



วิทยานิพนธ์

ศึกษารูปแบบวิธีการปลูกและระยะปลูกที่เหมาะสม
ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ

STUDY ON PLANTING METHODS AND SPACING ON
GROWTH AND YIELD OF PHYSIC NUT (*Jatropha Curcas* L.)

นายวิฑูรย์ ใจฟ่อง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชไร่นา

พืชไร่นา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ศึกษารูปแบบวิธีการปลูกและระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ

Study on Planting Methods and Spacing on Growth and Yield of Physic nut

(*Jatropha curcas* L.)

นายผู้วิจัย นายวิฑูรย์ ใจผ่อง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์สมบัติ ชินะวงศ์, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ทศพล พรพรม, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์รัชชัย มาลา, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สนธิชัย จันทน์เปรม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ศึกษารูปแบบวิธีการปลูกและระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ

Study on Planting Methods and Spacing on Growth and Yield of Physic nut (*Jatropha curcas* L.)

โดย

นายวิฑูรย์ ใจพ่อง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2551

วิฑูรย์ ใจผ่อง 2551: ศึกษารูปแบบวิธีการปลูกและระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดำ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่ ภาควิชา ภาควิชาการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์สมบัติ ชินะวงศ์, Ph.D. 123 หน้า

การศึกษารูปแบบวิธีการปลูกและระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดำ ได้ดำเนินการทดลองในระหว่างเดือน สิงหาคม 2548-กันยายน 2549 โดยการทดลองการศึกษารูปแบบวิธีการปลูกที่เหมาะสม ณ แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่ ภาควิชาเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยศึกษารูปแบบการปลูก 4 วิธี คือ การปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง การปลูกด้วยกิ่งสับดำลงแปลงปลูกโดยตรง การปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด และการปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำ ด้วยระยะปลูก 2×2 เมตร (400 ต้นต่อไร่) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) การทดลองการศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมของสับดำ ทำการทดลองทั้งหมด 3 สถานที่ คือ แปลงทดลองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม แปลงทดลองโครงการพัฒนาส่วนพระองค์ เขาหินซ้อน จังหวัดฉะเชิงเทรา และแปลงทดลองสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี จังหวัดเพชรบุรี โดยทำการศึกษารูปแบบการปลูกทั้งหมด 5 ระยะปลูก คือ 1×1 เมตร (1,600 ต้นต่อไร่) 1×2 เมตร (800 ต้นต่อไร่) 2×2 เมตร (400 ต้นต่อไร่) 2×3 เมตร (267 ต้นต่อไร่) และ 3×3 เมตร (178 ต้นต่อไร่) ปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ผลการทดลอง การศึกษารูปแบบวิธีการปลูกที่เหมาะสม พบว่า การปลูกด้วยกิ่งสับดำลงแปลงปลูกโดยตรง ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุด เท่ากับ 838.21 กรัมต่อต้น หรือ 335.28 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด ให้ผลผลิตน้ำหนัสดินแห้งเฉลี่ยของสับดำสูงที่สุด เท่ากับ 9.29 กิโลกรัมต่อต้น หรือ 3,716.00 กิโลกรัมต่อไร่ การทดลองการศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสม พบว่า แปลงทดลองทั้ง 3 สถานที่ สับดำที่ปลูกด้วยระยะปลูก 3×3 เมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุด โดยแปลงทดลองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีน้ำหนักรวมผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น เท่ากับ 491.03 กรัมต่อต้น หรือ 87.40 กิโลกรัมต่อไร่ แปลงทดลองโครงการพัฒนาส่วนพระองค์ เขาหินซ้อน มีน้ำหนักรวมผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น เท่ากับ 240.01 กรัมต่อต้น หรือ 42.72 กิโลกรัมต่อไร่ และแปลงทดลองสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี มีน้ำหนักรวมผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น เท่ากับ 99.92 กรัมต่อต้น หรือ 17.78 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อคำนวณผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ไร่ พบว่า สับดำที่ปลูกด้วย ระยะปลูก 1×1 เมตร ในแปลงทดลองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และแปลงทดลองสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี ให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด เท่ากับ 209.84 และ 91.87 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยที่แปลงทดลองโครงการพัฒนาส่วนพระองค์ เขาหินซ้อน สับดำที่ปลูกด้วยระยะปลูก 1×2 เมตร ให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด เท่ากับ 122.20 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ผลผลิตน้ำหนักรวมต่อพื้นที่ พบว่า แปลงทดลอง ทั้ง 3 สถานที่ ระยะปลูก 1×1 เมตร ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมต่อพื้นที่สูงที่สุด คือ 10,976.00 6,496.00 และ 5,360.00 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

Witoon Jaipong 2008: Study on Planting Methods and Spacing 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. 123 pages.

Study on planting methods and spacing on growth and yield of Physic nut (*Jatropha curcas* L.).

This study has 2 experiments, i.e. studies on different methods of planting and studies on different spacing of planting were carried out during August 2005–September 2006. First experiment was consisted of 4 methods, i.e. direct seeding (DS), direct planting of cutting (DC), transplanting of seedling (TS), and transplanting of cutting (TC) the experiment were carried out at research field of Agronomy department Kasetsart University at Kamphaengsaen campus Nakhon Pathom province. Second experiment was study on different spacing of planting, i.e. 1×1 m (1,600 plants/rai), 1×2 m (800 plants/rai), 2×2 m (400 plants/rai) 2×3 m (267 plants/rai), and 3×3 m (178 plants/rai) which were conducted in Completely Randomized Design (CRD) in 3 locations in Kasetsart University at Kamphaengsaen campus Nakhon Pathom, H.M. private development project at Chachoeng Sao, and The Chaipathana foundation at Phetchaburi provinces. The result of the study on different methods of planting showed that planting with direct planting of cutting had higher yield per plant of 838.21 g/plant and yield per rai of 335.28 kg/rai than other methods while planting by transplanting of seedling had highest dry weight was 9.29 kg/plant or 3,716.00 kg/rai. The result of planting with different spacing in 3 locations, Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi provinces, showed that planting with 3×3 m have highest yield in all locations which were 491.03, 240.01, and 99.92 g/plant respectively but the yield per area was best with the planting with 1×1 m spacing at Nakhon Pathom and Phetchaburi provinces of 209.84 and 91.87 kg/rai respectively, while the location in Chachoeng Sao province, the spacing of 1×2 m gave the highest yield of 122.20 kg/rai. The dry weight of plant with 1×1 m spacing were highest among other spacing with was 10,976.00 kg/rai in Nakhon Pathom province, 6,496.00 kg/rai in Chachoeng Sao province and 5,360.00 kg/rai in Phetchaburi province.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ชินะวงศ์ ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรม กรรมการวิชาเอก รองศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย มาลา
กรรมการวิชาการ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการศึกษา และการทำการวิจัย ตลอดจนแก้ไขและ
เรียบเรียงวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุลภาค คุ่นวงศ์
ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาเพื่อความสำเร็จของวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณพ่อ คุณแม่ ครู อาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนตลอดจนประสิทธิ์
ประสาทวิชาความรู้

ขอขอบคุณ ทีมงานโรงเรียนสบูดำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คุณศศิประภา มาราช
คุณศิริชัย สาธุวิจารณ์ คุณปิยวัฒน์ ทรงกระสินธุ์ คุณพัชรา พลเสน ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ
ภาควิชาพืชไร่นา ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

วิฑูรย์ ใจผ่อง

เมษายน 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	19
อุปกรณ์	19
วิธีการ	20
สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง	33
ผลและวิจารณ์	34
สรุปและข้อเสนอแนะ	103
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	106
ภาคผนวก	111
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	123

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	Characteristic of growth of Physic nut with planted by different methods of planting at 180 days after planting	36
2	Date of 50% flowering of Physic nut with planted by different methods of planting	37
3	Yield components and seed yield with planted by different methods of planting at 180 days after planting	40
4	Characteristic of growth of Physic nut with planted by different methods of planting at 360 days after planting	42
5	Yield components and seed yield with planted by different methods of planting at 360 days after planting	46
6	Dry weight of each Physic nut part with planted by different methods of planting at 360 days after planting	48
7	Total yield and total dry weight of Physic nut with planted by different methods of planting at 360 days after planting	49
8	Characteristic of growth of Physic nut with different spacing of planting at 180 days after planting at Nakhon Pathom province	53
9	Date of 50% flowering of Physic nut with planted by different spacing of planting at Nakhon Pathom province	55
10	Yield components and seed yield with planted by different spacing of planting at 180 days after planting at Nakhon Pathom province	57
11	Characteristic of growth of Physic nut with different spacing of planting at 360 days after planting at Nakhon Pathom province	60
12	Yield components and seed yield with planted by different spacing of planting at 360 days after planting at Nakhon Pathom province	62
13	Dry weight of each Physic nut part with planted by different spacing of planting at 360 days after planting	64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	Total yield and total dry weight of Physic nut with planted by different spacing of planting at 360 days after planting	65
15	Characteristic of growth of Physic nut with different spacing of planting at 180 days after planting at Chachoeng Sao province	68
16	Date of 50% flowering of Physic nut with planted by different spacing of planting at Chachoeng Sao province	70
17	Yield components and seed yield with planted by different spacing of planting at 180 days after planting at Chachoeng Sao province	72
18	Characteristic of growth of Physic nut with different spacing of planting at 360 days after planting at Chachoeng Sao province	74
19	Yield components and seed yield with planted by different spacing of planting at 360 days after planting at Chachoeng Sao province	76
20	Dry weight of each Physic nut part with planted by different spacing of planting at 360 days after planting at Chachoeng Sao province	77
21	Total yield and total dry weight of Physic nut with planted by different spacing of planting at 360 days after planting	78
22	Characteristic of growth of Physic nut with different spacing of planting at 180 days after planting at Phetchaburi province	82
23	Date of 50% flowering of Physic nut with planted by different spacing of planting at Phetchaburi province	83
24	Yield components and seed yield with planted by different spacing of planting at 180 days after planting at Phetchaburi province	85
25	Characteristic of growth of Physic nut with different spacing of planting at 360 days after planting at Phetchaburi province	87
26	Yield components and seed yield with planted by different spacing of planting at 360 days after planting at Phetchaburi province	89

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
27	Dry weight of each Physic nut part with planted by different spacing of planting at 360 days after planting at Phetchaburi province	90
28	Total yield and total dry weight of Physic nut with planted by different spacing of planting at 360 days after planting at Phetchaburi province	92
29	Soil physical properties from Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi provinces at depth of 0-20, 20-60, and 60-100 cm	95
30	Soil chemical properties in from Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi provinces at depth of 0-20, 20-60, and 60-100 cm	95
31	Soil chemical properties from Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi provinces at depth of 0-20, 20-60, and 60-100 cm	96
32	Total yield comparision from 3 locations from Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi provinces	100
ตารางผนวกที่		
1	Plant uptake analysis compare with 3 locations at 360 days after planting from Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi provinces	112
2	Weather in each month at Kasetsart University at Kamphaengsean campus Nakhon Pathom province	112
3	Weather in each month at H.M. private development project Chachoeng Sao province	113
4	Weather in each month at The Chaipatthana foundation Phetchaburi province	113

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	Characteristic of root planted by different methods	44
2	Comparision of average yield g/plant from 3 locations Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi province	99
3	Total yield (kg/rai) comparision from 3 locations Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi province	100

ภาพผนวกที่

1	Annual yield of Physic nut from different methods of planting at Kasetsart University Kamphaengsean campus Nakhon Pathom province	114
2	Annual yield of Physic nut planted with different spacing at Kasetsart University Kamphaengsean campus Nakhon Pathom province	114
3	Annual yield of Physic nut planted with different spacing at H.M. private development project Chachoeng Sao province	115
4	Annual yield of Physic nut planting with different spacing at The Chaipatthana foundation Phetchaburi province	115
5	Planting with direct seeding	116
6	Physic nut stem prepare for planting with direct cutting	116
7	Seedling in polyethylene bags before transplanting	117
8	Cutting in polyethylene bags before transplanting	117
9	Physic nut field planted with different methods of planting	118
10	Physic nut field planted with different spacing of planting, i.e. 1×1 1×2 and 2×2 m at Nakhon Pathom province	118
11	Physic nut field planted with different spacing of planting, i.e. 2×3 and 3×3 m at Nakhon Pathom province	119
12	Physic nut field planting with different spacing of planting, i.e. 1×1 1×2 and 2×2 m at Chachoeng Sao province	119

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

DS	= direct seeding
DC	= direct planting of cutting
TS	= transplanting of seedling
TC	= transplanting of cutting
DAP	= day after planting

ศึกษารูปแบบวิธีการปลูกและระยะปลูกที่เหมาะสม ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ

Study on Planting Methods and Spacing on Growth and Yield of Physic nut (*Jatropha curcas* L.)

คำนำ

ประเทศไทยถือเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ยังอยู่ในอาชีพเกษตรกรรม ดังนั้นพลังงานทดแทนชีวภาพจึงเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่น่าจะมีศักยภาพของประเทศ ในอนาคต เช่น พืชพลังงาน ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มพืชผลิตเอทานอล เช่น อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวฟ่างหวาน กลุ่มพืชผลิตไบโอดีเซล เช่น ปาล์มน้ำมัน สบู่ดำ ทานตะวัน กลุ่มพืชผลิตชีวมวล เช่น ไม้โตเร็วต่าง ๆ นอกจากนี้ยังสามารถผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือใช้ และมูลสัตว์ต่าง ๆ อย่างไรก็ดีตามกระบวนการแปรรูปจากวัตถุดิบที่ได้จากภาคการเกษตรยังคงต้องใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและคุณภาพของผลผลิตที่ได้ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นปัญหาในทางปฏิบัติ ในระดับชุมชนในท้องถิ่น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาคัดแปลงเทคโนโลยีให้เหมาะสม รวมทั้ง การสอดคล้องความเหมาะสมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการง่ายต่อการยอมรับและพัฒนา พร้อมกับสร้างความยั่งยืน

ในบรรดาพืชพลังงานทดแทนที่ใช้เพื่อผลิตเป็นไบโอดีเซลนั้น พบว่า สบู่ดำ น่าจะเป็นพืชหนึ่งที่มีศักยภาพและเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกร โดยเห็นว่าสบู่ดำมีข้อดีอยู่หลายประการที่ควรได้รับการพิจารณา คือ เป็นพืชที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยนานกว่า 200 ปี เป็นพืชที่คุ้นเคยของเกษตรกรในท้องถิ่น เป็นพืชที่พบว่าสามารถปลูกได้ในทุกสภาพพื้นที่ ทนต่อสภาพดินอุดมสมบูรณ์ ด่ำ ทนแล้ง และโตเร็ว อีกทั้งผลผลิตที่ได้ยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นน้ำมันได้ง่ายโดยใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ไม่ซับซ้อน และของเหลือจากสบู่ดำสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับสบู่ดำ เช่น กากที่เหลือจากการหีบน้ำมันสามารถนำมาผลิตเป็นปุ๋ยซึ่งมีไนโตรเจนสูงถึง 3.94 เปอร์เซ็นต์ และให้ค่าความร้อนสูงถึง 4,496 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ซึ่งสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งหรือเชื้อเพลิงชีวมวลที่ให้ค่าความร้อนสูงได้ดี ถำต้นสามารถนำมาผลิตกระดาษ และไม้ปาร์ติเคิลบอร์ดที่มีคุณภาพเทียบเท่ากับวัสดุทั่วไปที่ใช้ผลิตได้ (สมบัติ, 2550)

ปัญหาในการปลูกสับดำในประเทศไทย คือ การส่งเสริมการปลูกที่ขาดข้อมูลที่ถูกต้องหรือการใช้ข้อมูลที่อ้างอิงมาจากประเทศอื่น ซึ่งอาจไม่เหมาะสมกับการปลูกสับดำในประเทศไทย เช่น รูปแบบวิธีการปลูกที่เหมาะสม หรือการกำหนดระยะปลูกที่เหมาะสม ซึ่งเป็นคำถามที่เกษตรกรให้ความสนใจกันมาก รวมทั้งการจัดการด้านเขตกรรมต่าง ๆ ที่จะเป็นการส่งเสริมให้สับดำมีการเจริญเติบโตและผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าหากจะมีการส่งเสริมให้สับดำเป็นพืชพลังงานทดแทนในอนาคต ควรมีการเตรียมการในเรื่องขององค์ความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสับดำโดยเฉพาะในเรื่องของการเขตกรรม ซึ่งเป็นเรื่องที่เกษตรกรเข้าใจได้ง่ายและสามารถนำไปใช้ได้จริง ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญในเรื่อง การปลูกและรูปแบบวิธีการปลูกที่เหมาะสม ในแต่ละท้องถิ่น เนื่องจากสับดำเป็นพืชที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีอายุยืน ดังนั้น ควรมีการเตรียมการด้านนี้เพื่อความสะดวกในการจัดการและสามารถรองรับเครื่องจักร และเครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ ที่อาจมีการนำมาใช้ในแปลง อีกทั้งสามารถเข้าไปจัดการในแปลงปลูกด้านต่าง ๆ ได้สะดวกมากยิ่งขึ้นในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. ศึกษารูปแบบวิธีการปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ
2. ศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำใน 3 พื้นที่
คือ พื้นที่แปลงทดลองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
พื้นที่แปลงทดลองโครงการพัฒนาส่วนพระองค์เขาหินซ้อน อำเภอนมสามัคคี จังหวัดฉะเชิงเทรา
และพื้นที่แปลงทดลองสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี อำเภอลำลูกเกด จังหวัดเพชรบุรี

การตรวจเอกสาร

สบู่ดำ

1. ความสำคัญของสบู่ดำกับการพัฒนาพลังงานทดแทน

ความสำคัญของพลังงานเป็นที่ยอมรับว่าเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคมและการเมืองของประชาคมในทั่วโลกซึ่งมีตัวอย่างปรากฏให้เห็นอย่างต่อเนื่องตลอดมา เช่น วิกฤตของพลังงานที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแหล่งพลังงานนั้นมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยในช่วงเวลาที่ผ่านมามากมาย ดังนั้น รัฐบาลจึงมีความมุ่งมั่นและกำหนดนโยบายในการหาแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อใช้ในอนาคต ดังจะเห็นจากโครงการที่เสนอและได้รับการสนับสนุนให้มีการพัฒนาค้นคว้าและวิจัยพลังงานทดแทนจากภาคส่วนต่าง ๆ เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานชีวมวล เป็นต้น

ประเทศไทยถือเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ยังอยู่ในอาชีพเกษตรกรรม ดังนั้นพลังงานทดแทนชีวมวลถือเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่น่าจะมีศักยภาพของประเทศในอนาคต พืชพลังงาน สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มพืชผลิตเอทานอล เช่น อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวฟ่างหวาน กลุ่มพืชผลิตไบโอดีเซล เช่น ปาล์มน้ำมัน สบู่ดำ ทานตะวัน กลุ่มพืชผลิตชีวมวล เช่น ไม้โตเร็วต่าง ๆ ในบรรดาพืชพลังงานทดแทนที่ใช้เพื่อผลิตเป็นไบโอดีเซลนั้น พบว่า สบู่ดำ น่าจะเป็นพืชหนึ่งที่มีศักยภาพและเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกร โดยเห็นว่าสบู่ดำมีข้อดีอยู่หลายประการที่ควรได้รับการพิจารณา คือ เป็นพืชที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยนานกว่า 200 ปี น่าจะมีการคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติที่คงที่ และเป็นพืชที่คุ้นเคยของเกษตรกรในท้องถิ่น เป็นพืชที่พบว่าสามารถปลูกได้ในทุกสภาพพื้นที่ ทนต่อสภาพดินอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทนแล้ง และโตเร็ว แต่อย่างไรก็ตามข้อเสียที่เป็นจุดสำคัญหลักของพืชสบู่ดำ คือ ผลผลิตเมล็ดต่อต้นต่ำ และผลผลิตสูงต่ำขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความอุดมสมบูรณ์ของน้ำหรือน้ำหนึ่งอาจพูดได้ว่าสบู่ดำเป็นพืชฤดูฝนจะไม่ให้ผลผลิตในฤดูแล้งหากปลูกในพื้นที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก แต่หากมีการจัดการน้ำที่ดีสามารถให้ผลผลิตต่อเนื่อง ตลอดปี เมื่อผลผลิตเมล็ดต่ำก็จะส่งผลกระทบต่อปริมาณการผลิตไบโอดีเซลต่ำทำให้ต้นทุนต่อลิตรของน้ำมันสูงขึ้นอาจไม่คุ้มค่าในเชิงเศรษฐกิจหรือเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้ยังมีลักษณะบางประการที่มีผลต่อต้นทุนการผลิต สบู่ดำ คือ การออกดอกและติดผลไม่พร้อมกัน และการสุกแก่ของผลในแต่ละช่อยังไม่พร้อมกันซึ่งการเก็บเกี่ยวต้องใช้แรงงานคนเก็บเป็นหลักจึงทำให้ต้นทุนในการเก็บเกี่ยวสูงมาก ดังนั้น กรณีที่แนะนำส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก

สบู่ดำแล้วเก็บเมล็ดสบู่ดำขายให้กับโรงงานผลิตน้ำมันไบโอดีเซลไม่น่าจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อเกษตรกรผู้ปลูก เนื่องจากผลผลิตและต้นทุนการผลิตดังกล่าวแล้วข้างต้น

แนวทางที่น่าจะเป็นผลดีต่อการพัฒนาสบู่ดำให้เป็นพืชพลังงานทดแทนและให้เกิดความยั่งยืนแก่ภาคผู้ผลิตวัตถุดิบหรือเกษตรกรนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวิจัยและพัฒนาสบู่ดำแบบบูรณาการและครบวงจร อย่างน้อยที่สุดให้ผลตอบแทนในเชิงเศรษฐกิจที่คุ้มค่าต่อการลงทุน เช่น สามารถใช้ประโยชน์หรือสร้างมูลค่าเพิ่มจากทุกภาคส่วนของสบู่ดำโดยไม่เฉพาะส่วนที่เป็นเมล็ดเพื่อผลิตไบโอดีเซลเพียงอย่างเดียว เช่น ส่วนของใบ ต้น เปลือกผล กากเมล็ด นำมาพัฒนาเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ เชื้อเพลิงชีวอาหารสัตว์ หรืออื่น ๆ ตามความต้องการของตลาด เช่น นำต้นไปทำเชื้อกระดาศ หรือไม้อัดได้ ดังนั้นการวิจัยเรื่องนี้จึงต้องการที่ดำเนินการเพื่อพัฒนาการปลูกสบู่ดำให้เป็นวิสาหกิจสบู่ดำชุมชน เป็นพลังงานทดแทนเพื่อเศรษฐกิจพอเพียงต่อไป (สมบัติ, 2549)

2. ประวัติความเป็นมาของสบู่ดำ

ระพีพันธุ์ และ สุขสันต์ (2525) รายงานว่า สบู่ดำ มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกากลางและทวีปแอฟริกาแถบตะวันตก ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาในทวีปเอเชียเมื่อประมาณ 200 ปีมาแล้วด้วยจุดประสงค์ที่จะสกัดเอาน้ำมันมาบริโภค แต่ก็บริโภคไม่ได้เพราะมีสารพิษพวก curcin หรือ curcasin และสารพวก resin (จเร, 2527) สบู่ดำ มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปแต่ละประเทศและแต่ละท้องถิ่น เช่น การเรียกชื่อสบู่ดำในประเทศต่าง ๆ ชาวจีน เรียกว่า หมาฟิงสู๊ ชาวญี่ปุ่น เรียกว่า นูราคิริ ชาวพม่า เรียกว่า เจ้ทซุ ชาวเขมร เรียกว่า ทะวอง และชาวมลายู เรียกว่า ยาเมา ส่วนการเรียกชื่อสบู่ดำในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ภาคกลาง เรียกว่า สบู่ดำ ภาคเหนือ เรียกว่า มะหุ้งฮั่ว ชาวเขา เรียกว่า ไท้ยู หรือ เกงยู ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียกว่า หมักเขา หรือ สี่หลอด ภาคใต้ เรียกว่า หงเทศ

นายระพีพันธุ์ ภาสบุตร ได้นำน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำมาทดลองใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล ผลการทดลองเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2523 ปรากฏว่า น้ำมันสบู่ดำเดินเครื่องยนต์ได้ดีกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นที่เคยทดลองมาก่อนหน้านี้ การทดลองใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซลครั้งนี้มี นายสุขสันต์ สุทธิผลไพบุลย์ นักวิชาการเกษตร 7 สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์อยู่ร่วมสังเกตการณ์ด้วยซึ่งทำให้ความสนใจช่วยหาเมล็ดสบู่ดำมาให้ทดลองและร่วมงานกับ นายระพีพันธุ์ ภาสบุตร ในเวลาต่อมา (ทวีศักดิ์, 2548)

งานวิจัยค้นค้ำสบู่ดำของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ต้องยุติลง เนื่องจากไม่มีงบประมาณดำเนินงานต่อ ในปี 2544 นายสุขสันต์ สุทธิผลไพบุลย์ อดีตผู้ตรวจราชการ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้นำข้อมูลเกี่ยวกับสบู่ดำเสนอไปยังสมาคมนิสิตเก่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งในขณะนั้น นายศิริ ชมชาญ เป็นนายกสมาคม ได้มองเห็นถึงความเป็นไปได้ในศักยภาพของน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสังคมโดยรวม จึงได้ให้การสนับสนุนและเผยแพร่ข้อมูลสถิติการใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซลให้เกษตรกรในท้องถิ่นต่าง ๆ ส่งผลให้เกษตรกรเริ่มตื่นตัวและให้ความสนใจสบู่ดำมากยิ่งขึ้น (ทวีศักดิ์, 2548)

ปัจจุบัน สบู่ดำกำลังเป็นพืชที่ถูกจับตามองจากทั่วโลกในการนำมาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล เนื่องจาก น้ำมันสบู่ดำมีคุณสมบัติที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับไบโอดีเซลชนิดอื่น ๆ และไม่สามารถนำมาบริโภคได้ จึงเป็นน้ำมันที่ไม่แข่งขันในเรื่องราคากับพืชอื่น อีกทั้งมีความต้องการทั้งภายในและภายนอกประเทศในปริมาณที่มาก แต่เนื่องจากสบู่ดำยังให้ผลผลิตต่ำ และประสบปัญหาในเรื่องของต้นทุนการผลิตที่สูงในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว ปัจจุบันจึงมีหน่วยงานหลายหน่วยงานให้ความสนใจและพยายามศึกษาวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว (สมบัติ, 2549)

3. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสบู่ดำ

สบู่ดำ มีชื่อสามัญว่า Physic nut หรือ Purging Nut จัดอยู่ในวงศ์เดียวกับยางพารา ละหุ่ง และมันสำปะหลัง (Family Euphorbiaceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha curcas* L.

ลักษณะทั่วไปเป็นไม้ขนาดกลาง สูงประมาณ 2-7 เมตร มีอายุไม่น้อยกว่า 20 ปี ต้นที่มีอายุ 1.5 ปี มีทรงพุ่มกว้างโดยเฉลี่ยประมาณ 2.00 เมตร ความสูงประมาณ 2.10 เมตร ลำต้นบริเวณปลายยอดและลำต้นส่วนที่มีอายุน้อยมีสีเขียวผิวเรียบไม่มีขน อวบน้ำแต่เปราะง่าย เมื่อมีอายุมากขึ้น ส่วนโคนของลำต้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมดำ ส่วนใหญ่ลำต้นจะเริ่มแตกทรงพุ่มทางด้านข้าง เมื่ออยู่เหนือผิวดิน 12-15 เซนติเมตร ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี ขึ้นได้ในดินลูกรังในดินทุรกันดาร หากปลูกในที่น้ำขังใบจะเหี่ยวและต้นเน่าง่าย (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525)

ใบ เป็นใบเดี่ยว (simple leaf) แผ่นใบเป็นแบบ palmately compound, orbicular cordate (broadly-ovate) คล้าย ๆ ใบพุดตาลหรือใบฝ้าย แต่หนากว่าเพราะมีไข (cutin) เคลือบอยู่ที่ผิวใบ ขอบใบเป็นแบบ entire มีรอยหยัก (lobe) ตื้นๆ ประมาณ 3-5 หยัก ฐานใบเป็นแบบ cordate ปลายใบเป็นแบบ mucronate ขกเว้นปลายใบตรงตำแหน่งรอยหยักตรงกลางเป็นแบบ acute การจัดเรียงตัว

ของเส้นใบเป็นแบบ palmately netted แผ่นใบมีสีเขียวใบไม้ ขนาดของแผ่นใบเฉลี่ยมีความยาวประมาณ 19.78 เซนติเมตร และมีความกว้างประมาณ 16.67 เซนติเมตร ใบสับดูมีส่วนของก้านใบเชื่อมติดกับส่วนของลำต้น ก้านใบมีสีเขียว ความยาวก้านใบเฉลี่ยประมาณ 0.56 เซนติเมตร ตำแหน่งของการเกิดของใบจะเกิดสลับกัน สับดูมักจะทิ้งใบในฤดูแล้งและเมื่อแล้งจัดก็จะทิ้งใบหมดทั้งต้น (ระพีพันธุ์ และ สุขสันต์, 2525)

ดอก ออกบริเวณปลายกิ่ง ลักษณะเป็นช่อดอกแบบ compound dichasia เป็นดอกไม่สมบูรณ์เพศ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกกัน (monoecious) แต่อยู่ภายในช่อดอกเดียวกัน ลักษณะของดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกจำนวน 5 กลีบเท่า ๆ กัน กลีบเลี้ยงมีสีเขียวอ่อนอมเหลือง กลีบดอกมีสีเหลืองอ่อนอมขาว มีต่อมน้ำหวานติดอยู่ที่ตรงด้านในของกลีบดอก ดอกตัวผู้มีจำนวนเกสรตัวผู้ยู่วงละ 5 อัน ดอกตัวเมียประกอบด้วยรังไข่และส่วนของก้านชูเกสรตัวเมีย ส่วนของรังไข่แบ่งออกเป็น 3 พู (carpel) อัตราส่วนของดอกตัวผู้ต่อดอกตัวเมียประมาณ 7: 1 สับดูจัดเป็นพืชผสมข้าม ดอกตัวผู้ในช่อเดียวกันบานก่อนที่ดอกตัวเมียพร้อมที่จะได้รับการผสมเกสร (receptive) ปริมาณดอกย่อยประมาณ 70-120 ดอกต่อ 1 ช่อดอก โดยมีดอกเพศผู้ประมาณ 60-105 ดอก มีดอกเพศเมียประมาณ 10-15 ดอก แต่จะติดผลเพียง 6-15 ผลเท่านั้น (ระพีพันธุ์ และ สุขสันต์, 2525) วัชสิทธิ์ (2527) รายงานว่า สับดูเป็นพืชผสมข้าม ดอกออกเป็นช่อบริเวณปลายกิ่ง ช่อดอกเป็นชนิดช่อกระจุกซ้อนแบบประกอบ (compound dichasia) ดอกเพศผู้เมื่อบานเต็มที่มีขนาด 0.52 เซนติเมตร และดอกเพศเมียเมื่อบานเต็มที่มีขนาด 0.51 เซนติเมตร ทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมียมีสีขาว ดอกเพศผู้มีเกสรเพศผู้ 10 อัน แบ่งออกเป็น 2 วง ดอกเพศเมียประกอบด้วยรังไข่ (ovary) ที่มี 3 คาร์เพิล (carpel) ช่วงเวลาที่ละอองเรณูของสับดูปล่อยจากอับเรณู (pollen shed) อยู่ระหว่าง 8-10 นาฬิกา ส่วนช่วงเวลาที่เกสรเพศเมียพร้อมที่จะได้รับการผสม คือ 9-10 นาฬิกา รูปร่างของละอองเรณูเป็นแบบ subspheroidal ละอองเรณูมีขนาดประมาณ 90.79 ไมครอน เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเรณูประมาณ 90.79 เปอร์เซ็นต์

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

เมล็ด รูปร่างเมล็ดของสบู่ดำเป็นแบบรี มีเปลือกหุ้มสีดำ จัดเป็นพวก albuminous seed โดยมีเยื่อ albumin บ่อยภายในเป็นที่เก็บสะสมพวกน้ำมันและสารพวก curcin ส่วนของ endosperm และ embryo มีสีขาว ขนาดของเมล็ดมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 1.94 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 1.16 เซนติเมตร เมล็ดแต่ละเมล็ดมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 0.64 กรัม เมล็ดสบู่ดำไม่มีการพักตัว (ระพีพันธุ์ และ สุขสันต์, 2525)

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

ราก สบู่ดำมีระบบรากฝอย (fibrous root system) รากจะงอกออกมาจากเมล็ดหลังจากเพาะเมล็ดนานประมาณ 7-10 วัน รากจะเจริญเติบโตโดยแผ่กระจายไปทั้งตามแนวรัศมีทรงพุ่ม และตามแนวดิ่ง (ระพีพันธุ์ และ สุขสันต์, 2525)

4. การปลูกและการดูแลรักษาสบู่ดำ

สมบัติ (2549) รายงานว่า การปลูกสบู่ดำมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบวิธี ขึ้นกับสภาพพื้นที่ และการจัดการน้ำ บางพื้นที่เป็นที่ลุ่มมีน้ำท่วมขังจะมีการปลูกด้วยวิธีการยกร่อง เพื่อระบายน้ำ และให้น้ำในระบบการให้น้ำตามร่อง (furrow) ในพื้นที่ดอนหรือน้ำไม่ท่วมขังสามารถขุดหลุมปลูกได้ แต่ต้องคำนึงถึงการระบายน้ำที่ดีเนื่องจากสบู่ดำไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง วิธีการปลูกสบู่ดำโดยทั่วไป สามารถปลูกได้ 4 วิธี คือ

4.1 วิธีการปลูกสบู่ดำ

4.1.1 การปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำ

ใช้กิ่งชำ โดยการตัดกิ่งที่มีสีเขียวปนน้ำตาลเล็กน้อย ซึ่งเป็นกิ่งที่อ่อนถึงแก่มีตาประมาณ 3-5 ตา หรือความยาว 5-7 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางไม่ควรเกิน 1-1.5 เซนติเมตร การชำในถุง พลาสติกที่มีทราย 1 ส่วน ผสมขี้เถ้ากลบ 1 ส่วน หรือทราย 5 ส่วน ขี้เถ้ากลบ 5 ส่วน กากสบู่ดำ 1 ส่วน และหญ้าแห้ง 1 ส่วน (ระพีพันธุ์ และ สุขสันต์, 2525) ปักชำกิ่งพันธุ์สบู่ดำจนอายุ 45-60 วัน มีการแตกใบ และรากสมบูรณ์ จึงย้ายลงแปลงปลูก (สมบัติ, 2549)

ได้มีการศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของฮอว์โมน IBA (indole butyric acid) ในการปักชำกิ่งสนุ่นดำ โดยใช้ความเข้มข้นที่ระดับ 0 2,000 4,000 และ 6,000 ppm และใช้วัสดุปักชำ 3 ชนิด คือ ทราหยาบ ขี้เถ้าแกลบ และทราหยาบผสมขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1: 1 ผลปรากฏว่ากิ่งปักชำที่ไม่ได้รับการจุ่มฮอว์โมนให้ผลในการเกิดรากได้ดีกว่ากิ่งปักชำที่จุ่มฮอว์โมนและวัสดุปักชำที่เป็นทราหยาบให้ผลในการเกิดรากได้ดีกว่าทราหยาบผสมขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1: 1 และขี้เถ้าแกลบ ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของฮอว์โมนและชนิดของวัสดุปักชำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น การปักชำสนุ่นดำจึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้ฮอว์โมนเร่งราก แต่การออกรากจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุปักชำมากกว่า (นรินทร์, 2526)

บัณฑิตวรรณ (2527) รายงานว่า การศึกษาการออกรากของกิ่งปักชำสนุ่นดำ โดยใช้กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 2 และ 3 เซนติเมตร ยาว 15 และ 30 เซนติเมตร ปักชำในแปลงขนาด 2.40 ตารางเมตร ที่ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยมีจุดประสงค์เพื่อทราบถึงขนาดที่เหมาะสมของกิ่งปักชำที่จะใช้ในการปลูกเป็นแปลงใหญ่ ภายหลังการปักชำ 6 สัปดาห์ จึงทำการตรวจนับจำนวนราก และความยาวรากของแต่ละกิ่งแล้วให้คะแนนการออกราก ผลปรากฏว่า กิ่งที่มีความยาว 30 เซนติเมตรสามารถออกรากและอยู่รอดได้ดีกว่ากิ่งขนาดยาว 15 เซนติเมตร และกิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะออกรากได้ดีกว่ากิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกิ่งใหญ่และกิ่งยาวจะออกรากแตกต่างจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กและสั้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

4.1.2 การปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด

การเพาะเมล็ดในถุงเพาะชำควรใช้เมล็ดใหม่ เนื่องจากมีความงอกที่สม่ำเสมอ เปอร์เซ็นต์ความงอกสูง และต้นกล้าแข็งแรง เพาะเมล็ดในถุงเพาะชำจนเมล็ดงอกและมีอายุ 45–60 วัน จึงย้ายลงแปลงปลูก (สมบัติ, 2549) การคัดเลือกเมล็ดในการปลูกควรเลือกเก็บผลสนุ่นดำที่มีสีเหลืองเนื่องจากในช่วงนี้เป็นช่วงที่เมล็ดสนุ่นดำมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บจากผลสดสีเขียวหรือน้ำตาล เนื่องจากระยะผลสีเหลืองเป็นระยะที่สุกแก่ทางสรีระวิทยาเต็มที่ อีกทั้งการใช้เมล็ดที่เก็บในช่วงนี้จะได้เมล็ดที่สะอาดปราศจากเชื้อโรคปนเปื้อน (ภาณี และคณะ, 2550)

4.1.3 การปลูกโดยใช้กิ่งสนุ่ดำปลูกลงแปลงโดยตรง

การปลูกด้วยกิ่งปักชำโดยตรง จะใช้ท่อนพันธุ์ที่มีสีเขียวปนน้ำตาลเล็กน้อย กล่าวคือ เป็นกิ่งที่ไม่แก่และอ่อนเกินไป ความยาวอย่างน้อย 40-50 เซนติเมตร (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525) ปักลงในดินคล้ายการปลูกมันสำปะหลังให้ส่วนกิ่งฝังลงในดิน 20-30 เซนติเมตร การปลูกในช่วงฤดูฝนจะให้ผลผลิตประมาณ 4-6 เดือน หลังปลูก (สมบัติ, 2549)

4.1.4 การปลูกโดยใช้เมล็ดเพาะลงในแปลงปลูกโดยตรง

การปลูกวิธีนี้ควรใช้เมล็ดที่ใหม่ และมีการเก็บรักษาที่ดีหลังการเก็บเกี่ยว เมล็ด ต้องไม่มีเชื้อราปนเปื้อน ควรปลูกในช่วงฤดูฝน โดยขุดหลุมและแต่งหลุมให้น้ำไม่ขังซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าของเมล็ด หยอดในหลุม ๆ ละ 3-5 เมล็ด ฝังเมล็ดลึกประมาณ 10 เซนติเมตร หลังจากเมล็ดงอกแล้วประมาณ 15 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือต้นเดียว ควรมีการจัดการน้ำที่ดีในช่วงแรกของการปลูกโดยให้น้ำสัปดาห์ละ 2 ครั้ง หมั่นตรวจเช็คการงอก และการเข้าทำลายของแมลง เช่น จิ้งหรีด และแมลงปากกัดอื่น ๆ (สมบัติ, 2549)

Rijssenbeek (2006) ได้รวบรวมรายงานการปลูกสนุ่ดำในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก พบว่า มีวิธีการปลูก ที่แตกต่างกัน และได้กล่าวว่าหากจะมีการปลูกสนุ่ดำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งนั้น จะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อม สภาพภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศ เพื่อเป็นการวางแผนในการปลูก ยกตัวอย่าง เช่น ในประเทศอินเดีย จะไม่ใช้วิธีการปลูกด้วยกิ่งปักชำ เนื่องจากกิ่งปักชำเป็นพาหะของโรคไวรัสในมันสำปะหลัง ที่ปลูกมากในอินเดีย แต่ในแอฟริกา นิยมปลูกแบบใช้กิ่งปักชำในการขยายพันธุ์สนุ่ดำและได้รวบรวมรายงานรูปแบบการขยายพันธุ์สนุ่ดำสนุ่ดำในพื้นที่ต่าง ๆ ดังนี้ การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ (generative propagation) 1) หยอดเมล็ดโดยตรง 2) เพาะเมล็ดก่อนลงแปลงปลูก การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (vegetative propagation) 1) ปักชำโดยตรงในแปลงปลูก 2) เพาะชำกิ่งปักชำก่อนลงแปลงปลูก พบว่า การปลูกสนุ่ดำแบบหยอดเมล็ดโดยตรงมีอัตราการรอดน้อยที่สุด แต่ในส่วนที่มีอัตราการรอดมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นการใช่วิธีปลูกแบบปักชำโดยตรงในแปลงปลูก และวิธีการปลูกโดยเพาะต้นกล้าจากเมล็ดและกิ่งปักชำก่อน ขณะที่ Heller (1992) ได้ทำการปลูกสนุ่ดำที่ประเทศเซเนกัล ในปี 1987 โดยใช้วิธีการปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง การเพาะเมล็ดก่อนปลูกและการปลูกด้วยกิ่งสนุ่ดำโดยตรง พบว่า กิ่งที่ปลูกโดยตรงให้ผลผลิตสูงที่สุดในฤดูกาลเก็บเกี่ยวแรกมากกว่าการปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงและต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด

4.2 ระยะปลูกของสบู่ดำ

สมเกียรติ (2526) ได้ทำการทดลองปลูกสบู่ดำด้วยเมล็ดแบบแปลงใหญ่ โดยใช้ระยะปลูกต่าง ๆ กัน 4 ระยะปลูก คือ 2×2 เมตร (400 ต้น/ไร่) 2×1.5 เมตร (533 ต้น/ไร่) 2×1 เมตร (800 ต้น/ไร่) และ 2×0.5 เมตร (1,600 ต้น/ไร่) พบว่า ระยะปลูก 2×2 เมตร ให้ผลผลิตสูงสุด 127.094 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนความสูงและความกว้างทรงพุ่ม ระยะปลูก 2×2 เมตร มีความสูงและความกว้าง ทรงพุ่มโดยเฉลี่ยสูงสุด คือ 2.51 เมตร/ต้น กว้าง 2.23 เมตร/ต้น ส่วนระยะปลูก 2×1.5 เมตร (533 ต้น/ไร่) 2×1 เมตร (800 ต้น/ไร่) และ 2×0.5 เมตร (1,600 ต้น/ไร่) ให้ผลผลิต ความสูง และความกว้าง ทรงพุ่มโดยเฉลี่ยลดหลั่นลงตามลำดับ ระยะปลูก 2×0.5 เมตร ให้ผลผลิตต่ำสุด 10.8 กิโลกรัม/ไร่ มีความสูงและความกว้างทรงพุ่มโดยเฉลี่ยต่ำสุด คือ 1.67 เมตร/ต้น กว้าง 0.98 เมตร/ต้น ขณะที่ เวชกร (2526) รายงานว่า การทดลองปลูกสบู่ดำด้วยเมล็ดโดยมีระยะปลูกต่างกัน 4 ระยะปลูก คือ 2×2 1.5×1.5 1×1 และ 0.5×0.55 เมตร พบว่า ระยะปลูก 2×2 เมตร (400 ต้นต่อไร่) มีความสูง จำนวนกิ่งสาขาใหญ่และขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นสูงสุด ระยะปลูก 1.5×1.5 เมตร (707 ต้นต่อไร่) 1×1 เมตร (1,600 ต้น/ไร่) และ 0.5×0.5 เมตร (6,400 ต้นต่อไร่) มีความสูง จำนวนกิ่งสาขาใหญ่และขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น ลดหลั่นตามลำดับโดยระยะปลูก 0.5×0.5 เมตร มีค่าการเจริญเติบโตน้อยที่สุด

Rijssenbeek (2006) ได้รวบรวมรายงานการปลูกสบู่ดำในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก พบว่า ระยะปลูกในแต่ละพื้นที่ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ ความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำ และยังขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการปลูก เช่น ปลูกระยะชิด หรือปลูกเป็นรั้วจะมีระยะปลูก 1×0.5 หรือ 1×1 เมตร ปลูก 2 แถวเป็นแนวรั้วป้องกันสัตว์ เช่น ในประเทศไทยแถบภาคอีสาน และในประเทศอื่น ๆ เช่น ประเทศมาลี ประเทศอินเดีย ประเทศนิการากัว และประเทศอัฟริกา เป็นต้น ซึ่งเป็นการปลูกสบู่ดำในอดีตยังไม่ได้ปลูกสบู่ดำเป็นการค้า ปัจจุบัน Praveen (2008) ได้รายงานการปลูกสบู่ดำในประเทศต่าง ๆ ที่เริ่มมีการปลูกในเชิงพาณิชย์ เช่น ในประเทศซิมบับเว ปลูกสบู่ดำระยะปลูก 2×2 และ 3×3 เมตร ประเทศอัฟริกาปลูกสบู่ดำระยะปลูก 2×1.5 และ 3×3 เมตร ประเทศแซมเบีย ปลูกสบู่ดำระยะปลูก 3×2.5 เมตร และประเทศอินเดีย ปลูกด้วยระยะปลูก 2×1 และ 2×2 เมตร

4.3 การจัดการน้ำในสบู่ดำ

สมบัติ (2549) รายงานว่า สบู่ดำเป็นพืชที่ต้องการน้ำน้อยแต่ต้องการน้ำอย่างต่อเนื่อง และสบู่ดำไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง แต่อย่างไรก็ดีควรมีการจัดการน้ำที่เพียงพอ เนื่องจากสบู่ดำขาดน้ำจะทิ้งใบและไม่ให้ผลผลิต จากการทดลองปลูกสบู่ดำในแปลงทดลองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ในปี 2548 พบว่า หากมีการจัดการน้ำและ ธาตุอาหารที่ดีสบู่ดำสามารถเก็บ

เกี่ยวได้ตลอดทั้งปี สามารถให้ผลผลิตได้สูงถึง 800 กิโลกรัมต่อไร่ ด้วยระยะปลูก 1×2 เมตร ซึ่งต่างกับการปลูกสับรุดำในประเทศไทยส่วนใหญ่ที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวและจะให้ผลผลิตเพียง 100-200 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น Sudheer (2008) รายงานการปลูกสับรุดำในประเทศอินเดียว่า การปลูกสับรุดำด้วยระบบน้ำหยด (drip irrigation) สามารถให้ผลผลิตสูงถึง 800 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกสับรุดำด้วยการจัดการน้ำด้วยวิธีการให้น้ำหยด (drip irrigation) ร่วมกับการจัดการธาตุอาหารที่ดี (mineral management) ในพื้นที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ในประเทศอินเดียจะทำให้สับรุดำให้ผลผลิตได้สูงถึง 1,040 กิโลกรัมต่อไร่ (Praveen, 2008)

4.4 การจัดการธาตุอาหารในสับรุดำ

สับรุดำเป็นพืชที่ให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปีแสดงให้เห็นว่าสับรุดำต้องการธาตุอาหารในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ก่อนปลูกควรรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อดัน หลังจากนั้นเมื่อสับรุดำอายุ 1 เดือนให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และควรใส่ปุ๋ยทุกปี (สมบัติ, 2549) สุขสันต์ (2548) รายงานการปลูกสับรุดำโดยใช้ปุ๋ยเคมีผสมสำเร็จรูป สูตร 15-15-15 อัตรา 4 ระดับ คือ 0 16 48 และ 80 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า ปีที่ 1 เก็บผลผลิตได้ 9.1 27.4 57.3 และ 56.7 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และในปีที่ 2 เก็บผลผลิตได้ 26.4 39.0 51.9 และ 46.8 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดลอง 2 ปี พบว่า สับรุดำเป็นพืชที่ต้องการความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าพืชไร่อื่น ๆ และตอบสนองปุ๋ยเคมีสูงถึง 48 กิโลกรัมต่อไร่

4.5 การจัดการวัชพืช

สมบัติ (2548) รายงานว่า การกำจัดวัชพืชมีความสำคัญมากในช่วงแรกของการปลูก เมื่อสับรุดำยังมีอายุอยู่ในช่วง 1-3 เดือน เนื่องจากวัชพืชจะแข่งขันกับสับรุดำสูง หากไม่ดูแล วัชพืชจะขึ้นคลุมต้นสับรุดำ การกำจัดวัชพืชทำโดยการถากรอบโคนต้น จากนั้นใช้สารกำจัดวัชพืช อาจเป็นพาราควัท (paraquat) หรือ ไกลโฟเสท (glyphosate) ฉีดในร่องน้ำ ระวังไม่ให้ละอองสารสัมผัสต้นและยอดสับรุดำเพื่อเป็นการลดการใช้แรงงาน เมื่อสับรุดำมีอายุ 3-4 เดือน ทรงพุ่มของสับรุดำจะคลุมโคนต้น วัชพืชจะขึ้นได้น้อย แต่ยังคงมีวัชพืชขึ้นในร่องน้ำ ซึ่งสามารถกำจัดวัชพืชโดย สารกำจัดวัชพืช ความถี่ในการกำจัดวัชพืช ขึ้นกับปริมาณวัชพืช ฤดูกาล และความชื้นในดิน การควบคุมวัชพืชหลังจากปลูกอาจใช้ ฟางข้าว แกลบ หรือวัสดุคลุมดิน อื่น ๆ คลุมโคนต้นสับรุดำ เป็นการควบคุมวัชพืช ลดค่าแรงงานกำจัดวัชพืช รักษาความชื้นในดิน และเมื่อสลายตัวก็เป็นอินทรีย์วัตถุคืนให้กับดินต่อไป

รังสิต (2526) ได้รายงาน การใช้สารกำจัดวัชพืชในต้นสนุ่ดำอายุ 1 ปี ได้ทำการวิจัย 2 ครั้ง ที่วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตั้งแต่ เดือนสิงหาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2525 ก่อนที่จะใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก (preemergence) ได้ใช้เครื่องตัดหญ้าตัดวัชพืชและวัชพืชที่เหลืออยู่ได้ทำลายโดยใช้ glyphosate อัตรา $1.40 \text{ kg.ai/ha}^{-1}$ นีดแบบหลังงอก (postmergence) การนียาแบบก่อนหรือหลังงอกทำได้โดยไม่ให้ละอองสารสัมผัสใบพืช ผลปรากฏว่าสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกที่ควบคุมวัชพืชได้ดีถึง 80% ของพื้นที่เป็นระยะเวลารวม 3 เดือน หลังจากรนียาและไม่เป็นพิษต่อต้นสนุ่ดำเลย ได้แก่ simazine อัตรา $1.60 \text{ kg.ai/ha}^{-1}$, diruron อัตรา 1.80 และ $3.60 \text{ kg.ai/ha}^{-1}$, oxyfluorfen อัตรา 0.40 kg.ai/ha , simazine+diruron อัตรา $1.60+1.80 \text{ kg.ai/ha}^{-1}$, simazine+oxyfluorfen อัตรา $1.60+0.40 \text{ kg.ai/ha}^{-1}$ และ diruron+oxyfluorfen อัตรา $1.80+0.40 \text{ kg.ai/ha}^{-1}$ วัชพืชที่ถูกควบคุม ได้แก่ หญ้าตีนนก ผักโขมหินต้นตั้ง หญ้าขนเล็ก โคมกระสุน เห้าหมู ผักยาง ผักโขมหนาม น้านมราชสีห์ใหญ่ หญ้าปากควาย หญ้าแพรก หญ้านึ่ง

4.6 แมลงศัตรูพืชในสนุ่ดำและการจัดการ

เดือนจิตต์ และ พิธิษฐ (2525) ได้ทำการสำรวจที่สถานีทดลองพืชไร่ร้อยเอ็ด มหาสารคราม และขอนแก่น พบแมลงศัตรู ดังนี้ ไรวา (Broadmites) ทำลายต้นสนุ่ดำ 70-80 เปอร์เซ็นต์ การทำลายมีผลให้สนุ่ดำชะงักการเจริญเติบโต และไม่ติดดอกออกผล เพลี้ยไฟ (Thrips) ทำให้ใบมีลักษณะกรอบแข็ง ขอบใบม้วนขึ้นจะพบเพลี้ยไฟ 10-50 ตัวต่อใบ เพลี้ยหอย (Soft scale insect) ความเสียหายจากการทำลายของเพลี้ยหอยรุนแรงเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่สถานีทดลองพืชไร่ร้อยเอ็ด แต่พบที่สถานีทดลองพืชไร่มหาสารครามเพียง 5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น เพลี้ยจักจั่น (Leaf hoppers) ทำลายสนุ่ดำทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ถ้าระบาดรุนแรงประกอบกับภาวะฝนแล้ง อาจทำให้สนุ่ดำตายได้

นอกจากนี้ยังมีการสำรวจชนิดและปริมาณแมลงที่พบในแปลงสนุ่ดำที่ปลูกในหลาย ๆ แหล่ง ซึ่ง โกศล (2549) รายงานว่า จากการสำรวจแปลงสนุ่ดำที่จังหวัดนครปฐม เพชรบุรี จะเชิงเทรา และสระบุรี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนกันยายน 2549 พบว่า แมลงศัตรูพืชของสนุ่ดำหลายชนิด เช่น เพลี้ยแป้ง 3 ได้แก่ เพลี้ยแป้ง *N. viridis* เพลี้ยแป้ง *Phenacoccus* sp. และเพลี้ยแป้ง *Planococcus* sp. เพลี้ยหอย 1 ชนิดได้แก่ เพลี้ยหอย *Chloropulvinaria* sp. หนอนขนใบ 1 ชนิดได้แก่ หนอนขนใบ *Phyllocnistis* sp. ไรศัตรูพืช 1 ชนิดได้แก่ ไรวา *P. latus* มวน 1 ชนิดได้แก่ มวนทองแดง *Chrysocoris stollii* ซึ่งเป็นศัตรูที่สำคัญของสนุ่ดำขณะเดียวกันได้สำรวจพบศัตรูธรรมชาติของศัตรูสนุ่ดำอีกหลายชนิด ได้แก่ ค้างคาวลายหยัก *Menochilus sexmaculatus* ค้างคาวลายขาว *Cocinella transversalis* ค้างคาวสีส้ม *Micraspis discolor* แมลงวันขาขาว

Dolichopus sp. แมลงวันดอกไม้ *Syrphus* sp. แมลงข้างปีกใส *Mallada basalis* และแมลงข้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* เป็นศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยแป้งทั้ง 3 ชนิด ซึ่งแมลงข้างปีกใส *M. basalis* และแมลงข้างปีกใส *P. ramburi* เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยหอย *Chloropulvinaria* sp. เช่นเดียวกัน ส่วนไรตัวห้ำ *Amblyseius longispinosus* แมงมุม และด้กแต่น้ำข้าว Mantid เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของ ไรขาว *Polyphagotarsonemus latus* หนอนขนใบ *Phyllocnistis* sp. และ มวนทองแดง *Chrysocoris stollii*

ลักษณะการเข้าทำลายของแมลงศัตรูสับดูและการควบคุม สมบัติ (2549) รายงานว่า เพลี้ยแป้งเป็นศัตรูที่สำคัญของสับดูพบในทุกฤดูโดยเฉพาะฤดูแล้งจะพบมาก เพลี้ยแป้งจะทำลายยอด และใบอ่อนของต้นสับดูทำให้ใบหงิกมีรูปร่างบิดเบี้ยวเนื่องจากถูกดูดน้ำเลี้ยง พบกระจายอยู่ทั่วไปแปลง วิธีการควบคุมโดยใช้สารเคมี คาร์บาริล อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดช่วงเช้า หรือช่วงเย็นที่มีแสงแดดอ่อน เพลี้ยไฟ เข้าทำลายได้ทุกฤดู ส่วนมากพบร่วมกับไรแดง เพลี้ยไฟจะดูดน้ำเลี้ยงบริเวณใต้ใบของสับดูทำให้ใบเหลืองซีดและร่วงในที่สุด วิธีการควบคุมใช้ สารเคมีชนิดเดียวกับเพลี้ยแป้ง ไรแดง พบในช่วงฤดูหนาว และแห้งแล้ง ทำความเสียหายรุนแรงต่อ ต้นสับดู อาจทำให้ใบร่วงทั้งต้น มีการเพิ่มจำนวนรวดเร็ว ต้นที่ถูกไรแดงลงจะมีใบสีเหลืองและ ร่วงหมดต้นภายในเวลาที่รวดเร็วต้องมีการตรวจตาและกำจัดอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการ แพร่กระจายไปทั่วแปลง ใช้สารเคมี เควเทน อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นช่วงเช้า หรือ ช่วงเย็นที่มีแสงแดดอ่อน หนอนขนใบ หนอนชนิดนี้จะเข้าทำลายใบโดยเข้าไปในชั้นระหว่าง ผิวใบด้านบนและด้านล่าง ทำให้ใบมีแผลคล้ายจุดไหม้ และเมื่อกินอาหารเต็มที่แล้วก็ออกมา สร้างดักแด้บริเวณมุมใบแล้วกลายเป็นผีเสื้อตัวเล็ก ๆ บินออกไป หนอนชนิดนี้ส่วนใหญ่จะเข้า ทำลาย ต้นสับดูที่มีขนาดเล็ก ทำให้ใบมีแผลคล้ายจุดไหม้ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ทำให้ใบแห้งกรอบ ถ้าใบได้รับความเสียหายมากก็จะร่วงในที่สุด สับดูต้นเล็กจะประสบปัญหา มากกว่าต้นใหญ่เพราะมีใบน้อยเมื่อใบถูกทำลายทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต ใช้สารเคมี อะบาเมกติน อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรฉีดพ่นช่วงเช้า หรือช่วงเย็นที่มีแสงแดดอ่อน และ ไรขาวพบการเข้าทำลายของไรขาวได้ทุกฤดู ไรขาวจะเข้าทำลายสับดูอายุ 1-6 เดือนก่อนข้าง รุนแรง เนื่องจากไรขาวมีขนาดเล็กมาก และการเข้าทำลายมีลักษณะคล้ายโรคไวรัสในพืช และ อาการคล้ายกับพืชที่ถูกสารกำจัดวัชพืช 2,4-D ไรขาวจะดูดกินน้ำเลี้ยงที่ใบ ก้านช่อดอก ยอด ทำให้เกิดการแตกพุ่มแฉ่ ช่อดอกไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโตของสับดู ทำให้ผลผลิตลดลง ไรขาวถือว่าเป็นแมลงศัตรูพืชที่ทำความเสียหายรุนแรง ควบคุมโดยสารเคมี ไดโคโฟ อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นช่วงเช้า หรือช่วงเย็นที่มีแสงแดดอ่อน

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะยังพบแมลงที่กล่าวมาข้างต้นอยู่ หากไม่ทำความเสียหายมากนัก และมีแมลงจัดอยู่ในระดับที่มีไม่มาก ไม่ทำความเสียหายรุนแรงนัก หากไม่จำเป็นก็ควรลดการใช้สารเคมี เนื่องจากสบูดำเป็นพืชผสมข้ามต้องอาศัยแมลง เช่น ผีเสื้อ และแมลงที่เป็นประโยชน์หลายชนิดหากถ้าพ่นสารกำจัดแมลง แมลงพวกนี้ก็จะตายไปด้วย เกรงว่าจะมีผลกระทบต่อผสมเกสรของสบูดำ (สมบัติ, 2549)

4.7 โรคในสบูดำและการจัดการ

ในอดีตมีรายงานว่าไม่พบโรคในสบูดำ แต่ในปัจจุบันเมื่อมีการปลูกสบูดำมากขึ้นและมีการสำรวจด้านโรคในสบูดำ ซึ่ง นิพนธ์ (2550) มีรายงานว่า พบโรคต่าง ๆ ในแปลงสบูดำ ดังนี้

4.7.1 โรคที่พบในสบูดำ

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

4.7.2 แนววิธีในการควบคุมโรคสบูดำ มีดังนี้

ก. แนวทางป้องกัน

- 1) ใช้เมล็ดและท่อนพันธุ์พืชที่ปลอดโรคในการขยายพันธุ์
- 2) ปลูกในพื้นที่ที่มีการเตรียมดินที่ดี มีการระบายน้ำดี เพื่อให้พืชแข็งแรง
- 3) ควรใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก อินทรีย์วัตถุ เพื่อช่วยควบคุมโรคทางดิน
- 4) จัดทรงพุ่มต้นให้โปร่ง ได้รับแสงแดดส่องถึงทั่วทั้งต้น มีการระบายอากาศที่ดีจะช่วยลดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับเชื้อโรค
- 5) พ่นสารเคมีป้องกันตามกลุ่มสาเหตุของเชื้อโรค เมื่อมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

ข. แนวทางการจัดโรคในสบูดำ

- 1) จุดคันที่ผิดปกติ เป็นโรค ทำลายไม่ให้เป็นแหล่งเพาะเชื้อ
- 2) ฟันสารเคมีควบคุมโรคชนิดที่ได้ผลกับชนิดเชื้อโรคที่ทราบกลุ่มเชื้อสาเหตุ เช่น กลุ่มเชื้อรา เมื่อมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

5. ประโยชน์ของสบูดำ

จากเอกสารคำแนะนำการปลูกสบูดำ กรมวิชาการเกษตร (นิรนาม, 2526) ได้กล่าวว่า ประโยชน์โดยทั่วไป คือ

- 5.1 ใช้ปลูกตามรั้วบ้านเรือน ป้องกันสัตว์บุกรุกได้ เนื่องจากต้นสบูดำมีสารพิษ hydrocyanic acid, curcin และมีกลิ่นเหม็นเขียว
- 5.2 ปลูกคลุมบริเวณดินทรายเพื่อรักษาความชุ่มชื้นและเป็นแนวกันไฟ
- 5.3 ในต่างประเทศต้นสบูดำเป็นที่อาศัยของแมลงจำพวกหนึ่งคล้ายรังซึ่งมักจะสร้างขึ้นที่ใบ แล้วเก็บเอาชันไปทำน้ำมันขัดเงา
- 5.4 สรรพคุณทางสมุนไพร ใช้ใบสดแก้เคล็ดขัดยอกปวดบวม ฟกช้ำ โรคผิวหนัง ผื่นคัน กระจุกหัก ขางของใบใช้รักษาโรคปากนกกระจอก ห้ามเลือด แก้ปวดฟัน
- 5.5 ในด้านอุตสาหกรรม ใช้ประโยชน์เป็นน้ำมันหล่อลื่น สบูเทียนไข และใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นน้ำมันโซล่า

ระพีพันธุ์ และคณะ (2525) รายงานว่า น้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดสบูดำ ชาวบ้านในชนบทนำมาใช้ประโยชน์สำหรับจุดไฟเพื่อให้แสงสว่างเช่นเดียวกับเทียนไขในปัจจุบัน น้ำมัน สบูดำได้ถูกนำมาศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับเป็นน้ำมันดีเซลทดแทน เพราะให้ค่าพลังงานความร้อนและมีคุณสมบัติทางกายภาพบางอย่างใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลจากปิโตรเลียม

6. การสกัดน้ำมันสบู่ดำ

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

7. องค์ประกอบน้ำมันสบู่ดำ

กล้านรงค์ และคณะ (2547) รายงานว่า จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดเนื้อในสบู่ดำ พบว่า มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลัก อยู่ในปริมาณร้อยละ 46.3 โดยประสิทธิภาพของการสกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดไม่มีความแตกต่างกัน การสกัดน้ำมันด้วยเฮกเซนที่อุณหภูมิห้อง มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ระยะเวลาการสกัด 3 ชั่วโมง ซึ่งสามารถสกัดน้ำมันได้ร้อยละ 94.6 ของปริมาณน้ำมันทั้งหมดในเมล็ด โดยระยะเวลาการสกัด 3 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ได้ น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดสบู่ดำมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบหลักในปริมาณร้อยละ 78.1 โดยมีกรดโอเลอิกในปริมาณร้อยละ 44.5 และกรดลิโนเลอิกร้อยละ 32.9 และกรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 21.9 ซึ่งประกอบด้วยกรดปาล์มมิกร้อยละ 14.4 และกรดสเตียริกร้อยละ 7.5 โดยเฉลี่ย น้ำมันสกัดจากสบู่ดำมีค่าความเป็นกรด 2.1 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม ค่าเปอร์ออกไซด์ 1.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าไอโอดีน 97.2 กรัมไอโอดีนต่อ 100 กรัม และค่าสะพอนิฟิเคชัน 189.9 มิลลิกรัมโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม เมื่อนำน้ำมันสบู่ดำไปผ่านกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันกับเมทานอล ในสถานะที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้เมทิลเอสเทอร์ในปริมาณร้อยละ 80.45 โดยเมทิลเอสเทอร์ ที่ได้มีค่าความหนืดลดลงมากเมื่อเทียบกับความหนืดน้ำมันเริ่มต้น และมีสมบัติทางเคมีฟิสิกส์อยู่ในช่วงมาตรฐานของไบโอดีเซล ซึ่งแสดงถึงความเป็นไปได้ในการใช้เมทิลเอสเทอร์เพื่อทดแทนน้ำมันดีเซล

องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันสบู่ดำ Takeda *et al.* (1981) รายงานว่า ประกอบด้วย กรดพาล์มมิก 14.20 เปอร์เซ็นต์ กรดสเตียริก 6.90 เปอร์เซ็นต์ กรดโอเลอิก 43.10 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนลิก 34.30 เปอร์เซ็นต์ และกรดอื่น ๆ 1.40 เปอร์เซ็นต์

ไพจิตร และคณะ (2525) รายงานว่า ประกอบด้วยกรดพาล์มมิก 16.70 เปอร์เซ็นต์ กรดสเตียริก 5.11 เปอร์เซ็นต์ กรดโอเลอิก 44.88 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนลิก 33.88 เปอร์เซ็นต์

ประยูร ห่วงนิกร (2529) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาการปลูกต้นสบู่ดำแปลงใหญ่และการเปลี่ยนรูปเอสเทอร์ของน้ำมันสบู่ดำ ซึ่งในการศึกษาการเปลี่ยนรูปเอสเทอร์ของน้ำมันสบู่ดำ เพื่อจุดประสงค์ที่จะทำน้ำมันเชื้อเพลิง ทดแทนน้ำมันดีเซลและน้ำมันจุดตะเกียง ได้ทำการทดลอง ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2528 ถึงเดือนพฤษภาคม 2529 ณ ห้องปฏิบัติการวิจัยกลาง วิทยาเขต กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้น้ำมันสบู่ดำผสมกับเมทิลแอลกอฮอล์ 4 ระดับ คือ 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 เท่าสมมูล โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมเมทอกไซด์ 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผลการทดลอง ปรากฏว่า ระดับแอลกอฮอล์ที่เหมาะสม คือ 2.0 เท่าสมมูล และใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือโซเดียมเมทอกไซด์ 1.0 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะเกิดเมทิลเอสเทอร์ 93.94 และ 91.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การทดลองใช้น้ำมันสบู่ดำที่มีได้กำจัดกัมและกรดไขมันอิสระ 100 กรัม ผสมกับ แอลกอฮอล์ 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 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติต่อการเปลี่ยนรูปเอสเทอร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

การศึกษารูปแบบวิธีการปลูกและระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ มีอุปกรณ์ในการศึกษา ดังนี้

1. เมล็ดสบู่ดำ
2. กิ่งพันธุ์สบู่ดำ
3. ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด อายุ 60 วัน
4. ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำ อายุ 60 วัน
5. เครื่องฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบสะพายหลัง
6. เครื่องฉีดพ่นสารกำจัดแมลงแบบสะพายหลัง
7. อุปกรณ์ในการชั่งและตวงสาร ได้แก่ ตาชั่ง กระบอกตวง
8. รถแทรกเตอร์และอุปกรณ์เตรียมดิน ได้แก่ ไถพรวน 3 และไถพรวน 7
9. ไม้วัดความสูงและเครื่องชั่ง
10. เวอร์เนียคาลิเปอร์
11. เครื่องเจาะดินแบบกลีบบัว และcore เก็บตัวอย่างดิน
12. เครื่องมือและสารเคมีวิเคราะห์ตัวอย่างดิน
13. ไม้ปักแปลงทดลองและTag
14. ถุงกระดาษ
15. อุปกรณ์การเก็บและบันทึกข้อมูล
16. ตาชั่ง
17. ตู้อบ

วิธีการ

1. ศึกษารูปแบบวิธีการปลูกสับดำที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดำ

1.1 เลือกพื้นที่และเก็บข้อมูลของพื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง

เลือกพื้นที่ที่มีความสม่ำเสมอของพื้นที่ มีระบบน้ำและการระบายน้ำที่ดี เก็บข้อมูลดิน น้ำ และสภาพภูมิอากาศ

1.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองเพื่อศึกษารูปแบบวิธีการปลูกที่เหมาะสมกับการปลูกสับดำ โดยใช้สับดำสายพันธุ์นครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) ทดสอบรูปแบบวิธีการปลูก 4 รูปแบบ ทำทั้งหมด 4 ซ้ำ คือ

1.2.1 ปลูกสับดำโดยการปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง (direct seeding) ใช้เมล็ดสับดำใหม่โดยเก็บเมล็ดมาจากผลสดสับดำที่มีสีเหลือง เนื่องจากเมล็ดใหม่จะมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด เมื่อเทียบกับผลสดสีเขียว หรือสีดำ (ภาณี และคณะ, 2550)

1.2.2 ปลูกสับดำโดยใช้กิ่งพันธุ์สับดำปลูกลงในแปลงปลูกโดยตรง (direct planting of cutting) ใช้กิ่งสับดำที่มีความยาว 50 เซนติเมตร โดยใช้กิ่งที่ไม่อ่อนหรือแก่จนเกินไป สังกะจากกิ่งออกสีน้ำตาล และใช้กิ่งที่ตัดมาใหม่

1.2.3. ปลูกสับดำโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดที่มีอายุกล้า 60 วัน (transplanting of seedling) ใช้เมล็ดสับดำใหม่เพาะลงถุงเพาะชำที่มีดินผสมอยู่ เพาะจนต้นกล้ามีอายุ 60 วัน คัดเลือกต้นที่มีขนาดสม่ำเสมอแปลงปลูก

1.2.4. ปลูกสับดำโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำที่มีอายุกล้า 60 วัน (transplanting of cutting) ใช้กิ่งสับดำใหม่ ขนาดความยาว 25-30 เซนติเมตร (สมบัติ, 2549) เพาะลงถุงเพาะชำที่มีดินผสมอยู่ เพาะจนต้นกล้ามีอายุ 60 วัน คัดเลือกต้นที่มีขนาดสม่ำเสมอแปลงปลูก

ปลูกในแปลงทดลองโดยใช้ระยะปลูก 2×2 ตารางเมตร โดยในแต่ละแปลงทดลองย่อยมีขนาด 4×20 ตารางเมตร หรือ 3 แถว ๆ ละ 10 ต้น ทำการทดลองทั้งหมด 4 ซ้ำ

1.3 การปฏิบัติการและการจัดการ

1.3.1 เตรียมแปลงโดยการไถตะไถแปร และยกร่อง ให้แต่ละร่องมีระยะห่างกัน 2 เมตร ขุดหลุมปลูกขนาด 30×30 ตารางเซนติเมตร ห่างกันหลุมละ 2 เมตร ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยคอก รองกันหลุม อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น เหมือนกันทุกกรรมวิธี

1.3.2 ปลูกพืชตามกรรมวิธีที่กำหนด กรรมวิธีที่ปลูกสับดำโดยใช้เมล็ดหยอดลงหลุมในแปลงปลูก (direct seeding) หยอดเมล็ดหลุมละ 3 เมล็ด หลังจากนั้น 2 สัปดาห์ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น

1.3.3 การจัดการน้ำ ให้น้ำพร้อมปลูก และเมื่อต้นแข็งแรงแล้วอายุประมาณ 15 วัน ให้น้ำทุก 15 วัน หรือขึ้นกับสภาพแวดล้อม ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน และความชื้นในดิน

1.3.4 การกำจัดวัชพืช โรคแมลงศัตรูพืช เหมือนกันทุกกรรมวิธี โดยทำการควบคุมเท่าที่จำเป็น

1.3.5 ใส่ปุ๋ยสูตรเสมอ 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากปลูก 1 เดือน เหมือนกันทุกกรรมวิธี

1.4 การบันทึกข้อมูล

1.4.1 ผลการวิเคราะห์ดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงก่อนปลูกสับดำเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

1.4.2 ข้อมูลการเจริญเติบโตของสับปะรด สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 10 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

- ก. ความสูง วัดความสูงจากโคนต้นถึงยอดใบสุดท้ายที่กลางเต็มที
- ข. เส้นรอบวง (ขนาดลำต้น) โดยวัดจากตำแหน่งเหนือพื้นดิน 10 เซนติเมตร
- ค. จำนวนกิ่ง และการแตกกิ่ง นับจากกิ่งที่แตกจากลำต้นหลัก
- ง. ขนาดทรงพุ่ม วัด 2 แนว คือ วัดตามความยาวของแถวและวัดตามขวางแถว

ค่าเฉลี่ย

1.4.3 ข้อมูลด้านผลผลิต สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 10 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

- ก. ระยะเวลาปลูกถึงออกดอก เก็บข้อมูลระยะเวลาหลังจากปลูกจนถึงออกดอก โดยนับวันออกดอกในวันที่ ต้นสับปะรดในแต่ละกรรมวิธีออกดอกเกิน 50 เปอร์เซ็นต์
- ข. จำนวนช่อดอกต่อต้น นับและทำสัญลักษณ์ นับทุกสัปดาห์
- ค. จำนวนผลต่อช่อ สุ่มเก็บตัวอย่างจากทิศตะวันออกและตะวันตก หาค่าเฉลี่ย เก็บข้อมูลทุก 2 สัปดาห์
- ง. ผลผลิตต่อต้น เก็บข้อมูลทุกสัปดาห์ ซึ่งน้ำหนักสด จากนั้นกะเทาะเปลือก นำเมล็ดไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ให้เหลือความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์จากนั้นนำไปชั่ง น้ำหนักแห้งผลผลิต
- จ. ขนาดของเมล็ด วัดขนาดของเมล็ดด้าน ความหนา ความกว้าง และความยาว
- ฉ. น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด

1.4.4 ข้อมูลน้ำหนักแห้งของสับปะรดที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกที่แตกต่างกัน

เมื่อสับปะรดมีอายุครบ 1 ปี ทำการสุ่มชุดตัวอย่างจากวิธีการปลูกแบบต่าง ๆ วิธีการซ้ำละ 3 ต้น รวม 12 ต้นต่อวิธีการปลูก นำมาแยก เป็น ใบ ลำต้น และราก ซึ่งน้ำหนักสด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง นำออกมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง หากสับปะรดยังมีความชื้นอยู่ ให้นำกลับเข้าไปอบและนำออกมาชั่งทุก ๆ 3 ชั่วโมง จนน้ำหนักแห้งคงที่จึงข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

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

2. ศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ

2.1 ใช้พื้นที่ปลูกทดสอบระยะปลูกที่เหมาะสมในสบู่ดำ 3 พื้นที่ คือ

2.1.1 พื้นที่แปลงทดลองสบู่ดำ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ปลูกสบู่ดำ วันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ. 2548

ลักษณะดินเป็น ดินชุดกำแพงแสน (Ks: Kamphaeng Sean series) จัดอยู่ใน non-calcic brown soil ซึ่งเกิดจากการทับถมของตะกอนลำนํ้าก่อนข้างใหม่ มีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบเรียบ มีความลาดชัน 2-3 เปอร์เซ็นต์ ดินชุดนี้เป็นดินลิกมาก มีการระบายน้ำดี ดินมีความสามารถซึมผ่านได้ดีปานกลาง มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินค่อนข้างช้า และมีระดับน้ำให้ดินอยู่ลึกกว่า 100 เซนติเมตร ตลอดปี ดินบนลิกไม่เกิน 30 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนเหนียว สีพื้นเป็นสีน้ำตาล หรือน้ำตาลเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าของความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0-6.5 ดินล่างเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแข็งสีพื้นเป็นสีน้ำตาล หรือน้ำตาลเข้ม ปฏิกริยาของดินเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง มีค่าของความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.0-8.0 จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ พบว่า ดินชั้นบนหนา 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีการอิมตัวด้วยเบสปานกลาง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมากและมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง ดินที่ลึกกว่า 30 เซนติเมตร มีการอิมตัวด้วยเบสสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงปานกลาง มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมากและมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลาง โดยสรุปเป็นชุดดินที่มีแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติปานกลางและมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี เนื่องด้วยเป็นดินร่วนหรือร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี (โรจน์, 2525)

2.1.2 พื้นที่แปลงทดลองสบู่ดำ โครงการพัฒนาส่วนพระองค์เขาหินซ้อน อำเภอนมสารตาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ปลูกลูกสบู่ดำ วันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2548

ลักษณะดินเป็น ดินชุดจันทึก (Chan Tuk series) จัดอยู่ใน siliceous, typic ustipsamment ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของหินแกรนิตพัฒนามาที่บดก้นบนที่ลาดเชิงเขาหรือบริเวณพื้นที่ที่ถูกกรัดกร่อน สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ ดินชุดนี้เป็นดินลึกลึกมาก มีการระบายน้ำดีถึงมากเกินไป ดินมีความสามารถซึมผ่านได้เร็ว มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง และมีระดับน้ำให้ดินอยู่ลึกกว่า 100 เซนติเมตร ตลอดปี ดินบนลึกลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินทราย สีพื้นเป็นสีเข้มมากของสีน้ำตาลปนเทาหรือน้ำตาลแก่ ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง มีค่าของความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0-7.0 ดินลึกลงถึงความลึก 2 เมตร เป็นดินทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาลซีด หรือน้ำตาลอ่อนหรือสีเทาปนชมพู บางแห่งอาจพบว่ามีก้อนกรวดปนอยู่เล็กน้อย และช่วงความลึกกว่า 100 เซนติเมตร อาจพบจุดประสีน้ำตาลแก่หรือสีเหลืองปนน้ำตาล ปฏิกริยาของดินเป็นกรดแก่ ถึงเป็นกลาง ค่าของความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-7.0 จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ พบว่า ดินชั้นบนหนา 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีการอัดตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำและมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ ดินที่ลึกกว่า 30 เซนติเมตร มีการอัดตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำและมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ โดยสรุปเป็นชุดดินที่มีแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติ ดินบนปานกลาง ดินล่างต่ำ และมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เลว เนื่องจากเป็นดินทรายจัด มีการระบายน้ำมากเกินไป (พิพัฒน์ และคณะ, 2526)

2.1.3 พื้นที่แปลงทดลองสบู่ดำ สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ราชมราชธานี อำเภอลำดวน จังหวัดเพชรบุรี ปลูกลูกสบู่ดำ วันที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2548

ลักษณะดินเป็น ดินชุดชะอำ (Ca : Cha-am series) จัดอยู่ใน hydromorphic alluvial soil ซึ่งเกิดจากการทับถมของตะกอนของน้ำกร่อย มีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบเรียบ น้ำทะเลท่วมถึงเป็นครั้งคราว มีความลาดชัน 1 เปอร์เซ็นต์ ดินชุดนี้เป็นดินลึกลึกมาก มีการระบายน้ำเร็ว ดินมีความสามารถซึมผ่านได้ดีช้า มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า และมีระดับน้ำให้ดินอยู่ลึกประมาณ 100 เซนติเมตร ดินบนลึกลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นเหนียว หรือดินเหนียวปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาล มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมาก มีค่าของความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.0 ดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาลเทา หรือน้ำตาล

อ่อนมาก มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกริยาของดินเป็นกลางถึงเป็นกรดจัด มีค่าของความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.0 จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ พบว่า ดินชั้นบนหนา 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง มีการอิมตัวด้วยเบสปานกลาง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้าง มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลางและมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก ดินที่ลึกกว่า 30 เซนติเมตร มีการอิมตัวด้วยเบสปานกลาง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำและมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ โดยสรุปเป็นชุดดินที่มีแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติต่ำมาก ดินชุดนี้จึงใช้ประโยชน์ได้น้อย โดยมากปล่อยให้เป็นที่รกร้างว่างเปล่า (สนั่น และ วิจิตร, 2524)

โดยทั้ง 3 พื้นที่ เลือกพื้นที่ที่ใช้ในการทดลองที่มีความสม่ำเสมอของพื้นที่ มีระบบน้ำและการระบายน้ำที่ดี เก็บข้อมูลดิน น้ำ และสภาพภูมิอากาศ

2.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองเพื่อศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมกับการการปลูกสับดำ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ทดสอบระยะปลูกทั้งหมด 5 ระยะปลูก คือ 1×1 1×2 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร ทำทั้งหมด 4 ซ้ำ แปลงย่อยของแต่ละซ้ำมีขนาด 20×10 เมตร โดยมีจำนวนต้นต่อไร่ ตามระยะปลูกต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 ระยะปลูก 1×1 เมตร โดยมีระยะต้น 1 เมตร ระยะแถว 1 เมตร มีจำนวนต้น 1,600 ต้นต่อไร่

2.2.2 ระยะปลูก 1×2 เมตร โดยมีระยะต้น 1 เมตร ระยะแถว 2 เมตร มีจำนวนต้น 800 ต้นต่อไร่

2.2.3 ระยะปลูก 2×2 เมตร โดยมีระยะต้น 2 เมตร ระยะแถว 2 เมตร มีจำนวนต้น 400 ต้นต่อไร่

2.2.4 ระยะปลูก 2×3 เมตร โดยมีระยะต้น 2 เมตร ระยะแถว 3 เมตร มีจำนวนต้น 267 ต้นต่อไร่

2.2.5 ระยะปลูก 3×3 เมตร โดยมีระยะต้น 3 เมตร ระยะแถว 3 เมตร มีจำนวนต้น 178 ต้นต่อไร่

2.3 การปฏิบัติการและการจัดการ

2.3.1 เตรียมแปลงโดยการไถตะไถแปร และยกร่อง ให้แต่ละร่องมีระยะห่างต่างกัน ตามระยะปลูก ขุดหลุมปลูกขนาด 30×30 ตารางเซนติเมตร ห่างกันหลุมละ 2 เมตร ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยคอก รองกันหลุม อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น เหมือนกันทุกกรรมวิธี

2.3.2 ปลูกพืชตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยเลือกต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำอายุ 60 วัน ที่มีขนาดสม่ำเสมอขึ้นปลูกในแปลงทดลองระยะปลูก

2.3.3 การจัดการน้ำ ให้น้ำพร้อมปลูก และเมื่อต้นแข็งแรงแล้วอายุประมาณ 1 เดือนให้น้ำทุก 15 วันหรือขึ้นกับสภาพแวดล้อม ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน และความชื้นในดิน

2.3.4 การกำจัดวัชพืช โรคแมลงศัตรูพืช เหมือนกันทุกกรรมวิธี โดยทำการควบคุมเท่าที่จำเป็น

2.3.5 ใส่ปุ๋ยสูตรเสมอ 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากปลูก เหมือนกันทุกกรรมวิธี

2.4 การบันทึกข้อมูล

2.4.1 การวิเคราะห์ดินและพืช (Soil and Plant Analysis)

ก. การวิเคราะห์ดิน

1) การวิเคราะห์ pH ด้วย pH meter (ใช้น้ำ)

ชั่งดินตัวอย่าง 20 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ใน beaker ขนาด 100 มิลลิลิตร คนให้ดินและน้ำให้เข้ากันก่อนวัด pH ประมาณ 30 นาที ในระหว่างที่วางทิ้งไว้ 30 นาที ควรคนดินเป็นครั้งคราว ก่อนวัด pH จำเป็นต้อง standardize pH meter ด้วย buffer solution pH

7.0 และ 4.0 เสียก่อน การวัด pH ด้วย pH meter (ใช้ 0.01 CaCl₂) (ทำ duplicate) ซึ่งดินตัวอย่าง 10 กรัม ผสมกับ 0.01 CaCl₂ 20 มิลลิลิตร ใน breaker ขนาด 100 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนดินและนํ้ายาให้เข้ากันก่อนวัด pH ประมาณ 30 นาที ในระหว่างที่วางทิ้งไว้อีก 30 นาที ควรจะคนดินเป็นครั้งคราว วัด pH ตามวิธีการครั้งแรกที่ใช้นํ้าเปรียบเทียบกับค่าของ pH ที่วัดได้จาก pH meter โดยใช้นํ้าและใช้ 0.01 M CaCl₂ กับค่าของ pH ที่วัดได้จาก indicator ต่าง ๆ

2) การวิเคราะห์หาอินทรีย์วัตถุ (organic matter) โดยวิธี Walkly-Black

ซึ่งตัวอย่างดิน ซึ่งได้บดไว้แล้วอย่างละเอียด (ผ่านตะแกรง 0.5 มิลลิเมตร) 0.5-2 กรัม ทั้งนี้แล้วแต่ดินตัวอย่างจะมีค่าอินทรีย์วัตถุมากหรือน้อย การชั่งดินตัวอย่างควรใช้ analytical balance บรรจูดตัวอย่างที่ชั่งแล้วอย่างละเอียดนี้ ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมนํ้ายา dichromate 1 N ลงไป 5 มิลลิลิตร โดยใช้ pipet ต่อจากนั้นให้รินกรดซัลฟิวริกอย่างเข้มข้นลงไป 10 มิลลิลิตร โดยเร็ว แก้ว flask ไปรอบๆ เบบๆ เพื่อให้นํ้ายากับดินเข้ากันประมาณ 1-2 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยากันเป็นเวลา 30 นาที เติมนํ้ากลั่นลงไป 15 มิลลิลิตร แล้วหยด indicator ลงไป 3 หยด ไตเตรท soil suspension ด้วยนํ้ายา ferrous sulfate จนกระทั่งสีของ suspension เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นนํ้าตาลปนแดง ถ้าไตเตรทด้วย ferrous sulfate มากเกินไป ให้เติมนํ้ายา dichromate ลงไป 0.5-1 มิลลิลิตร แล้วไตเตรทด้วย ferrous sulfate อีกครั้งหนึ่ง end point คือจุดที่ indicator เริ่มเปลี่ยนจากเขียวเป็นนํ้าตาลปนแดง จดปริมาณนํ้ายา dichromate และ ferrous sulfate ที่ใช้ วิธีนี้จำเป็นต้องทำ blank และจดปริมาณของ dichromate และ ferrous sulfate ไว้คำนวณ normality ที่แท้จริงของ ferrous sulfate แล้วจึงคำนวณหาปริมาณของ dichromate ถูก reduced โดยดินตัวอย่าง การคำนวณ

$$\% \text{ organic carbon} = \frac{(meK_2Cr_2O_7 - meFeSO_4)0.003 \times 100 \times 1.33}{\text{weight of sample (grams)}}$$

$$\% \text{ อินทรีย์วัตถุ} = \% \text{ organic carbon} \times 1.72$$

3) การวิเคราะห์ cation exchange capacity โดยการใช้นํ้ายา

1 N NH₄OAc pH 7.0

ซึ่งตัวอย่างดินที่ผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ด้วย balance (มีความละเอียด 0.01 กรัม) 10 กรัม ถ้าเป็นดินทรายใช้ 25 กรัม เติม 1 N NH₄OAc 250 มิลลิลิตร เขย่าดินและนํ้ายาเข้ากัน ทิ้งไว้ค้างคืน กรองด้วย suction funnels สะดินด้วย 1 neutral N NH₄OAc ที่ละน้อย

โดยอาศัย suction ในขณะที่ชะดินนี้ต้องระวังอย่าให้ดินแห้งและแตกกระแหง เพื่อป้องกันดินแห้ง
 ขณะทำการชะ กระทำได้โดยเพิ่ม NH_4OAc ลงไปอีกใน funnels เมื่อระดับของน้ำยาลดต่ำลงจน
 เกือบถึงผิวดิน ทำการชะดินไปเรื่อยๆ ด้วย NH_4OAc จนกระทั่งไม่มี Ca ออกมาใน solution เก็บ
 leachate ไว้หา exchangeable bases ต่อไป ปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร โดยใช้ volumetric flask
 สวม finnel เข้าที่ filtering flask ตามเดิม ล้างด้วย 1 N NH_4OAc 4 ครั้ง และ 0.25 N NH_4OAc 1 ครั้ง
 หลังจากนั้นล้างดินด้วย 99% isopropyl alcohol จำนวนประมาณ 150 มิลลิลิตร การล้างค่อย ๆ
 กระทำทีละน้อยจนไม่มี Cl^- เหลืออยู่ ทั้งไว้ชักครู่เพื่อให้ดินหมาด ระวังอย่าให้แตกกระแหง ส่วน
 alcohol ที่ชะล้างแล้วก็รินเก็บไว้ในขวด ขั้นตอนต่อไปทำการไล่ที่ NH_4^+ ที่ดูดซับอยู่ที่ผิว clay ด้วย
 acidified NaCl การไล่ที่ต้องทำซ้ำ ๆ เช่นเดียวกับการไล่ที่ในตอนแรก จนกระทั่งได้ leachate
 ประมาณ 225 มิลลิลิตร แล้วจึงหยุด ถ่าย leachate นี้ลงใน volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
 เติมน้ำลงไป flask ให้ครบ 250 มิลลิลิตร ปิดฝาจุกให้แน่น การวิเคราะห์ NH_4^+ ที่ไล่ออกมา
 กระทำโดยแบ่ง aliquot 20 มิลลิลิตร ออกจาก flask โดยใช้ volumetric pipet ลงไปใน Kjeldahl
 flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ในขณะเดียวกันก็วาง Erlenmeyer flask 50 มิลลิลิตร ซึ่งมี H_3BO_3 -mixed
 indicator 5 มิลลิลิตร บรรจุอยู่ปลายของก้าน condenser ของเครื่องกลั่น โดยให้ปลายของก้านของ
 condenser จุ่มอยู่ใต้ระดับของ H_3BO_3 เปิดน้ำให้เดินผ่าน condenser ริน 1 N NaOH ลงใน Kjeldahl
 flask ประมาณ 2 มิลลิลิตร แล้วต่อ flask นี้เข้ากับเครื่องกลั่นทันที ก่อนเปิดไฟต้ม flask ควร
 ตรวจสอบรอยต่อต่างๆ ว่าซีดกันแน่นและไม่มีรอยรั่ว กลั่นจนกระทั่งได้ปริมาตรของสารละลายใน
 Erlenmeyer flask ประมาณ 30 มิลลิลิตร ไตเตรทด้วย 1.0 N H_2SO_4 จนกระทั่งสีเขียวเปลี่ยนเป็นสี
 ม่วงแดง ควรทำ blank ไปด้วยกัน คำนวณหาปริมาณของ ammonium เป็น cmol kg^{-1}

4) การวิเคราะห์ total nitrogen โดยวิธี micro-Kjedahl

ชั่งดินจำนวน 1-3 กรัม (อย่างละเอียด) ลงใน micro-Kjedahl flask เติม
 digestion mixture ลงไป 5 มิลลิลิตร นำไปวางบน Kjedahl heater ต้มจนได้สารละลายใสทั้งไว้ให้
 เย็น ถ่ายลงใน volumetric flask ขนาดบรรจุ 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
 ด้วยน้ำกลั่น ไปเปต aliquate จำนวน 20 มิลลิลิตร ลงใน distillation flask เติม 10 N NaOH ลงไป
 5 มิลลิลิตร ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วย 0.005 N H_2SO_4 หรือ HCl ทำ blank ร่วมไปด้วย

5) การวิเคราะห์ available phosphorus โดยวิธีการ BrayII

เตรียม 0.1 N HCl + 0.03 N NH_4F (BrayII) (ใช้ NH_4F 1.0N 15 มิลลิลิตร
 ผสมกับ 0.5 N HCl 100 มิลลิลิตร เติมน้ำจนเป็น 500 มิลลิลิตร) การสกัด ใช้ดินต่อ BrayII

อัตราส่วน 1:10 เขย่า 60 นาที เมื่อเขย่าจนครบกำหนดแล้วกรองเพื่อเอาน้ำที่สกัดออก เก็บไว้ใน flask ที่สะอาด ปิดจุกไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณ P ในน้ำสกัดต่อไป

การวิเคราะห์หาปริมาณของ phosphorus ในน้ำสกัด ทำ standard curve ของ P เตรียมน้ำยามาตรฐาน Phosphate ให้มีความเข้มข้น 5 mg P L^{-1} โดยใช้ standard phosphate 50 mg P L^{-1} มาทำให้เจือจาง 10 เท่า ชักเอา aliquote 0,1,2,3,4, และ 5 มิลลิลิตร บรรจุลงไปใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำลงไปจนมีปริมาตรประมาณ 20 มิลลิลิตร เติม reagent B ลงไป 4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วเติมน้ำกลั่นลงไปใน flask จนมีปริมาตรครบ 25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันวางทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที แล้วเริ่มอ่านเปอร์เซ็นต์ transmittance ของน้ำยานี้ด้วย spectrophotometer wavelength 882 nm Plot กราฟระหว่างค่าของ reading จาก spectrophotometer กับความเข้มข้นของ P ในน้ำยา standard ลงบนกระดาษกราฟ ซึ่งจะเป็น standard curve ที่ต้องการ และใช้สำหรับ unknown sample ได้

การวิเคราะห์หาปริมาณ P ใน unknown sample ใช้ aliquot ประมาณ 1-10 มิลลิลิตร ของ unknown sample ใส่ลงไปใน volumetric flask ที่มีความจุ 25 มิลลิลิตร การที่จะพิจารณาว่าควรจะใช้ aliquot เท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของ P ที่มีอยู่ใน sample ซึ่งจะต้องทดลอง develop color ก่อน

การวัดสีของ P โดยวิธีนี้ จะต้องปรับ pH ให้เป็น 5.0 โดยใช้ P-nitrophenol 0.25% เป็น indicator ซึ่งจะมีสีเหลืองในด่าง ไม่มีสีในกรด

การคำนวณหาปริมาณของ P ที่วิเคราะห์ได้เป็น mg P kg^{-1} ของดิน
คำนวณได้ดังนี้

ให้ ratio ของ solution: soil = Y

$\text{P (mg L}^{-1}\text{)}$ ที่อ่านได้จาก standard curve = Z

$$\text{P (mg L}^{-1}\text{)} = \frac{Z \times Y \times \text{final vol. (ml)}}{\text{aliquot used (ml)}}$$

6) การวิเคราะห์หา exchangeable potassium calcium sodium และ magnesium โดยใช้ atomic absorption spectrophotometer

ซึ่งตัวอย่างดิน 5 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด NH_4OAc ลงไป 50 มิลลิลิตร เขย่าติดต่อกันนาน 30 นาที กรองโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 42 ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้ NH_4OAc นำไปวิเคราะห์หาปริมาณ K Ca Na และ Mg ด้วย Atomic absorption spectrophotometer (ทักษิณี และ จงรักษ์, 2542)

ข. การวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช

1) การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน (Distillation)

ไปเปิดสารละลาย (aliquot) ที่ได้จากการ digest พืช ($\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{Se digestion}$) จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ลงใน distillation flask เติม 40% NaOH ลงไป 5 มิลลิลิตร แล้วทำการกลั่น ไนโตรเจนซึ่งอยู่ในรูป $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนียม เก็บแอมโมเนียมที่กลั่นได้ซึ่งออกมาในรูปแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ในสารละลาย boric acid indicator 5 มิลลิลิตร กลั่นจนกระทั่งสารละลายใน flask ซึ่งบรรจุ boric acid indicator มีปริมาตรราว 30 มิลลิลิตร ไตรเตรตสารละลายที่กลั่น ได้นี้ด้วย standard 0.01 H_2SO_4 ทำ blank พร้อมตัวอย่าง

$$\% \text{ N ในพืช} = \frac{\text{ml acid used (sample - blank titration)} \times \text{Normality of std. acid} \times 0.014 \times 0.050 \times 100}{\text{Weight of plant sample (gm)} \times \text{ml. of aliquot}}$$

2) การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส (vanadomolybdate yellow color)

ไปเปปต์ aliquot ที่ได้จากการย่อยสลายตัวอย่างพืชจำนวน 3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร เติม ammonium molybdate และ 0.25% ammonium metavanadate อย่างละ 1 มิลลิลิตร เขย่าทิ้งไว้ 20 นาที จึงนำไปวัดความเข้มข้นของสีเหลืองที่เกิดขึ้นด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ wavelength 440 นาโนเมตร

ทำ standard curve ของ 0 2.5 5 7.5 10 และ 12.5 mg P L^{-1} โดยไปเปปต์ stock -40 mg P L^{-1} จำนวน 0 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง ขนาด 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนสารละลายแต่ละหลอดมีปริมาตร 3 มิลลิลิตร เติม blank หลอดละ 3 มิลลิลิตร และเติม 5% ammonium molybdate และ 0.25% ammonium metavanadate อย่างละ

1 มิลลิลิตร เขย่าทิ้งไว้ 20 นาที จึงนำเอาไปวัดความเข้มของสีเหลืองที่เกิดขึ้นเช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่าง plot ค่าที่อ่านได้

$$\% \text{ P ในพืช} = \frac{\text{mg PL}^{-1} \text{ std. curve} \times 8 \times 50 \times 10^{-6} \times 100}{\text{weight of plant sample} \times \text{ml of aliquot}}$$

3) การวิเคราะห์ปริมาณโปแทสเซียมและธาตุบางชนิด K และ Na วิเคราะห์โดยใช้ Flame photometer Ca และ Mg ใช้วิธี atomic absorption spectrophotometry (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

2.4.2 ข้อมูลการเจริญเติบโตของสับปะรด สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 10 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

- ก. ความสูง วัดความสูงจากโคนต้นถึงยอดใบสุดท้ายที่กลางเต็ม
 - ข. เส้นรอบวง (ขนาดลำต้น) โดยวัดจากตำแหน่งเหนือพื้นดิน 10 เซนติเมตร
 - ค. จำนวนกิ่ง และการแตกกิ่ง นับจากกิ่งที่แตกจากลำต้นหลัก
 - ง. ขนาดทรงพุ่ม วัด 2 แนว คือ วัดตามความยาวของแถวและวัดตามขวางแถว
- ค่าเฉลี่ย

2.4.3 ข้อมูลด้านผลผลิต สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 10 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

- ก. ระยะเวลาปลูกถึงออกดอก เก็บข้อมูลระยะเวลาหลังจากปลูกจนถึงออกดอก โดยนับวันออกดอกในวันที่ ต้นสับปะรดในแต่ละกรรมวิธีออกดอกเกิน 50 เปอร์เซ็นต์
- ข. จำนวนช่อดอกต่อต้น นับและทำสัญลักษณ์ นับทุกสัปดาห์
- ค. จำนวนผลต่อช่อ สุ่มเก็บตัวอย่างจากทิศตะวันออกและตะวันตก หาค่าเฉลี่ย เก็บข้อมูลทุก 2 สัปดาห์
- ง. ผลผลิตต่อต้น เก็บข้อมูลทุกสัปดาห์ ชั่งน้ำหนักสด จากนั้นกะเทาะเปลือก นำเมล็ดไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ให้เหลือความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักแห้งผลผลิต
- จ. ขนาดของเมล็ด วัดขนาดของเมล็ดด้าน ความหนา ความกว้าง และความยาว
- ฉ. น้ำหนัก 100 เมล็ด

2.4.4 ข้อมูลน้ำหนักแห้งของสับดำที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกที่ต่างกัน

เมื่อสับดำมีอายุครบ 1 ปี ทำการสุ่มชุดตัวอย่างจากระยะปลูกต่าง ๆ ซ้ำละ 3 ต้น รวม 12 ต้นต่อระยะปลูก นำมาแยก เป็น ใบ ลำต้น และราก ชั่งน้ำหนักสด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง นำออกมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง หากสับดำยังมีความชื้นอยู่ให้น้ำกลับเข้าไปอบและนำออกมาชั่งทุก ๆ 3 ชั่วโมง จนน้ำหนักแห้งคงที่จึงข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

2.4.5 เปรียบเทียบการให้ผลผลิตของการปลูกสับดำในแต่ละพื้นที่

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

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

สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง

1. พื้นที่แปลงทดลอง ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
2. พื้นที่แปลงทดลองสนุ่นดำ โครงการพัฒนาส่วนพระองค์เขาหินซ้อน อำเภอนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา
3. พื้นที่แปลงทดลองสนุ่นดำ สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี อำเภอสระ อำเภอสระบุรี

ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองในครั้งนี้เริ่มตั้งแต่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549

ผลและวิจารณ์

1. ศึกษารูปแบบวิธีการปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับปะรด

ศึกษารูปแบบวิธีการปลูกสับปะรด 4 รูปแบบ คือ การปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง (direct seeding) การปลูกโดยใช้กิ่งสับปะรดปลูกลงแปลงโดยตรง (direct planting of cutting) การปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด (transplanting of seedling) และการปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำ (transplanting of cutting) เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตที่ได้จากการปลูกในแต่ละกรรมวิธี เพื่อเป็นแนวทางในการปลูกสับปะรดต่อไป

1.1 ลักษณะการเจริญเติบโตของสับปะรดอายุ 180 วัน หลังปลูก

1.1.1 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านลำต้น (vegetative stage)

การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นสับปะรด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของความสูงของต้นสับปะรดที่ปลูกแต่ละวิธีการ โดยการปลูกสับปะรดที่เพาะต้นกล้าจากเมล็ดมีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด เท่ากับ 143.20 เซนติเมตร รองลงมา คือ การปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง และการปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 131.29 และ 130.14 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการปลูกโดยใช้กิ่งสับปะรดปลูกลงแปลงโดยตรงมีค่าเฉลี่ยความสูงน้อยที่สุด คือ 125.02 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

การเจริญเติบโตด้านการแตกกิ่งของต้นสับปะรด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของการปลูกสับปะรดแต่ละวิธีการ โดยการปลูกสับปะรดที่ปลูกจากกิ่งสับปะรดปลูกลงแปลงโดยตรงมีการแตกกิ่งมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกสับปะรดโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดโดยมีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 3.94 และ 3.89 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ รองลงมา คือ การปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำและการปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติและมีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 2.96 และ 2.92 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

การเจริญเติบโตด้านขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกสับปะรดที่ใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดมีค่าเฉลี่ยขนาดของเส้น

ผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุด เท่ากับ 4.97 เซนติเมตร รองลงมา คือ การปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูก โดยตรงมีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 4.48 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกับการปลูกสับดำ โดยใช้กิ่งสับดำปลูกลงแปลงโดยตรงมีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เท่ากับ 4.42 เซนติเมตร โดยที่การปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำมีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น น้อยที่สุด เท่ากับ 4.26 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

การเจริญเติบโตด้านขนาดของทรงพุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่าง มีนัยสำคัญ โดยการปลูกสับดำที่ใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดมีค่าเฉลี่ยขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง ทรงพุ่มสูงที่สุด เท่ากับ 132.47 เซนติเมตร รองลงมา คือ การปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง การปลูกใช้ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำ และการปลูกโดยใช้กิ่งสับดำปลูกลงแปลงโดยตรงมีค่าเฉลี่ย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 112.04 110.14 และ 106.61 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

จากการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตของสับดำในช่วง 180 วันแรก การปลูก สับดำโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดมีการเจริญเติบโตในทุกด้านดีกว่าการปลูกด้วยวิธีการอื่น ซึ่ง อาจเป็นเพราะต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดที่มีอายุเหมาะสมโดยประมาณ 60 วัน ต้นกล้าจะมีความ แข็งแรงสูงและสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี (สมบัติ, 2549) อีกทั้งในช่วงแรกของการ เจริญเติบโต ขณะอยู่ในเรือนเพาะชำจะได้รับการดูแลที่ดีทำให้ต้นกล้ามีความสมบูรณ์สูงทั้งการ เจริญเติบโตทางด้านปลายยอดและราก ซึ่งหากเปรียบเทียบแล้วต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำก็ได้รับ ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้เช่นเดียวกันเหตุใดจึงมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าการปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะจาก เมล็ด เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการปักชำโดยใช้กิ่งสับดำที่มีขนาดเล็กและสั้นเกินไป กล่าวคือ ปกติการปักชำสับดำโดยทั่วไปจะใช้กิ่งในการปักชำขนาด 20-25 เซนติเมตร มีเส้นผ่าน ศูนย์กลางของกิ่งไม่เกิน 1-1.5 เซนติเมตร (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525) และอาจเป็นเพราะความ สะดวกในการขนย้ายเมื่อต้นกล้าเจริญเต็มที่พร้อมปลูกซึ่งต้นกล้าจะมีขนาดไม่ใหญ่มาก อีกทั้ง ประหยัดในเรื่องของการเตรียมถุงเพาะชำและวัสดุปลูก โดยได้เคยมีการศึกษาการออกรากของ กิ่งปักชำสับดำ โดยใช้กิ่งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1 2 และ 3 เซนติเมตร ยาว 15 และ 30 เซนติเมตร พบว่า กิ่งที่มีความยาว 30 เซนติเมตร สามารถออกรากและอยู่รอดได้ดีกว่ากิ่งขนาด 15 เซนติเมตร และกิ่งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่และเป็นกิ่งยาวจะมีการออกรากแตกต่างจาก กิ่งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กและสั้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อีกเหตุผลหนึ่ง คือ ต้นกล้าสับดำที่ เพาะจากเมล็ดจะมีระบบรากที่แข็งแรงกว่า เนื่องจากมีจำนวนรากมากกว่า ยาวกว่า และเจริญเติบโต ได้รวดเร็วกว่าเมื่อเทียบกับต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำที่อายุต้นกล้าเท่ากัน (บัณฑิตวรณ, 2527)

ตารางที่ 1 Characteristic of growth of Physic nut with planted by different methods of planting at 180 days after planting

Methods	Plant height (cm)	No. of branches/plant	Stem diameter (cm)	Canopy diameter (cm)
DS	131.29 b ^{1/}	2.92 b	4.48 b	112.04 b
DC	125.02 c	3.94 a	4.42 cb	106.61 b
TS	143.20 a	3.89 a	4.97 a	132.47 a
TC	130.14 b	2.96 b	4.26 c	110.14 b
F-test	*	*	*	*
CV. %	12.33	9.49	12.48	5.56

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ในการแตกกิ่งจะเห็นได้ว่าการปลูกโดยใช้กิ่งสบูดำปลูกลงแปลงโดยตรงนั้นมีจำนวนกิ่งที่เกิดขึ้นมาก อาจมาจากกิ่งที่ใช้ปลูกโดยตรงนั้นมีขนาดใหญ่โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร เป็นกิ่งที่ไม่แก่หรืออ่อนจนเกินไป ฝังลงในดินลึกประมาณ 20-30 เซนติเมตร พบว่า มีการเจริญเติบโตที่ดี (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525) และ การใช้กิ่งสบูดำที่มีขนาดใหญ่และมีความยาว จะเป็นประโยชน์ต่อการงอกในเรือนของอาหารสะสม และมีจุดกำเนิดรากจำนวนมากทำให้สบูดำสามารถทนทานต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี อีกทั้งส่วนเหนือดินก็จะมีตาข้างจำนวนมากซึ่งจะพัฒนาไปเป็นใบและกิ่งต่อไป จึงทำให้วิธีการปลูกแบบการใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงมีการแตกกิ่งจำนวนมากเมื่อเทียบกับวิธีการปลูกแบบอื่น ๆ

การเจริญเติบโตด้านขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางและลำต้นนั้น พบว่า การปลูกโดยการเพาะเมล็ดมีขนาดใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับการปลูกแบบอื่น เนื่องมาจากการที่ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดแม้จะมีระบบรากแก้ว (tap root) ส่วนกิ่งปักชำ คือ ระบบรากฝอย (fibrous root system) และต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดจะมีรากที่มีขนาดใหญ่กว่าและมีจำนวนมากกว่าและสามารถแผ่กระจายตามแนวรัศมีทรงพุ่มและตามแนวดิ่งได้ดีกว่าการปลูกโดยใช้กิ่งปักชำ (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525)

ตารางที่ 2 Date of 50% flowering of Physic nut with planted by different methods of planting

Methods	DAP
DS	106.25 b ^{1/}
DC	72.50 a
TS	101.25 b
TC	70.50 a
F-test	*
CV. %	14.30

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

DAP = day after planting

1.1.2 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านสืบพันธุ์ (reproductive stage)

การออกดอกของสบู่ดำ พบว่า รูปแบบวิธีการปลูกแต่ละแบบมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกแบบใช้ต้นกล้าจากกิ่งปักชำและการปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงโดยตรงในแปลงปลูกโดยตรง ไม่แตกต่างกันทางสถิติและออกดอกเกิน 50% เมื่อมีอายุเฉลี่ย 70.50 และ 72.50 วัน รองลงมาคือ การปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดและการปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรงซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยทั้งสองรูปแบบออกดอกเมื่ออายุเฉลี่ย 101.25 และ 106.25 วันหลังปลูกตามลำดับ ซึ่งต่างจากการปลูกด้วยกิ่งปักชำทั้งสองแบบประมาณ 1 เดือน (ตารางที่ 2)

จากการทดลอง พบว่า การปลูกสบู่ดำโดยใช้เมล็ดหรือที่เรียกว่าการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ (generative propagation) มีอายุที่ใช้ในการออกดอกยาวนานกว่าการปลูกโดยใช้กิ่งปักชำหรือการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (vegetative propagatio) โดยประมาณ 1-2 เดือน (Rijssenbeek, 2006) ซึ่งโดยทั่วไปการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศของสบู่ดำจะใช้เวลาประมาณ 6 เดือนหลังปลูกหรือรวมอายุต้นกล้าด้วยจะใช้เวลาประมาณ 8 เดือน (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525) ขณะที่ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำจะใช้เวลาเพียง 2 เดือน หรือประมาณ 4 เดือน รวมอายุต้น

กล้า 2 เดือน ซึ่งเร็วกว่าการเพาะด้วยเมล็ด การที่การปลูกแบบใช้ท่อนพันธุ์สามารถออกดอกได้เร็วกว่านั้นอาจเป็นเพราะ กิ่งปักชำ หรือการใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรง การนำกิ่งมาจากต้นนั้นจะคัดเลือกกิ่งที่ไม่อ่อนหรือแก่จนเกินไป มีสีน้ำตาลปนเขียวเล็กน้อย จะเป็นกิ่งที่มีการเจริญเติบโตทางสรีระวิทยาเต็มที่ (maturity) ซึ่งกิ่งเหล่านี้มีจุดกำเนิดตาข้างจำนวนมากและพร้อมที่จะขยายพันธุ์ (reproductive) และเมื่อปลูกลงในดินก็พร้อมจะออกรากได้ง่าย ดังนั้นเมื่อเพาะชำให้ต้นกล้าเจริญเติบโตได้แล้ว ด้วยความที่กิ่งสมบูรณ์และเจริญเติบโตเต็มที่มีการสะสมอาหารเต็มที่แล้วก็พร้อมที่จะออกดอกในเวลาสั้นกว่าซึ่งบ่อยครั้งที่พบเห็นต้นกล้าในถุงเพาะชำอายุไม่เกิน 2 เดือนออกดอก และหากใช้กิ่งสมบูรณ์ที่มีขนาดใหญ่และความยาวที่เหมาะสมก็ยิ่งจะทำให้สมบูรณ์ดอกเร็วขึ้น (บัณฑิตวรรณ, 2527) และจากการทดลอง พบว่า การปลูกโดยใช้กิ่งปักชำและการปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงมีจำนวนวันออกดอกที่ใกล้เคียงกันอาจเนื่องมาจากกิ่งที่ใช้กับการปลูกลงแปลงโดยตรง มีขนาดและความยาวที่เหมาะสมจึงทำให้ปรับตัวได้ดีและมีการออกดอกที่รวดเร็วและมีจำนวนดอกที่มากเนื่องจากการแตกกิ่งจากตาข้างจำนวนมากซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงมีแนวโน้มในการให้ผลผลิตที่สูงตรงกับรายงานของ Heller ได้ทำการปลูก สบู่ดำในประเทศเซเนกัล พบว่า การปลูกสบู่ดำโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงในแปลงปลูกจะให้ผลผลิตดีที่สุดในการปลูกปีแรก (Heller, 1992) ขณะที่การปลูกด้วยเมล็ดมีจำนวนวันในการออกดอกสูงกว่านั้นเนื่องมาจากสบู่ดำเมื่อเริ่มงอกจะต้องพัฒนาเริ่มต้นใหม่โดยเริ่มจากการงอก (germination) พัฒนาไปเป็นการพัฒนาการทางด้านลำต้น (vegetative stage) เป็นระยะที่พืชมีการพัฒนาราก ลำต้น ใบและกิ่ง และเมื่อต้นมีความพร้อมก็จะเข้าสู่ช่วงการพัฒนาการทางด้านสืบพันธุ์ (reproductive stage) พืชจะเริ่มพัฒนาอวัยวะที่มีหน้าที่ในการสืบพันธุ์ คือ ดอก ผล และเมล็ด (ลิลลี่ และคณะ, 2549) ซึ่งแต่ละพืชก็จะใช้เวลาแตกต่างกันไป ดังนั้นสบู่ดำที่ปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงและการปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดจึงออกดอกช้ากว่าการปลูกด้วยกิ่งปักชำ และการที่การปลูกด้วยเมล็ดทั้ง 2 วิธีมีจำนวนวันที่ใกล้เคียงกันอาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในช่วงฤดูฝน ประกอบกับการที่เลือกใช้เมล็ดที่ใหม่ซึ่งจะไม่มีอาการพักตัว ทำให้เมล็ดที่ปลูกลงแปลงโดยตรงมีความงอกที่สม่ำเสมอและปรับตัวได้ดี มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว (ภาณี และคณะ, 2550) ขณะที่ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดแม้จะมีอายุกล้า 2 เดือน แต่การเปลี่ยนแปลงจากถุงเพาะชำไปเป็นสภาพดินในแปลงปลูกอาจทำให้ต้นกล้าต้องใช้เวลาปรับตัวและฟื้นตัวเองให้แข็งแรงอีก ซึ่งพบว่าเมื่อย้ายต้นกล้าออกจากแปลงเพาะชำต้นกล้าจะมีการใบไหม้ เนื่องจากโดนแสงแดดเต็มที่ทำให้ต้องสร้างใบใหม่ขึ้นมาทดแทนจนกว่าต้นจะสมบูรณ์และพร้อมจะเข้าสู่ระยะการพัฒนาการทางด้านสืบพันธุ์ (reproductive stage) จึงใช้เวลาใกล้เคียงกับการปลูกโดยใช้เมล็ดปลูกในแปลงปลูกโดยตรง

1.1.3 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสับดำอายุ 180 วัน หลังปลูก

จำนวนช่อดอกรวมที่เกิดขึ้นตั้งแต่แรกปลูกจนอายุ 180 วัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ การปลูกโดยใช้กิ่งสับดำปลูกลงแปลงโดยตรงมีจำนวนดอกรวมเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 43.91 ช่อดอกต่อต้น รองลงมา คือ การปลูกโดยใช้กิ่งปักชำ การปลูกโดยการเพาะเมล็ด และการปลูกโดยการปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง ซึ่งทั้งสามวิธีที่กล่าวมาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนดอกรวมเฉลี่ย เท่ากับ 29.97 29.51 และ 25.90 ช่อดอกต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จำนวนช่อผลรวมที่เกิดขึ้นในช่วง 180 วันแรก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในทุกกรรมวิธี โดยการปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงในแปลงปลูกมีจำนวนช่อผลรวมเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 32.49 ช่อผลต่อต้น รองลงมา คือ การปลูกโดยการเพาะเมล็ด การปลูกโดยใช้กิ่งปักชำ และการปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง โดยมีจำนวนช่อผลรวมเฉลี่ย เท่ากับ 22.18 18.21 และ 18.17 ช่อผลต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ขนาดของเมล็ดทางด้าน ความสูง ความหนา และความยาวของเมล็ด พบว่า ในแต่ละรูปแบบการปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยความยาวของเมล็ดการปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรงมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 9.35 มิลลิเมตร รองลงมา คือ การปลูกโดยใช้กิ่งปักชำ การปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรง และการปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 9.19 9.02 และ 8.97 มิลลิเมตร ตามลำดับ ด้านความสูงของเมล็ดการปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 10.54 มิลลิเมตร รองลงมา คือ การปลูกแบบใช้กิ่งปักชำ การปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง และการปลูกแบบเพาะต้นกล้าจากเมล็ด ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 10.30 10.23 และ 10.08 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความยาวของเมล็ด พบว่า การปลูกแบบใช้ต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 18.41 มิลลิเมตร รองลงมา คือ การปลูกด้วยกิ่งปักชำ การปลูกด้วยกิ่งที่ปลูกลงแปลงปลูกโดยตรง และการปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง โดยมีขนาดเฉลี่ย เท่ากับ 18.40 18.27 และ 18.14 มิลลิเมตร ตามลำดับ

น้ำหนัก 100 เมล็ดของการปลูกในแต่ละวิธี พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกที่ใช้กิ่งปักชำมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 77.75 กรัม รองลงมา คือ การปลูกด้วยกิ่งโดยตรงลงแปลงปลูก การปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด และการปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก เท่ากับ 77.62 77.50 และ 77.12 กรัม ตามลำดับ

ผลรวมผลผลิตในช่วง 180 วันหลังปลูก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกแบบใช้กิ่งปลูกโดยตรงลงในแปลงปลูกมีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 262.36 กรัมต่อต้น หรือ 104.94 กิโลกรัมต่อไร่ (ใน 180 วันแรกหลังปลูก ที่ระยะปลูก 2×2 เมตร) รองลงมา คือ การปลูกโดยใช้กิ่งปักชำมีค่าเฉลี่ยผลผลิต เท่ากับ 205.38 กรัมต่อต้น หรือ 82.15 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดมีผลผลิต 119.39 กรัมต่อต้น หรือ 47.45 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง มีค่าเฉลี่ยผลผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 7.43 กรัมต่อต้น หรือ 2.97 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 Yield components and seed yield with planted by different methods of planting at 180 days after planting

Methods	Total no. of flowers	Total no. of fruit clusters	Seed height (mm)	Seed width (mm)	Seed length (mm)	100 seeds weight (g)	Total seed yield (g/plant)
DS	25.90 b ^{1/}	18.17 c	9.35	10.23	18.14	77.12	7.43 d
DC	43.91 a	32.49 a	9.02	10.54	18.27	77.62	262.36 a
TS	29.51 b	22.18 b	8.97	10.08	18.41	77.50	119.39 c
TC	29.97 b	18.21 c	9.19	10.30	18.40	77.75	205.38 b
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns	*
CV. %	11.98	7.17	3.12	5.48	3.54	1.97	3.40

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ns = not significantly

จากผลการทดลองในเรื่องของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต พบว่า จำนวนช่อดอกรวมและช่อผลรวมที่เกิดขึ้นในช่วง 180 วันหลังปลูกมีความแตกต่างกันไม่มากนัก แต่น้ำหนักของผลผลิตเมล็ดที่ได้มีความแตกต่างกันมาก เนื่องมาจากการปลูกแต่ละกรรมวิธี มีระยะเวลาการออกดอกที่แตกต่างกัน เหตุผลที่การปลูกโดยใช้เมล็ดปลูกโดยตรงในแปลงปลูกมีจำนวนช่อดอกรวมและจำนวนช่อผลรวมใกล้เคียงกับวิธีอื่นเนื่องจากการปลูกโดยวิธีนี้จะออกดอกหลังจากปลูกใช้เวลาานกว่าการปลูกโดยใช้กิ่งปักชำและการปลูกกิ่งลงแปลงโดยตรงประมาณ 36 วัน หรือ 106 วันหลังปลูกนั้น ในระยะแรกจะมีดอกจำนวนน้อย เนื่องจากการปลูกด้วยเมล็ดใน

ช่วงแรกจะแตกกิ่งน้อย แต่หลังจากที่เริ่มออกดอกแล้วการปลูกด้วยวิธีนี้มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว มีการแตกกิ่งเพิ่มมากขึ้น จึงมีดอกเกิดขึ้นจำนวนมากแต่ระยะเวลาที่เกิดดอกมากอยู่ในช่วง 150 วัน หรือ 3 เดือนหลังปลูก ผลผลิตเมล็ดจากชุดนี้จึงไปรวมอยู่ในช่วง 360 วันหลังปลูก เนื่องจากสับดำ จะใช้เวลาตั้งแต่เริ่มผสมเกสรจนถึงเกิดการสุกแก่ทางสรีระวิทยา (ผลสีเหลือง) จะใช้เวลาประมาณ 70-80 วัน (สุนันทา และ สุปราณี, 2550) ขณะที่กรรมวิธีอื่น ๆ จะเริ่มเก็บผลได้ตั้งแต่ช่วง 150 วัน หลังปลูก และเหตุที่การปลูกสับดำที่เพาะจากเมล็ดมีผลผลิตมากกว่าการปลูกโดยการปลูกโดยเมล็ด โดยตรงในระยะแรก เนื่องจากการแตกกิ่งเป็นจำนวนมากจึงมีผลผลิตมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการปลูกโดยใช้กิ่งปลูกโดยตรงในแปลงปลูกและการปลูกโดยใช้กิ่งปักชำในเรื่องของจำนวนกิ่งที่ส่งผลต่อการเกิดดอก แต่เนื่องจากการปลูกโดยใช้กิ่งทั้งสองวิธีนั้นออกดอกเร็วกว่าจึงทำให้สองวิธีดังกล่าวให้ผลผลิตสูงกว่าในช่วง 180 วันแรก หลังปลูก

1.2 ลักษณะการเจริญเติบโตของสับดำอายุ 360 วัน หลังปลูก

1.2.1 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านลำต้น (vegetative stage)

การเจริญเติบโตด้านความสูง พบว่า การปลูกสับดำด้วยวิธีการต่าง ๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่การปลูกด้วยเมล็ดแปลงปลูกโดยตรงมีค่าเฉลี่ยความสูงของต้นมากที่สุด เท่ากับ 219.85 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกโดยต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดและการปลูกโดยใช้กิ่งปลูกแปลงปลูกโดยตรง มีค่าเฉลี่ยความสูงของต้น เท่ากับ 216.25 และ 219.58 เซนติเมตร ตามลำดับ และการปลูกโดยใช้กิ่งปักชำมีค่าเฉลี่ยความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 195.24 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

การเจริญเติบโตทางด้านการแตกกิ่ง พบว่า การปลูกสับดำ ด้วยวิธีการต่าง ๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดมีค่าเฉลี่ยจำนวนกิ่งในการแตกกิ่งสูงที่สุด เท่ากับ 4.74 กิ่งต่อต้น แต่ไม่แตกต่างกับการปลูกโดยใช้กิ่งปลูกแปลงปลูกโดยตรงและการปลูกโดยใช้เมล็ดปลูกแปลงปลูกโดยตรงและมีค่าเฉลี่ยในการแตกกิ่ง เท่ากับ 4.13 และ 3.58 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ โดยการปลูกแบบใช้กิ่งปักชำมีจำนวนการแตกกิ่งเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 3.22 กิ่งต่อต้น (ตารางที่ 4)

การเจริญเติบโตทางด้านขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกที่ใช้ต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดมีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุด เท่ากับ 8.94 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกด้วย

เมล็ดแปลงปลูกโดยตรงและการปลูกโดยการปลูกด้วยกิ่งแปลงปลูกโดยตรง และมีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เท่ากับ 8.94 และ 8.37 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยการปลูกแบบใช้กิ่งปักชำมีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 7.21 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

การเจริญเติบโตทางด้านขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกที่ใช้การปลูกด้วยเมล็ดแปลงปลูกโดยตรงมีค่าเฉลี่ยของขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับการปลูกโดยใช้การเพาะเมล็ดและการปลูกจากกิ่งแปลงปลูกโดยตรงโดยมีค่า เท่ากับ 213.33 209.59 และ 194.17 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยที่การปลูกจากกิ่งปักชำมีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มน้อยที่สุด เท่ากับ 180.72 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 Characteristic of growth of Physic nut with planted by different methods of planting at 360 days after planting

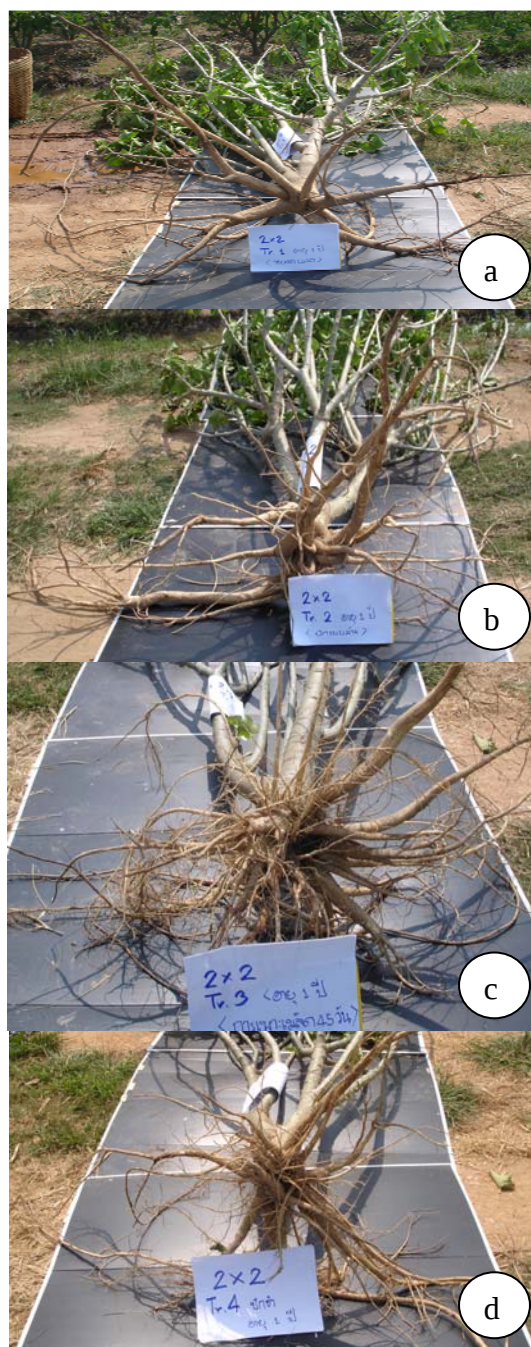
Methods	Plant height (cm)	No. of branches/plant	Stem diameter (cm)	Canopy diameter (cm)
DS	219.58 a ^{1/}	3.58 ab	8.37 ab	213.33 a
DC	201.08 ab	4.13 ab	7.56 ab	194.17 ab
TS	216.25 ab	4.74 a	8.94 a	209.59 a
TC	195.24 b	3.22 b	7.21 b	180.72 b
F-test	*	*	*	*
CV. %	6.97	20.16	12.36	7.80

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

จากผลการทดลอง พบว่า ในด้านความสูง สปูดำที่ขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ หรือจากเมล็ดนั้นมีความสูงที่มากกว่าการปลูกโดยการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ หรือการใช้กิ่งสปูดำ ดังที่ได้กล่าวในขั้นตอนช่วง 180 วัน หลังปลูก แม้จะมีขนาดความสูงใกล้เคียงกันแต่การปลูก

โดยใช้เมล็ดจะมีระบบรากที่แข็งแรงกว่า มีจำนวนรากมากกว่า และมีความยาวมากกว่า (ภาพที่ 1) จึงส่งผลให้สับดูสามารถหาธาตุอาหารและน้ำได้ดีกว่าต้นที่ปลูกด้วยกิ่ง อีกทั้งเมื่อมีระบบรากที่ดีแล้วก็จะส่งผลให้การเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ ดีขึ้นด้วย (Thitithanavanich, 1985) ในด้านการแตกกิ่ง พบว่า การปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงยังคงมีการแตกกิ่งในจำนวนใกล้เคียงกับการปลูกโดยใช้การเพาะต้นกล้าจากเมล็ดและการปลูกโดยใช้เมล็ดปลูกลงแปลงโดยตรงเนื่องมาจากกิ่งพันธุ์ที่ใช้มีความยาวถึง 50 เซนติเมตร จึงสามารถแตกตาข้างได้เป็นจำนวนมากทำให้จำนวนกิ่งเพิ่มตามไปด้วย และมีรูปแบบของราก ขนาด และความยาวที่ดีกว่าการใช้กิ่งขนาดเล็ก ต้นจึงสมบูรณ์ ส่วนการปลูกโดยใช้กิ่งปักชำนั้นสาเหตุที่ทำให้มีจำนวนกิ่งที่น้อยนั้น สันนิษฐานว่า อาจเกิดจากขนาดของกิ่งที่มีขนาดเล็กตั้งแต่เริ่มในแปลงเพาะต้นกล้าต้นจึงไม่แข็งแรงพอที่จะแตกกิ่งใหม่จำนวนมากและยังมีระบบรากที่ไม่แข็งแรงเมื่อเปรียบเทียบกับแบบอื่น ๆ ทำให้การเจริญเติบโตช้ากว่า (บัณฑิตวรรณ, 2527) ซึ่งสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยลำต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยทรงพุ่ม กับการปลูกสับดูโดยใช้กิ่งปักชำซึ่งมีค่าน้อยที่สุด



ภาพที่ 1 Characteristic of root planted by different methods of planting

- a: direct seeding
- b: direct planting of cutting
- c: transplanting of seedling
- d: transplanting of cutting

1.2.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสับดำอายุ 360 วัน หลังปลูก

จำนวนช่อดอกรวมเฉลี่ยของการปลูกสับดำด้วยวิธีการต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกสับดำที่ใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงมีจำนวนช่อดอกรวมเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 86.13 ช่อดอกต่อต้น รองลงมา คือ การปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง มีค่าเท่ากับ 78.08 ช่อดอกต่อต้น จากนั้นคือการปลูกจากต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด มีจำนวนช่อดอกรวมเฉลี่ย 66.20 ช่อดอกต่อต้น และการปลูกโดยใช้กิ่งปักชำมีจำนวนช่อดอกรวมเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 64.85 ช่อดอกต่อต้น (ตารางที่ 5)

จำนวนข้อผลรวมเฉลี่ย พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกแบบใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงมีจำนวนข้อผลรวมเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 82.24 ข้อผลต่อต้น รองลงมา คือ การปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรงมีจำนวนข้อผลรวมเฉลี่ย 76.17 ข้อผลต่อต้น จากนั้น คือ การปลูกจากต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด มีจำนวนข้อผลรวมเฉลี่ย 66.53 ข้อผลต่อต้น และการปลูกโดยใช้กิ่งปักชำมีจำนวนข้อผลรวมเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 55.01 ข้อผลต่อต้น (ตารางที่ 5)

ลักษณะของผลผลิต เมล็ด พบว่า ความหนาและความยาวของเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความกว้างของเมล็ดมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกจากต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกด้วยกิ่งปักชำโดยมีขนาด 10.40 และ 10.35 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ การปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง มีขนาด 10.12 มิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกับการปลูกด้วยกิ่งลงแปลงปลูกโดยตรง มีขนาดเท่ากับ 9.77 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5)

น้ำหนักเมล็ด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยใช้เมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงที่สุด เท่ากับ 78.12 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกโดยการใช้น้ำหนักกล้าที่เพาะจากเมล็ดและการใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรง โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 77.50 และ 77.25 กรัม ตามลำดับ โดยที่การปลูกโดยใช้กิ่งปักชำมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 75.00 กรัม (ตารางที่ 5)

น้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยที่ 360 วัน หลังปลูก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกที่ใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงมีค่าเฉลี่ยผลผลิตรวมสูงที่สุด เท่ากับ 838.21 กรัมต่อต้น หรือ 335.28 กิโลกรัมต่อไร่ (ที่ระยะปลูก 2×2 เมตร) รองลงมา คือ การปลูกจากต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดมีค่าเฉลี่ยผลผลิตรวม 795.14 กรัมต่อต้น หรือ 318.05 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่

แตกต่างกับการปลูกด้วยเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรงมีค่าเฉลี่ยผลผลิตรวม 789.30 กรัมต่อต้น หรือ 315.72 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกโดยใช้กิ่งปักชำให้ผลผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 542.51 กรัมต่อต้น หรือ 217.00 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 Yield components and seed yield with planted by different methods of planting at 360 days after planting

Methods	Total no. of flowers	Total no. of fruit clusters	Seed height (mm)	Seed width (mm)	Seed length (mm)	100 seeds weight (g)	Total seed yield (g/plant)
DS	78.08 b ^{1/}	76.17 b	9.23	10.12 ab	18.53	78.12 a	789.30 b
DC	86.13 a	82.24 a	9.25	9.77 b	18.44	77.25 ab	838.21 a
TS	66.20 c	66.53 c	9.01	10.40 a	18.25	77.50 ab	795.14 b
TC	64.85 c	55.01 d	9.15	10.35 a	18.71	75.00 b	542.51 c
F-test	*	*	ns	*	ns	*	*
CV. %	13.54	12.33	3.84	3.07	3.10	12.21	15.99

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ns = not significantly

จากการทดลอง พบว่า การปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงมีค่าเฉลี่ยการให้ผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 838.21 กรัมต่อต้น หรือ 335.28 กิโลกรัมต่อไร่ สอดคล้องกับการทดลองของ Heller ที่ได้ทำการทดลองปลูกสับดูดาในประเทศเซเนกัลในปี 1987 โดยปลูกสับดูดาด้วยการปลูกด้วยกิ่งลงแปลงโดยตรง ปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด และปลูกโดยใช้เมล็ดปลูกลงแปลงโดยตรง พบว่า การปลูกด้วยกิ่งลงแปลงโดยตรงให้ผลผลิตสูงที่สุดในฤดูกาลเก็บเกี่ยวแรกมากกว่าการปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด และปลูกโดยใช้เมล็ดปลูกลงแปลงโดยตรง (Heller, 1992) แต่ไม่ได้รายงานว่าให้ผลผลิตเท่าใด และการปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงมีลักษณะเด่นที่มีการแตกกิ่งจำนวนมากอันเกิดจากการแตกตาข้างจำนวนมากหลังปลูก และจำนวนกิ่งมีผลต่อจำนวนดอกทำให้สับดูดาออกดอกมากขึ้นและที่สำคัญ คือ สับดูดาออกดอกเร็วกว่าการปลูกด้วยเมล็ดจึงมีความได้เปรียบในเรื่องของผลผลิตและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ก่อนวิธีการปลูกที่ใช้การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงในแปลงปลูก และการปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดในปีแรก แต่การปลูกด้วยวิธีการปลูก

ที่ใช้การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงในแปลงปลูก และการปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดนั้นมีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตที่ดีในปีที่ 2 หรือหลังจาก 360 วันแรก เนื่องจากลักษณะการเจริญเติบโตที่ดี ต้นมีขนาดใหญ่และแข็งแรงแต่ต้องคำนึงระยะปลูกเนื่องจากทรงพุ่มจะเริ่มชิด (ในระยะปลูก 2×2 เมตร) และมีความสูงที่มีผลต่อการเก็บเกี่ยวและการจัดการแปลง จึงควรมีการศึกษาในเรื่องของระยะปลูกที่เหมาะสมและการตัดแต่งกิ่งที่เหมาะสม เพื่อความสะดวกในการจัดการแปลง ส่วนการปลูกด้วยกิ่งปักชำมีค่าเฉลี่ยการให้ผลผลิตต่ำที่สุดแม้ในช่วง 180 วันแรก จะมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับวิธีอื่นมากนัก สาเหตุอาจเกิดเนื่องมาจากขนาดและความยาวกิ่งที่มีขนาดเล็กหรือสั้นจนเกินไป หรือมีช่วงเวลากการปลูกที่ไม่เหมาะสมสำหรับวิธีการนี้ (Kobilke, 1989) ส่งผลต่อการเจริญเติบโตประกอบกับการมีการพัฒนาของรากที่ไม่แข็งแรงนักเมื่อเทียบกับวิธีอื่นจึงทำให้มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำที่สุดและการปลูกในรูปแบบนี้ไม่เหมาะสมกับการปลูกในที่โล่งแจ้ง หากมีลมแรงจะทำให้ต้นโค่นหรือหักล้มได้ง่าย

1.2.3 น้ำหนักแห้งชีวมวลของสับดูดำที่ปลูกในรูปแบบต่าง ๆ อายุ 360 วัน หลังปลูก

น้ำหนักแห้งชีวมวลของสับดูดำที่ปลูกในรูปแบบต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยน้ำหนักแห้งของใบที่เก็บเมื่อสับดูดำมีอายุ 1 ปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สับดูดำที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.00 กิโลกรัมต่อต้น ซึ่งไม่แตกต่างกับน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของการปลูกแบบการใช้กิ่งปลูกลงแปลงปลูกโดยตรง และการใช้เมล็ดปลูกลงแปลงปลูกโดยตรงโดยมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย เท่ากับ 1.90 และ 1.80 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ขณะที่การปลูกที่ใช้กิ่งปักชำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของใบน้อยที่สุด เท่ากับ 1.30 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 6)

น้ำหนักแห้งชีวมวลเฉลี่ยของลำต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกที่ใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 6.60 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมา คือ การปลูกด้วยกิ่งปักชำ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 4.70 กิโลกรัมต่อต้น การปลูกสับดูดำด้วยการเพาะลงแปลงปลูกโดยตรงไม่แตกต่างกับการปลูกโดยใช้กิ่งปักชำ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 4.40 กิโลกรัมต่อต้น และการปลูกสับดูดำโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 4.20 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 6)

น้ำหนักแห้งชีวมวลของรากสับดูดำ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด การปลูกโดยใช้กิ่งปักชำโดยตรง และการปลูกโดยใช้เมล็ดปลูกลงแปลงโดยตรง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของราก เท่ากับ

0.69 0.68 และ 0.66 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ขณะที่การปลูกที่ใช้กิ่งปักชำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของรากน้อยที่สุด เท่ากับ 0.42 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 Dry weight of each Physic nut part with planted by different methods of planting at 360 days after planting

Methods	Leaves (kg)	Stem (kg)	Root (kg)	Total (kg)
DS	1.80 a ^{1/}	4.40 bc	0.66 a	6.86 b
DC	1.90 a	4.20 c	0.68 a	6.78 bc
TS	2.00 a	6.60 a	0.69 a	9.29 a
TC	1.30 b	4.70 b	0.42 b	6.42 c
F-test	*	*	*	*
CV. %	13.27	7.01	21.57	5.99

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

น้ำหนักแห้งชีวมวลเฉลี่ยรวมทั้งต้นของสบู่ดำที่ปลูกด้วยวิธีการต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่การปลูกที่ใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด มีน้ำหนักแห้งชีวมวลรวมทั้งต้นสูงที่สุด เท่ากับ 9.29 กิโลกรัมต่อต้น หรือหากคิดเป็นพื้นที่ 1 ไร่ และการปลูกด้วยระยะปลูก 2×2 เมตร จะมีน้ำหนักแห้งชีวมวลรวม 3,716.00 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ การปลูกด้วยเมล็ดเพาะลงแปลงปลูกโดยตรงน้ำหนักแห้งชีวมวลรวมทั้งต้น เท่ากับ 6.86 กิโลกรัมต่อต้น หรือ 2,744.00 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการปลูกสบู่ดำด้วยการใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงมีน้ำหนักแห้งชีวมวลรวมทั้งต้น เท่ากับ 6.78 กิโลกรัมต่อต้น หรือ 2,712.00 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกสบู่ดำด้วยกิ่งปักชำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งชีวมวลรวมทั้งต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 6.42 กิโลกรัมต่อต้น หรือ 2,568.00 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 Total yield and total dry weight of Physic nut with planted by different methods of planting at 360 days after planting

Methods	Total seed yield (g/plant)	Total seed (kg/rai)	Total dry weight (kg/plant)	Total dry weight (kg/rai)
DS	789.30 b ^{1/}	315.72 c	6.86 b	2,744.00 b
DC	838.21 a	335.28 a	6.78 bc	2,712.00 c
TS	795.14 b	318.05 b	9.29 a	3,716.00 a
TC	542.51 c	217.00 d	6.42 c	2,568.00 d
F-test	*	*	*	*
CV. %	15.99	13.78	5.99	8.97

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

น้ำหนักรวมผลผลิตสดต่อพื้นที่ 1 ไร่ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกโดยใช้กิ่งสนูปดปลูกลงแปลงโดยตรงมีผลผลิตต่อพื้นที่มากที่สุด เท่ากับ 335.28 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ การปลูกโดยต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด การปลูกโดยปลูกลงแปลงโดยตรง และการปลูกโดยต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำ มีผลผลิตต่อพื้นที่ เท่ากับ 318.05 315.72 และ 217.00 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

น้ำหนักรวมผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกสนูปดโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด มีน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ 1 ไร่ สูงที่สุด เท่ากับ 3,716.00 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ การปลูกโดยใช้เมล็ดเพาะลงแปลงโดยตรง การปลูกโดยใช้กิ่งสนูปดปลูกลงแปลงโดยตรง และการปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำ มีผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ เท่ากับ 2,744.00 2,712.00 และ 2,568.00 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

จากการทดลอง พบว่า วิธีการปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 838.21 กรัมต่อต้น หรือ 335.28 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ

Heller และ kobilke ที่ทำการทดลองเรื่องวิธีปลูก พบว่า สบู่ดำที่ปลูกด้วยการปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงโดยใช้กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตรยาว 30 เซนติเมตรให้ผลผลิตสูงที่สุดในปีแรก เมื่อเทียบกับการปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงลงแปลงปลูกและการปลูกโดยใช้กิ่งปักชำ แต่ไม่ได้ระบุว่าได้ผลผลิตเท่าไร อย่างไรก็ตามการที่การปลูกด้วยกิ่งปักชำโดยตรง อาจมีข้อดีตรงที่ว่ากิ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ย 2.50 เซนติเมตร และยาว 50 เซนติเมตร จึงมีอาหารสะสมอยู่ในกิ่งจำนวนมากจึงทำให้กิ่งสามารถงอกและปรับตัว และทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี และการปลูกโดยใช้กิ่งเมื่อเจริญเติบโตในระดับหนึ่งก็พร้อมที่จะออกดอกในเวลาอันสั้น เนื่องจากกิ่งมีความสมบูรณ์จึงสามารถเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วกว่าการเพาะจากเมล็ด ดังนั้น เมื่อการปลูกด้วยกิ่งลงแปลงปลูกโดยตรงจึงออกดอกก่อนการเพาะด้วยเมล็ดประมาณ 1 เดือน และใช้เวลาในการผสมจนถึงผลเกิดการสุกแก่ประมาณ 70-80 วัน (สุนันทา และ สุปราณี, 2550) จึงเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ก่อนวิธีการปลูกอื่น ๆ จึงทำให้มีผลผลิตมากกว่าเมื่อมีระยะเวลาปลูกเท่ากัน

ปัจจัยด้านการเจริญเติบโตที่ส่งผลต่อผลผลิต คือ การแตกกิ่ง ซึ่งโดยธรรมชาติ สบู่ดำจะออกดอกที่ปลายยอดแล้วแตกต่อไปเรื่อย ๆ ในลักษณะ 2 ทาง หรือการแตกแบบ dichotomous ดังนั้น การที่มีการแตกกิ่งจำนวนมากก็จะทำให้โอกาสเกิดดอกเพิ่มจำนวนขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรง โดยเฉพาะเมื่อนานกิ่งมีความเหมาะสมตาข้างของกิ่งจะเริ่มแตกตาใหม่เป็นจำนวนมากเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม และการแตกกิ่งของสบู่ดำที่ปลูกจากกิ่งจะมีอัตราการเกิดกิ่งที่สูงกว่าการปลูกด้วยเมล็ดในช่วงแรก คือ 180 วันหลังปลูก จากนั้นต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดไม่ว่าจะเป็นการปลูกลงแปลงโดยตรง หรือการเพาะจากเมล็ดจะมีการแตกกิ่งเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการจัดการน้ำที่ดี ทำให้ช่วงหลังจาก 180 วันแรก ทั้งสองวิธีที่มีอัตราการแตกกิ่งที่สูงขึ้น แต่เหตุที่ออกดอกช้ากว่าจึงเก็บผลผลิตได้น้อยกว่าในระยะเวลาที่เท่ากัน แต่มีแนวโน้มที่ผลผลิตจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

น้ำหนักรากแห้งชีวมวล เนื่องจากสบู่ดำเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้รวดเร็ว นอกจากเป็นพืชพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซลแล้ว ความน่าสนใจเกี่ยวกับน้ำหนักรากแห้งชีวมวลเพื่อเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น เช่น การทำกระดาษ การทำไม้ปาร์ติเคิลบอร์ด และเชื้อเพลิงอัดแท่ง เป็นต้น การเลือกหาวิธีการที่ทำให้สบู่ดำสะสมน้ำหนักรากแห้งอย่างรวดเร็วก็อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่น่าจะถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกเป็นวิธีการปลูกในอนาคต ซึ่งจากการทดลอง พบว่า การปลูกโดยใช้เมล็ดโดยตรง การใช้กิ่งปลูกโดยตรงเป็นวิธีที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตขณะที่มีการตอบแทนในเรื่องน้ำหนักรากแห้งที่ดี

การปลูกแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป และยังขึ้นกับลักษณะการปลูกในพื้นที่นั้น ๆ ด้วย เช่น การปลูกสับดำในต่างประเทศ เช่น อินเดีย ปลูกสับดำโดยใช้เมล็ดเท่านั้นและใช้วิธีปลูกลงแปลงโดยตรงเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการปลูกสับดำด้วยกิ่งปักชำเป็นสาเหตุการเกิดโรคไวรัสในมันสำปะหลัง (cassava mosaic virus) ซึ่งเป็นปัญหาอย่างมากในการปลูกมันสำปะหลังในประเทศอินเดีย และสับดำก็เป็นพืชอาศัยของเชื้อไวรัสนี้ด้วย ขณะที่ในเขตประเทศแอฟริกา นิยมปลูกโดยใช้กิ่งปักชำเนื่องจากนิยมปลูกเป็นไร่ การปักชำโดยตรงลงแปลงปลูกหรือลงในดินจึงเป็นวิธีที่สะดวกและเป็นที่ยอมรับ (Rijssenbeek, 2006) ในประเทศอินโดนีเซีย นิยมปลูกสับดำในรูปแบบใช้กิ่งปักชำก่อนนำลงแปลงปลูก เพราะเชื่อว่าจะได้ต้นที่แข็งแรงและมีการใช้เทคนิคในการเร่งรากก่อนนำลงแปลงปลูก ประเทศเพื่อนบ้าน เช่น ลาว กัมพูชา เวียดนาม นิยมปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด ส่วนประเทศไทยมีการปลูกสับดำหลายรูปแบบขึ้นกับสภาพแวดล้อม เช่น ในที่โล่งแจ้ง นิยมปลูกสับดำที่เพาะต้นกล้าจากเมล็ด เนื่องจากต้นมีความทนทานและปรับตัวได้ดี บางแห่งเชื่อว่าการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดจะทำให้เกิดการกลายพันธุ์จึงนิยมปลูกโดยใช้กิ่งปักชำ อย่างไรก็ตามในการปลูกจึงควรเลือกรูปแบบวิธีที่เหมาะสมกับแต่ละสภาพพื้นที่

จากการทดลอง พบว่า การปลูกสับดำโดยการปลูกลงแปลงโดยตรงและการปลูกโดยใช้เมล็ดเพาะลงแปลงโดยตรง สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตต้นกล้าได้ดีเนื่องจากการผลิตต้นกล้าในกรณีมีเมล็ดหรือกิ่งสับดำแล้วต้องการเพาะหรือชำ จะมีต้นทุนในการผลิตอยู่ประมาณต้นละ 3 บาท (ไม่รวมโรงเรือน) (สมบัติ, 2549) หาก 1 ไร่ ปลูก ระยะปลูก 1×2 เมตร ก็จะมีจำนวนต้นต่อไร่ เท่ากับ 800 ต้นซึ่งหากคิดเป็นต้นทุนต้นกล้าจะ เท่ากับ 2,400 บาทต่อไร่ แต่การปลูกด้วยการใช้เมล็ดเพาะลงแปลงปลูกโดยตรงและการใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงนั้นควรคำนึงถึง ช่วงเวลาในการปลูกหรือฤดูปลูกให้ดี ควรปลูกในช่วงต้นฤดูฝนและต้องมั่นใจว่าจะมีฝนตกสม่ำเสมอ ถ้าหากเมล็ดเป็นเมล็ดเก่า ควรเลือกเมล็ดที่ไม่ขึ้นราและสะอาด จากนั้นนำเมล็ดไปแช่น้ำประมาณ 1 วัน แล้วบ่มให้ขึ้นอาจเป็นฝ้าหรือกระสอบจนเห็นราก (radicle) เริ่มออก จึงทยอยปลูกลงแปลง การเลือกกิ่งควรเลือกกิ่งที่ไม่แก่หรืออ่อนจนเกินไป ที่สำคัญควรใช้กิ่งที่ใหม่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางควรไม่ต่ำกว่า 2.50 เซนติเมตร ขึ้นไป และมีความยาวไม่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร ฝังลงดินลึก 20-30 เซนติเมตร ไม่ปล่อยให้ดินท่วมน้ำ ก็จะ ได้ต้นกล้าที่แข็งแรง ไม่ต้องปลูกซ่อมมากนัก ซึ่งจะช่วยประหยัดต้นทุนเรื่องต้นกล้าได้มาก

2. ศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดำ

ศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมของสับดำในแต่ละพื้นที่ โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 สถานที่ คือ พื้นที่แปลงทดลองสับดำ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม พื้นที่แปลงทดลองสับดำ โครงการพัฒนาส่วนพระองค์ เขาหินซ้อน อำเภอนมสารตาม จังหวัดฉะเชิงเทรา และพื้นที่แปลงทดลองสับดำ สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี อำเภอลำลูกเกด จังหวัดเพชรบุรี โดยทำการศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของแต่ละพื้นที่ โดยใช้ระยะปลูกทั้งหมด 5 ระยะปลูก คือ ระยะปลูก 1×1 1×2 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร ตามลำดับ เพื่อศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ และเป็นแนวทางในการปลูกสับดำต่อไป

2.1 ผลการทดลองการศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมของสับดำ พื้นที่แปลงทดลองสับดำ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยเริ่มการทดลอง วันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ. 2548 เก็บข้อมูลเป็นระยะระยะเวลา 1 ปี ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2549

2.1.1 ลักษณะการเจริญเติบโตของสับดำอายุ 180 วัน หลังปลูก

ก. การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านลำต้น (vegetative stage)

การเจริญเติบโตด้านความสูง พบว่า ในแต่ละระยะปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด คือ 127.75 เซนติเมตร รองลงมา คือ การปลูกด้วยระยะปลูก 3×3 2×2 2×3 และ 1×2 เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 123.05 122.32 119.80 และ 117.40 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

การเจริญเติบโตด้านการแตกกิ่ง พบว่า ในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่งมากที่สุด คือ 3.05 กิ่งต่อต้น ซึ่งไม่แตกต่างกับการแตกกิ่งในระยะปลูก 2×3 และ 2×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 3.03 และ 2.8 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ โดยที่ระยะปลูก 1×2 และ 1×1 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 2.43 และ 2.32 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

การเจริญเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า ในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุด เท่ากับ 4.65 เซนติเมตร รองลงมา คือ การปลูกด้วยระยะปลูก 2×3 1×2 และ 2×2 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เท่ากับ 4.51 4.39 และ 4.38 เซนติเมตร ตามลำดับ และการปลูกด้วยระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 4.26 เซนติเมตร (ตารางที่ 8)

การเจริญเติบโตทางด้านขนาดของทรงพุ่ม พบว่า ในแต่ละระยะปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่มที่มากที่สุด ได้แก่ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่ม เท่ากับ 90.57 เซนติเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×1 2×2 1×2 และ 3×3 เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่ม เท่ากับ 89.57 87.57 85.55 และ 84.87 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 Characteristic of growth of Physic nut with different spacing of planting at 180 days after planting at Nakhon Pathom province

Spacing	Plant height (cm)	No. of branches/plant	Stem diameter (cm)	Canopy diameter (cm)
1×1 m	127.75 ^{/1}	2.32 b	4.26 b	89.57
1×2 m	117.40	2.43 b	4.39 ab	85.55
2×2 m	122.32	2.80 a	4.38 ab	87.57
2×3 m	119.80	3.03 a	4.51 ab	90.57
3×3 m	123.05	3.05 a	4.65 a	84.87
F-test	ns	*	*	ns
CV. %	15.73	7.76	14.60	7.69

^{/1} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ns = not significantly

จากการทดลอง พบว่า ในช่วง 180 วันแรก การเจริญเติบโตของสับดำยังไม่แตกต่างกันมาก แม้การเจริญเติบโตบางอย่างจะมีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังจะเห็นได้ว่าในช่วง 180 วันแรก สับดำยังไม่มีการแข่งขันกันมากนักและยังคงได้รับแสงอย่างเต็มที่ สับดำจึงเจริญเติบโตได้ดีที่ ซึ่งหากจะมองในเรื่องของความหนาแน่นหรือการบังแสงนั้นจะพบได้น้อย เพราะระยะปลูกทุกระยะยังมีทรงพุ่มที่ยังไม่ชิดกัน ยกตัวอย่าง เช่น ระยะปลูก 1×1 เมตร ซึ่งเป็นระยะปลูกที่แคบที่สุด แม้มีทรงพุ่มที่เกือบจะชิดแต่ยังคงเหลือพื้นที่เล็กน้อย โดยที่สามารถขยายรอบตัวเองได้ในรัศมี 1 เมตร ดังนั้นจึงยังไม่มี ความแตกต่างชัดเจนมากนักในช่วง 180 วันแรก แต่มีแนวโน้มว่าหลังจากเวลาจากนี้ไปจะมีความแตกต่างชัดเจนมากขึ้นเนื่องจากสับดำต้องแข่งขันกันสูงในระยะปลูกที่แคบ

ข. การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านสืบพันธุ์ (reproductive stage)

การออกดอกของสับดำที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยช่วงเวลาที่สับดำออกดอกเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในช่วงระหว่าง 70.00-71.25 วัน ซึ่งเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงทดลองอื่น ๆ สาเหตุที่สับดำออกดอกในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากต้นกล้าที่นำมาปลูกมีอายุกล้าเท่ากันและปลูกพร้อมกัน เพราะเป็นต้นกล้าที่เพาะชำจากกิ่งปักชำจึงทำให้ ออกดอกอย่างรวดเร็ว ซึ่งในช่วงนี้ระยะปลูกต่าง ๆ ไม่น่าจะส่งผลต่อการออกดอกมากนักเพราะเป็นช่วงที่สับดำทุกระยะปลูกเจริญเติบโตได้ดี (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 Date of 50% flowering of Physic nut with planted by different spacing of planting at Nakhon Pathom province

Spacing	DAP
1×1 m	70.50
1×2 m	71.25
2×2 m	70.00
2×3 m	71.25
3×3 m	70.00
F-test	ns
CV. %	15.67

ns = significantly

DAP = day after planting

ก. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสบู่ดำอายุ 180 วัน หลังปลูก

จำนวนช่อดอกรวมต่อต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่การปลูกด้วยระยะปลูก 2×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 30.22 ช่อดอกต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 3×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกรวมค่าเฉลี่ย เท่ากับ 30.05 ช่อดอกต่อต้น จากนั้น คือ ระยะปลูก 2×2 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวม 26.63 ช่อดอกต่อต้น และการปลูกด้วยระยะปลูก 1×2 และ 1×1 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนช่อดอกรวมค่าเฉลี่ย เท่ากับ 14.76 และ 12.71 ช่อดอกต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

จำนวนช่อผลรวมต่อต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 19.95 ช่อผลต่อต้น รองลงมา คือ การปลูกด้วยระยะปลูก 2×2 และ 2×3 เมตร ซึ่งทั้งสองระยะปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 15.11 และ 14.81 ช่อผลต่อต้น ตามลำดับ โดยในระยะปลูก 1×2 และ 1×1 เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 9.91 และ 8.73 ช่อผลต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

องค์ประกอบด้านเมล็ดสบูดำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งทางด้านความหนา ความกว้าง และความยาวของเมล็ดในช่วง 180 วัน หลังปลูก (ตารางที่ 10)

น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด เท่ากับ 79.86 กรัม รองลงมาเป็นระยะปลูกที่เหลือทั้ง 4 ระยะปลูกและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ ระยะปลูก 1×2 3×3 1×1 และ 2×2 เมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด เท่ากับ 78.05 77.9 77.57 และ 76.87 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

น้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย พบว่า แต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 197.98 กรัมต่อต้น หรือ 35.24 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×2 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 191.51 กรัมต่อต้น หรือ 76.60 กิโลกรัมต่อไร่ จากนั้น คือ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 177.12 กรัมต่อต้น หรือ 70.84 กิโลกรัมต่อไร่ และระยะปลูก 1×2 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 125.51 กรัมต่อต้น หรือ 100.40 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่ระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 53.39 กรัมต่อต้น หรือ 85.42 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 Yield components and seed yield with planted by different spacing of planting at 180 days after planting at Nakhon Pathom province

Spacing	Total no. of flowers	Total no. of fruit clusters	Seed height (mm)	Seed width (mm)	Seed length (mm)	100 seeds weight (g)	Total seed yield (g/plant)
1×1 m	12.71 c ^{1/}	8.73 c	9.20	10.45	18.77	77.57 b	53.39 d
1×2 m	14.76 c	9.91 c	9.02	10.54	18.27	78.05 b	125.51 c
2×2 m	26.63 b	15.11 b	8.97	10.08	18.41	76.87 b	191.51 a
2×3 m	30.22 a	14.81 b	8.80	10.81	18.53	79.86 a	177.12 b
3×3 m	30.05 a	19.95 a	9.19	10.30	18.40	77.90 b	197.98 a
F-test	*	*	ns	ns	ns	*	*
CV. %	7.98	13.31	3.86	5.05	3.05	1.14	12.96

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ns = not significantly

จากการทดลอง พบว่า ในช่วง 180 วัน หลังปลูก สบู่ดำที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกันมีการให้ผลผลิตที่ต่างกันไปด้วย โดยจะเห็นได้จากน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยต่อต้นที่ต่างกัน พบว่า สบู่ดำที่ปลูกและมีพื้นที่มาก ระยะปลูกห่าง มีแนวโน้มในการเจริญเติบโตที่ดีและมีผลผลิตมากขึ้น โดยสังเกตได้จากจำนวนช่อดอก ช่อผล และปริมาณผลผลิต ใน 180 วันหลังปลูก และจากข้อมูล ระยะปลูกที่หนาแน่น เช่น 1×1 เมตร จะให้ผลผลิตต่อต้นน้อยที่สุด เนื่องจากทรงพุ่มของสบู่ดำเริ่มชิด ลักษณะต้นจึงเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่สูงเพื่อแข่งขันในการใช้ปัจจัยต่าง ๆ เช่น แสงและคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้สบู่ดำมีการแตกกิ่งน้อยลง จึงจะมีในลักษณะที่ยืดยาว ทำให้แสงส่องผ่านทรงพุ่มได้น้อยลงเนื่องจากถูกบดบังด้วยกิ่งและใบที่หนาทึบ การสังเคราะห์แสงและการสร้างอาหารลดลงส่งผลให้การสร้างดอก ความสมบูรณ์ของผล และผลผลิตลดลงน้อยกว่าระยะปลูกอื่น ๆ (Schaffer and Gaye, 1989) ส่วนในระยะปลูกที่ไม่หนาแน่นนั้น การขยายของทรงพุ่มจะทำได้เต็มที่ เกิดการแตกกิ่งจำนวนมาก และระยะห่างจากจุดที่แตกกิ่งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งมีระยะสั้นแตกต่างกับระยะปลูกชิดกิ่งจะยืดยาวกว่า จึงเป็นเหตุผลว่าเหตุใดระยะปลูกห่างจึงมีผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่ดีกว่า นอกจากการที่ได้รับแสง และอากาศเต็มที่แล้ว

ทรงพุ่มที่โปร่งเปิดโอกาสให้แมลงต่าง ๆ เข้าช่วยผสมเกสรได้ง่าย เพราะสบู่ดำเป็นพืชผสมข้ามแมลงจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยผสมเกสร ศาวิตรี และคณะ (2550) ได้รายงานกลุ่มแมลงที่มีประสิทธิภาพในการช่วยผสมเกสรในแปลงสบู่ดำ ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม พบว่า มีแมลงหลายชนิด เช่น ผึ้งโพรง (*Apis cerana indica*) ผึ้งพันธุ์ (*A. mellifer ligustica*) ชันโรงงูเล็ก (*Trigona laeviceps*) แมลงวันหัวเขียว (*Chrysomya megacephala*) และแมลงวันดอกไม้ (*Eristalis arvorum*) ซึ่งแมลงเหล่านี้พบมากในแปลงสบู่ดำและพบมากในช่วงที่มีความชื้นสูง แมลงจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพในการผสมเกสรสบู่ดำ อย่างไรก็ตามหากลองคำนวณผลผลิตต่อไร่ในช่วง 180 วัน หลังปลูก ผลผลิตต่อไร่จะไม่ได้ผันแปรตามระยะปลูกที่เพิ่มขึ้นทั้งหมดดังจะเห็นได้จาก ระยะปลูก 1×2 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตต่อไร่มากที่สุด คือ 100.4 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวม 85.42 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2×2 มีน้ำหนักผลผลิต 76.60 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิต 70.84 กิโลกรัมต่อไร่ และ ระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตน้อยที่สุด เท่ากับ 35.24 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้น นอกจากจะคำนึงถึงผลผลิตต่อต้นแล้ว ควรคำนึงถึงผลผลิตต่อไร่ด้วย เพราะระยะปลูกที่เพิ่มขึ้นจะแปรผกผันกับจำนวนต้นที่ลดลง ระยะปลูกที่เลือกใช้ควรถึงการจัดการแปลงที่สะดวก ผลผลิตที่ดี และความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำ หากเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำควรจะปลูกถี่ขึ้นและถ้าหากเป็นดินดีที่มีความอุดมสมบูรณ์ควรเพิ่มระยะปลูกให้ห่างขึ้นเนื่องจากสบู่ดำเป็นพืชโตเร็ว (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525)

2.1.2 ลักษณะการเจริญเติบโตของสบู่ดำอายุ 360 วัน หลังปลูก

ก. การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านลำต้น (vegetative stage)

การเจริญเติบโตด้านความสูง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกด้วยระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด เท่ากับ 207.55 เมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 164.62 เมตร ระยะปลูก 2×3 และ 2×2 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 187.50 และ 183.75 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยที่ระยะปลูก 2×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 180.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 11)

การเจริญเติบโตด้านการแตกกิ่ง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกสบู่ดำด้วยระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่งสูงที่สุด เท่ากับ 3.89 กิ่งต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 3.65 กิ่งต่อต้น ระยะปลูก

2×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 3.32 กิ่งต่อต้น ระยะปลูก 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 3.18 กิ่งต่อต้น และการปลูกด้วยระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่งน้อยที่สุด เท่ากับ 2.62 กิ่งต่อต้น (ตารางที่ 11)

การเจริญเติบโตด้านขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกสบู่ดำด้วยระยะ 3×3 และ 2×3 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 6.51 และ 6.25 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×2 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 6.01 เซนติเมตร ระยะปลูก 1×2 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 5.67 เซนติเมตร และระยะปลูก 1×1 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 5.20 เซนติเมตร (ตารางที่ 11)

การเจริญเติบโตด้านขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงพุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 3×3 และ 2×2 เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม เท่ากับ 181.93 และ 177.22 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×2 และ 1×2 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม เท่ากับ 165.69 และ 159.30 เซนติเมตร ตามลำดับ และระยะปลูก 1×1 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มน้อยที่สุด เท่ากับ 128.10 เซนติเมตร (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 Characteristic of growth of Physic nut with different spacing of planting at 360 days after planting at Nakhon Pathom province

Spacing	Plant height (cm)	No. of branches/plant	Stem diameter (cm)	Canopy diameter (cm)
1×1 m	207.55 a ^{1/}	2.62 d	5.20 d	128.10 c
1×2 m	180.25 c	3.18 c	5.67 c	159.30 b
2×2 m	183.75 bc	3.32 bc	6.01 b	165.69 b
2×3 m	187.50 bc	3.65 ab	6.25 ab	177.22 a
3×3 m	194.62 b	3.89 a	6.51 a	181.93 a
F-test	*	*	*	*
CV. %	14.45	16.90	13.12	12.69

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

จากการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตช่วงอายุ 360 วัน หลังปลูก มีความชัดเจนมากขึ้นและสามารถมองเห็นความแตกต่างของแต่ละระยะปลูก โดยในส่วนของความสูงของต้นกล้า สาเหตุที่ระยะปลูก 1×1 เมตร มีความสูงมากที่สุดเนื่องมาจากการแข่งขันของพืช ในเรื่องของแสงแดด อากาศ ซึ่งเป็นผลต่อให้ระยะปลูกนี้มีการแตกต้งน้อยเมื่อเทียบกับระยะปลูกอื่น ๆ อีกทั้งขนาดของทรงพุ่มที่ชิดกันแน่นจึงทำให้มีเฉพาะการยืดยาวของกิ่งเป็นส่วนใหญ่ ระยะปลูก 3×3 เมตร เป็นระยะปลูกที่มีการเจริญเติบโตที่ดี เหตุที่มีความสูงน้อยกว่า 1×1 เมตร นั้นเนื่องจากระยะปลูก 3×3 เมตร มีพื้นที่ระหว่างต้นและระหว่างแถวมากพอในการขยายทรงพุ่ม และเมื่อทรงพุ่มโปร่ง ต้นกล้าจะได้รับแสงแดดและมีการถ่ายเทอากาศที่เพียงพอ มีการสังเคราะห์แสงได้ดี ต้นจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกด้าน และ พบว่า เมื่อมีระยะปลูกที่ลดลงหรือชิดมากขึ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าจะลดลงตามไปด้วย

ข. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของต้นกล้าอายุ 360 วัน หลังปลูก

จำนวนช่อดอกรวมต่อต้น พบว่า ในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 62.73 ช่อ

ดอกต่อต้าน รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวม เท่ากับ 59.01 ช่อดอกต่อต้น ระยะปลูก 2×2 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวม เท่ากับ 53.19 ช่อดอกต่อต้น ระยะปลูก 1×2 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวม เท่ากับ 30.27 ช่อดอกต่อต้น และระยะปลูก 1×1 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 24.43 ช่อดอกต่อต้น (ตารางที่ 12)

จำนวนข้อผลรวมต่อต้าน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 3×3 เมตร มีจำนวนข้อผลเฉลี่ยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 44.44 ข้อผลต่อต้าน รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 และ 2×2 เมตร ซึ่งสองระยะนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีจำนวนข้อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 36.96 และ 36.45 ข้อผลต่อต้าน ตามลำดับ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีจำนวนข้อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 23.78 ข้อผลต่อต้าน และระยะปลูก 1×1 เมตร มีจำนวนข้อผลเฉลี่ยรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 17.23 ข้อผลต่อต้าน (ตารางที่ 12)

องค์ประกอบด้านเมล็ดสดพบ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งทางด้านความหนา ความกว้าง และความยาวของเมล็ดในช่วง 360 วัน หลังปลูก (ตารางที่ 12)

น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักอยู่ในช่วง 78.55-79.30 กรัม (ตารางที่ 12)

น้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยที่ 360 วัน หลังปลูก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 491.03 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 87.40 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 2×2 เมตร ที่มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 483.96 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 193.58 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 460.73 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 123.01 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 260.99 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 208.79 กิโลกรัมต่อไร่ และระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 131.15 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 209.84 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 Yield components and seed yield with planted by different spacing of planting at 360 days after planting at Nakhon Pathom province

Spacing	Total no. of flowers	Total no. of fruit clusters	Seed height (mm)	Seed width (mm)	Seed length (mm)	100 seeds weight (g)	Total seed yield (g/plant)
1×1 m	24.43 e ^{1/}	17.23 d	9.14	10.27	18.46	78.55	131.15 d
1×2 m	30.27 d	23.78 c	9.23	10.12	18.53	78.95	260.99 c
2×2 m	53.19 c	36.45 b	9.32	10.21	18.46	79.05	483.96 a
2×3 m	59.01 b	36.96 b	9.50	10.26	18.53	79.30	460.73 b
3×3 m	62.73 a	44.44 a	9.25	9.77	18.44	79.12	491.03 a
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns	*
CV. %	5.09	5.13	4.23	4.11	3.32	2.21	11.49

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ns = not significantly

จากผลการทดลอง ระยะปลูกที่ให้ผลผลิตต่อไร่มากที่สุดกลับไม่ใช่ระยะปลูกที่ให้ผลผลิตต่อต้นสูงที่สุด โดยสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 209.84 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีผลผลิต เท่ากับ 208.79 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2×2 เมตร มีผลผลิต เท่ากับ 193.58 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีผลผลิต เท่ากับ 123.01 กิโลกรัมต่อไร่ และระยะปลูก 3×3 เมตร ที่มีผลผลิตเฉลี่ยรวมต่อต้นมากที่สุด แต่มีผลผลิตต่อพื้นที่น้อยที่สุด เท่ากับ 87.40 กิโลกรัมต่อไร่ ผลก็คือจำนวนต้นต่อพื้นที่มีผลต่อผลผลิตรวมของสับดำ ซึ่งทำให้มองได้หลายมุมมองว่า หากจะปลูกด้วยระยะปลูก 1×1 เมตร เพื่อให้ได้ผลผลิตรวมต่อไร่สูง มีการจัดการที่ค่อนข้างยาก เนื่องจากมีระยะที่ชิดมาก ทำให้การจัดการเป็นไปได้อย่างยาก และเมื่อเลย 180 วันแรก แล้ว ต้นสับดำจะสูงและหนาแน่นมาก การเก็บเกี่ยวผลผลิตทำได้ลำบาก แต่หากมองในอีกมุมหนึ่ง ส่วนต่าง ๆ ของสับดำสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น เชื้อเพลิงชีวมวล ผลิตภัณฑ์กระดาษ ไม้ปาร์ติเคิลบอร์ด ซึ่งสามารถแปรรูปได้จากต้นและใบ (สมบัติ, 2549) การปลูกสับดำระยะปลูก 1×1 เมตร สามารถให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งได้สูงถึง 10.97 ตันต่อไร่ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ในกรณีปลูกเพื่อตัดเอาต้น

เพียงอย่างเดียว โดยปลูกปล่อยให้เจริญเติบโตและตัดไปใช้ปีละหนึ่งครั้ง การปลูกระยะห่างขึ้นเช่น 2×3 และ 3×3 เมตร แม้มีการเจริญเติบโตและผลผลิตต่อต้นที่ดีแต่เมื่อคิดเป็นน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ แล้วน้อยกว่าระยะชิดหรือระยะปลูก 1×1 เมตร ค่อนข้างมาก

ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีการให้ผลผลิตที่ใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันทางสถิติ เหตุผลที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ระยะห่าง หรือช่องว่างมีความเพียงพอต่อการปลูกสับดำที่อายุ 360 วันหรือประมาณ 1 ปี ยกตัวอย่าง เช่น ระยะปลูก 2×2 เมตร จะมีระยะห่างระหว่างแถว 2 เมตร และระยะห่างระหว่างต้น 2 เมตร แต่สับดำมีความสูงเฉลี่ย เท่ากับ 183.75 เซนติเมตร มีขนาดทรงพุ่ม เท่ากับ 165.69 เซนติเมตร ซึ่งระยะห่างนี้เพียงพอต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และไม่มีการแข่งขันมากนักในช่วง 360 วันหลังปลูก และยังถ้าเป็นระยะปลูก 2×3 และ 3×3 เมตร ขึ้นไป ยิ่งทำให้สับดำสามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงกับทุกระยะปลูก คือ การเก็บในครั้งต่อไปหลังจากนี้ เนื่องจากสับดำจะมีความสูงเพิ่มขึ้น ทรงพุ่มกว้างขึ้น จึงยากต่อการเข้าไปเก็บเกี่ยว เพราะสับดำออกดอกที่ปลายยอด การเก็บเกี่ยวจะใช้เวลาและต้องระวังอันตรายจากยาง จากต้นและใบของสับดำ เข้าตา อีกทั้งเมื่อต้นมีขนาดใหญ่ขึ้นก็จะเกิดกิ่งและใบทับซ้อนกันมากทำให้แสงไม่สามารถส่องผ่านทรงพุ่มได้ ส่งผลถึงอัตราการสังเคราะห์แสง การสร้างและการสะสมอาหารลดลง ทำให้การสร้างดอกและติดผลลดลงตามไปด้วย อีกทั้งเป็นสาเหตุของการสะสมโรคและแมลง (อนุวัฒน์ และ สมบัติ, 2550) จากข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบว่าควรมีการตัดแต่งกิ่งสับดำ ทุกระยะปลูก เพื่อรักษาทรงพุ่มให้โปร่ง และไม่สูงมาก สามารถรับปัจจัยต่าง ๆ เช่น แสง และอากาศได้ดี และสามารถจัดการแปลงด้านต่าง ๆ ได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

ระยะปลูกที่เหมาะสม เนื่องจากการทดลองกับพื้นที่แปลงวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จึงไม่สามารถเป็นตัวแทน ระยะปลูกที่เหมาะสมที่ใช้ได้ทั่วไป ดังนั้นควรคำนึงถึงสภาพพื้นที่และความอุดมสมบูรณ์ของดิน และน้ำ ระพีพันธ์ และ สุขสันต์ (2525) รายงานว่า หากพื้นที่ใดมีความอุดมสมบูรณ์สูงหรือเป็นดินดีให้ปลูกสับดำให้มีระยะห่างที่มากขึ้น พื้นที่ใดเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือเป็นดินเลวให้ปลูกถี่ขึ้น สำหรับชุดดินกำแพงแสน และมีการจัดการน้ำที่ดี การปลูกระยะ 1×1 เมตร แม้จะให้ผลผลิตต่อไร่ดีเมื่อมีอายุครบ 1 ปี ก็ตามแต่ทรงพุ่มก็หนาแน่นจนเกินไป ทำให้การจัดการยากลำบาก ตัวเลือกที่น่าสนใจ คือ การปลูกด้วยระยะปลูก 1×2 หรือ 2×2 เมตร ซึ่งสองระยะปลูกนี้ให้ผลผลิตต่อไร่ใกล้เคียงกับระยะปลูก 1×1 เมตร แต่การจัดการด้านต่าง ๆ สามารถทำได้สะดวกกว่า และช่องว่างระหว่างต้นและแถวเพียงพอที่จะรองรับการเจริญเติบโตก่อนการตัดแต่งกิ่งเมื่ออายุครบ 1 ปี

ตารางที่ 13 Dry weight of each Physic nut part with planted by different spacing of planting at 360 days after planting

Spacing	Leaves (kg)	Stem (kg)	Root (kg)	Total (kg)
1×1 m	0.66 b ^{1/}	4.40 cd	1.80 b	6.86 b
1×2 m	0.68 b	4.20 d	1.90 b	6.78 bc
2×2 m	0.69 b	6.60 a	2.00 b	9.29 a
2×3 m	0.42 c	4.70 c	1.30 c	6.42 c
3×3 m	1.30 a	5.25 b	2.67 a	9.22 a
F-test	*	*	*	*
CV. %	18.92	17.13	11.95	5.80

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ก. น้ำหนักแห้งชีวมวลของสบู่ดำที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน อายุ 360 วัน หลังปลูก

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยใบสบู่ดำ ที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบสูงสุด เท่ากับ 1.30 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×2 1×2 และ 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบ เท่ากับ 0.69 0.68 และ 0.66 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยที่ระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบน้อยที่สุด เท่ากับ 0.42 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 13)

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้น ที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้น สูงสุด เท่ากับ 6.60 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้น เท่ากับ 5.25 กิโลกรัมต่อต้น ระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้น เท่ากับ 4.70 กิโลกรัมต่อต้น และระยะปลูก 1×1 และ 1×2 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้น เท่ากับ 4.40 และ 4.20 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของราก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของรากสูงสุด เท่ากับ 2.67 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×2 1×2 และ 1×1 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้น เท่ากับ 2.00 1.90 1.80 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของรากน้อยที่สุด เท่ากับ 1.30 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 13)

น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 9.29 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 3×3 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย เท่ากับ 9.22 กิโลกรัมต่อต้น จากนั้นคือ ระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย เท่ากับ 6.86 กิโลกรัมต่อต้น ระยะปลูก 1×2 เมตร มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย เท่ากับ 6.78 กิโลกรัมต่อต้น และระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย เท่ากับ 6.42 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 14 Total yield and total dry weight of Physic nut with planted by different spacing of planting at 360 days after planting

Spacing	Total seed yield (g/plant)	Total seed (kg/rai)	Total dry weight (kg/plant)	Total dry weight (kg/rai)
1×1 m	131.15 d ^{1/}	209.84 a	6.86 b	10,976.00 a
1×2 m	260.99 c	208.79 a	6.78 bc	5,424.00 b
2×2 m	483.96 a	193.58 b	9.29 a	3,716.00 c
2×3 m	460.73 b	123.01 c	6.42 c	1,720.56 d
3×3 m	491.03 a	87.40 d	9.22 a	1,641.16 e
F-test	*	*	*	*
CV. %	11.49	11.53	5.80	8.04

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ผลผลิตน้ำหนักรวมเมล็ดสับดูต่อพื้นที่ 1 ไร่ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตต่อพื้นที่มากที่สุด เท่ากับ 209.84 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 1×2 เมตร ซึ่งมีผลผลิตต่อพื้นที่ เท่ากับ 208.79 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร โดยมีผลผลิตต่อพื้นที่ เท่ากับ 193.58 123.01 และ 87.40 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งสับดูต่อพื้นที่ 1 ไร่ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตต่อพื้นที่มากที่สุด เท่ากับ 10,976.00 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร ซึ่งมีผลผลิตต่อพื้นที่ เท่ากับ 5,424.00 กิโลกรัมต่อไร่ จากนั้น คือ ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร โดยมีผลผลิตต่อพื้นที่ เท่ากับ 3,716.00 1,720.56 และ 1,641.16 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ผลผลิตน้ำหนักรวมเมล็ดเฉลี่ยและน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยต่อต้นของสับดูมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีระยะปลูกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ระยะปลูกที่กว้างสามารถรับปัจจัยต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตได้เต็มที่ ทั้งทางด้านธาตุอาหาร น้ำ อากาศ และแสง ไม่มีการแข่งขันกันสูง เหมือนกับระยะที่ปลูกชิด เช่น 1×1 เมตร จึงมีการสังเคราะห์แสง สะสมสารอาหาร ผลิติดอกและผลรวมทั้งสะสมน้ำหนักรากแห้งได้อย่างเต็มที่

ผลผลิตน้ำหนักรวมเมล็ดและน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยต่อต้นต่อไร่ พบว่า เมื่อปลูกด้วยระยะปลูกที่เพิ่มขึ้นกลับมีผลในทางตรงกันข้ามกับน้ำหนักรวมเมล็ดเฉลี่ยและน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยต่อต้น โดยเมื่อมีจำนวนต้นต่อไร่มากขึ้นผลผลิตก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ยกตัวอย่าง เช่น ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตน้ำหนักรวมเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นเพียง 131.15 กรัมต่อต้น แต่ด้วยการที่มีจำนวนถึง 1,600 ต้นต่อไร่ จึงมีผลผลิตสูงที่สุด คือ 209.84 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ระยะปลูก 3×3 เมตร มีผลผลิตรวมเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุด คือ 491.03 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มีจำนวนต้นต่อไร่เพียง 178 ต้น จึงมีน้ำหนักรวมผลผลิตเพียง 87.40 กิโลกรัมต่อไร่ น้อยกว่าระยะปลูก 1×1 เมตร ถึง 122.80 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่น้ำหนักรากแห้ง พบว่า ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยต่อต้น เท่ากับ 6.86 กิโลกรัมต่อต้น แต่มีน้ำหนักรากแห้งสูงถึง 10,976.00 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ ระยะปลูก 3×3 เมตร มี ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยต่อต้น เท่ากับ 9.22 กิโลกรัมต่อต้น แต่มีน้ำหนักรากแห้งต่อไร่เพียง 1,641.16 กิโลกรัมต่อไร่ น้อยกว่าระยะปลูก 1×1 เมตร ถึง 9,334.84 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นการที่จะเลือกระยะปลูกที่เหมาะสมนั้นต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ว่าจะปลูกเพื่อผลผลิตเมล็ดสับดูหรือปลูกเพื่อใช้ลำต้นหรือส่วนต่าง ๆ ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

2.2 ผลการทดลองการศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมของสนุ่นดำ พื้นที่แปลงทดลองสนุ่นดำ โครงการพัฒนาส่วนพระองค์เขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

2.2.1 ลักษณะการเจริญเติบโตของสนุ่นดำอายุ 180 วัน หลังปลูก

ก. การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านลำต้น (vegetative stage)

การเจริญเติบโตด้านความสูง พบว่า ในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด คือ 137.09 เซนติเมตร รองลงมา คือ การปลูกด้วยระยะปลูก 1×2 เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 123.02 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกับระยะปลูก 2×2 เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 114.61 เซนติเมตร จากนั้น คือ ระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 110.58 เซนติเมตร และระยะปลูก 2×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 94.61 เซนติเมตร (ตารางที่ 15)

การเจริญเติบโตด้านการแตกกิ่ง พบว่า ในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ระยะปลูก 2×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่งมากที่สุด คือ 3.31 กิ่งต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 2.95 กิ่งต่อต้น ซึ่งไม่แตกต่างกับการแตกกิ่งในระยะปลูก 2×3 และ 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 2.89 และ 2.81 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ โดยที่ระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 2.45 กิ่งต่อต้น (ตารางที่ 15)

การเจริญเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า ในแต่ละระยะปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ หลังปลูก 180 วัน โดยที่ระยะปลูก 2×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยขนาดของทรงพุ่มมากที่สุด เท่ากับ 4.30 เซนติเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 3×3 1×2 2×2 และ 1×1 เมตร โดยมีขนาดเฉลี่ยของทรงพุ่ม เท่ากับ 4.18 4.18 4.08 และ 4.07 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 15)

การเจริญเติบโตทางด้านขนาดของทรงพุ่ม พบว่า ในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่มที่มากที่สุดได้แก่ระยะปลูก 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่มมากที่สุด เท่ากับ 103.78 เซนติเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×2 และ 2×3 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่ม เท่ากับ 90.79 และ 93.65 เซนติเมตร จากนั้น คือ ระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่ม เท่ากับ 85.51

เซนติเมตร และระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่มน้อยที่สุด เท่ากับ 85.07 เซนติเมตร (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 Characteristic of growth of Physic nut with different spacing of planting at 180 days after planting at Chachoeng Sao province

Spacing	Plant height (cm)	No. of branches/plant	Stem diameter (cm)	Canopy diameter (cm)
1×1 m	137.09 a ^{1/}	2.45 c	4.07	85.07 c
1×2 m	123.02 b	2.95 b	4.18	103.78 a
2×2 m	114.61 bc	3.31 a	4.08	90.79 b
2×3 m	94.61 d	2.89 b	4.30	93.65 b
3×3 m	110.58 c	2.81 b	4.18	85.51 c
F-test	*	*	ns	*
CV. %	15.81	9.03	4.33	12.87

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ns = not significantly

จากการทดลอง พบว่า ในช่วง 180 วันแรกการเจริญเติบโตของสบู่ดำในช่วงนี้ยังไม่แตกต่างกันมากเนื่องจากการขยายของทรงพุ่มยังไม่แน่นอนจนเกินไป แต่ในระยะปลูก 1×1 เมตร เริ่มชิดมากขึ้นและการเจริญเติบโตมีแนวโน้มที่จะเพิ่มในลักษณะของความสูง เนื่องจากเมื่อทรงพุ่มชิดมากขึ้นจะมีการแข่งขันในการรับแสง และอากาศ ทำให้มีการพัฒนาการเจริญเติบโตด้านความสูงเนื่องจากการขยายทางด้านข้างเริ่มมีจำกัด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาระยะปลูกในแปลงทดลองสบู่ดำ ในพื้นที่ของภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร กำแพงแสน จังหวัดนครปฐมที่ในช่วง 180 วันหลังปลูก เริ่มมีแนวโน้มที่จะพัฒนาทางด้านความสูงมากกว่าทรงพุ่มในระยะปลูกที่ชิด อีกทั้งในระยะปลูกที่ชิดมากจะทำให้เกิดการแตกกิ่งที่น้อยกว่าเนื่องจากการเพิ่มความสูงเพื่อการรับปัจจัยต่าง ๆ และจากข้อมูลการแตกกิ่งของระยะปลูกที่ชิดขึ้นจะทำให้เกิดดอกในจำนวนที่ลดลงเนื่องจากปัจจัยด้านต่าง ๆ รวมทั้งการที่แมลงจะเข้าไปช่วยในการผสมเกสรเป็นไปได้ยากมากขึ้น (สาวตรี

และคณะ, 2550) จึงส่งผลให้ผลผลิตลดลงด้วยในช่วง 180 วันหลังปลูก (ตารางที่ 17) ในขณะที่ระยะปลูกที่ห่างมากขึ้น เช่น 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร ก็มีการพัฒนาทางด้านความสูง เช่นเดียวกันแต่สัมพันธ์กับขนาดความกว้างของทรงพุ่มที่เพิ่มมากขึ้น การที่ทรงพุ่มมีขนาดกว้างขึ้นเนื่องจากช่องว่างระหว่างต้นและระหว่างแถวที่เพียงพอทำให้สับดูสามารถแตกกิ่งได้ดี ทรงพุ่มโปร่งสามารถรับปัจจัยด้านแสงและอากาศ การช่วยผสมของแมลง และมีการแข่งขันในเรื่องของการใช้ธาตุอาหารน้อยกว่าระยะชิดทำให้สับดูที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มในการเจริญเติบโตทางลำต้นและการขยายขนาดของทรงพุ่มที่ดีสอดคล้องกับรายงานของ ระพีพันธุ์ และสุขสันต์ (2525) ว่าการปลูกในระยะห่างที่เพิ่มขึ้นจะทำให้สับดูมีความสูง ขนาดของทรงพุ่มขนาดของลำต้น และการแตกกิ่ง มากกว่าการปลูกในระยะปลูกที่ชิดขึ้น

ข. การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านสืบพันธุ์ (reproductive stage)

การออกดอกของสับดูที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยช่วงเวลาที่สับดูออกดอกเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในช่วงระหว่าง 95.25 - 96.75 วัน ซึ่งระยะปลูกที่มีค่าเฉลี่ยในการออกดอกเร็วที่สุด คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร เท่ากับ 95.25 วันหลังปลูกซึ่งปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การปลูกสับดูในพื้นที่แห่งนี้ ออกดอกช้ากว่าเมื่อเทียบกับแปลงทดลองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เนื่องจากในช่วงที่ปลูกสับดูในช่วงเดือนกันยายน 2548 ในพื้นที่ประสบภาวะแห้งแล้ง และการจัดการระบบการให้น้ำ (ระบบวางท่อเพื่อให้น้ำในแปลงแบบ flooding) ยังไม่แล้วเสร็จ ทำให้ต้นเกิดการชะงักการเจริญเติบโตในช่วงเดือนแรก โดยต้องใช้แรงงานในการตัดกรด ประกอบกับเป็นชุดดินจันทิกซึ่งเป็นประเภทเนื้อดินบนเป็นดินทราย ปฏิริยาดินเป็นกรดถึงปานกลางประมาณ 6.0-7.0 บางแห่งมีก้อนกรวดปนอยู่เล็กน้อย ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตร ตลอดปี มีความสามารถในการซึมผ่านของน้ำที่ไม่ดี น้ำที่ให้น้ำจึงซึมผ่านลงไปดินพืชใช้ได้น้อย มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ จึงทำให้การออกดอกช้ากว่าแปลงทดลองของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนประมาณ 20 วัน ซึ่งในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีการจัดการระบบน้ำที่ดีและเพียงพอต่อความต้องการประกอบกับฝนตกอย่างต่อเนื่องจึงทำให้มีการเจริญเติบโตที่ดีและออกดอกเร็วกว่า

ตารางที่ 16 Date of 50% flowering of Physic nut with planted by different spacing of planting at Chachoeng Sao province

Spacing	DAP
1×1 m	96.75
1×2 m	95.25
2×2 m	95.75
2×3 m	96.25
3×3 m	96.00
F-test	ns
CV. %	8.84

ns = not significantly

DAP = day after planting

ก. องค์ประกอบผลผลิตของสับดำอายุ 180 วัน หลังปลูก

จำนวนช่อดอกรวมต่อต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่การปลูกด้วยระยะปลูก 2×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกรวมเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 13.92 ช่อดอกต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 3×3 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 2×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกรวมเฉลี่ย เท่ากับ 13.72 ช่อดอกต่อต้น จากนั้น คือ ระยะปลูก 2×2 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวม 12.40 ช่อดอกต่อต้น และการปลูกด้วยระยะปลูก 1×2 เมตร โดย มีจำนวนช่อดอกรวมเฉลี่ย เท่ากับ 9.88 และระยะปลูก 1×1 เมตร มีจำนวนช่อดอกรวมเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 5.21 ช่อดอกต่อต้น (ตารางที่ 17)

จำนวนช่อผลรวมต่อต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 2×3 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 8.89 ช่อผลต่อต้น รองลงมา คือ การปลูกด้วยระยะปลูก 3×3 มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 8.20 ช่อผลต่อต้น ระยะปลูก 2×2 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 7.43 ช่อผลต่อต้น ระยะปลูก 1×2 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.52 ช่อผลต่อต้น และระยะปลูก 1×1 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 3.23 ช่อผลต่อต้น (ตารางที่ 17)

องค์ประกอบด้านเมล็ดสบูดำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่าง
นัยสำคัญ ทั้งทางด้านความหนา ความกว้าง และความยาวของเมล็ดในช่วง 180 วัน หลังปลูก โดย
ด้านความหนาของเมล็ด พบว่า ระยะปลูก 1×2 เมตร มีความหนาของเมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ
9.08 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 3×3 2×2 และ 1×1 เมตร โดยมีขนาด เท่ากับ 8.88 8.86
8.86 และ 8.73 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความกว้างของเมล็ด พบว่า ระยะปลูก 2×2 เมตร มีความกว้าง
ของเมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 11.48 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 3×3 1×1 และ 1×2
เมตร โดยมีขนาด เท่ากับ 11.03 10.77 10.77 และ 8.82 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความยาวของเมล็ด
พบว่า ระยะปลูก 2×2 เมตร มีความกว้างของเมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 18.73 มิลลิเมตร รองลงมา
คือ ระยะปลูก 1×2 3×3 2×3 และ 1×1 เมตร โดยมีขนาด เท่ากับ 18.68 18.45 18.11 และ 18.10
มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมี
นัยสำคัญ โดยระยะปลูกต่าง ๆ มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ยอยู่ที่ 77.97-79.53 กรัม (ตารางที่ 17)

น้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย พบว่า แต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ
อย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 31.91 กรัมต่อ
ต้น หรือ 8.51 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 3×3 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับระยะ
ปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 30.51 กรัมต่อต้น หรือ 5.43 กิโลกรัมต่อไร่
จากนั้น คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 26.53 กรัมต่อต้น หรือ 21.22
กิโลกรัมต่อไร่ และระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 13.65 กรัมต่อต้น หรือ
5.46 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่ระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 9.21
กรัมต่อต้น หรือ 14.73 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 Yield components and seed yield with planted by different spacing of planting at 180 days after planting at Chachoeng Sao province

Spacing	Total no. of flowers	Total no. of fruit clusters	Seed height (mm)	Seed width (mm)	Seed length (mm)	100 seeds weight (g)	Total seed yield (g/plant)
1×1 m	5.21 d ^{1/}	3.23 d	8.73	10.77	18.10	78.32	9.21 d
1×2 m	9.88 c	4.52 c	9.08	8.82	18.68	78.07	26.53 b
2×2 m	12.40 b	7.43 b	8.86	11.48	18.73	78.80	13.65 c
2×3 m	13.92 a	8.89 a	8.88	11.03	18.11	79.53	31.91 a
3×3 m	13.72 ab	8.20 ab	8.86	10.77	18.45	77.97	30.51 a
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns	*
CV. %	18.76	11.36	6.48	22.85	4.86	3.87	14.33

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ns = not significantly

จากการทดลอง พบว่า ในช่วง 180 วัน หลังปลูก สบู่ดำที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกันจะมีการให้ผลผลิตที่แตกต่างกันไปด้วย จากที่กล่าวมาแล้วในส่วนของการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นในระยะปลูกที่ชิดจะมีการเพิ่มขึ้นของความสูงมากกว่าการแตกกิ่งส่งผลให้สบู่ดำที่ปลูกในระยะชิด เช่น 1×1 และ 1×2 เมตร มีจำนวนดอกที่น้อยกว่าระยะปลูกอื่น ๆ ดังนั้นการติดผลและผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นจึงน้อยกว่าระยะปลูกอื่น ๆ (ตารางที่ 17) ด้านเมล็ดพบว่าไม่มีความแตกต่างทั้งทางด้านขนาดและน้ำหนัก 100 เมล็ด แต่ที่พบความแตกต่างอย่างชัดเจน คือ ส่วนของผลผลิตรวมเฉลี่ยต่อต้นใน 180 วันแรก ระยะปลูกที่สบู่ดำสามารถแตกกิ่งและขยายทรงพุ่มได้มาก เช่น 1×2 2×2 2×3 และ 3×3 สบู่ดำที่ได้รับปัจจัยต่าง ๆ เช่น แสง อากาศ น้ำ และธาตุอาหารอย่างเต็มที่ ส่งผลให้มีการออกดอก ติดผล และมีผลผลิตที่ดีกว่าระยะปลูกที่ชิด (ระยะปลูก 1×1 เมตร) อย่างชัดเจน แต่หากมองในมุมกลับกันในเรื่องของผลผลิตต่อพื้นที่ ที่กล่าวคือ พื้นที่ 1 ไร่ ที่ระยะปลูก 1×2 เมตร มีผลผลิตรวมสูงสุด 21.22 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ระยะปลูก 3×3 เมตร ที่มีผลผลิตต่อต้นสูงเป็นอันดับสองรองจากระยะปลูก 2×3 เมตร มีผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ไร่ น้อยที่สุดเพียง 5.43 กิโลกรัม ดังนั้น จำนวนต้นต่อพื้นที่จึงมีความสำคัญในการเลือกระยะปลูกของสบู่ดำ

2.2.2 ลักษณะการเจริญเติบโตของสับดูดำอายุ 360 วัน หลังปลูก

ก. การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านลำต้น (vegetative stage)

การเจริญเติบโตด้านความสูง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกด้วยระยะปลูก 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด เท่ากับ 189.65 เมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 185.37 เมตร ระยะปลูก 1×1 มีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 183.05 เซนติเมตร ระยะปลูก 2×2 มีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 182.62 เซนติเมตร โดยที่ระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 177.70 เซนติเมตร (ตารางที่ 18)

การเจริญเติบโตด้านการแตกกิ่ง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกสับดูดำด้วยระยะปลูก 3×3 2×2 และ 2×3 เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 3.50 3.47 และ 3.31 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 2.91 กิ่งต่อต้น และการปลูกด้วยระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่งน้อยที่สุด เท่ากับ 2.48 กิ่งต่อต้น (ตารางที่ 18)

การเจริญเติบโตด้านขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปลูกสับดูดำด้วยระยะปลูก 1×1 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 6.80 เซนติเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 6.51 เซนติเมตร ระยะปลูก 2×2 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 6.45 เซนติเมตร ระยะปลูก 3×3 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 6.22 เซนติเมตร และระยะปลูก 2×3 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 6.03 เซนติเมตร (ตารางที่ 18)

การเจริญเติบโตด้านขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงพุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มสูงที่สุด เท่ากับ 185.15 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 และ 2×2 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม เท่ากับ 181.62 และ 180.37 เซนติเมตร ตามลำดับ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม เท่ากับ 176.62 เซนติเมตร และระยะปลูก 1×1 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มน้อยที่สุด เท่ากับ 115.05 เซนติเมตร (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 Characteristic of growth of Physic nut with different spacing of planting at 360 days after planting at Chachoeng Sao province

Spacing	Plant height (cm)	No. of branches/plant	Stem diameter (cm)	Canopy diameter (cm)
1×1 m	183.05 b ^{1/}	2.48 c	6.80 a	115.05 c
1×2 m	189.65 a	2.91 b	6.51 ab	181.62 ab
2×2 m	182.62 bc	3.47 a	6.45 b	180.37 ab
2×3 m	185.37 ab	3.31 a	6.03 c	176.62 b
3×3 m	177.70 c	3.50 a	6.22 bc	185.15 a
F-test	*	*	*	*
CV. %	11.92	17.86	7.08	2.21

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

จากการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตช่วงอายุ 360 วัน หลังปลูก ในด้านความสูงของต้น สนูปดำที่ปลูกชิด คือ 1×1 1×2 เมตร มีแนวโน้มที่จะพัฒนาด้านความสูงมากกว่าขนาดของทรงพุ่มเช่นเดียวกับสนูปดำที่ปลูกในระยะปลูกนี้ที่อายุ 180 วัน หลังปลูก มีการแตกกิ่งน้อย เนื่องจากทรงพุ่มที่ชิดมากจึงมีทั้งการแข่งขันภายในต้น และระหว่างต้น เพื่อรับปัจจัยต่าง ๆ ขณะที่ขนาดของทรงพุ่มชิดและไม่สามารถขยายเพิ่มขึ้นได้ จึงมีทรงพุ่มที่หนาแน่น แสงส่องผ่านได้ยาก เป็นเหตุให้มีการสังเคราะห์แสง สะสมอาหารลดลง ส่งผลต่อการสร้างดอก และผลผลิต มีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับระยะปลูกที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 19)

ข. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสนูปดำอายุ 360 วัน หลังปลูก

จำนวนช่อดอกรวมต่อต้น พบว่า ในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 2×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 33.29 ช่อดอกต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 3×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวม เท่ากับ 31.00 ช่อดอกต่อต้น ระยะปลูก 2×2 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวม เท่ากับ 30.34 ช่อดอกต่อต้น ระยะปลูก 1×2

เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวม เท่ากับ 20.25 ช่อดอกต่อต้น และระยะปลูก 1×1 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 8.08 ช่อดอกต่อต้น (ตารางที่ 19)

จำนวนช่อผลรวมต่อต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 2×3 2×2 และ 3×3 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 31.93 30.38 และ 29.54 ช่อผลต่อต้น ตามลำดับ รองลงมาคือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 17.94 ช่อผลต่อต้น โดยที่ระยะปลูก 1×1 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 8.40 ช่อผลต่อต้น (ตารางที่ 19)

องค์ประกอบเมล็ดสมบูรณ์ ความหนา ความกว้าง และความยาว ของเมล็ด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยความหนาของเมล็ด ระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดมากที่สุด เท่ากับ 9.14 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 2×2 1×2 และ 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ด เท่ากับ 9.09 9.03 8.91 และ 8.69 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความกว้างเฉลี่ยของเมล็ด พบว่า ระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดมากที่สุด เท่ากับ 11.45 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 3×3 2×2 1×2 และ 2×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ด เท่ากับ 11.28 11.07 11.04 และ 8.77 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความยาวของเมล็ด ระยะปลูก 2×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดมากที่สุด เท่ากับ 18.58 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×1 3×3 2×2 และ 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ด เท่ากับ 18.51 18.41 18.05 และ 17.40 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 19)

น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 78.52-79.62 กรัม

น้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยที่ 360 วัน หลังปลูก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 240.01 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 42.72 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 235.14 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 62.78 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 213.85 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 85.54 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 152.75 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 122.20 กิโลกรัมต่อไร่ และระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 60.11 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 96.17 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 19 Yield components and seed yield with planted by different spacing of planting at 360 days after planting at Chachoeng Sao province

Spacing	Total no. of flowers	Total no. of fruit clusters	Seed height (mm)	Seed width (mm)	Seed length (mm)	100 seeds weight (g)	Total seed yield (g/plant)
1×1 m	8.08 d ^{1/}	8.40 c	8.69	11.45 a	18.51	79.20	60.11 d
1×2 m	20.25 c	17.94 b	8.91	11.04 a	17.40	79.62	152.75 c
2×2 m	30.34 b	30.38 a	9.03	11.07 a	18.05	78.52	213.85 b
2×3 m	33.29 a	31.93 a	9.09	8.77 a	18.58	79.37	235.14 a
3×3 m	31.00 ab	29.54 a	9.14	11.28 a	18.41	78.75	240.01 a
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns	*
CV. %	16.96	18.46	6.58	22.25	5.91	6.95	12.27

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ns = not significantly

จากการทดลอง ผลผลิตสับดำอายุ 360 วัน หลังปลูก พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยรวมต่อต้นในระยะปลูกที่เพิ่มขึ้น เช่น 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร ยังคงให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นมากกว่าระยะปลูกที่ชิด เช่น 1×1 และ 1×2 เมตร เนื่องมาจากการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น การปลูกชิดจะทำให้เกิดการแตกกิ่งที่น้อยกว่าปลูกห่างซึ่งกิ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดดอก ประกอบกับการที่มีทรงพุ่มหนาแน่นเกินไปทำให้สับดำต้องแข่งขันกันใช้ปัจจัยต่าง ๆ เช่น น้ำ ธาตุอาหาร แสงแดด และอากาศ ส่วนใหญ่จึงถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโตด้านความสูงมากกว่าด้านอื่นที่เป็นองค์ประกอบผลผลิต จึงเกิดดอก และผลผลิตที่น้อยตามไปด้วย ขณะที่การปลูกด้วยระยะปลูกที่เพิ่มขึ้น เช่น 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร สำหรับสับดำอายุ 1 ปี สามารถรองรับการขยายของทรงพุ่มได้เพียงพอ จากรายงานของ ระพีพันธุ์ และ สุขสันต์ (2525) ระยะปลูก 2×2 เมตร มีความสูงเฉลี่ย 2.51 เมตร และมีทรงพุ่มกว้าง 2.23 เมตร มีผลผลิต 127.09 กิโลกรัมต่อไร่ แต่พอสับดำมีอายุเพิ่มขึ้นจะมีทรงพุ่มที่ใหญ่ขึ้นและมีการซ้อนทับมากขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการตัดแต่งกิ่งต่อไปในทุกระยะปลูก เพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยวและการจัดการด้านต่าง ๆ

ตารางที่ 20 Dry weight of each Physic nut part with planted by different spacing of planting at 360 days after planting at Chachoeng Sao province

Spacing	Leaves (kg)	Stem (kg)	Root (kg)	Total (kg)
1×1 m	0.43 b ^{/1}	2.92 b	0.70 b	4.06 c
1×2 m	0.61 ab	4.42 ab	0.69 b	5.73 bc
2×2 m	0.64 ab	4.84 a	0.75 b	6.25 abc
2×3 m	0.94 a	5.89 a	1.09 ab	7.93 ab
3×3 m	0.95 a	5.99 a	1.41 a	8.35 a
F-test	*	*	*	*
CV. %	31.79	24.15	39.36	25.16

^{/1} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ก. น้ำหนักแห้งชีวมวลของสับดูดำที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน อายุ 360 วัน หลังปลูก

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยใบสับดูดำ ที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 3×3 และ 2×2 เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบสูงสุด เท่ากับ 0.95 และ 0.94 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×2 และ 1×2 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบ เท่ากับ 0.64 และ 0.61 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยที่ระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบน้อยที่สุด เท่ากับ 0.43 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 20)

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้น ที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 3×3 2×3 และ 2×2 เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้นสูงสุด เท่ากับ 5.99 5.89 และ 4.84 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้น เท่ากับ 4.42

กิโลกรัมต่อต้น และระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 2.92 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 20)

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของราก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของรากสูงสุด เท่ากับ 1.41 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมา ระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของราก เท่ากับ 1.09 กิโลกรัมต่อต้น และระยะปลูก 2×2 1×1 และ 1×2 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของราก เท่ากับ 0.75 0.70 และ 0.69 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 20)

น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 8.35 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย เท่ากับ 7.93 กิโลกรัมต่อต้น จากนั้นคือ ระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย เท่ากับ 6.25 กิโลกรัมต่อต้น ระยะปลูก 1×2 เมตร มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย เท่ากับ 5.73 กิโลกรัมต่อต้น และระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 4.06 กิโลกรัมต่อต้น (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 21 Total yield and total dry weight of Physic nut with planted by different spacing of planting at 360 days after planting

Spacing	Total seed yield (g/plant)	Total seed (kg/rai)	Total dry weight (kg/plant)	Total dry weight (kg/rai)
1×1 m	60.11 d ^{1/}	96.17 b	4.06 c	6,496.00 a
1×2 m	152.75 c	122.20 a	5.73 bc	4,584.00 b
2×2 m	213.85 b	85.54 c	6.25 abc	2,500.00 c
2×3 m	235.14 a	62.78 d	7.93 ab	2,117.31 d
3×3 m	240.01 a	42.73 e	8.35 a	1,486.30 e
F-test	*	*	*	*
CV. %	12.27	4.55	25.16	10.34

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ผลผลิตน้ำหนักรวมเมล็ดสับดำต่อพื้นที่ 1 ไร่ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 1×2 เมตร มีผลผลิตต่อพื้นที่มากที่สุด เท่ากับ 122.20 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×1 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร โดยมีผลผลิตต่อพื้นที่ เท่ากับ 96.17 85.54 62.78 และ 42.73 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งสับดำต่อพื้นที่ 1 ไร่ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตต่อพื้นที่มากที่สุด เท่ากับ 6,496.00 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร ซึ่งมีผลผลิตต่อพื้นที่ เท่ากับ 4,584.00 กิโลกรัมต่อไร่ จากนั้น คือ ระยะปลูก 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร โดยมีผลผลิตต่อพื้นที่ เท่ากับ 2,500.00 2,117.31 และ 1,486.30 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ผลผลิตน้ำหนักรวมเมล็ดเฉลี่ยและน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยต่อต้นของสับดำมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีระยะปลูกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ระยะปลูกที่กว้างสามารถรับปัจจัยต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตได้เต็มที่ ทั้งทางด้านธาตุอาหาร น้ำ อากาศ และแสง ไม่มีการแข่งขันกันสูง เหมือนกับระยะที่ปลูกชิด เช่น 1×1 และ 1×2 เมตร จึงมีการสังเคราะห์แสง สะสมสารอาหาร สร้างดอกและผล รวมทั้งสะสมน้ำหนักรากได้อย่างเต็มที่ ระยะปลูกที่เพิ่มขึ้นจะช่วยส่งเสริมในการเจริญเติบโต การแตกกิ่ง ซึ่งส่งผลต่อการออกดอกและการให้ผลผลิต ที่มากขึ้น เนื่องจากไม่ต้องแข่งขันกันมาก และได้รับปัจจัยต่าง ๆ อย่างเต็มที่

ผลผลิตน้ำหนักรวมเมล็ดและน้ำหนักรากแห้งต่อต้นต่อไร่ พบว่า เมื่อปลูกด้วยระยะปลูกที่เพิ่มขึ้นกลับมีผลในทางตรงกันข้ามกับน้ำหนักรวมเมล็ดเฉลี่ยและน้ำหนักรากแห้งต่อต้น โดยที่มีจำนวนต้นต่อไร่มากขึ้นผลผลิตก็จะเพิ่มขึ้นด้วย โดยสามารถเรียงลำดับการให้ผลผลิตต่อพื้นที่จากมากไปหาน้อย คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีผลผลิตเฉลี่ยรวมต่อต้นเพียง 152.75 กรัมต่อต้น แต่มีผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ไร่ สูงที่สุด เท่ากับ 122.2 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ 96.17 กิโลกรัม ตามมาด้วย ระยะปลูก 2×2 เมตร มีผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ 85.54 กิโลกรัม ระยะปลูก 2×3 เมตร มีผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ 62.78 กิโลกรัม และระยะปลูก 3×3 เมตร มีผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ไร่ น้อยที่สุด เท่ากับ 42.73 กิโลกรัม ดังนั้น การปลูกสับดำควรคำนึงถึงผลผลิตต่อพื้นที่มิใช่คำนึงถึงผลผลิตต่อต้นเพียงอย่างเดียว และควรเลือกระยะปลูกให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ หากเป็นดินดีการปลูกชิดจะทำให้ทรงพุ่มชิดกันเร็วเกินไป ทำให้ผลผลิตน้อย และยากต่อการจัดการด้านต่าง ๆ ดังนั้นหากเป็นดินที่อุดมสมบูรณ์ควรปลูกห่างขึ้นเพื่อรองรับกับการเจริญเติบโตของสับดำ แต่ถ้าเป็นดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ การปลูกให้ถี่ขึ้นจะเป็นการเพิ่มผลผลิตในพื้นที่อีกทางหนึ่ง ซึ่งในพื้นที่ของโครงการสวนพระองค์เขาหินซ้อน

จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งสภาพดินที่ได้จากการวิเคราะห์ พบว่า เป็นชุดดินจันทึก มีความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับต่ำและมีความเป็นกรดปานกลาง การปลูกสบู่ดำ ระยะปลูก 1×2 เมตร ให้ผลผลิตต่อพื้นที่มากที่สุด

ผลผลิตน้ำหนักแห้งของสบู่ดำ พบว่า เป็นไปในแนวทางเดียวกับผลผลิตกล่าวคือ เมื่อมีระยะปลูกที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นจะมากขึ้น แต่ในทางกลับกันน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ 1 ไร่ ระยะปลูกที่ชิด จะมีน้ำหนักมากกว่า เช่น ระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมต่ำที่สุด คือ 4.06 กิโลกรัมต่อต้น แต่มีน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ถึง 6,496.00 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมต่ำที่สุด คือ 5.73 กิโลกรัม แต่มีน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ถึง 4,584.00 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมต่ำที่สุด คือ 6.25 กิโลกรัม แต่มีน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ถึง 2,500.00 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมต่ำที่สุด คือ 7.93 กิโลกรัม แต่มีน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ถึง 2,117.31 กิโลกรัมต่อไร่ และระยะปลูก 3×3 เมตร ซึ่งมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมสูงที่สุด คือ 8.35 กิโลกรัมต่อต้น มีน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ 1,486.30 กิโลกรัมต่อไร่

ดังนั้นการเลือกระยะปลูกที่เหมาะสม ควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้ว่าต้องการใช้ส่วนไหนและจะนำผลผลิตไปทำอะไร ยกตัวอย่าง เช่น หากต้องการปลูกเพื่อนำเมล็ดไปขายหรือทำน้ำมัน ในพื้นที่นี้แสดงให้เห็นถึงระยะปลูก 1×2 เมตร ซึ่งให้ผลผลิตมากที่สุด แต่ถ้าหากต้องการใช้ลำต้นและใบไปใช้ในอุตสาหกรรม อื่น ๆ เช่น เชื้อเพลิง กระดาษ ไม้ปาร์ติเคิลบอร์ด และ อื่น ๆ ก็ควรเลือกปลูกระยะปลูกที่ให้ผลผลิตชีวมวลสูงสุด คือ ระยะปลูก 1×1 เมตร ซึ่งให้ผลผลิตสูงถึง 6,496.00 กิโลกรัมต่อไร่

2.3 ผลการทดลองการศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมของสบู่ดำ พื้นที่แปลงทดลองสบู่ดำสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี อำเภอยะอำ จังหวัดเพชรบุรี

2.3.1 ลักษณะการเจริญเติบโตของสบู่ดำอายุ 180 วัน หลังปลูก

ก. การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านลำต้น (vegetative stage)

การเจริญเติบโตด้านความสูง พบว่า ในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย การปลูกด้วยระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด คือ 130.65 เซนติเมตร รองลงมา คือ การปลูกด้วยระยะปลูก 2×2 และ 2×3 เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยความสูงที่

ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 118.05 และ 115.37 เซนติเมตร ต่อจากนั้น คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 100.55 เซนติเมตร และระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 95.22 เซนติเมตร (ตารางที่ 22)

การเจริญเติบโตด้านการแตกกิ่ง พบว่า ในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ระยะปลูก 2×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่งมากที่สุด คือ 3.52 กิ่งต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 3.15 กิ่งต่อต้น ระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 3.00 กิ่งต่อต้น ระยะปลูก 2×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 2.87 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ และระยะปลูก 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่งน้อยที่สุด เท่ากับ 2.72 กิ่งต่อต้น (ตารางที่ 22)

การเจริญเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า ในแต่ละระยะปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 2×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุด เท่ากับ 4.62 เซนติเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เท่ากับ 4.52 เซนติเมตร ระยะปลูก 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เท่ากับ 4.29 เซนติเมตร ระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เท่ากับ 4.18 เซนติเมตร และการปลูกด้วยระยะปลูก 2×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 4.15 เซนติเมตร (ตารางที่ 22)

การเจริญเติบโตทางด้านขนาดของทรงพุ่ม พบว่า ในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่มที่มากที่สุด คือ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่ม เท่ากับ 90.57 เซนติเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 2×2 และ 3×3 เมตรโดยมีค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่มที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 85.55 84.82 และ 82.62 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยที่ระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่มน้อยที่สุด เท่ากับ 75.42 เซนติเมตร (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 Characteristic of growth of Physic nut with different spacing of planting at 180 days after planting at Phetchaburi province

Spacing	Plant height (cm)	No. of branches/plant	Stem diameter (cm)	Canopy diameter (cm)
1×1 m	130.65 a ^{1/}	3.15 b	4.52	75.42 c
1×2 m	100.55 c	2.72 d	4.29	85.55 b
2×2 m	118.05 b	2.87 cd	4.15	84.82 b
2×3 m	115.37 b	3.52 a	4.62	90.57 a
3×3 m	95.22 d	3.00 bc	4.18	82.62 b
F-test	*	*	ns	*
CV. %	12.29	15.15	8.93	13.53

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

*= significantly at 95%

ns = not significantly

จากการทดลอง พบว่า การปลูกในระยะชิด เช่น 1×1 เมตร มีแนวโน้มที่จะมีความสูงเพิ่มขึ้นมากกว่าในระยะปลูกอื่น ขณะที่ความกว้างของทรงพุ่มมีขนาดเล็กกว่าระยะปลูกอื่น ๆ เนื่องมาจาก การแข่งขันกันในเรื่องของแสง แต่จากผลการทดลอง พบว่า การแตกกิ่งและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของสบู่ดำ ในระยะปลูก 1×1 เมตร มีจำนวนและขนาดใกล้เคียงกับระยะปลูกที่ห่าง ซึ่งแตกต่างกับการทดลองในพื้นที่อื่น ๆ เหตุที่เป็นเช่นนี้ อาจเกิดจากพื้นที่ปลูก ระยะปลูก 1×1 เมตร เป็นที่ลุ่มกว่าระยะปลูกอื่น ๆ เล็กน้อย ในขณะที่พื้นที่ปลูกเป็นชุดดินชะอำ มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาล มีจุดปะสีน้ำตาลปนเหลือง มีการระบายน้ำเร็ว มีความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ช้า (สนั่น และ วิจิตร, 2524) ซึ่งกลับเป็นประโยชน์สำหรับระยะปลูก 1×1 เมตร ซึ่งในฤดูแล้งการให้น้ำจะทำให้พื้นที่น้ำไหลไปรวมที่ระยะปลูก 1×1 เมตร แล้วค่อย ๆ ซึมลง แตกต่างกับระยะปลูกอื่น และการปลูกสบู่ดำในพื้นที่นี้ในฤดูแล้งมีอัตราการระเหยที่สูงและมีลมแรง การเจริญเติบโตของสบู่ดำจึงเกิดการชะงักการเจริญเติบโต ประกอบการเข้าทำลายของแมลง ในช่วงที่สบู่ดำอายุได้ 3 เดือน จึงต้องมีการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดแมลง โดยแมลงที่เข้าทำลาย คือ เพลี้ยแป้ง เพลี้ยไฟ และไรขาว จึงทำให้การเจริญเติบโตของสบู่ดำในพื้นที่นี้ไม่ดีเท่าที่ควร

ข. การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านสืบพันธุ์ (reproductive stage)

การออกดอกของสบู่ดำที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ช่วงเวลาที่สบู่ดำออกดอกเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ระยะปลูก 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนวันในการออกดอกน้อยที่สุด หรือออกดอกเร็วที่สุด เท่ากับ 100.00 วัน รองลงมาคือระยะปลูก 2×3 2×2 และ 1×1 เมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการออกดอก เท่ากับ 101.25 102.50 และ 103.00 วัน ตามลำดับ โดย ระยะปลูก 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการออกดอกมากที่สุด คือ 103.75 วัน (ตารางที่ 23) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการปลูกในพื้นที่นี้มีค่าเฉลี่ยของจำนวนวันที่ใช้ในการออกดอกสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่น ซึ่งอาจเกิดจากดินมีปริมาณแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติต่ำมาก มีความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4 และมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ (สนั่น และ วิจิตร, 2524) จึงทำให้พืชใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารในดินได้น้อย และการจัดการน้ำที่ไม่เพียงพออาจเป็นสาเหตุให้สบู่ดำออกดอกช้ากว่าแปลงทดลองอื่น

ตารางที่ 23 Date of 50% flowering of Physic nut with planted by different spacing of planting at Phetchaburi province

Spacing	DAP
1×1 m	103.00 ab ^{1/}
1×2 m	103.75 b
2×2 m	102.50 ab
2×3 m	101.25 ab
3×3 m	100.00 a
F-test	*
CV. %	12.26

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

DAP = day after planting

ข. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสับดำอายุ 180 วัน หลังปลูก

จำนวนช่อดอกรวมต่อต้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในช่วง 180 วัน หลังปลูก ระยะปลูก 1×2 เมตร มีจำนวนช่อดอกรวมเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 6.72 ช่อดอกต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×2 3×3 2×3 และ 1×1 เมตร มีจำนวนช่อดอกรวมเฉลี่ย เท่ากับ 6.81 6.03 5.55 และ 5.34 ช่อดอกต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 24)

จำนวนช่อผลรวมต่อต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 2×2 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 4.15 ช่อผลต่อต้น รองลงมา คือ การปลูกด้วยระยะปลูก 3×3 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 3.75 ช่อผลต่อต้น จากนั้น คือ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวม 3.30 ช่อผลต่อต้น ระยะปลูก 1×2 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 2.66 ช่อผลต่อต้น และระยะปลูก 1×1 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 2.21 ช่อผลต่อต้น (ตารางที่ 24)

องค์ประกอบด้านเมล็ดสับดำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งทางด้านความหนาและความยาวของเมล็ดในช่วง 180 วัน หลังปลูก แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้าน ความกว้างของเมล็ด พบว่า ระยะปลูก 2×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างของเมล็ดมากที่สุด เท่ากับ 10.73 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างของเมล็ด 10.48 มิลลิเมตร ต่อจากนั้นคือ 1×1 3×3 และ 2×2 เมตร โดยมี ค่าเฉลี่ยความกว้างของเมล็ด เท่ากับ 10.21 9.98 และ 9.81 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 24)

น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 1×2 เมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด มากที่สุด เท่ากับ 78.05 กรัม รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 3×3 2×2 และ 1×1 เมตร มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 77.50 76.90 76.87 และ 76.57 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 24)

น้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยต่อต้น พบว่า แต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 2×2 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุด เท่ากับ 31.02 กรัมต่อต้น หรือ 12.40 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 30.97 กรัมต่อต้น หรือ 5.51 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 26.15 กรัมต่อต้น หรือ 20.92 กิโลกรัมต่อไร่ จากนั้น คือ ระยะปลูก 2×3 เมตร และ 1×1 เมตร ซึ่งทั้งสองระยะปลูกไม่แตกต่างกันทางสถิติ

มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 20.67 กรัมต่อต้น หรือ 5.51 กิโลกรัมต่อไร่ และระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 18.12 กรัมต่อต้น หรือ 28.99 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 24 Yield components and seed yield with planted by different spacing of planting at 180 days after planting at Phetchaburi province

Spacing	Total no. of flowers	Total no. of fruit clusters	Seed height (mm)	Seed width (mm)	Seed length (mm)	100 seeds weight (g)	Total seed yield (g/plant)
1×1 m	5.34	2.21 c ^{1/}	9.23	10.21 abc	18.76	76.57	18.12 c
1×2 m	6.72	2.66 bc	9.14	10.48 ab	18.00	78.05	26.15 b
2×2 m	6.18	4.15 a	9.11	9.81 c	18.41	76.87	31.02 a
2×3 m	5.55	3.30 abc	8.87	10.73 a	18.53	77.50	20.67 c
3×3 m	6.03	3.75 ab	9.24	9.98 bc	18.14	76.90	30.97 a
F-test	ns	*	ns	*	ns	ns	*
CV. %	23.68	22.81	4.57	4.32	8.31	11.14	26.74

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ns = not significantly

จากการทดลอง พบว่า ในช่วง 180 วัน หลังปลูก องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของสับดูดำ ในส่วนของจำนวนช่อดอกรวมเฉลี่ยต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ทุกระยะปลูกมีจำนวนช่อดอกรวมที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจเกิดจากการปลูกสับดูดำในพื้นที่นี้ มีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างช้ากว่าแปลงทดลองอื่น เนื่องมาจาก ดินมีสภาพเป็นดินเหนียวปนทราย และมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ประกอบกับเกิดการติดขัดในการจัดการน้ำในช่วงแรกของการปลูก และมีสภาพอากาศร้อนและมีอัตราการระเหยสูง ทำให้สับดูดำที่ปลูกลงแปลงไปแล้วใช้เวลาในการปรับตัวและเริ่มเจริญเติบโตตามปกติช้ากว่าแปลงทดลองอื่น ดังจะเห็นได้จากข้อมูลด้านการเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านลำต้น (ตารางที่ 22) ประกอบกับการเข้าทำลายของแมลงต่าง ๆ เช่น เพลี้ยแป้ง เพลี้ยไฟ ไรแดง และ ไรขาว ซึ่งเป็นศัตรูพืชสำคัญของสับดูดำ ในช่วงแล้ง ขณะที่สับดูดำมีอายุ 3 เดือน ในเดือน ธันวาคม 2548 ทำให้สับดูดำมีอาการใบร่วง และเกิดการผิปกติ

ที่ผิวใบ โดยเฉพาะการเข้าทำลายของไรขาว ซึ่งจะทำให้ใบมีลักษณะผิดปกติ ใบจะขรุขระ คล้ายการเป็นโรคเกี่ยวกับไวรัส จึงมีการแตกใบอ่อนใหม่เป็นจำนวนมาก ต้นมีอาการแคระแกรน และหลังจากใช้สารเคมีกำจัดแมลงสปู่ดำจึงกลับมาเจริญเติบโตตามปกติอีกครั้ง และการเข้าทำลายของแมลงเหล่านี้ส่งผลโดยตรงต่อการเกิดดอกและการติดผล โดยจะทำให้ดอกผิดปกติ ฝ่อ และร่วง ผลที่ได้มาจึงลักษณะบิดเบี้ยวบ้าง หรือมีขนาดเล็ก จำนวนช่อดอกลดลงส่งผลต่อการเกิดช่อผลและน้ำหนักผลผลิตของสปู่ดำอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงวิจัยอื่น ๆ (สมบัติ, 2549)

2.3.2 ลักษณะการเจริญเติบโตของสปู่ดำอายุ 360 วัน หลังปลูก

ก. การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านลำต้น (vegetative stage)

การเจริญเติบโตด้านความสูง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย การปลูกด้วยระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด เท่ากับ 210.60 เซนติเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 169.63 เซนติเมตร ขณะที่ระยะปลูก 3×3 และ 2×3 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 156.57 และ 156.35 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยที่ระยะปลูก 2×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 153.32 เซนติเมตร (ตารางที่ 25)

การเจริญเติบโตด้านการแตกกิ่ง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย การปลูกสปู่ดำด้วยระยะปลูก 2×3 และ 1×1 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 3.50 และ 3.40 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ รองลงมา คือ ระยะปลูก 3×3 2×2 และ 1×2 เมตร ซึ่งทั้งสามระยะปลูก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าเฉลี่ยการแตกกิ่ง เท่ากับ 3.05 2.87 และ 2.80 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 25)

การเจริญเติบโตด้านขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย การปลูกสปู่ดำด้วยระยะปลูก 1×1 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 6.63 เซนติเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 6.20 เซนติเมตร จากนั้น คือ ระยะปลูก 1×2 2×2 และ 3×3 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 5.67 5.63 และ 5.61 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 25)

การเจริญเติบโตด้านขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงพุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 3×3 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มสูงสุด เท่ากับ 176.55 เซนติเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 และ 2×2 เมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม เท่ากับ 170.32 และ 167.80 เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้น คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม เท่ากับ 159.05 เซนติเมตร และระยะปลูก 1×1 เมตร มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มน้อยที่สุด เท่ากับ 125.60 เซนติเมตร (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 25 Characteristic of growth of Physic nut with different spacing of planting at 360 days after planting at Phetchaburi province

Spacing	Plant height (cm)	No. of branches/plant	Stem diameter (cm)	Canopy diameter (cm)
1×1 m	210.60 a ^{1/}	3.40 a	6.63 a	125.60 d
1×2 m	169.63 b	2.80 b	5.67 c	159.05 c
2×2 m	153.32 d	2.87 b	5.63 c	167.80 b
2×3 m	156.35 c	3.50 a	6.20 b	170.32 b
3×3 m	156.57 c	3.05 b	5.61 c	176.55 a
F-test	*	*	*	*
CV. %	11.04	15.94	13.42	9.52

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

จากการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตช่วงอายุ 360 วัน หลังปลูก ความสูงของสบูดำ เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการทดลองใน จังหวัดนครปฐม และ จังหวัดฉะเชิงเทรา คือ ระยะปลูกที่ชิดจะมีการแข่งขันกันมาก จึงมีการพัฒนาเฉพาะการเจริญเติบโตด้านความสูง ทรงพุ่มแผ่ขยายได้น้อยเนื่องจากมีพื้นที่จำกัด แต่ระยะปลูก 1×1 เมตร มีการแตกกิ่งจำนวนมากกว่า ระยะปลูกที่เพิ่มขึ้น สาเหตุอาจเป็นเพราะพื้นที่แปลงทดลอง 1×1 เมตร เป็นที่รับน้ำและมีความชื้น แม้จะเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำแต่สบูดำยังคงสามารถเจริญเติบโตและแตกกิ่งได้ดีถ้ามีความชื้น แต่เหตุที่ผลผลิตสบูดำในระยะปลูกชิด มีผลผลิตรวมเฉลี่ยต่อดันต่ำ แม้จะมีการแตกกิ่งจำนวนมาก แต่

เป็นกิ่งที่เกิดจากลำต้นหลักซึ่งเมื่อแตกกิ่งแล้วจะยืดยาวเพื่อแข่งขันรับแสงและอากาศ จึงเกิดการแตกกิ่งที่ระดับสูงขึ้นลดลง และเมื่อทรงพุ่มมีความหนาแน่นมากเกินไป การเกิดดอกและการให้ผลผลิตก็จะน้อยลงตามไปด้วย

ง. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสับรู่ดำอายุ 360 วัน หลังปลูก

จำนวนช่อดอกรวมต่อต้น พบว่า ในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 3×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 27.92 ช่อดอกต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวม เท่ากับ 24.56 ช่อดอกต่อต้น จากนั้น คือ ระยะปลูก 2×2 และ 1×2 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวม เท่ากับ 22.18 และ 21.28 ช่อดอกต่อต้น ตามลำดับ โดยที่ระยะปลูก 1×1 เมตร มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 13.52 ช่อดอกต่อต้น (ตารางที่ 26)

จำนวนช่อผลรวมต่อต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 3×3 และ 2×3 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 28.25 และ 27.21 ช่อผลต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×2 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 24.76 ช่อผลต่อต้น ตามลำดับ จากนั้น คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวม เท่ากับ 22.22 ช่อผลต่อต้น และระยะปลูก 1×1 เมตร มีจำนวนช่อผลเฉลี่ยรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 13.48 ช่อผลต่อต้น (ตารางที่ 26)

องค์ประกอบด้านเมล็ดสับรู่ดำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งทางด้านความหนา ความกว้าง และความยาวของเมล็ดในช่วง 360 วัน หลังปลูก โดยความหนาของเมล็ด ระยะปลูก 2×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดมากที่สุด เท่ากับ 9.50 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×2 3×3 1×2 และ 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ด เท่ากับ 9.32 9.25 9.23 และ 9.14 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความกว้างเฉลี่ยของเมล็ด พบว่า ระยะปลูก 1×1 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดมากที่สุด เท่ากับ 10.27 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 2×2 1×2 และ 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ด เท่ากับ 10.26 10.21 10.12 และ 9.77 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความยาวของเมล็ด ระยะปลูก 2×3 และ 1×2 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดมากที่สุด เท่ากัน คือ 18.53 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×1 2×2 และ 3×3 เมตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ด เท่ากับ 18.46 18.46 และ 18.44 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 26)

น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ดมากที่สุด เท่ากับ 82.32 กรัม รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 81.25 80.30 80.05 และ 80.00 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 26)

น้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยที่ 360 วัน หลังปลูก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 3×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 99.92 กรัม ต่อต้น หรือ เท่ากับ 17.78 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×2 เมตร ที่มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 80.29 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 32.11 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 77.54 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 20.70 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 72.96 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 58.36 กิโลกรัมต่อไร่ และระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ย เท่ากับ 57.42 กรัมต่อต้น หรือ เท่ากับ 91.87 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 26 Yield components and seed yield with planted by different spacing of planting at 360 days after planting at Phetchaburi province

Spacing	Total no. of flowers	Total no. of fruit clusters	Seed height (mm)	Seed width (mm)	Seed length (mm)	100 seeds weight (g)	Total seed yield (g/plant)
1×1 m	13.52 d ^{1/}	13.48 d	9.14	10.27	18.46	82.32	57.42 e
1×2 m	21.28 c	22.22 c	9.23	10.12	18.53	81.25	72.96 d
2×2 m	22.18 c	24.76 b	9.32	10.21	18.46	80.30	80.29 b
2×3 m	24.56 b	27.21 a	9.50	10.26	18.53	80.05	77.54 c
3×3 m	27.92 a	28.25 a	9.25	9.77	18.44	80.00	99.92 a
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns	*
CV. %	25.53	15.89	4.23	4.11	3.32	8.88	21.93

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ns = not significantly

จากผลการทดลอง พบว่า การปลูกสบู่ดำในพื้นที่ที่เป็นดินทราย มีการเจริญเติบโตที่ช้าและให้ผลผลิตต่ำซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุของความอุดมสมบูรณ์ของดิน สนั่น และ วิจิตร (2524) รายงานว่า ชูดินชะอำ พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ได้น้อย บางแห่งได้ทดลองทำนา แต่ให้ผลผลิตต่ำมาก และเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ และจากการทดลองพบการเกิดโรคในสบู่ดำ ในช่วง 380 วัน โดยพบโรค กิ่งตาย (*Schizophyllum commune*) (นิพนธ์, 2550) จำนวนมาก ทำให้สบู่ดำยืนต้นตาย ทำให้บางส่วนไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ ซึ่งอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สบู่ดำที่ปลูกในพื้นที่นี้ให้ผลผลิตต่ำ อย่างไรก็ตามในด้านผลผลิตรวมเฉลี่ยต่อต้นระยะปลูกที่เพิ่มขึ้น เช่น 3×3 เมตร ยังคงมีผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นที่มากกว่าการปลูกในระยะชิด แต่ในทางกลับกันเมื่อนำมาคำนวณเป็นผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ไร่ กลับพบว่าระยะปลูก 1×1 เมตร ที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุดกลับมีผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ไร่มากที่สุด คือ 91.87 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ ระยะปลูก 3×3 เมตร ซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุดกลับมีผลผลิตต่อพื้นที่น้อยที่สุด เท่ากับ 17.78 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 27 Dry weight of each Physic nut part with planted by different spacing of planting at 360 days after planting at Phetchaburi province

Spacing	Leaves (kg)	Stem (kg)	Root (kg)	Total (kg)
1×1 m	0.23 a ^{1/}	2.28 a	0.84	3.35 a
1×2 m	0.02 b	0.70 b	0.51	1.23 c
2×2 m	0.02 b	0.90 b	0.48	1.40 c
2×3 m	0.03 b	0.97 b	0.60	1.60 bc
3×3 m	0.09 b	1.77 a	0.58	2.45 ab
F-test	*	*	ns	*
CV. %	64.62	31.33	47.39	32.47

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ns = not significantly

ค. น้ำหนักแห้งชีวมวลของสบูดำที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน
อายุ 360 วัน หลังปลูก

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยใบสบูดำ ที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบสูงสุด เท่ากับ 0.23 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 3×3 2×3 2×2 และ 1×2 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 0.09 0.03 0.02 และ 0.02 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 27)

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้น ที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 1×1 และ 3×3 เมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้น เท่ากับ 2.28 และ 1.77 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 2×2 และ 1×2 เมตร ทั้งสามระยะปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลำต้น เท่ากับ 0.97 0.90 และ 0.70 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 27)

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของราก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของรากมากที่สุด เท่ากับ 0.84 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 3×3 1×2 และ 2×2 เมตร โดยมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของราก เท่ากับ 0.60 0.58 0.51 และ 0.48 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 27)

น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 1×1 และ 3×3 เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย เท่ากับ 3.35 และ 2.45 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ รองลงมา คือ ระยะปลูก 2×3 เมตร มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย เท่ากับ 1.6 กิโลกรัมต่อต้น และระยะปลูก 2×2 และ 1×2 เมตร มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเฉลี่ย ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 1.40 และ 1.23 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 28 Total yield and total dry weight of Physic nut with planted by different spacing of planting at 360 days after planting at Phetchaburi province

Spacing	Total seed yield (g/plant)	Total seed (kg/rai)	Total dry weight (kg/plant)	Total dry weight (kg/rai)
1×1 m	57.42 e ^{1/}	91.87 a	3.35 a	5,360.00 a
1×2 m	72.96 d	58.36 b	1.23 c	984.00 b
2×2 m	80.29 b	32.11 c	1.40 c	560.00 c
2×3 m	77.54 c	20.70 d	1.60 bc	427.20 e
3×3 m	99.92 a	17.78 e	2.45 ab	436.10 d
F-test	*	*	*	*
CV. %	21.93	14.54	32.47	16.37

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ผลผลิตน้ำหนักรวมเมล็ดสบู่ดำต่อพื้นที่ 1 ไร่ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตต่อพื้นที่มากที่สุด เท่ากับ 91.87 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 2×2 2×3 และ 3×3 เมตร โดยมีผลผลิตต่อพื้นที่ เท่ากับ 58.36 32.11 20.70 และ 17.78 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ผลผลิตน้ำหนักรวมต้นแห้งสบู่ดำต่อพื้นที่ 1 ไร่ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดย ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตต่อพื้นที่มากที่สุด เท่ากับ 5,360.00 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร ซึ่งมีผลผลิตต่อพื้นที่ เท่ากับ 984.00 กิโลกรัมต่อไร่ จากนั้น คือ ระยะปลูก 2×2 3×3 และ 2×3 เมตร โดยมีผลผลิตต่อพื้นที่ เท่ากับ 560.00 436.10 และ 427.20 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ผลผลิตน้ำหนักรวมเมล็ดเฉลี่ยและน้ำหนักรวมต้นแห้งเฉลี่ยต่อต้นของสบู่ดำมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีระยะปลูกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ระยะปลูกที่เพิ่มขึ้นสามารถรับปัจจัยต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตได้เต็มที่ ทั้งทางด้านธาตุอาหาร น้ำ อากาศ และแสง ไม่มีการแข่งขันกันสูงเหมือนกับระยะที่ปลูกชิด เช่น 1×1 เมตร จึงมีการสังเคราะห์แสง สะสมสารอาหาร ผลิตดอกและ

ผล รวมทั้งสะสมน้ำหนักแห้งได้อย่างเต็มที่ ขณะที่ระยะปลูก 1×1 เมตร มีการแข่งขันสูงในการแย่งชิงปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะแสง จึงทำให้ระยะปลูก 1×1 เมตร มีความสูงมากกว่าระยะปลูกอื่น ๆ แต่จากการทดลอง การเจริญเติบโตของระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งของสับดำทั้งต้นสูงสุด ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในสภาพพื้นที่ที่ความอุดมสมบูรณ์ต่อการปลูกระยะชิดน่าจะให้ผลผลิตทั้งเมล็ดและผลผลิตน้ำหนักแห้งชีวมวลที่ดี

ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นและต่อไร่ พบว่า เมื่อปลูกด้วยระยะปลูกที่เพิ่มขึ้นกลับมีผลในทางตรงกันข้ามกับน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้น โดยเมื่อมีจำนวนต้นต่อไร่มากขึ้นผลผลิตก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ยกตัวอย่าง เช่น ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยน้อยที่สุดเพียง 57.42 กรัมต่อต้น แต่ด้วยการที่มีจำนวนถึง 1,600 ต้นต่อไร่ จึงมีผลผลิตรวมต่อพื้นที่สูงที่สุด คือ 91.87 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ระยะปลูก 3×3 เมตร มีผลผลิตรวมเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุด คือ 99.92 กรัมต่อต้น แต่มีจำนวนต้นต่อไร่เพียง 178 ต้น จึงมีน้ำหนักผลผลิตเพียง 17.78 กิโลกรัมต่อไร่ น้อยกว่าระยะปลูก 1×1 เมตร ถึง 74.09 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของน้ำหนักแห้งเฉลี่ย พบว่า ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 3.35 กิโลกรัมต่อต้น แต่มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงถึง 5,360.00 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ระยะปลูก 3×3 เมตร มีผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อต้น เท่ากับ 2.45 กิโลกรัมต่อต้น แต่มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อไร่เพียง 436.10 กิโลกรัมต่อไร่ น้อยกว่าระยะปลูก 1×1 เมตร ถึง 4,923.90 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้น การที่จะเลือกระยะปลูกที่เหมาะสมนั้นต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ว่าจะปลูกเพื่อผลิตเมล็ดสับดำหรือปลูกเพื่อใช้ลำต้นหรือส่วนต่าง ๆ ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

การปลูกสับดำในพื้นที่แปลงทดลองสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี อำเภอลำปาง จังหวัดเพชรบุรี ระยะปลูกที่เหมาะสม คือ ระยะปลูก 1×1 เมตร ซึ่งให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดต่อพื้นที่ 1 ไร่ มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระยะปลูกอื่น ๆ และระยะปลูก 1×1 เมตร ยังคงให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ 1 ไร่ มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระยะปลูกอื่น ๆ เช่นกัน สาเหตุที่มีระยะปลูกที่ชิด เนื่องจากพื้นที่ของ สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี มีความอุดมสมบูรณ์ของดินดำทำให้สับดำเจริญเติบโตได้ไม่ดกและให้ผลผลิตต่ำ การปลูกห่างเกินไปจะทำให้เปลืองพื้นที่และได้ผลผลิตทั้งเมล็ดและน้ำหนักต้นแห้งรวมของสับดำลดลงอีกด้วย

2.4 การให้ผลผลิตของสับดำและความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละพื้นที่

2.4.1 การวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ก. ผลการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน แปลงทดลอง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยได้สำรวจที่ความลึก 0-20 20-60 และ 60-100 เซนติเมตร จากการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน แปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จัดอยู่ในชุดดินกำแพงแสน (Ks: Kamphaeng Sean series) มีลักษณะดินเป็นดินร่วน (loam) ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และมีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam) ที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 60-100 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) โดยที่ระดับความลึก 60-100 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระดับที่รากของสับจั่วสามารถลงไปได้ในช่วงเวลา 1 ปี หลังปลูก มีเปอร์เซ็นต์ทราย (sand) เท่ากับ 15.20 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว (clay) เท่ากับ 41.64 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์ทรายแป้ง (silt) 43.15 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 29) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงทดลองอื่นแล้วมีเปอร์เซ็นต์ความเป็นทรายที่ระดับความลึก 60-100 เซนติเมตร น้อยที่สุด มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ 5.3-6.4 ซึ่งมีลักษณะเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง มีค่าของอินทรียวัตถุในดิน (organic matter) เท่ากับ 2.25 และ 1.3 ตามระดับความลึกของการสำรวจ 0-20 20-60 และ 60-100 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในดิน (total-N) โดยมีค่า เท่ากับ 1.34 1.06 และ 0.92 กรัมต่อกิโลกรัม ตามระดับความลึกต่าง ๆ (ตารางที่ 30) มีค่าของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail. P) 69.22 87.13 และ 118.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกต่าง ๆ มีปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Etrac. K) เท่ากับ 0.32 0.33 และ 0.23 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกที่เพิ่มขึ้น มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Etrac. Ca) เท่ากับ 6.15 5.61 และ 3.85 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกที่เพิ่มขึ้น มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Etrac. Na) เท่ากับ 0.39 0.52 และ 0.56 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกที่เพิ่มขึ้น และมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Etrac. Mg) เท่ากับ 1.74 1.64 และ 1.73 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 31) ซึ่งจากการสำรวจและวิเคราะห์ของ โรจน์ (2525) สรุปไว้ในหนังสือรายงานการสำรวจดิน จังหวัดนครปฐม ว่าเป็นชุดดินกำแพงแสน เป็นชุดดินที่มีแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติปานกลางและมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี เนื่องด้วยเป็นดินร่วนหรือร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดีเหมาะสำหรับปลูกไม้ผลหรือสวนผัก (โรจน์, 2524) ดังนั้นจึงทำให้การปลูกสับจั่วในแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีการเจริญเติบโตและผลผลิตที่ดีกว่าการปลูกในแปลงทดลองอื่นเนื่องจากพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง มีการจัดการน้ำที่สม่ำเสมอ และการเข้าทำลายของศัตรูพืชน้อย ส่งผลให้สับจั่วมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีกว่าแปลงอื่น

ตารางที่ 29 Soil physical properties from Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi provinces at depth of 0-20, 20-60, and 60-100 cm

Locations	Depth	Texture	% Sand	% Clay	% Silt
Nakhon Pathom	0-20	Loam	49.26	17.67	33.07
	20-60	Clay loam	29.12	29.06	41.82
	60-100	Silty clay	15.20	41.46	43.15
Chachoeng Sao	0-20	Sandy loam	73.91	18.14	7.95
	20-60	Sandy loam	69.88	18.10	12.03
	60-100	Sandy clay loam	63.95	20.25	15.80
Phetchaburi	0-20	Sandy clay loam	63.43	24.34	12.19
	20-60	Sandy loam	71.63	18.56	9.81
	60-100	Sandy loam	75.02	17.23	7.75

ตารางที่ 30 Soil chemical properties in from Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi provinces at depth of 0-20, 20-60, and 60-100 cm

Location	Depth	pH 1: 1 H ₂ O	%OM	CEC cmol kg ⁻¹	Total-N g kg ⁻¹
Nakhon Pathom	0-20	6.4	2.5	8.37	1.34
	20-60	5.8	2	10.99	1.06
	60-100	5.3	1.3	12.12	0.92
Chachoeng Sao	0-20	5.15	0.3	-	0.33
	20-60	5.2	0.3	-	0.22
	60-100	5.1	0.3	-	0.50
Phetchaburi	0-20	8.05	0.1	6.49	0.64
	20-60	7.9	0.1	10.99	0.22
	60-100	7.2	1.2	11.24	0.22

ตารางที่ 31 Soil chemical properties from Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi provinces at depth of 0-20, 20-60, and 60-100 cm

Location	Depth	Avail. P (mg kg ⁻¹)	Etrac. Ca cmol kg ⁻¹	Etrac. Na cmol kg ⁻¹	Etrac. Mg cmol kg ⁻¹	Etrac. K cmol kg ⁻¹
Nakhon Pathom	0-20	69.22	6.15	0.39	1.47	0.32
	20-60	87.13	5.61	0.52	1.64	0.33
	60-100	118.15	3.85	0.56	1.73	0.23
Chachoeng Sao	0-20	4.86	3.59	0.36	0.36	0.06
	20-60	3.44	3.36	0.35	0.31	0.05
	60-100	2.27	4.91	0.37	0.62	0.09
Phetchaburi	0-20	5.41	5.81	4.04	2.08	0.16
	20-60	5.38	12.53	1.32	1.92	0.12
	60-100	5.26	8.66	0.24	0.76	0.17

ข. ผลการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน แปลงทดลองโครงการส่วนพระองค์เขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยได้สำรวจที่ความลึก 0-20 20-60 และ 60-100 เซนติเมตร จากการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน จัดอยู่ในชุดดินจันทึก (Chan Tuk series) มีลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-60 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 60-100 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) โดยที่ระดับความลึก 60-100 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระดับที่รากของสับปะรดสามารถลงไปได้ ในช่วงเวลา 1 ปี หลังปลูก มีเปอร์เซ็นต์ทราย (sand) เท่ากับ 63.95 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซนต์ดินเหนียว (clay) เท่ากับ 20.25 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์ทรายแป้ง (silt) 15.80 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 29) มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ 5.1-5.2 ซึ่งมีลักษณะเป็นกรดจัด มีค่าของอินทรีย์วัตถุ (organic matter) เท่ากัน คือ 0.3 ทุกระดับความลึกของการสำรวจ 0.20 20-60 และ 60-100 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในดิน (total-N) โดยมีค่าเท่ากับ 0.33 0.22 และ 0.50 กรัมต่อกิโลกรัม ตามระดับความลึกต่าง ๆ (ตารางที่ 30) มีค่าของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail. P) 4.86 3.44 และ 2.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกต่าง ๆ มีค่าปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Etrac. K) เท่ากับ 0.06 0.05 และ 0.09 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกที่เพิ่มขึ้น มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Etrac. Ca) เท่ากับ 3.59 3.36 และ

4.91 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกที่เพิ่มขึ้น มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Etrac. Na) เท่ากับ 0.36 0.35 และ 0.37 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกที่เพิ่มขึ้น และมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Etrac. Mg) เท่ากับ 0.36 0.31 และ 0.62 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 31) ซึ่งจากการสำรวจและวิเคราะห์ของ พิพัฒน์ และคณะ (2526) สรุปในรายงานการสำรวจความเหมาะสมของดิน ในปี พ.ศ. 2526 ว่าเป็นชุดดินที่มีแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติ ดินบนปานกลาง ดินล่างต่ำ และมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เลว เนื่องจากเป็นดินทรายจัด มีการระบายน้ำมากเกินไป ดังนั้นการปลูกสบู่ดำในพื้นที่ของโครงการส่วนพระองค์เขาหินซ้อน จึงมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตในระดับปานกลางเมื่อเทียบกับอีก 2 แปลงทดลอง สบู่ดำในพื้นที่นี้เจริญเติบโตได้ดีปานกลาง เนื่องจากในพื้นที่ของโครงการส่วนพระองค์เขาหินซ้อน มีการจัดการน้ำที่ไม่ดีนักและประกอบกับในฤดูแล้งสบู่ดำที่ขาดน้ำจะทิ้งใบ และไม่ให้ผลผลิต จึงทำให้มีผลผลิตน้อย

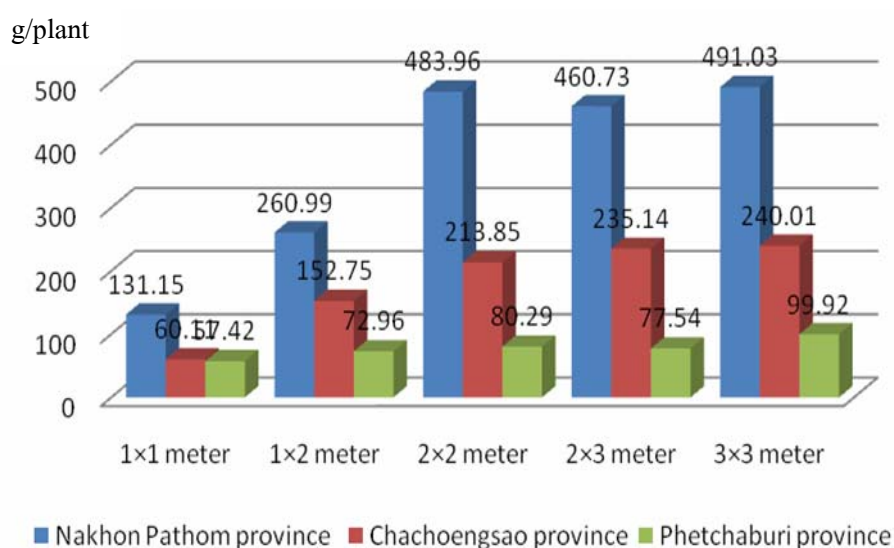
ก. ผลการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน แปลงทดลองสวนสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี อำเภอลำลูกเกด จังหวัดเพชรบุรี โดยได้สำรวจที่ความลึก 0-20 20-60 และ 60-100 เซนติเมตร จากการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ชุดดินนี้จัดอยู่ในชุดดินชะอำ (Ca: Cha-am series) มีลักษณะดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 60-100 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) โดยที่ระดับความลึก 60-100 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระดับที่รากของสบู่ดำสามารถลงไปได้ในช่วงเวลา 1 ปี หลังปลูก มีเปอร์เซ็นต์ทราย (sand) เท่ากับ 75.02 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว (clay) เท่ากับ 17.23 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์ทรายแป้ง (silt) 7.75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 29) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงทดลองอื่นแล้วมีเปอร์เซ็นต์ความเป็นทรายที่ระดับความลึก 60-100 เซนติเมตร มากที่สุด มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ 7.2-8.05 ซึ่งมีลักษณะเป็นด่างเล็กน้อยถึงปานกลาง มีค่าของอินทรีย์วัตถุ (organic matter) เท่ากับ 0.1 0.1 และ 1.2 ตามระดับความลึกของการสำรวจ 0-20 20-60 และ 60-100 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในดิน (total-N) โดยมีค่าเท่ากับ 0.64 0.22 และ 0.22 กรัมต่อกิโลกรัม ตามระดับความลึกต่าง ๆ (ตารางที่ 30) มีค่าของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail. P) 5.41 5.38 และ 5.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกต่าง ๆ มีค่าปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Etrac. K) เท่ากับ 0.16 0.12 และ 0.17 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกที่เพิ่มขึ้น มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Etrac. Ca) เท่ากับ 5.81 12.53 และ 8.66 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกที่เพิ่มขึ้น มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Etrac. Na) เท่ากับ 4.04 1.32 และ 0.24 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับความลึกที่เพิ่มขึ้น และมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Etrac. Mg) เท่ากับ 2.08 1.92 และ 0.76 เซนติโมลต่อกิโลกรัม

ตามลำดับความลึกที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 31) ซึ่งจากการสำรวจและวิเคราะห์ของ สนั่น และ วิจิตร (2524) สรุปเป็นชุดดินที่มีแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติต่ำมาก ดินชุดนี้จึงใช้ประโยชน์ได้น้อย โดยมากปล่อยให้เป็นที่รกร้างว่างเปล่า บางแห่งใช้ทำนาแต่ผลผลิตต่ำ ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ดังนั้น การปลูกสับปะรดในพื้นที่แปลงทดลองของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี จึงให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ เนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีลักษณะเป็นดินทรายจัด สับปะรดมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าอีก 2 แปลงทดลอง ประกอบกับมีการระบาดของศัตรูพืช โดยเฉพาะแมลงต่ง ๆ เช่น ไรขาว เพลี้ยแป้ง เพลี้ยไฟ และไรแดง ซึ่งเป็นศัตรูสำคัญในสับปะรด เข้าทำลายในช่วงแรกของการปลูกสับปะรด ขณะสับปะรดมีอายุเพียง 3 เดือน ทำให้สับปะรดทั้งใบและชะงักการเจริญเติบโต และหลังจากการใช้สารกำจัดแมลงสับปะรดจึงกลับมาเจริญเติบโตได้อีกครั้ง แต่ยังคงประสบกับความแห้งแล้ง ประกอบกับการมีอัตราการระเหยสูง จึงทำให้สับปะรดเจริญเติบโตได้ไม่ดีนัก และทั้งใบเมื่อเข้าช่วงฤดูแล้ง ทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ เนื่องจากความไม่เหมาะสมทั้งทางด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำ ประกอบกับสภาพอากาศที่แห้งแล้ง จึงทำให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตในพื้นที่ของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนีอยู่ในระดับต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการทดลองในพื้นที่อื่น ๆ

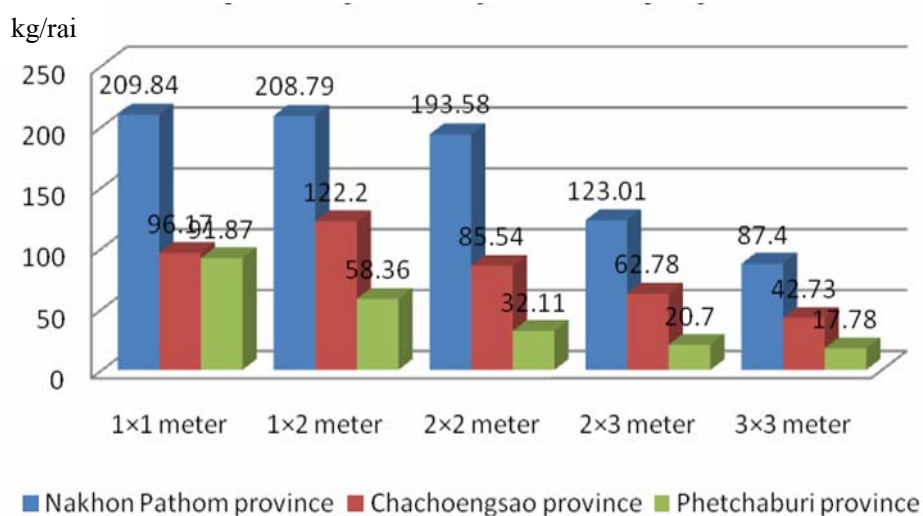
2.4.2 การให้ผลผลิตรวมต่อต้นเฉลี่ย พบว่า ในทุกระยะปลูกและในทุกสถานที่ คือ จังหวัดนครปฐม จังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดเพชรบุรี สับปะรดที่ปลูกด้วยระยะปลูกที่เพิ่มขึ้นจะมีผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นในปีแรกที่สูงกว่าปลูกระยะชิดและมีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตเพิ่มในปีถัดไป (ตารางที่ 32) โดยการปลูกในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระยะปลูก 3×3 เมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด เท่ากับ 491.03 กรัมต่อต้น พื้นที่ของโครงการพัฒนาส่วนพระองค์เขาหินซ้อน จังหวัดฉะเชิงเทรา ระยะปลูก 3×3 เมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด เท่ากับ 240.01 กรัมต่อต้น และพื้นที่สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี อำเภอลำลูกเกด จังหวัดเพชรบุรี ระยะปลูก 3×3 เมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด เท่ากับ 99.92 กรัมต่อต้น (ภาพที่ 2) และในแต่ละพื้นที่มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นในปีที่สองเนื่องจากมีการเจริญเติบโตที่เหมาะสม มีการแตกกิ่งจำนวนมาก ทรงพุ่มกว้าง แสงส่องผ่านได้ดี แต่เนื่องจากต้นมีความสูงถึง 194.62 177.70 และ 156.57 เซนติเมตร ตามลำดับ จึงเริ่มมีความยากลำบากในการเก็บเกี่ยวและการจัดการ โดยเฉพาะแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม จากการทดลองจึงพบว่าการปลูกในระยะที่เพิ่มขึ้นซึ่งในการทดลองนี้ คือ ระยะปลูก 3×3 เมตร ของทุกแปลงทดลองในแต่ละสถานที่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุด

2.4.3 การให้ผลผลิตต่อพื้นที่ เมื่อนำผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นมาคำนวณเป็นผลผลิตต่อพื้นที่ ตามจำนวนต้นต่อไร่ ดังนี้คือ ระยะปลูก 1×1 เมตร เท่ากับ 1,600 ต้นต่อไร่ ระยะปลูก 1×2 เมตร เท่ากับ 800 ต้นต่อไร่ ระยะปลูก 2×2 เมตร เท่ากับ 400 ต้นต่อไร่ ระยะปลูก 2×3 เมตร เท่ากับ

267 ต้นต่อไร่ และระยะปลูก 3×3 เมตร เท่ากับ 178 ต้นต่อไร่ พบว่า จากเดิมระยะปลูกที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุดกลับมีผลผลิตต่อพื้นที่น้อยที่สุด โดยที่แปลงทดลองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม ระยะปลูกที่มีผลผลิตต่อพื้นที่สูงที่สุด คือ ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ 209.84 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ระยะปลูกนี้มีผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 131.15 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 32) พื้นที่แปลงทดลองโครงการพัฒนาส่วนพระองค์เขาหินซ้อน จังหวัดฉะเชิงเทรา ระยะปลูกที่มีผลผลิตต่อพื้นที่สูงที่สุด คือ ระยะปลูก 1×2 เมตร มีผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ 122.2 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ระยะปลูกนี้มีผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น เท่ากับ 152.75 กรัมต่อต้นน้อยเป็นอันดับสองรองจากระยะปลูก 1×1 เมตร (ตารางที่ 32) แปลงทดลองสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี ระยะปลูกที่มีผลผลิตต่อพื้นที่สูงที่สุด คือ ระยะปลูก 1×1 เมตร มีผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ 91.87 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ระยะปลูกนี้มีผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 57.42 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 32) และ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 2 Comparision of average yield g/plant from 3 locations Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi province



ภาพที่ 3 Total yield (kg/rai) comparison from 3 locations Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi province

ตารางที่ 32 Total yield comparison from 3 locations Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi provinces

Spacing	Nakhon Pathom province		Chachoeng Sao province		Phetchaburi province	
	Total seed	Total seed	Total seed	Total seed	Total seed	Total seed
	(g/plant)	(kg/rai)	(g/plant)	(kg/rai)	(g/plant)	(kg/rai)
1x1 m	131.15 d ^{1/}	209.84 a	60.11 d	96.17 b	57.42 e	91.87 a
1x2 m	260.99 c	208.79 a	152.75 c	122.2 a	72.96 d	58.36 b
2x2 m	483.96 a	193.58 b	213.85 b	85.54 c	80.29 b	32.11 c
2x3 m	460.73 b	123.01 c	235.14 a	62.78 d	77.54 c	20.70 d
3x3 m	491.03 a	87.40 d	240.01 a	42.73 e	99.92 a	17.78 e
F-test	*	*	*	*	*	*
CV. %	11.49	11.53	12.27	4.55	21.93	14.54

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

2.4.4 ระยะปลูกที่เหมาะสม

ก. ระยะปลูกที่เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ จากผลการทดลอง พบว่า ในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต อาจเนื่องมาจากในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันทั้งในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพพื้นที่ สภาพภูมิอากาศ ดังนั้น การที่จะตัดสินใจในการเลือกระยะปลูกในพื้นที่ที่แตกต่างกัน จึงควรคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ในการเลือกระยะปลูกที่เหมาะสม ระพีพันธุ์ และ สุขสันต์ (2525) รายงานว่า การเลือกระยะปลูกในการปลูกสับดำ ควรศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินเลว ควรเลือกระยะปลูกที่ถี่ขึ้น เนื่องจากสับดำจะมีการเจริญเติบโตไม่มากนักและให้ผลผลิตต่ำ การปลูกถี่หรือการปลูกชิดก็จะเป็นการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้เพิ่มขึ้นได้ หากพื้นที่เป็นดินดีมีความอุดมสมบูรณ์สูง ควรปลูกห่างเนื่องจากสับดำจะมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วและมีผลผลิตต่อต้นสูง แต่ควรคำนึงถึงจำนวนต้นต่อพื้นที่ให้เหมาะสมเนื่องจากถ้าหากปลูกห่างมากเกินไปก็จะเป็นสาเหตุให้สูญเสียพื้นที่และที่สำคัญปริมาณผลผลิตต่อไร่จะลดลง อีกทั้งในการกำหนดระยะปลูกควรคำนึงถึงการจัดการด้านต่าง ๆ ในอนาคต เพราะถ้าหากเลือกที่จะปลูกชิดเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ อาจกลับทำให้การจัดการมีความยากลำบากมากขึ้น เช่น การจัดการโรคและแมลง อีกทั้งทรงพุ่มที่หนาแน่นจะเป็นสาเหตุของการสะสมโรคและแมลง การเก็บเกี่ยวและการขนย้ายผลผลิต อีกทั้งสับดำเป็นพืชที่มีอายุยืนหากยังไม่สามารถหาวิธีการจัดการตัดแต่งกิ่งหรือการรักษาทรงพุ่มไม่ให้สูงเกินไป การเลือกระยะปลูกที่เพิ่มขึ้นจึงเป็นสิ่งจำเป็น

Rijssenbeek (2006) ได้รวบรวมรายงานการปลูกสับดำในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก พบว่า ระยะปลูกในแต่ละพื้นที่ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ ความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำ และยังขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการปลูก เช่น ปลูกระยะชิด หรือปลูกเป็นรั้วจะมีระยะปลูก 1×0.5 หรือ 1×1 เมตร ปลูก 2 แถวเป็นแนวรั้วป้องกันสัตว์ เช่น ในประเทศไทยแถบภาคอีสาน และในประเทศอื่น ๆ เช่น ประเทศมาลี ประเทศอินเดีย ประเทศนิการากัว และประเทศอัฟริกา เป็นต้น ซึ่งเป็นการปลูกสับดำในอดีตยังไม่ได้ปลูกสับดำเป็นการค้า ในปัจจุบัน Praveen (2008) ได้รายงานการปลูกสับดำในประเทศต่าง ๆ ที่เริ่มมีการปลูกในเชิงพาณิชย์ เช่น ในประเทศซิมบับเว ปลูกสับดำระยะปลูก 2×2 และ 3×3 เมตร ประเทศอัฟริกา ปลูกสับดำระยะปลูก 2×1.5 และ 3×3 เมตร ประเทศแซมเบีย ปลูกสับดำด้วยระยะปลูก 3×2.5 เมตร และประเทศอินเดีย ปลูกด้วยระยะปลูก 2×1 และ 2×2 เมตร ซึ่งทุกประเทศมีเป้าหมายคือการหาระยะปลูกที่เหมาะสมกับประเทศของตัวเอง เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงที่สุด บางประเทศ เช่น ประเทศมาเลเซีย ปลูกสับดำด้วยระยะปลูก 2×3 เมตร เพื่อเตรียมพร้อมกับการใช้เครื่องจักรกลในแปลง ประเทศอินโดนีเซียปลูกด้วยระยะปลูก 3×3 เมตร เพื่อปลูกพืชแซม เช่น เมล่อน (melon) และพืชล้มลุกเพื่อเสริมรายได้ช่วงก่อนสับดำให้ผลผลิต ประเทศมาลี ซิมบับเว เซเนกัล

นิการากัว มีการปลูกในระยะชิดมาก เหตุผล เพื่อ ใช้เป็นแนวรั้วป้องกันสัตว์และได้เมล็ดไปทำน้ำมัน ซึ่งระยะปลูกที่แตกต่างขึ้นอยู่กับความเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมแล้วยังขึ้นอยู่กับขนบธรรมเนียม และวัฒนธรรมการปลูกที่สืบทอดกันมา

ข. วัตถุประสงค์ในการปลูก ดังจะเห็นได้ว่าแม้จะมีการพัฒนาด้านเขตกรรม หรือการคัดเลือกพันธุ์ ก็ยังไม่สามารถเพิ่มผลผลิตสับดูดำได้มากนักซึ่งอาจทำให้เกษตรกรไม่คุ้มค่าที่จะลงทุนปลูก แต่ในปัจจุบันได้มีการศึกษาโดยนำส่วนต่าง ๆ ของสับดูดำให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น การผลิตกระดาษและไม้ปาร์ติเคิลบอร์ดจากสับดูดำ การผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง และอื่น ๆ (สมบัติ, 2549) ดังนั้น วัตถุประสงค์ในการปลูกอาจมิใช่เพียงการนำเมล็ดมาหีบ น้ำมันเพียงอย่างเดียว อาจมีการใช้ประโยชน์จากต้นของสับดูดำมากขึ้น จึงเริ่มมีผู้สนใจที่จะปลูกในระยะชิดเพิ่มขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการนำเอาต้นสับดูดำไปใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น โดยเน้นการเพิ่มจำนวนน้ำหนักรต่อพื้นที่ให้ได้มากที่สุด

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ศึกษารูปแบบวิธีการปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับปะรด

1.1 สับปะรดที่ปลูกโดยใช้กิ่งสับปะรดขนาด 50 เซนติเมตร ปลูกลงแปลงโดยตรงให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น 838.21 กรัมต่อต้นและผลผลิตต่อพื้นที่ 335.28 กิโลกรัมต่อไร่ สูงที่สุดในรูปแบบการปลูกสับปะรดทั้ง 4 วิธีการ

1.2 สับปะรดที่ปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมของ ใบ ลำต้น และราก เท่ากับ 9.29 กิโลกรัมต่อต้น หรือต่อพื้นที่ 3,716.00 กิโลกรัมต่อไร่ สูงที่สุดในรูปแบบการปลูกสับปะรดทั้ง 4 วิธีการ

2. ศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับปะรด

2.1 สับปะรดที่ปลูกในแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระยะปลูก 1×1 เมตร (1,600 ต้นต่อไร่) มีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น 131.15 กรัมต่อต้น ให้ผลผลิตต่อพื้นที่มากที่สุด 209.84 กิโลกรัมต่อไร่

2.2 สับปะรดที่ปลูกในแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมของ ใบ ลำต้น และราก เท่ากับ 6.86 กิโลกรัมต่อต้น และมีน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ เท่ากับ 10,976.00 กิโลกรัมต่อไร่ สูงที่สุดในระยะปลูกทั้ง 5 ระยะปลูก

2.3 สับปะรดที่ปลูกในแปลงทดลองโครงการพัฒนาส่วนพระองค์ เขาหินซ้อน อำเภอนมสาร จันทบุรี ระยะปลูก 1×2 เมตร (800 ต้นต่อไร่) มีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น 152.75 กรัมต่อต้น ให้ผลผลิตต่อพื้นที่มากที่สุด 122.20 กิโลกรัมต่อไร่

2.4 สับปะรดที่ปลูกในแปลงทดลองโครงการพัฒนาส่วนพระองค์ เขาหินซ้อน อำเภอนมสาร จันทบุรี ระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมของ ใบ ลำต้น และราก เท่ากับ

4.06 กิโลกรัมต่อต้น และมีน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ เท่ากับ 6,496.00 กิโลกรัมต่อไร่ สูงที่สุดในระยะปลูกทั้ง 5 ระยะปลูก

2.5 สนุ่ดำที่ปลูกในแปลงทดลองสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี อำเภอลำปาง จังหวัดพะเยา ระยะปลูก 1×1 เมตร (1,600 ต้นต่อไร่) มีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น 57.42 กรัมต่อต้น ให้ผลผลิตต่อพื้นที่มากที่สุด 91.87 กิโลกรัมต่อไร่

2.6 สนุ่ดำที่ปลูกในแปลงทดลองสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ บรมราชชนนี อำเภอลำปาง จังหวัดพะเยา ระยะปลูก 1×1 เมตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมของ ใบ ลำต้น และราก เท่ากับ 3.35 กิโลกรัมต่อต้น และมีน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่เท่ากับ 5,360.00 กิโลกรัมต่อไร่ สูงที่สุดในระยะปลูกทั้ง 5 ระยะปลูก

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษารูปแบบวิธีการปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสนุ่ดำ

1.1 การปลูกโดยใช้กิ่งปลูกลงแปลงโดยตรงเป็นวิธีการที่สามารถประหยัดต้นทุนในการผลิตต้นกล้าสนุ่ดำ ซึ่งต้นทุนอยู่ประมาณต้นละ 3 บาท แต่การปลูกโดยวิธีนี้ไม่ควรปลูกในที่โล่งแจ้งเนื่องจากมีรากที่ไม่แข็งแรง หักโค่นง่ายเมื่อเจอลมแรง เช่นเดียวกับการปลูกโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำ

1.2 การปลูกสนุ่ดำในระยะยาว การปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดหรือต้นกล้าที่ใช้เมล็ดปลูกลงแปลงโดยตรง จะมีความแข็งแรงสูง ทนทาน เนื่องจากระบบรากมีความแข็งแรง และมีการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่ดีและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีที่สอง

2. ศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสนุ่ดำ

2.1 การปลูกสนุ่ดำด้วยระยะปลูกทั้ง 5 ระยะปลูก และต่างสถานที่กันมีความแตกต่างกันทั้งการเจริญเติบโตและผลผลิตของสนุ่ดำ ซึ่งอาจเป็นเพราะความแตกต่างของสภาพพื้นที่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพภูมิอากาศ รวมทั้งการจัดการเขตกรรมอื่น ๆ มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ดังนั้นการปลูกสนุ่ดำควรมีการจัดการที่ดี ไม่ปล่อยทิ้ง เพราะจะทำให้ผลผลิตต่ำ

2.2 ควรมีการศึกษาและทดสอบระยะปลูกในพื้นที่เป็นแปลงขนาดเล็กในพื้นที่ก่อนตัดสินใจใช้ระยะปลูกอันใดอันหนึ่งในการปลูกสับดำ

2.3 การปลูกสับดำควรคำนึงวัตถุประสงค์ ว่าปลูกเพื่อจะใช้เมล็ด หรือใช้ต้น หากปลูกเพื่อใช้เมล็ด ควรเลือกระยะปลูกที่มีพื้นที่ให้สับดำได้แตกกิ่งและได้รับแสงเต็มที่ จะให้ผลผลิตที่ดี แต่ต้องคำนึงถึงสภาพพื้นที่ และการจัดการ และควรมีการศึกษาด้านการตัดแต่งกิ่งเพื่อแก้ปัญหาเมื่อสับดำมีความสูงเกินกว่าจะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้สะดวก หากปลูกเพื่อใช้ต้นการปลูกระยะชิดจะให้ผลผลิตน้ำหนักสูงอีกทั้งไม่จำเป็นต้องมีการจัดการดูแลมาก

3. การปลูกสับดำในประเทศไทย

3.1 การปลูกสับดำในปัจจุบันมีความตื่นตัวในการปลูกกันมาก แต่อย่างไรก็ดี ยังไม่มีการทำให้สับดำมีผลผลิตเพิ่มขึ้นและที่คุ้มค่าต่อการลงทุนได้ เนื่องจากสับดำมีต้นทุนในการผลิตสูงถึง 15 บาทต่อต้น (สมบัติ, 2549) แต่ปัจจุบันมีการประกันราคาเพียง 4-7 บาท เท่านั้น จึงควรหาแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มผลผลิตของสับดำ งานวิจัยที่ควรมีการพัฒนาเพิ่มเติม คือ

3.1.1 การปรับปรุงพันธุ์สับดำให้มีผลผลิตสูงขึ้นเพื่อให้คุ้มค่ากับต้นทุนการผลิต

3.1.2 การศึกษาการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้กับสับดำ

3.2 มีแนวทางการส่งเสริมที่ถูกต้อง ทดลองให้มีการใช้ในลักษณะวิสาหกิจชุมชนหรือสหกรณ์ก่อนการปลูกในรูปแบบเชิงพาณิชย์

3.3 มีการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปลูกสับดำให้กับเกษตรกรที่ถูกต้อง ก่อนปลูกเพื่อที่เกษตรกรเองจะได้เข้าใจปัญหาและอุปสรรคในการปลูกเพื่อจะได้มีการวางแผนในการปลูกที่ดีและมีผลตอบแทนที่คุ้มค่า

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด ปฐมา จาตกานนท์ Laurent Vaysse และศิริลักษณ์ เลี้ยงประยูร. 2547. การศึกษาปริมาณและคุณภาพของน้ำมันสกัดจากสบู่ดำ. น.3-4. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอ ศูนย์พัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีรัฐร่วมเอกชน.
- โกศล เจริญสม. 2549. การสำรวจศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติของสบู่ดำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จเร สดากร. 2527. สบู่ดำพืชศักยภาพสูงเพื่อพลังงานทดแทนของประเทศไทย. วารสารวิชาการเกษตร 1: 67-71.
- เดือนจิตต์ สิตยาวิรุทธิ์ และพิสิษฐ์ เสพสวัสดิ์. 2525. แมลงศัตรูสบู่ดำ. ข่าวกัญและสัตววิทยา. 4 (4): 25-27.
- ทวีศักดิ์ อุ่ณจิตติกุล. 2548. สบู่ดำ พืชพลังงานสารพัดประโยชน์. บริษัท วศิระ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจงรักภณ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการ การวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพี คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นรินทร์ สมบูรณ์สาร. 2526. ปัญหาพิเศษ เรื่องผลของฮอร์โมน IBA ต่อการเกิดรากในกิ่งปักชำสบู่ดำ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- นิพนธ์ วิสารทนนท์. 2550. โรคของต้นสบู่ดำ. น. 41-48. ใน โครงการสัมมนาวิชาการ เรื่อง “การประชุมวิชาการสบู่ดำแห่งชาติครั้งที่ 1”. โครงการศูนย์ไบโอดีเซล. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นรินาม. 2526. คำแนะนำเกี่ยวกับการปลูกสบู่ดำ. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

พิพัฒน์ สุวัชรังกูร อุดม พูลสวัสดิ์ เกรียงศักดิ์ จันทอทัย สุรพล เจริญพงศ์ และบุญญะ เผ่าศรี
ทองคำ. 2526. รายงานการสำรวจดินบริเวณพื้นที่บางส่วนของโครงการศูนย์ศึกษาการ
พัฒนาเขาหินซ้อน ตามพระราชดำริ ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอนมสรวง จ. จันทบุรี
และจังหวัดตราด. รายงานสำรวจความเหมาะสมของดิน. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ไพจิตร จันทวงศ์ วิรัชศักดิ์ อนันตบุตร มาลี ประภาวดี วิไล กาญจนภูมิ และอรรณพ หวังศิธรรม.
2525. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีของสบู่ดำ. น. 1-10. ใน การใช้น้ำมันสบู่ดำ
ดินเครื่องยนต์ดีเซล. กองเกษตรเคมี และกองวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

ภาณี ทองพูนัก สมบัติ ชินะวงศ์ วิฑูรย์ ใจผ่อง และกำไร เรือนหัตถกรรม. 2550. อิทธิพลของ
ช่วงเวลาที่เหมาะสมของการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ. น. 136-140. ใน
โครงการสัมมนาวิชาการ เรื่อง “การประชุมวิชาการสบู่ดำแห่งชาติครั้งที่ 1”. โครงการศูนย์
โออีเอส. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บัณฑิตวรรณ จิตินาวนิช. 2527. ปัญหาพิเศษ เรื่องผลของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาว
ของกิ่งปักชำต่อการเกิดรากของต้นสบู่ดำ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ประยูร ห่วงนิกร. 2529. การศึกษาการปลูกสบู่ดำแปลงใหญ่และการเปลี่ยนรูปเอสเทอร์ของน้ำมัน
สบู่ดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ระพีพันธ์ ภาสบุตร และสุขสันต์ สิทธิผลไพบุลย์. 2525. ผลการวิจัยค้นคว้าการใช้ไขมันสบู่ดำ
เป็นพลังงานทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซล. น. 11-14. ใน การใช้ไขมันสบู่ดำดินเครื่องยนต์
ดีเซล. กองเกษตรเคมีและกองวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

รังสิต สุวรรณเขตนิกม. 2525. การใช้สารกำจัดวัชพืชในสบู่ดำ. กองเกษตรเคมีและกองวิศวกรรม,
กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

โรจน์ เทพพลผล. 2525. รายงานการสำรวจดิน จังหวัดนครปฐม. รายงานการสำรวจความเหมาะสมของดิน. กองสำรวจดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ลี้ กาวิตะ มาลี ณ นคร ศรีสม สุวรรณวงศ์ และสุริยา ดันติวัฒน์. 2549. สรีระวิทยาของพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัฒนา เสถียรสวัสดิ์ ศรีwana นิมิตาติ และเรณู เอี่ยมธนาภรณ์. 2526. การเตรียมน้ำมันสบู่ดำ สำหรับเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล. น. 1-17. ใน รายงานโครงการวิจัย เรื่อง การปลูกสบู่ดำเพื่อผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล ประจำปี พ.ศ. 2526 โครงการวิจัยพืชเพื่อการพลังงานทดแทนและอุตสาหกรรม. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัลชลีย์ หุลานนท์. 2527. การศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของดอกสบู่ดำและการติดผลของสบู่ดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

สนั่น แก้วสนั่น และวิจิตร จงวัฒนา. 2524. รายงานการสำรวจดินจังหวัดเพชรบุรี. รายงานการสำรวจความเหมาะสมของดิน. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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

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

_____ 2549. สบู่ดำ การปลูกและการสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลพลอยได้. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมกำแพงแสน, นครปฐม.

_____ 2550. เอกสารวิจัยส่วนบุคคลเรื่อง การพัฒนาวิสาหกิจสับดูดำชุมชน. วิทยาลัยป้องกัน
ราชอาณาจักร, กรุงเทพฯ.

สาวิตรี มาลัยพันธุ์ ขามา อินซอน และพนัญญา พบสุข. 2550. การศึกษาชนิดและพฤติกรรม
ของแมลงผสมเกสรในแปลงสับดูดำ, น. 73-77. ใน โครงการสัมมนาวิชาการ เรื่อง “การ
ประชุมวิชาการสับดูดำแห่งชาติครั้งที่ 1”. โครงการศูนย์ไบโอดีเซล. สถาบันวิจัยและพัฒนา
แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุนันทา จันทกุล และสุปราณี งามประสิทธิ์. 2550. การพัฒนาของเมล็ดพันธุ์สับดูดำ, น. 57-65. ใน
โครงการสัมมนาวิชาการ เรื่อง “การประชุมวิชาการสับดูดำแห่งชาติครั้งที่ 1”. โครงการเค
นุไบโอดีเซล. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนุวัฒน์ กำแพงแก้ว และสมบัติ ชินะวงศ์. 2550. การตัดแต่งกิ่งและการจัดการธาตุอาหารที่
เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตของสับดูดำ, น. 113-118. ใน โครงการสัมมนาวิชาการ เรื่อง “การ
ประชุมวิชาการสับดูดำแห่งชาติครั้งที่ 1”. โครงการศูนย์ไบโอดีเซล. สถาบันวิจัยและพัฒนา
แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Heller, J. 1992. **Untersuchungen über Genotypische Eigenschaften und Vermehrungsund
Anbauverfahren bei der Purgiernyß (*Jatropha curcas* L.)** [Studies on genotypic
characteristics and propagation and cultivation methods for physic nuts (*Jatropha
curcas* L.)]. Dr. Kovac, Hamburg.

Kobilke, H. 1989. **Untersuchungen zur Bestandesbegründung von Purgiernub (*Jatropha
curcas* L.)**. Diploma thesis. University Hohenheim, Stuttgart, Germany.

Praveen, V. 2008. **Jatropha Agro-technical Options&Economic Increase for Sustainable
Feedstock Production**. (Computer Program). Jatropha Conference world. Centre for
Management Technology. Jakarta, Indonesia.

Rijssenbeek, T. 2006. **Handbook on *Jatropha curcas***. Available Source: <http://www.fact-fuels.org>, March 27, 2006.

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.

Sudheer, S. 2008. **Biotechnology for Improved Planting Material and Planttation**. (Computer Program). *Jatropha Conference world*. Centre for Management Technology. Jakarta, Indonesia.

Takeda, Y., M. Okada and R. Pasbutch. 1981. **Interin report on the study of *Jatropha curcas* oil as a substitute for engine fuel in Thailand**. Eng. Div. Dep. Of Agr., Bangkok, Thailand. p. 8.

Thitithanavanich, B. 1985. **The effect of diameter and length of stem-cuttings on root production of physic nut (*Jatropha curcas* L.)**. Kasetsart University, Thailand.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 Plant uptake analysis compare with 3 locations at 360 days after planting
from Nakhon Pathom, Chachoeng Sao, and Phetchaburi provinces

Location	% N	% P	% K	% Mg	% Ca
Nakhon Pathom	2.46 b	0.02 b	3.14 b	0.54 a	1.54 a
Chachoeng Sao	3.00 a	0.00 b	2.29 c	0.24 b	0.91 b
Phetchaburi	2.35 b	0.16 a	4.14 a	0.55 a	0.91 b
F-test	*	*	*	*	*
CV. %	5.25	41.94	9.83	7.29	19.57

^{1/} Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at 95% level by LSD

* = significantly at 95%

ตารางผนวกที่ 2 Weather in each month at Kasetsart University Kamphaengsean campus
Nakhon Pathom province

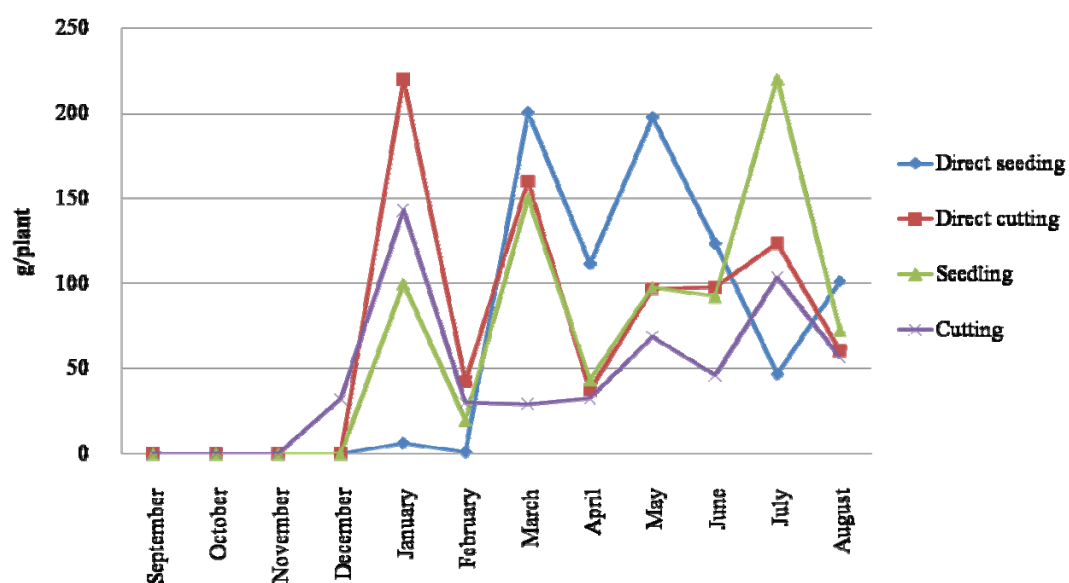
Year	Month	Air Temperature(°C)			Humidity (%)		Rain (mm.)	Evap. (mm.)	Cloud (%)	Sun. (hrs.)
		Max.	Min.	G.min.	Max.	Min.				
2005	August	32.78	24.48	23.47	94.32	61.19	390.10	4.23	92.00	2.49
	September	33.35	24.21	23.14	93.30	58.70	338.20	5.00	81.40	6.36
	October	32.33	24.22	22.70	92.39	59.48	114.10	4.05	59.48	7.13
	November	32.80	22.43	19.32	93.33	49.90	5.70	4.08	17.47	8.67
	December	29.91	19.40	16.04	92.94	47.45	7.20	4.07	25.37	7.56
2006	January	31.81	18.75	15.51	92.87	41.84	2.60	3.92	23.71	8.39
	February	33.20	22.54	19.55	93.39	48.32	17.80	4.51	23.82	8.57
	March	35.21	24.43	21.75	92.97	46.71	22.60	5.44	32.58	8.17
	April	35.93	25.04	22.48	94.53	45.83	38.60	5.35	50.73	8.21
	May	33.96	24.81	23.04	94.48	56.39	117.00	4.64	69.71	6.09
	June	33.89	24.63	23.14	94.93	60.03	162.50	5.01	78.67	5.80
	July	33.53	25.07	23.73	94.87	60.26	74.30	4.75	89.42	3.97

ตารางผนวกที่ 3 Weather in each month at H.M. private development project Chachoeng Sao Province

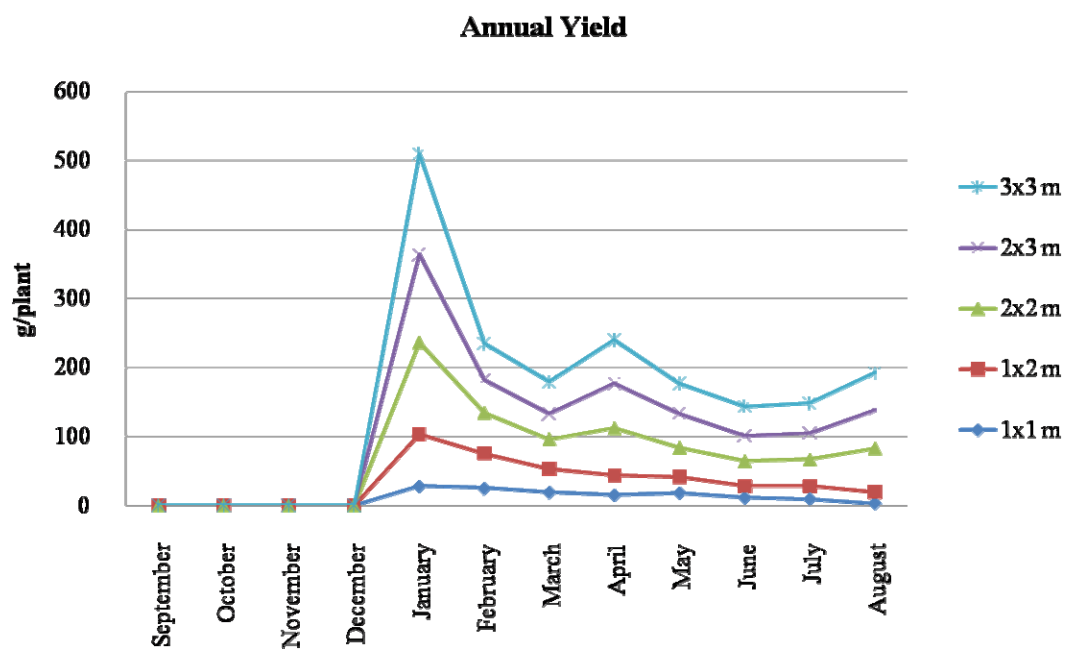
Year	Month	Air Temperature(°C)		Humidity (%)	Rain
		Max.	Min.	Average	(mm.)
2005	September	32.21	23.68	98.68	392.60
	October	32.16	23.27	98.61	149.40
	November	31.63	22.63	98.08	77.10
	December	29.85	19.67	96.25	17.50
2006	January	33.48	19.14	95.25	0.00
	February	34.48	22.50	94.35	19.10
	March	34.26	23.65	96.50	106.90
	April	34.10	23.75	97.26	147.60
	May	33.48	24.17	97.74	346.20
	June	32.96	24.23	97.46	153.10
	July	31.38	24.16	97.56	200.8

ตารางผนวกที่ 4 Weather in each month at The Chaipatthana foundation Phetchaburi province

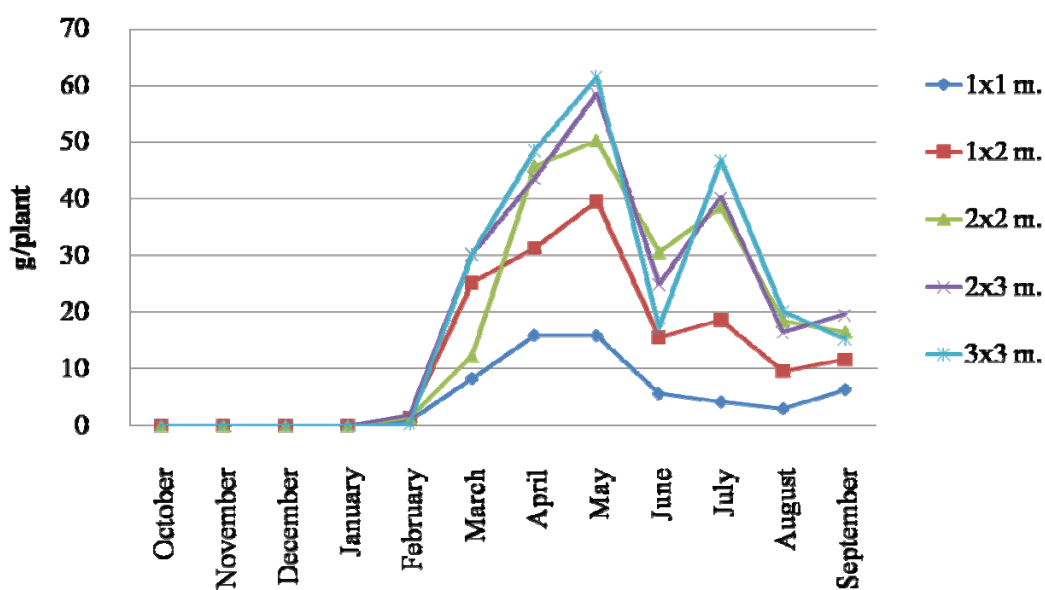
Year	Month	Air Temperature(°C)		Humidity (%)		Rain	Evap. total
		Max.	Min.	Max.	Min.	(mm.)	(mm.)
2005	August	32.9	26.0	90	69	20.9	122.4
	September	32.3	25.5	93	74	146.2	102.8
	October	31.4	24.7	95	71	347.5	96.5
	November	30.8	24.0	88	65	57.9	89.3
	December	29.1	21.5	85	59	35.9	99.2
2006	January	34.6	21.4	82	53	0	118.0
	February	31.7	22.6	88	69	0	120.0
	March	34.5	25.1	87	68	0.3	173.0
	April	37.0	25.2	86	68	46.1	171.0
	May	36.0	24.8	92	72	274.3	143.0
	June	35.2	25.8	87	65	52.7	140.0
	July	34.4	25.6	88	66	164.5	126.0



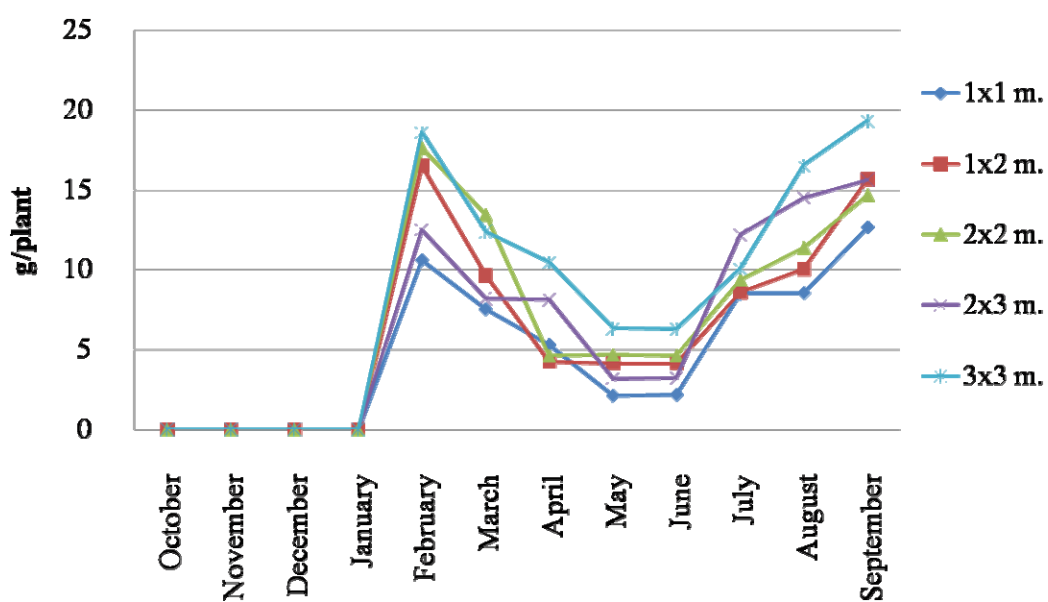
ภาพผนวกที่ 1 Annual yield of Physic nut planted with different methods of planting at Kasetsart University Kamphaengsean campus Nakhon Pathom province



ภาพผนวกที่ 2 Annual yield of Physic nut planted with different spacing at Kasetsart University Kamphaengsean campus Nakhon Pathom province



ภาพผนวกที่ 3 Annual yield of Physic nut planted with different spacing at H.M. private development project Chachoeng Sao province



ภาพผนวกที่ 4 Annual yield of Physic nut planting with different spacing at The Chaipattana foundation Phetchaburi province



ภาพผนวกที่ 5 Planting with direct seeding



ภาพผนวกที่ 6 Physic nut stem prepare for planting with direct cutting



ภาพผนวกที่ 7 Seedling in polyethylene bags before transplanting



ภาพผนวกที่ 8 Cutting in polyethylene bags before transplanting



ภาพผนวกที่ 9 Physic nut field planted with different methods of planting



ภาพผนวกที่ 10 Physic nut field planted with different spacing of planting, i.e. 1×1 1×2 and 2×2 m at Nakhon Pathom province



ภาพผนวกที่ 11 Physic nut field planted with different spacing of planting, i.e. 2×3 and 3×3 m at Nakhon Pathom province



ภาพผนวกที่ 12 Physic nut field planting with different spacing of planting, i.e. 1×1 1×2 and 2×2 m at Chachoeng Sao province



ภาพผนวกที่ 13 Physic nut field planted with different spacing of planting, i.e. 2×3 and 3×3 m at Chachoeng Sao province



ภาพผนวกที่ 14 Physic nut field planted with different spacing of planting, i.e. 1×1 1×2 and 2×2 m at Phetchaburi province



ภาพผนวกที่ 15 Physic nut field planted with different spacing of planting, i.e. 2×3 and 3×3 m at Phetchaburi province



ภาพผนวกที่ 16 Soil sampling at depth of 0-20 cm., 20-60 cm., and 60-100 cm



ภาพผนวกที่ 17 Data collecting



ภาพผนวกที่ 18 Fresh fruit and fresh seed after dehulled



ภาพผนวกที่ 19 Seed collecting and measurement of seed weight



ภาพผนวกที่ 20 Plant sampling for dry weight in each part of Physic nut

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายวิฑูรย์ ใจผ่อง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	21 กรกฎาคม 2523
สถานที่เกิด	128 หมู่ 3 ตำบลเกาะโพธิ์ อำเภopakพลี จังหวัดนครนายก
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยนักวิจัยโครงการพัฒนาพันธุ์สับดูดำ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	นำเสนอภาคโปสเตอร์ เรื่อง ศึกษาระยะปลูกและรูปแบบ วิธีการปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและ ผลผลิตของสับดูดำ ใน การประชุมวิชาการ สับดูดำ แห่งชาติครั้งที่ 1 (พ.ศ.2550)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนอัมพร สุวรรณเมฆ (พ.ศ.2548)