ลักษณะของการแตกกิ่งหลักที่ออกจากบริเวณรอยตัดของต้นสนุ่นดำ
 ในระยะปลูก 2×2 เมตร หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่ง 12 เดือน
 (1) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น
 (2) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น
 (3) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น
 (4) การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยให้อิสระ และ (5) การไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)



ภาพผนวกที่ 11 ลักษณะของการแตกกิ่งหลักที่ออกจากบริเวณรอยตัดของต้นสนุ่นดำ
 ในระยะปลูก 2×3 เมตร หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่ง 12 เดือน
 (1) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น
 (2) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น
 (3) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น
 (4) การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยให้อิสระ และ (5) การไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)



ภาพผนวกที่ 12 ลักษณะของการแตกกิ่งหลักที่ออกจากบริเวณรอยตัดของต้นสนุ่นดำ

ในระยะปลูก 3×3 เมตร หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไว้กิ่ง 12 เดือน

(1) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น

(2) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น

(3) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น

(4) การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยให้ยิสระ และ (5) การไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)



ภาพผนวกที่ 13 ต้นสนุ่นดำในระยะปลูกต่าง ๆ หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่ง 12 เดือน

- (1) ระยะปลูก 2×2 เมตร
- (2) ระยะปลูก 2×3 เมตร
- (3) ระยะปลูก 3×3 เมตร
- (4) ระยะปลูกที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง (control)



ภาพผนวกที่ 14 ต้นสบู่ดำในระยะปลูก 2×2 เมตร หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่ง 12 เดือน

- (1) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น
- (2) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น
- (3) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น
- (4) การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระ
- (5) การไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)



ภาพผนวกที่ 15 ต้นสบู่ดำในระยะปลูก 2×3 เมตร หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่ง 12 เดือน

- (1) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น
- (2) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น
- (3) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น
- (4) การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระ
- (5) การไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)



ภาพผนวกที่ 16 ต้นสบู่ดำในระยะปลูก 3×3 เมตร หลังตัดแต่งกิ่งร่วมกับระดับการไถ่กิ่ง 12 เดือน

- (1) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 2 กิ่งต่อต้น
- (2) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 3 กิ่งต่อต้น
- (3) การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไถ่กิ่ง 4 กิ่งต่อต้น
- (4) การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระ
- (5) การไม่ตัดแต่งกิ่ง (control)



ภาพผนวกที่ 17 ขั้นตอนการหาน้ำหนักชีวมวลของต้นสับู่ดำ

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายอนุวัฒน์ กำแพงแก้ว
วัน เดือน ปี ที่เกิด	22 มกราคม 2525
สถานที่เกิด	22 หมู่ 4 ตำบลสัมปทวน อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการวิจัยและพัฒนาสับดูดำ แบบบูรณาการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสับดูดำ ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	นำเสนอภาคโปสเตอร์ เรื่อง การตัดแต่งกิ่งและการจัดการ ธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตของสับดูดำ ใน การประชุมวิชาการ สับดูดำแห่งชาติครั้งที่ 1 (พ.ศ.2550)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนอัมพร สุวรรณเมฆ (พ.ศ.2550)