ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (พืชไร่นา)

ปริญญา

พืชไร่นา | พืชไร่นา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาของเมล็ด และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ *(Jatropha curcas* L.) Accession KUBP 74

Seed Development and Storability of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.) Accession KUBP 74

นามผู้วิจัย นางสุปราณี งามประสิทธิ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์สุนันทา จันทกูล, Ph.D)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์อิสรา สุขสถาน, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์สุเทวี ศุขปราการ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์ สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาของเมล็ด และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ *(Jatropha curcas* L.) Accession KUBP 74

Seed Development and Storability of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.) Accession KUBP 74

โดย

นางสุปราณี งามประสิทธิ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่นา)
พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุปราณี งามประสิทธิ์ 2554: การพัฒนาของเมล็ด และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ *(Jatropha curcas* L.) Accession KUBP 74 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (พืชไร่นา) สาขาพืชไร่นา ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สุนันทา จันทกูล, Ph.D. 177 หน้า

การศึกษาสรีรวิทยาการเจริญเติบโตของสบู่ดำ (*Jatropha curcas* L.) accession KUBP 74 ที่สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ระหว่างเดือนมีนาคม 2550 ถึง พฤษภาคม 2551 พบว่า สบู่ดำ accession KUBP 74 ใช้เวลา 9.25 วัน ในการงอกของเมล็ด 50 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลง 93 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 15 วันหลังปลูก เมื่อสบู่ดำ accession นี้ มีอายุได้ 12 เดือน จะมีความสูงต้น 241 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 16 เซนติเมตร และความกว้างทรงพุ่ม 138 เซนติเมตร

การพัฒนาของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 หลังการผสมเกสรนั้น พบว่า ลักษณะโครงสร้างและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ผลและเมล็ดมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น และสูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเมื่ออายุ 70 วันหลังการผสมเกสร ในขณะที่ความชื้น และความงอกของเมล็ดอยู่ที่ 33.44 และ 98.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมล็ดสบู่ดำถึงระยะแก่เก็บเกี่ยวที่อายุ 90-120 วันหลังผสมเกสร โดยมีความชื้นในเมล็ด 9-10 เปอร์เซ็นต์ และความงอก 95.5 - 97.0 เปอร์เซ็นต์

เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ในภาชนะ 2 ชนิดคือ ถุงผ้าและถุงพลาสติก ที่อุณหภูมิห้อง (25 ^{0}C ± 2 ^{0}C และความชื้นสัมพัทธ์ 70 ± 2 %) เปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ^{0}C ± 2 ^{0}C และความชื้นสัมพัทธ์ 42 ± 2 %) เป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่า สภาพการเก็บรักษาและภาชนะบรรจุมีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ คือ ความงอกของเมล็ดพันธุ์จะลดลงตามอายุของการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิมีความงอกสูงกว่าที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง โดยเมล็ดที่เก็บรักษาไว้ในถุงผ้ามีความงอกเท่ากับ 78.3 และ 72.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีความงอกสูงกว่าเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก ซึ่งมีความงอกเท่ากับ 71.5 และ 69.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ยาวนานขึ้นทำให้กรดไขมันในเมล็ดบางส่วนเปลี่ยนเป็นกรดไขมันอิสระมากขึ้น องค์ประกอบของไขมันต่างๆ ลดลง คือ ปริมาณน้ำมันของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บในถุงผ้าที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณน้ำมันลดลงจาก 52.9 เป็น 52.0 เปอร์เซ็นต์ แต่ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นจาก 2.7 เป็น 7.1 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันอิสระเพิ่มจาก 1.6 เป็น 5.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนองค์ประกอบของกรดไขมันคือ palmitic stearic oleic และ linoleic acid ลดลงจาก 14.27 6.23 44.57 และ 33.62 เปอร์เซ็นต์ เป็น 0 2.66 0 และ 1.66 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

_____ _____ ___ / ___ / ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Supranee Ngamprasitthi 2011: Seed Development and Storability of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.) Accession KUBP 74. Doctor of Philosophy (Agronomy), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Associate Professor Sunanta Juntakool, Ph.D. 177 pages.

Physiology of growth and development of *Jatropha curcas* L., accession KUBP 74 were studied at Suwanwajokkasikit Field Crops Research Station, Pakchong district, Nakhon Ratchasima province during March 2007-May 2008. It was found that 50 percent seed germination exhibited within 9.25 days while field germination within 15 days was 93 The performance of *Jatropha curcas* L., accession KUBP 74 at 12 moths after planting was 241 cm height, 16 cm stem diameter and 138 cm of plant canopy.

Seed development of accession KUBP 74 after fertilization revealed the morphological and structural change continuously. Fruit and seed dry weight were increased and reached maximum at physiological maturity stage at 70 day after anthesis while seed moisture and germination were and germination were 33.44 and 98.5 percent respectively. Harvesting stage of Jatropha seed was at 90-120 day after anthesis while seed moisture was 9-10 percent and germination was 95.5-97.0 percent.

Seed storage under 2 conditions; room temperature of 25 ^{0}C ± 2 ^{0}C and 70 ± 2 % RH and controlled room of 13 ^{0}C ± 2 ^{0}C and 42 ± 2 % RH and 2 different kind of containers; cloth and plastic bags resulted that after 12 months the storage condition and container affected on seed germination of *Jatropha curcas* L., accession KUBP 74. The seed germination significantly reduced in accordance with the increase of storage time. In sand test revealed that seed germination were 78.3 and 72.3 percent when kept in cloth bag and storage in controlled and ambient room, and 71.5 and 69.5 percent when kept in plastic bag container, respectively. The results of field test exhibited the same trend as in standard test. The longer duration of storage caused increasing in free fatty acid and acid valuel. Seed in cloth bag in ambient temperature, the oil content reduced from 52.9 to 52.0 percent and oil components; palmitic, stearic, oleic and linoleic acid reduced from 14.27, 6.23, 44.57 and 33.62 percent to 0, 2.66, 0, and 1.66 percent, respectively.

_____ _____ ___ / ___ / ____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา จันทกูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือ ในด้านการดำเนินงานการวิจัย การศึกษาค้นคว้า การแก้ไขและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ ที่กรุณาให้คำแนะนำการวิเคราะห์ข้อมูล รองศาสตราจารย์ ดร.อิสรา สุขสถาน รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทวี ศุขปราการ และรองศาสตราจารย์ ดร. สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำในการเรียน การดำเนินงานทดลอง ให้คำปรึกษา ปัญหาต่างๆ ในระหว่างการทำงาน และกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณกัญภัทร จินดา ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ ที่ช่วยสนับสนุนงานวิจัยในการวิเคราะห์และสกัดสารในงานทดลอง ขอขอบคุณ คุณฐานิดา มัลนิกา นักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ ที่ช่วยแนะนำในการวิเคราะห์และสกัดสารในงานทดลองครั้งนี้ให้สำเร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณ คุณ แอนนา สายมณีรัตน์ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่ง อ.ปากช่อง จ. นครราชสีมา ที่ช่วยสนับสนุนสายพันธุ์สบู่ดำเพื่อนำมาใช้ในการทดลองวิจัย และดร. กิ่งกานท์ พานิชนอก ที่แนะนำและช่วยงานทดลอง และขอขอบคุณ คุณสินธุ เลาสูงเนิน ที่ช่วยงานทดลองให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ๆ และครอบครัวที่อบอุ่น และให้กำลังใจ ชี้แนะ และสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้

สุปราณี งามประสิทธิ์

พฤษภาคม 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำอธิบายสัญลักษณ์ และคำย่อ	(12)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	27
ผลและวิจารณ์	38
สรุปและข้อเสนอแนะ	142
สรุป	142
ข้อเสนอแนะ	144
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	145
ภาคผนวก	168
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	177

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระยะเวลางอก และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา	39
2	จำนวนกิ่งแรก และจำนวนกิ่งที่สองของ สบู่ดำ accession KUBP74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ	47
3	จำนวนช่อดอก จำนวนช่อดอก ต่อต้นของสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ	56
4	จำนวนดอกย่อย ต่อช่อดอกของสบู่ดำ accession KUBP74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือน มีนาคม พ. ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ	57
5	จำนวนดอกเพศผู้ ดอกเพศเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ต่อช่อดอก สบู่ดำ accession KUBP74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ	58
6	การเปลี่ยนแปลงของลักษณะต่างๆ ในระหว่างการสุกแก่ของผลสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ	63
7	ลักษณะทางสรีรวิทยาของผลในระหว่างการพัฒนาการสุกแก่ของผลสบู่ดำ accession KUBP74 ที่ปลูกในฤดูแล้ง ปี 2550	64
8	การเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดในระหว่างการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ สบู่ดำ accession KUBP 74	67
9	ขนาดของเมล็ดในระหว่างการพัฒนาการสุกแก่ของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกในฤดูแล้ง ปี 2550	68
10	การเปลี่ยนแปลงของลักษณะต่างๆ ในระหว่าง การสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกในเดือนมีนาคม 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา	72

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อกิโลกรัม ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อต้น และผลผลิต เมล็ดพันธุ์ต่อไร่ที่ความชื้นเมล็ด 8% ของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา	75
12	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	79
13	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	80
14	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	81
15	อิทธิพลร่วมของ อุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ ดำ accession KUBP 74	82
16	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	89
17	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	90
18	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	91
19	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	92
20	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	98
21	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อ เวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดพันธุ์ สบู่ดำ accession KUBP 74	99

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
22	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อ เวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	100
23	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74	101
24	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	110
25	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษา ที่มีต่อความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 7	107
26	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาการเก็บรักษา ที่มีต่อความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	108
27	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	109
28	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อ ปริมาณน้ำมันของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	115
29	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และ ระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณน้ำมันของเมล็ดสบู่ดำพันธุ์ accession KUBP 74	116
30	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณน้ำมันของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	117
31	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และอายุการเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณน้ำมันของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	118
32	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อค่าความเป็นกรดของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	124
33	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อค่าความเป็นกรดของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	125
34	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อค่าความเป็นกรดของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	126

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
35	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเก็บรักษาที่มีต่อค่าความเป็นกรดของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	127
36	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	133
37	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์ สบู่ดำ accession KUBP 74	134
38	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	135
39	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74	136
40	ผลของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันของสบู่ดำ accession KUBP 74	140

ตารางผนวกที่

1	ความสูง อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ เส้นผ่านศูนย์กลาง และความกว้างทรงพุ่มของลำต้นสบู่ดำ accession KUBP74 ปลูกในฤดูแล้ง ปี 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา	169

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังแปลงปลูกสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา	30
2	ต้นอ่อนสบู่ดำ accession KUBP 74 มีการงอกแบบใบเลี้ยงอยู่เหนือพื้นดิน (epigeal) ในแปลง ระยะ 14 วันหลังปลูก ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา	40
3	การพัฒนาของต้นอ่อนสบู่ดำ accession KUBP 74 ระยะ 4, 6, 8 และ 10 วัน หลังปลูก ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ปลูกในฤดูแล้ง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550	40
4	การเจริญเติบโต ของสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา (a) การเจริญเติบโตแบบซิกมอยด์ของความสูงลำต้น (b) ความสูงสัมบูรณ์ของสบู่ดำ	42
5	เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ.ปากช่อง จ. นครราชสีมา	44
6	ลำต้นสบู่ดำ accession KUBP 74 อายุ 1.5 เดือน และ 12 เดือน	44
7	ความกว้างทรงพุ่มของลำต้นสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกฤดูแล้ง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา	45
8	กิ่งหลัก กิ่งแรก และกิ่งรอง ของสบู่ดำ accession KUBP 74	48
9	ลักษณะช่อดอก สีดอกเพศผู้ และเพศเมียของ สบู่ดำ accession KUBP 74	50
10	ดอกเพศผู้ ของสบู่ดำ accession KUBP 74 ประกอบด้วย อับละอองเรณู และละอองเรณู (50X)	50
11	ดอกเพศเมียของสบู่ดำ accession KUBP 74 ประกอบด้วย ผลอ่อน รังไข่ และไข่ (50X)	51
12	ระยะเวลาพัฒนาการของช่อดอกสบู่ดำ accession KUBP 74	54

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	ช่อดอกบนกิ่งก้านของสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกด้วยเมล็ด อายุ 11 เดือน	55
14	ดอกเพศผู้ (staminate flower) ของสบู่ดำ accession KUBP 74 (50X)	59
15	รังไข่ของดอกเพศเมียก่อนการผสมเกสรของสบู่ดำ accession KUBP 74 (50X)	60
16	ดอกเพศเมียหลังการผสมเกสร ของสบู่ดำ accession KUBP 74 ประกอบด้วย ยอดเกสรเพศเมีย รังไข่ และไข่ (50X)	60
17	การเปลี่ยนแปลงของขนาด และสีของผลระหว่างการพัฒนาเมล็ดของสบู่ดำ accession KUBP 74 ระยะ 5 วันหลังผสมเกสร จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (120 วันหลังผสมเกสร)	65
18	การเปลี่ยนแปลงของขนาด และสีของผล และเมล็ดระหว่างการพัฒนาเมล็ดของสบู่ดำ accession KUBP 74 ระยะ 5 วันหลังผสมเกสร จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (120 วันหลังผสมเกสร)	65
19	การเปลี่ยนแปลงของขนาด และสีของผล และเมล็ดระหว่างการพัฒนาเมล็ดของสบู่ดำ accession KUBP 74 ระยะ 5 วันหลังผสมเกสร จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (120 วันหลังผสมเกสร)	73
20	การเปลี่ยนแปลงของความชื้น ความงอก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของเมล็ดระหว่างการพัฒนาเมล็ดของสบู่ดำ accession KUBP 74	73
21	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำaccession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	83
22	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำaccession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	83
23	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	84

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะการเก็บรักษาที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	84
25	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 – กันยายน 2551	93
26	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 เพาะในทราย เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	93
27	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษา ที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 เพาะในทราย เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม2550 – กันยายน 2551	94
28	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษา ที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 เพาะในทราย เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 – กันยายน 2551	94
29	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และ ภาชนะที่มีต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	102
30	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	102
31	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่ เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	103

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	103
33	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อความงอกในไร่ (Field emergence test) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 – กันยายน 2551	110
34	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาที่มีต่อความงอกในไร่ (Field emergence test) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 – กันยายน 2551	110
35	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาที่มีต่อความงอกในไร่ (Field emergence test) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 – กันยายน 2551	111
36	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาที่มีต่อความงอกในไร่ (Field emergence test) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	111
37	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาณน้ำมันของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 – กันยายน 2551	119
38	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาที่มีต่อปริมาณน้ำมันของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	119
39	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาที่มีต่อปริมาณน้ำมันของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	120
40	ปริมาณน้ำมันของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	120

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
41	อิทธิพลร่วมของภาชนะ ที่มีต่อปริมาณกรด (Acid value, AV) ของสบู่ดำ accession KUBP 7 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	128
42	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ที่มีต่อปริมาณกรด (Acid value, AV) ของสบู่ดำ accession KUBP 7 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	128
43	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อค่าความเป็นกรด (Acid value, AV) ของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	129
44	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อค่าความเป็นกรด (Acid value, AV) ของสบู่ดำ accession KUBP 7 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	129
45	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของสบู่ดำ accession KUBP 74 ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	137
46	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของสบู่ดำ accession KUBP 74 ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	137
47	อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของสบู่ดำ accession KUBP 74 ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	138
48	อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของสบู่ดำ accession KUBP 74 ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	138
49	ปริมาณกรดไขมันของสบู่ดำ accession KUBP 74 ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551	141

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
1	ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (ม.ม.) อุณหภูมิเฉลี่ย (° C) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ระหว่างการปลูกสบู่ดำในฤดูแล้ง ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา	170
2	ถุงผ้าที่ใช้บรรจุเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน	171
3	ถุงพลาสติกหนาที่ใช้บรรจุเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน	171
4	ความงอกของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาในถุงผ้าอุณหภูมิห้อง (25 ºC ± 2 ºC) เป็นเวลา 6 เดือน	172
5	ต้นอ่อนปกติ ต้นอ่อนผิดปกติ และเมล็ดตาย ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาในถุงผ้า อุณหภูมิห้อง (25 ºC ± 2 ºC) เป็นเวลา 6 เดือน	172
6	ต้นอ่อนปกติ ต้นอ่อนผิดปกติ และเมล็ดตาย ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาในถุงผ้าห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ºC ± 2 ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 42± 2 %) เป็นเวลา 6 เดือน	173
7	ความงอกในไร่ (field emergence test) ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาในถุงผ้า ในอุณหภูมิห้อง (25 ºC ± 2 ºC) เป็นเวลา 6 เดือน	174
8	การทดสอบความงอกในไร่ (field emergence test) ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาในถุงผ้า ในห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ºC ± 2 ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 42± 2 %) เป็นเวลา 6 เดือน	175
9	เครื่องตรวจสอบปริมาณน้ำมันของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP GC-2010 Serial No. C 51624300611	176

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์ และคำย่อ

KUBP	=	Kasetsart University Biodiesel Project
AGR	=	Absolute growth rate
DAA	=	Day after anthesis
MC	=	Moisture content
^{o}C	=	Degree celcius
MGT	=	Mean Germination Time
PM	=	Physiological maturity
FFA	=	Free fatty acid

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาของเมล็ด และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ

(Jatropha curcas L.) Accession KUBP 74

Seed Development and Storability of Physic Nut

(*Jatropha curcas* L.) Accession KUBP 74

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยต้องพึ่งพาน้ำมันจากต่างประเทศสูงถึงร้อยละ 59 ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในประเทศ (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2549) และจากวิกฤตการณ์น้ำมันปิโตรเลียมที่มีราคาสูงขึ้นในช่วงหลังปี พ.ศ. 2544 นั้นก่อให้เกิดความตื่นตัวในเรื่องพลังงานทดแทน เพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำเข้าจากต่างประเทศ หนึ่งในพลังงานทดแทนที่มีบทบาทมากในปัจจุบันคือไบโอดีเซล รัฐได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและศักยภาพของไบโอดีเซล ในการที่จะทดแทนน้ำมันปิโตรเลียมได้ จึงได้มีมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 18 มกราคม พ.ศ.2548 กำหนดเป้าหมายว่าในปี พ.ศ. 2555 ประเทศไทยจะต้องผลิตไบโอดีเซลให้ได้เป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ของการใช้น้ำมันดีเซลทั้งหมดหรือ 8.5 ลิตรต่อวัน (กระทรวงวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2548)

เมื่อพิจารณาถึงพืชน้ำมันที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นไบโอดีเซล สบู่ดำเป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพเพียงพอที่จะพัฒนาเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบได้ เนื่องจากน้ำมันสบู่ดำประกอบด้วยไขมันไม่อิ่มตัวถึง 80 เปอร์เซ็นต์ และไม่สามารถนำไปบริโภคได้ จึงไม่เกิดปัญหาในเรื่องการแย่งวัตถุดิบกับการบริโภค ทั้งยังเป็นพืชที่ปลูกได้ในทุกภาคของประเทศ ทนต่อความแห้งแล้ง มีอายุยืนไม่น้อยกว่า 20 ปี (สมบัติ, 2549) เนื่องจากยังไม่มีข้อมูล และลักษณะต่างๆของสบู่ดำที่ปลูกในประเทศอย่างชัดเจน เช่น สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดี การเขตกรรมที่เหมาะสม หรือการผลิต และ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นที่จะศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสบู่ดำ โดยเฉพาะลักษณะต่างๆของสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง การผลิตและการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพที่ดี เพื่อเตรียมความพร้อมในการที่จะนำสบู่ดำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาการของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์

2. ศึกษาผลของอุณหภูมิ ระยะเวลา และ ภาชนะบรรจุต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสบู่ดำ

สบู่ดำ (Physic nut) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha curcas* Linn. อยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae (Linnaeus, 1753) เป็นไม้พุ่ม สูง 2 – 5 เมตร ทุกส่วนของลำต้นมีน้ำยางสีขาวปนเทา ใบ เป็นใบเดี่ยวเรียงสลับกัน รูปร่างค่อนข้างกลม หรือรูปไข่ กว้าง 7 – 11 เซนติเมตร ยาว 7 – 16 เซนติเมตร ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบหรือมีหยัก 3 – 5 หยัก ฐานใบเว้าเป็นรูปหัวใจ เส้นใบออกจากจุดเดียวกันที่โคนใบ 5 – 7 เส้น ตามเส้นใบมีขนอ่อนปกคลุม ก้านใบยาว 6 – 18 เซนติเมตร สบู่ดำมีช่อดอกแบบ compound cyme หรือ compound dichasium ประกอบด้วย simple dichasium เป็นช่อดอกที่มีดอกย่อยเพียง 3 ดอกบนก้านช่อดอก ดอกที่อยู่ตรงกลางของกลุ่มดอกย่อยในแต่ละชุดจะบานก่อนเสมอ ส่วนดอกย่อยทางด้านข้างจะบานตามเป็นคู่ๆ (สมบุญ, 2548) ดอกมีสีเหลืองอ่อน ออกเป็นช่อที่ยอด และตามง่ามใบ ช่อดอกยาว 6 – 10 เซนติเมตร ดอกเพศผู้ และดอกเพศเมีย อยู่บนต้นเดียวกัน ดอกเพศผู้ (staminate) มีกลีบรองกลีบดอก 5 กลีบ ยาว 4 –5 มิลลิเมตร กลีบดอก (petal) 5 กลีบ เชื่อมติดกันเป็นหลอด ภายในมีขน เกสรผู้ 10 อันเรียงเป็น 2 วงๆ ละ 5 อัน อับเรณูตั้งตรง ดอกเพศเมีย (pistillate) มีกลีบเลี้ยง (sepal) จำนวน 5 กลีบ กลีบดอกมีจำนวน 5 กลีบไม่ติดกัน รังไข่และท่อรังไข่เกลี้ยง มีเกสรผู้ฝ่อ 5 อัน ภายในรังไข่มี 2 – 4 ช่อง มีไข่อ่อนช่องละหนึ่งหน่วย ผล กลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร เมื่อแก่จัดจะแตกเป็น 3 พู แต่ละพูมี 2 กลีบ เมล็ดมีลักษณะเป็นรูปกลมรี สีดำ ผิวเกลี้ยง (ลีนา, 2530)

ประโยชน์ของสบู่ดำมีมากเช่น ปลูกเป็นรั้วบ้านเพื่อป้องกันสัตว์บุกรุก เนื่องจากต้นสบู่ดำมีสารพิษ hydrocyanic acid, curcin มีกลิ่นเหม็นเขียว และปลูกสบู่ดำเป็นรั้วเพื่อป้องกันการพังทลายที่เกิดจากน้ำ และลมได้ (Heller, 1996) การปลูกสบู่ดำคลุมบริเวณดินทรายเพื่อรักษาความชุ่มชื้นและเป็นแนวกันไฟ ในประเทศเม็กซิโกต้นสบู่ดำยังเป็นที่อาศัยของแมลงจำพวกหนึ่งคล้ายครั่งซึ่งมักจะสร้างชันขึ้นที่ใบ สามารถเก็บเอาชันไปทำน้ำมันขัดเงา ส่วนประเทศคิวบาปลูกสบู่ดำเป็นร่มให้กับต้นกาแฟ หรือใช้ปลูกร่วมกับพริกไทยแดง พริกไทยเขียว และมะเขือเทศได้ (Reinhard, 2007) ส่วนสรรพคุณทางสมุนไพรสามารถใช้ใบสดแก้เคล็ดขัดยอกปวดบวม ฟกช้ำ โรคผิวหนังผื่นคัน กระดูกหัก ยางของใบใช้รักษาโรคปากนกกระจอก ห้ามเลือด แก้ปวดฟัน สบู่ดำ มีสรรพคุณเป็นพืชสมุนไพร ทั้งราก ลำต้น ใบ ผล และเมล็ด และมีสารที่สำคัญในเปลือกเช่น tannin wax resins และ saponins ในเมล็ด มีน้ำมันกึ่งระเหยอยู่ 50–60 เปอร์เซ็นต์ ที่ประกอบด้วย phytotoxin

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คือcurcin หรือcurcasin น้ำตาล gum jatrophan phytosterols phytosterolin (glucoside of phytosterol) และ curcas oil ที่ประกอบด้วย กรด myristic palmitic stearic arachidic oleic และ linoleic (ลีนา, 2530) เปลือกและเมล็ดของสบู่ดำหมักในน้ำสามารถใช้เป็นสารฆ่าแมลงปีกแข็งบางชนิดได้ (ณรรฐพล, 2541) น้ำมันสบู่ดำใช้ประโยชน์เป็นน้ำมันหล่อลื่น ทำสบู่ หรือ เทียนไข และใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงแทนน้ำมันโซล่า (Heller, 1996) นอกจากนี้ยังสามารถทำเป็นน้ำมันไบโอดีเซลโดยผ่านกระบวนการทางเคมี กับแอลกอฮอลล์ เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างของไขมันให้เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมัน วัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลที่ได้จากพืชน้ำมันได้แก่ เมล็ดเรพ (*Brassica napus*) ซึ่งมีปริมาณน้ำมันในเมล็ดร้อยละ 38-44 ปาล์มน้ำมัน (Palm) มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดร้อยละ 20-21 เมื่อคิดจากทะลายปาล์มสด ทานตะวัน (sunflower) มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดร้อยละ 40 ถั่วเหลือง (soybean) มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดร้อยละ 20 และสบู่ดำ (physic nut) มีปริมาณน้ำมันในเมล็ด ร้อยละ 52.8 ของน้ำหนักเนื้อในเมล็ด หรือ 33.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักเมล็ด (พิสมัย และลลิตา, 2549) การสกัดน้ำมันสบู่ดำโดยใช้วิธีบดให้ละเอียดทั้งเมล็ด และสกัดด้วยตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ ในห้องปฏิบัติการได้น้ำมัน 34.96 เปอร์เซ็นต์จากเมล็ดรวมเปลือก (seed) และได้น้ำมัน 54.68 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อใน (kernel) (ไพจิตร และคณะ, 2525) การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำตากแห้งทั้งเปลือกบีบด้วยไฮดรอลิคได้น้ำมัน 12.50 เปอร์เซ็นต์ และสกัดด้วยเอกเซนได้น้ำมันอีก 30.27 เปอร์เซ็นต์ รวมน้ำมันจากเมล็ด 42.77 เปอร์เซ็นต์ จากการสกัดจากเนื้อเมล็ด (kernel) เมื่ออัดด้วยเครื่องบีบไฮดรอลิคได้น้ำมัน 36 เปอร์เซ็นต์ สกัดด้วยเอกเซนได้น้ำมันอีก 38.14 เปอร์เซ็นต์ รวมได้น้ำมัน 74.14 เปอร์เซ็นต์ (วัฒนา และคณะ, 2525) องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันสบู่ดำประกอบด้วยกรดพาล์มมิติก (palmitic acid) 14.20 เปอร์เซ็นต์ กรดสะเตียริก (stearic acid) 6.90 เปอร์เซ็นต์ กรดโอลีอิก (oleic acid) 3.10 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนลีอิก (linoleic acid) 34.30 เปอร์เซ็นต์ และกรดอื่นๆ 1.40 เปอร์เซ็นต์ (Takeda *et al*., 1981) สำหรับคุณสมบัติของไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว และสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องยนต์ ไบโอดีเซล เป็นสารเอสเทอร์ที่สังเคราะห์ด้วยปฏิกิริยาทางเคมี ระหว่างน้ำมันพืชหรือน้ำมันจากไขมันสัตว์ กับแอลกอฮอล์ การเรียกชื่อสารเอสเทอร์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเช่นเมื่อใช้เมทานอล จะเรียกสารที่ได้ว่าเมทิลเอสเทอร์ และเมื่อใช้เอทานอลในการทำปฏิกิริยา สารที่ได้เรียกว่าเอทิลเอสเทอร์ สารเอสเทอร์หรือไบโอดีเซล สามารถใช้ผสมกับน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล อัตราส่วนร้อยละ 5 ขึ้นไป ไบโอดีเซลล้วนๆ เรียก B100 และไบโอดีเซลร้อยละ 20 ผสมกับน้ำมันดีเซลร้อยละ 80 โดยปริมาตร เรียกว่า B20 (พิศมัย และลลิตา, 2549) การเผาไหม้ของน้ำมัน จากเมล็ดสบู่ดำจะไม่เกิดควันซึ่งอาจเกิดจากการที่น้ำมันมีโครงสร้างของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) น้อย มีคุณสมบัติคล้ายแก๊ซโซลีน (gasoline) นอกจากนี้กากสบู่ดำยังมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงเท่ากับ 4.44 2.09 และ 1.68 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สามารถใช้ทำปุ๋ยชีวภาพไม่ก่อให้เกิดปัญหาขยะและมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม (Sharma *et al.,* 1997) นอกจากนี้สบู่ดำจัดเป็นพืชที่มีพิษ ส่วนที่เป็นพิษจะเกิดจาก 2 ส่วนคือ จากส่วนของน้ำยางและน้ำมันในเมล็ด โดยแบ่งสารที่ก่อให้เกิดพิษได้ 2 ประเภท คือ curcin และ curcasin เป็นพิษแบบ toxalbumin และ curcanoleic acid ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการขับถ่าย โดย curcin มีคุณสมบัติยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนในเม็ดเลือดแดงที่ไม่มีนิวเคลียส (reticulocytes) ของกระต่ายและทำให้เม็ดเลือดแดงของมนุษย์ตกตะกอน (Padua *et al*., 1999)

2. ถิ่นกำเนิด

แหล่งกำเนิดของสบู่ดำนั้นยังเป็นที่โต้แย้งในหมู่นักวิชาการ เช่น Martin and Mayeux (1984) ระบุว่า แหล่งกำเนิดของสบู่ดำอยู่ใน Ceara State ของบราซิล ในขณะที่ Dehgan and Webster (1979) อาศัยบันทึกของ Wilbur (1954) เชื่อว่าแหล่งกำเนิดของสบู่ดำอยู่แถบตอนเหนือของอเมริกากลาง (Northern Central America) Heller (1996) จากหลักฐานตัวอย่างพืชอ้างอิงที่เก็บรวบรวมของอเมริกาทำให้เชื่อว่าแหล่งกำเนิดของสบู่ดำอยู่ในประเทศเม็กซิโก และอเมริกากลาง สบู่ดำแพร่กระจายจากอเมริกากลางไปยังเขตร้อนชื้นต่างๆ เช่น บราซิล ฟิจิ ฮอนดูรัส อินเดีย จาไมกา ปานามา เปอโตริโก และซัลวาดอร์ (Holm *et al*., 1979) สำหรับในประเทศไทยนั้น สบู่ดำถูกนำเข้ามาปลูกในเมืองไทยในปลายสมัยกรุงศรีอยุธยา โดยชาวโปรตุเกสซึ่งรับซื้อเมล็ดเพื่อนำไปหีบเอาน้ำมันมาทำสบู่จึงเรียกสบู่ดำ การเรียกชื่อพืชนี้ในประเทศไทยจะแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น เช่น ภาคกลางเรียกว่า ต้นสบู่ดำ ชาวอำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีเรียกว่า ต้นสบู่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า ต้นมะเยา ชาวบ้านอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมาเรียกว่า ต้นสีหลอด ภาคเหนือเรียกว่า ต้นมะหุ่งฮั้ว ส่วนพม่าเรียกว่า Thinbankyeksy อินโดนีเซียเรียกว่า Jurak budeg ฟิลิปปินส์เรียกว่า Tube อินเดียเรียกว่า Baghevenda Nepa Lam และศรีลังกาเรียกว่า Ropendavu (ระพีพันธ์ และสุขสันต์, 2525)

3. สภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตของสบู่ดำ

สบู่ดำเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนที่มีฝนตกระหว่าง 300 -1,000 มิลลิเมตรต่อปี ในดินที่มีการระบายน้ำ และอากาศดี (Joker and Jepsen, 2003) และสามารถเจริญเติบโตได้ในดินเกือบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทุกชนิด ส่วนปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมประมาณ 600 – 800 มิลลิเมตรต่อปี (Reinhard, 2007) สบู่ดำสามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งที่มีปริมาณน้ำฝนเพียง 48 – 238 มิลลิเมตรต่อปี (Duke, 2005) และสามารถเจริญเติบโตได้ในที่มีอุณหภูมิสูง และแถบอเมริกากลางสบู่ดำสามารถเจริญเติบโตได้โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่ 20-28 °C (Kiefer, 1968) สำหรับอุณหภูมิในการเจริญเติบโตของสบู่ดำนั้นอยู่ในพิกัด 18-28.5°C หรือเฉลี่ยประมาณ 25.2 °C และถ้าอากาศหนาวเย็นจะทำให้ใบร่วง (Reinhard, 2007) สบู่ดำเป็นพืชไม่ไวแสง (Heller, 1996) จะเริ่มออกดอกให้ผลผลิตประมาณ 4 – 6 เดือนหลังปลูก (รพีพันธุ์ และสุขสันต์, 2548)

4. การปลูก และการดูแลรักษา

สบู่ดำควรปลูกในดินร่วนและมีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ หรือดินที่มีความเป็นกรดเล็กน้อย ไม่มีน้ำขัง ถ้าเป็นที่ลุ่มควรทำทางระบายน้ำ (สมศักดิ์ และชาญวิทย์, 2549) สบู่ดำขยายพันธุ์ได้ 2 วิธี คือ ใช้เมล็ดจากผลสีเหลืองแก่ปนสีน้ำตาล และใช้ท่อนพันธุ์ที่มีสีน้ำตาลปนเขียวยาวประมาณ 45 – 50 เซนติเมตร (รพีพันธุ์ และสุขสันต์, 2548) สมศักดิ์ และชาญวิทย์ (2549) รายงานเกี่ยวกับวิธีการปลูกสบู่ดำดังนี้

4.1 วิธีปลูก ควรไถและพรวนดินให้ละเอียด และกำหนดระยะปลูกเพื่อสะดวกในการดูแลรักษา

4.1.1 การปลูกโดยใช้เมล็ดโดยตรง หยอดเมล็ดหลุมละ 1-2 เมล็ด ลึกประมาณ 2-5 เซนติเมตรและกลบดินให้แน่น สบู่ดำจะงอกภายใน 5-7 วัน เวลาปลูกที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงฤดูฝนประมาณต้นเดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่ดินมีความชื้นที่เหมาะต่อการงอกของเมล็ด

4.1.2 การปลูกโดยใช้ต้นกล้าจากถุงเพาะ โดยปลูกต้นกล้าที่มีอายุ 25-30 วัน (มีใบจริง 1-2 ใบ) เป็นต้นกล้าที่มีความสมบูรณ์แข็งแรงปราศจากโรคและแมลงศัตรูพืช และก่อนย้ายต้นกล้าไปปลูกประมาณ 5-7 วัน ควรเพิ่มความแข็งแรงของต้นกล้า โดยลดการให้น้ำ และใช้น้ำตาลทราย 10 ส่วนต่อน้ำ 90 ส่วน พ่นทุกๆวัน แล้วจึงนำไปปลูกในแปลงที่เตรียมไว้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.3 การปลูกโดยใช้ต้นกล้าเปลือยราก การย้ายปลูกแบบรากเปลือยนั้น ต้นกล้าต้องมีความสมบูรณ์แข็งแรงเพียงพอที่จะเจริญเป็นยอดหรือกิ่ง และแตกใบได้ ควรย้ายปลูกในต้นฤดูฝน การปลูกต้องเลือกต้น และทำให้ต้นแข็งแรง เช่นเดียวกับการปลูกต้นกล้าจากถุงเพาะ ก่อนปลูกใช้ไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ปักนำเป็นรู ตรงกลางหลุม แล้วจึงนำต้นกล้ารากเปลือย ปักลงหลุม จัดต้นตั้งตรง กลบดินเสมอกับระดับปากหลุม และควรพูนดินบริเวณโคนต้นเพื่อป้องกันน้ำขัง

4.1.4 การใช้ท่อนพันธุ์ โดยการปักชำกิ่งที่มีความยาวประมาณ 45-100 เซนติเมตร (เวชชกร, 2526) การปลูกด้วยกิ่งชำมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการปลูกด้วยเมล็ด และจะออกดอกในช่วงฤดูร้อน หรือฤดูฝน และจะติดผลในฤดูหนาว กิ่งพันธุ์ที่นำมาปลูกควรได้จากต้นพันธุ์ที่มีอายุประมาณ 13-14 เดือนหลังปลูก (Council of Scientific and Industrial Research, 1959) ควรเลือกท่อนพันธุ์ที่มีสีเขียวปนสีน้ำตาล มีความยาว 45-50 เซนติเมตร และท่อนพันธุ์จากส่วนปลายของลำต้นที่มีความยาวตั้งแต่ 50 เซนติเมตรขึ้นไปจะมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูง ก่อนปลูกควรชุบท่อนพันธุ์ด้วยสารเคมีควบคุมราสาเหตุโรคพืช เช่นไทแรม หรือเบนเลท อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ปลูกโดยการปักท่อนพันธุ์ให้ตั้งตรงลึกประมาณ 7-10 เซนติเมตร กลบดินให้แน่น ในการปลูกด้วยท่อนพันธุ์จะให้ผลผลิตเร็วกว่าปลูกด้วยเมล็ด แต่เมื่ออายุมากขึ้นจะให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน (นาค, 2527)

การใช้ฮอร์โมนออกซิน (IBA) ในการเร่งรากของท่อนพันธุ์สบู่ดำพบว่าไม่มีความแตกต่างกับการไม่ใช้ฮอร์โมน (นรินทร์, 2526) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Padua *et al.* (1999) ว่ากิ่งชำของสบู่ดำมีอัตราการออกรากเท่ากันทั้งในอาหารที่มีและไม่มีฮอร์โมนเร่งราก

4.2 ระยะปลูก ระยะปลูกมีผลต่อจำนวนต้นพืชต่อหน่วยพื้นที่ และการใช้ประโยชน์จากปัจจัยแวดล้อม เช่น การกระจายของแสงในทรงพุ่ม ความชื้น และธาตุอาหารในดิน ซึ่งจะมีผลต่อผลผลิต (Heller, 1996); บุญอุ้ม (2532) รายงานว่าปลูกสบู่ดำระยะห่างจะให้ผลผลิตสูงกว่าระยะปลูกที่แคบ เนื่องจากระยะปลูกที่แคบทรงพุ่มจะบังเงากัน ใบได้รับแสงไม่เพียงพอจึงทำให้ผลผลิตลดลง

รพีพันธุ์ และสุขสันต์ (2525) แนะนำว่าถ้าเป็นดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ควรใช้ระยะปลูก 1.0×0.5 หรือ 1.0×1.0 เมตร แต่ถ้าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ดี ควรใช้ระยะปลูก 1.5×1.0หรือ 2.0×1.0 เมตร ประยูร (2529) ทดลองปลูกสบู่ดำด้วยเมล็ดที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนในเดือนกันยายน โดยอาศัยใช้น้ำฝนที่ระยะปลูก 2.0×2.0 เมตร (400 ต้นต่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไร่) ให้ผลผลิต 127.0 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงต้น 2.51 เมตร ความกว้างทรงพุ่ม 2.23 เมตร ระยะปลูก 2.0×0.5 เมตร (1,600 ต้นต่อไร่) ให้ผลผลิตต่ำที่สุด คือ 10.8 กิโลกรัมต่อไร่ ความสูงต้น 1.67 เมตร และความกว้างทรงพุ่ม 0.98 เมตร ส่วน Stienswat *et al.* (1986) รายงานการปลูกสบู่ดำในประเทศไทยโดยใช้ระยะปลูก 2×2 2×1.5 2×1 และ 2×0.5 เมตร พบว่าที่ ระยะ 2×2 เมตร ให้ผลผลิตสูงที่สุดเฉลี่ย 794 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (318 กรัมต่อต้น) การศึกษาระยะปลูก และรูปแบบวิธีการปลูก ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของสบู่ดำ โดย วิฑูรย์ (2550) พบว่าการเจริญเติบโต ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม การแตกกิ่ง และผลผลิตเมล็ดสบู่ดำเฉลี่ยต่อต้น ที่ระยะปลูก 2×2 เมตร มีค่าสูงสุดที่ 202.11 เซนติเมตร 6.94 เซนติเมตร 3.11 กิ่ง และ 492.50 กรัมต่อต้นต่อปี ตามลำดับ รองลงมา คือที่ปลูกระยะ 3×3 และ 2×3 เมตร การปลูกสบู่ดำแบบหยอดเมล็ดทำให้มีความสูงต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มสูงที่สุดที่ 240.14 และ 236.25 เซนติเมตร ที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ตามลำดับ ซึ่งมีการเจริญเติบโตดีกว่าปลูกแบบใช้กิ่งสบู่ดำความยาว 50 เซนติเมตร ต้นที่ปลูกแบบใช้กิ่งให้ผลผลิตต่อต้นสูงที่สุดที่ 975.29 กรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งสูงกว่าการปลูกแบบหยอดเมล็ด การปลูกแบบใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดอายุ 45 วัน และการปลูกแบบใช้ต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำอายุ 45 วัน ตามลำดับ บุญอุ้ม (2532) รายงานว่าการปลูกสบู่ดำด้วยท่อนพันธุ์ที่มีขนาดความยาว 0.50 เมตรขึ้นไปจะให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกด้วยเมล็ด เนื่องจากสบู่ดำจะออกดอกบริเวณปลายกิ่ง ดังนั้นถ้ายอดของต้นสบู่ดำแตกกิ่งแขนงมากก็จะให้ผลผลิตมากตามไปด้วย

4.3 การปฏิบัติดูแลบำรุงรักษา การบำรุงรักษาสบู่ดำในช่วง 1-3 เดือนแรกหลังปลูกมีความสำคัญมาก สบู่ดำต้องการน้ำต้นละ 5-10 ลิตร ทุกๆ 15 วัน และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการให้น้ำ โดยการใช้ระบบน้ำหยดเข้ามาใช้ในการผลิต ในฤดูแล้งควรให้น้ำทุกๆ 7-15 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพความชื้นในบรรยากาศ การกำจัดวัชพืชในแถวสบู่ดำควรทำอย่างสม่ำเสมอ ระวังอย่าให้ต้นได้รับความเสียหายเพราะจะทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต และในระหว่างแถวที่เหลืออาจใช้การปลูกพืชแซมหรือดายหญ้า หรือใช้รถไถเข้าพรวน การใช้ปุ๋ยบำรุงดินควรให้ปุ๋ยรอบๆ โคนต้น ตัดแต่งกิ่งเมื่อพืชมีอายุ 3-5 ปีแรก และทุกๆ 3-5 ปี โดยตัดให้สูงจากพื้น 40-60 เซนติเมตร และ คัดเลือกกิ่งที่สมบูรณ์สม่ำเสมอไว้ประมาณ 5 กิ่ง เพื่อสะดวกในการดูแล และเก็บเกี่ยวการตัดแต่งควรตัดก่อนถึงฤดูฝน และหลังจากตัดแต่งกิ่งแล้ว ควรฉีดพ่นปุ๋ย 0-0-52 อัตราความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้แตกยอดใหม่ และใช้เบนเลทที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์เพื่อป้องกันราเข้าทำลายทางแผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การเจริญเติบโตของสบู่ดำ

การเติบโต (growth) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านปริมาณซึ่งไม่กลับคืน (irreversible) เป็นการเพิ่มขนาด และปริมาตรของเซลล์พืช โดยเกิดจากผลรวมของการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ Salisbury and Ross (1992) กล่าวว่า การเติบโตแบบซิกมอยด์ (sigmoid growth curve) เป็นการเติบโตในสภาพแวดล้อมที่จำกัด ลักษณะการเติบโตจะเพิ่มขึ้นในระยะแรก และมีค่าลดลงในระยะต่อมา เป็นการเติบโตของพืชชั้นสูง เช่นลักษณะการเติบโตของพืชทั้งต้น และอวัยวะของพืช เช่น ใบ ลำต้น ผล และเมล็ดแบ่งการเติบโตเป็น 3 ระยะ คือ

5.1 ระยะแรก เป็นระยะการเติบโตแบบเอกซ์โพเนนเชียล (exponential หรือ log phase) พืชมีการเติบโตช้าเกิดขึ้นในช่วงสั้นๆ หลังจากนั้นการเติบโตจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นแบบทวีคูณ

5.2 ระยะที่มีการเติบโตเพิ่มขึ้นคงที่ (linear phase) พืชมีการเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก อัตราการเติบโตมีค่าสูงสุดและคงที่อยู่ช่วงระยะเวลาหนึ่ง กราฟการเติบโตมีลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งเป็นระยะค่อนข้างยาว

5.3 ระยะที่มีอัตราการเติบโตเริ่มลดลง (decline phase) ในช่วงแรกพืชมีการเติบโตอย่างช้าและค่อนข้างคงที่ หลังจากนั้นอัตราการเติบโตจะลดลงเรื่อยๆ จนพืชไม่มีการเติบโตเพิ่มขึ้นอีก และตายในที่สุดระยะนี้อาจเรียกว่า stationary phase หรือ senescence phase) เกิดเนื่องจากการขาดแคลนอาหาร หรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม

การเจริญ (development) เป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพ หมายถึง การเปลี่ยนรูปร่าง ทั้งลักษณะภายนอกและกายวิภาคภายใน ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง และองค์ประกอบของเซลล์ (cell differentiation) มีการจัดแบบแผนของรูปร่างที่สลับซับซ้อนให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ (speciation) ของเซลล์ต่างๆ ไปเป็นเนื้อเยื่อ และอวัยวะต่อไป (plant morphogenesis) (สมบุญ, 2548)

การงอกของสบู่ดำ สบู่ดำมีการงอกแบบ epigeal (ใบเลี้ยงอยู่เหนือพื้นดิน) และงอกได้อย่างรวดเร็วภายใต้สภาพที่เหมาะสมใช้เวลา 10 วัน (Joker and Jepsen, 2003) โดยเริ่มจากเปลือกหุ้มเมล็ดแยกออกจากกัน รากแก้วโผล่พ้นเปลือกหุ้มเมล็ด มีรากพิเศษ (seminal root) จำนวน 4 ราก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลังจากนั้นจะพัฒนาใบจริง ใบแรก และใบเลี้ยงจะเหี่ยวร่วงหลุดไป (Heller, 1996; Henning, 2000) สบู่ดำเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีใบขนาดใหญ่ขณะเริ่มงอกจะมีใบเลี้ยงที่อยู่ในเมล็ดโผล่พ้นผิวดิน ใบเลี้ยงมี 2 ใบ มีลักษณะกลมรี ขอบใบเรียบ ต่อจากนั้นจะมีการแตกใบจริงขึ้นมา โดยที่ใบจริงใบที่ 1 นี้ขอบใบเป็นหยักเล็กน้อยแต่ไม่เป็นแฉก ใบจริงใบต่อๆไปของสบู่ดำจะมีแฉก 5-7 แฉก การเจริญเติบโตของใบจริงจะแตกออกด้านข้างสลับกัน โคนใบเว้าลึก แต่มีสบู่ดำบางพันธุ์ที่โคนใบไม่เว้าลึก ซึ่งเป็นลักษณะประจำของพันธุ์ที่มีสารพิษน้อย ขนาดใบจริงเมื่อโตเต็มที่มีขนาดใหญ่ 12-15 เซนติเมตรขึ้นไป เส้นใบเป็นแบบร่างแห โดยมีเส้นหลักเกิดจากจุดเดียวกันที่จุดตำแหน่งก้านใบ แล้วแยกเป็น 7 เส้น ใบเป็นสีเขียวเข้ม มีคุณสมบัติพิเศษที่จะลดการคายน้ำ เช่น เมื่อสภาพแล้ง ดินขาดน้ำ ซึ่งเป็นการอยู่รอดของสบู่ดำที่จัดว่าเป็นพืชทนแล้ง

Sukarin *et al.* (1987) ปลูกสบู่ดำด้วยเมล็ดในเดือนพฤษภาคมในประเทศไทย พบว่าต้นสบู่ดำสูง 1 เมตรหลังปลูก 5 เดือน การเจริญเติบโตทางลำต้นของสบู่ดำถูกควบคุมโดยปัจจัยทางสภาพแวดล้อม และการจัดการ เช่น ในสภาพแสงแดดดีจะมีการแตกกิ่งก้านสาขามาก นอกจากนี้การแตกกิ่งก้านสาขาของสบู่ดำอาจเกิดได้จำนวนมาก หากมีการตัดยอดหรือการตัดแต่งกิ่ง ทำให้ได้ผลผลิตสูง (พรชัย, 2549)

อรรถพล (2553) ศึกษาความแปรปรวนของการเติบโตและพัฒนาการของสบู่ดำโคลนพันธุ์ดีที่ได้รับการคัดเลือกแบบ clonal selections มา 2 รอบ จำนวน 10 โคลน ปลูกในฤดูแล้งและต้นฤดูฝนด้วยเมล็ด และท่อนพันธุ์ พบว่าการเติบโตทางด้านลำต้นเมื่อ 240 วันหลังปลูก ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนกิ่งแขนงแรก และจำนวนกิ่งแขนงต่อต้น โดยการปลูกในต้นฤดูฝนมีค่ามากกว่าฤดูแล้งขณะที่จำนวนข้อต่อต้นของการปลูกในฤดูแล้งมีค่ามากมากกว่าต้นฤดูฝน ลักษณะการเติบโตที่มีความแปรปรวนในวิธีการปลูก ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งแขนงแรก โดยการปลูกด้วยเมล็ดมีค่ามากกว่าท่อนพันธุ์

การสร้างดอก (flower bud formation) เป็นปรากฏการณ์ที่สืบเนื่องมาจาก 2 ขบวนการด้วยกันคือ ขบวนการเริ่มสร้างตาดอก (flower bud initiation) และขบวนการเปลี่ยนสภาพตาดอกเป็นดอกหรือช่อดอก (flower bud differentiation) และการสร้างตาดอกประกอบด้วยการเริ่มสร้างตาดอก เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพวิทยาและทางสัณฐานวิทยาภายในตาของพืช ส่วนการเปลี่ยนสภาพของตาดอกเป็นการสร้างเพศที่ประกอบด้วยส่วนต่างๆของดอกได้แก่ รังไข่ อับละอองเกสร กลีบดอก ฯลฯ (สัมฤทธิ์, 2523) ในสภาพแวดล้อมที่ดี และมีการจัดการที่ถูกต้อง สบู่ดำจึงจะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจริญเติบโต และออกดอกตามปลายกิ่ง (พรชัย, 2549) นอกจากนี้มีรายงานว่าบริเวณปลายของกิ่งแขนงสบู่ดำเป็นบริเวณที่เป็นจุดกำเนิดของช่อดอก และในขณะที่ปลายกิ่งแขนงกำลังสร้างช่อดอก บริเวณข้อสุดท้ายของกิ่งแขนง ตาข้าง (axils bud) จะเจริญออกมาด้านข้างเป็นกิ่งแขนง 1-3 แขนง และพบว่าขนาดของช่อดอกและจำนวนดอกเพศเมียต่อช่อดอกในต้นเดียวกันมีความแปรปรวนสูง เนื่องจากสภาพแวดล้อม เช่น ในสภาพที่แห้งแล้งจะทำให้ช่อดอกเล็กและทำให้ทั้งช่อดอกมีเพียงดอกเพศผู้ (Aker, 1997) สบู่ดำที่ปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์ในต้นเดือนมิถุนายนจะออกดอกเมื่ออายุประมาณ 6 เดือนหลังปลูก และถ้าปลูกต้นเดือนกันยายนจะเริ่มออกดอกประมาณ 2 เดือนหลังปลูก และเก็บเกี่ยวเมื่อผลสบู่ดำเริ่มแก่ และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่ออายุ 4 เดือนหลังปลูก (สมศักดิ์ และชาญวิทย์, 2549)

สบู่ดำที่ปลูกในประเทศไทยออกดอกมากที่สุด 2 ช่วงคือ ในเดือนพฤษภาคม และเดือนพฤศจิกายน (Sukarin *et al.*, 1987) ในขณะที่ในแถบเส้นศูนย์สูตร หรือเขตร้อนจะออกดอกทั้งปี (Heller, 1996) สบู่ดำในแต่ละต้นจะมีทั้งดอกเพศผู้ และ ดอกเพศเมีย ซึ่งจะอยู่ในช่อดอกเดียวกัน ช่อดอกเป็นแบบแขนง (racemose) แบบ compound dicasia เป็นดอกไม่สมบูรณ์เพศ ดอกเพศเมียเกิดในช่อดอกเดียวกับดอกเพศผู้ (monoecious)โดยที่ดอกเพศเมียจะเกิดอยู่กึ่งกลางของช่อดอกย่อย และล้อมรอบด้วยดอกเพศผู้ ในแต่ละช่อดอกมีดอกเพศผู้ 10-15 ดอก ดอกเพศผู้แต่ละดอกมีก้านเกสร 10 ก้าน ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ก้าน ละอองเกสรมีกลิ่นหอม รสหวาน จึงเป็นที่ต้องการของแมลงที่ช่วยผสมพันธุ์ ดอกเพศเมียมีรูปร่างคล้ายดอกเพศผู้ แต่มีขนาดของกลีบเลี้ยงและกลีบดอกใหญ่กว่า กลีบดอกมีสีขาวมีจำนวน 5 กลีบโดยมี style และ stigma 3 อัน รังไข่มี 3-4 carpel แต่ละ carpel มี 1 locule และสร้างไข่ (ovule) จำนวน 1 ovule ต่อ 1 locule มีขนปุย (villose) ที่ฐานดอก และมีต่อมน้ำหวานรูปไข่สีเหลือง 5 อันติดอยู่ที่ฐานของรังไข่ การบานหรือความพร้อมในการผสมพันธุ์ของดอกเพศผู้จะช้ากว่าดอกเพศเมีย ดังนั้นจึงเป็นธรรมชาติที่สบู่ดำจะได้รับการผสมเกสรจากช่อดอกอื่นๆ ในต้นเดียวกันหรือคนละต้น จัดเป็นพืชผสมข้าม การผสมเกสรของสบู่ดำจึงจำเป็นต้องมีตัวช่วยคือ แมลง (ผึ้ง) และลม สำหรับดอกกะเทย (hermaphrodite flower) นั้นมีพบเพียงเล็กน้อย และสามารถผสมตัวเองได้ ดอกเพศเมียที่ได้รับการผสมแล้วจะพัฒนาเป็นผลสบู่ดำต่อไป (Dehgan and Webster, 1979) สบู่ดำที่รวบรวมจากกลุ่มภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์ มีอายุถึงวันเริ่มออกดอกอยู่ในช่วง 131-200 วันหลังปลูก ส่วนสบู่ดำที่รวบรวมจากภาคกลาง และภาคใต้ มีอายุถึงวันเริ่มออกดอกอยู่ในช่วง 128-194 วันหลังปลูก ตามลำดับ (แอนนา และคณะ, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Solomon *et al*. (2002) ได้ทดสอบการผสมเกสรสบู่ดำด้วยมือพบว่า ความสามารถในการผสมติดข้ามดอกและภายในดอกเดียวกันมีประมาณ 96 และ 77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผลที่ได้จากการผสมข้ามดอกสามารถพัฒนาไปจนโตเต็มที่แต่ในส่วนของผลที่ผสมภายในดอกเดียวกันมีเพียง 23 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่พัฒนาจนโตเต็มที่ ในการผสมตามธรรมชาติพบว่ามีอัตราการติดผลในแต่ละช่อดอกประมาณ 37-61 เปอร์เซ็นต์ เพราะในธรรมชาติดอกเพศผู้สามารถดึงดูดพาหะในการผสมคือ ผึ้ง แมลงปีกแข็ง และมด 36 45 และ 44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผึ้งสามารถนำละอองเรณู และน้ำหวานไปได้ ส่วนมด และแมลงปีกแข็งมีเพียงน้ำหวานเท่านั้นที่ติดไป และมดจะมีอิทธิพลอย่างมากที่จะทำให้ดอกมีการผสมภายในดอกเดียวกัน

6. พัฒนาการและการสุกแก่ของเมล็ดสบู่ดำ

6.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาเมล็ด

6.1.1 พันธุกรรม เมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดและแต่ละพันธุ์ใช้เวลาในการพัฒนาตั้งแต่ดอกบานจนถึงสุกแก่ทางสรีรวิทยาแตกต่างกัน เช่น 30 วันหลังดอกบานในถั่วแลบแลบ พันธุ์ Highworth (สุปราณี, 2544) 15 วัน ในถั่วฝักยาว (คนึงนิจ, 2524) 147 วัน (21 สัปดาห์) ในยางพารา clone RRIM 600 (Serdang, 1981) 140 วัน (20 สัปดาห์) ในยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และสายพันธุ์ RRIM 600 (ประภาพันธ์, 2529) 60 วัน ในละหุ่ง (Bewley and Black, 1978) 30 วัน ในถั่วเหลือง (อนงค์ และสุนันทา, 2531) และ 57 วัน ในสบู่ดำ (Kaushik, 2003)

6.1.2 สภาพแวดล้อม

6.1.2.1 อุณหภูมิมีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโต การสะสมน้ำหนักแห้งและผลผลิตของพืช อุณหภูมิสูงทำให้พืชเจริญเติบโต และแก่รวดเร็วเนื่องจากการหายใจสูงขึ้น และอุณหภูมิต่ำทำให้พืชแก่ช้าลง (อภิพรรณ และคณะ, 2529) Ueda (1972) รายงานว่าละหุ่งพันธุ์เดียวกันที่ปลูกที่ประเทศคูเวตให้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีกว่าเมื่อปลูกที่ประเทศญี่ปุ่นทั้งนี้เนื่องจากในประเทศคูเวตมีสภาพอุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และแสงแดดจัดซึ่งเป็นสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการพัฒนาของเมล็ด และการสร้างน้ำมันของเมล็ดละหุ่ง เรวัติ (2542) รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของละหุ่งเท่ากับ 20-26 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิที่สูงกว่า 40 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ดอกเหี่ยว และติดเมล็ดน้อยลง ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เซลเซียส จะมีผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของเมล็ด และถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จะมีผลในการลดปริมาณน้ำมัน และกรดไขมันอิสระ (acid value) ในเมล็ด

6.1.2.2 แสง เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในขบวนการสร้างอาหารจากคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำที่พืชดูดขึ้นมาจากดินเพื่อนำไปสร้างส่วนต่างๆของพืช โดยทั่วไปในต้นไม้ใหญ่ พบว่าด้านที่อยู่ในร่มจะมีการติดผลน้อยกว่าด้านที่ได้รับแสง ในมะม่วง ลำไย ลิ้นจี่ กิ่งที่เจริญอยู่ในทรงพุ่มจะไม่ค่อยออกดอก หรือถ้ามีดอกก็ไม่ติดผล ความเข้มของแสงต่ำมีผลให้ดอกเจริญผิดปกติ ไม่เกิดการผสมเกสร หรือทำให้เปอร์เซ็นต์การผสมเกสรลดลง ดอกที่เจริญมักมีขนาดเล็ก และร่วงง่าย (สมบุญ, 2548)

6.1.2.3 ธาตุอาหาร เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพืช การขาดแร่ธาตุอาหารทำให้การเจริญของผลผิดปกติ ธาตุอาหารหลายชนิด เช่น โบรอน แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม และไนเทรต จำเป็นต่อการเจริญของดอก และผล และเป็นองค์ประกอบของอาหารเหลวที่พบบนยอดเกสรเพศเมียของดอก และละอองเรณู และช่วยในการงอกของละอองเรณูในการผสมเกสร (สมบุญ, 2544) แร่ธาตุ เช่น boron ช่วยป้องกันการแตกของท่อละอองเรณู รวมทั้งช่วยให้ท่อละอองเรณูยืดยาวออกไปได้อีก Calcium ทำให้ท่อละอองเรณูแข็งแรง และยืดตรง สามารถผ่านเข้าไปในก้านชูเกสรเพศเมีย (style) ได้ดีขึ้น (สุนันทา, 2549)

6.1.2.4 น้ำ หรือความชื้นมีความสำคัญต่อการถ่ายละอองเกสร และการผสมเกสรของพืช โดยละอองเกสรที่ตกลงบนยอดเกสรเพศเมียจะงอกได้ต้องอาศัยความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งจะได้จากยอดเกสรเพศเมียปล่อย stigmatic fluid ออกมาให้ความชุ่มชื้น หรือได้ความชื้นจากบรรยากาศ (สุนันทา, 2549) ถ้าพืชขาดน้ำในระยะสะสมอาหารในเมล็ดจะทำให้ผลผลิตลดลง Sionit and Kramer (1977) และ Laohasiriwong (1982) พบว่าระยะออกดอกและติดฝักของถั่งเหลืองเป็นระยะที่ไวต่อการขาดน้ำ ผลกระทบที่มีต่อผลผลิต จะขึ้นอยู่กับความรุนแรงและความยาวนานของการขาดน้ำ อย่างไรก็ตามพืชจะตอบสนองต่อสภาวะขาดน้ำแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดและพันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.2 การสุกแก่ของผล (fruit maturation)

Munch (1986) รายงานว่าหลังจากการผสมเกสรเของสบู่ดำเกิดผลที่มีรูปร่างทรงรี (eclipsoidal) ผลมีสามช่อง (trilocular) เปลือกนอกของผลยังคงสด จนกระทั่งเมล็ดถึงจุดสุกแก่ทางสรีรวิทยา วันเพ็ญ (2552) ศึกษาพัฒนาการด้านกายวิภาคของผลสบู่ดำ พบว่าส่วนของผนังรังไข่พัฒนาเป็นเนื้อผล (pericarp) ประกอบด้วย exocarp, mesocarp และ endocarp มีการสร้างเนื้อเยื่อ parenchyma ใน mesocarp และมีการสร้างเนื้อเยื่อ sclerenchyma ใน endocarp เมื่อผลอายุ 20-25 วันหลังดอกบาน

Joao *et al.* (2010) รายงานเกี่ยวกับการพัฒนาของผลสบู่ดำที่ปลูกใน Eldorado/MS โดยเก็บผลที่ระยะสุกแก่แตกต่างกัน 6 ระยะ และใช้สีของเปลือกผลชั้นนอกที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะของผล และเมล็ด และความงอกของเมล็ด เป็นตัวบ่งชี้ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดสบู่ดำโดยระยะที่ 1 เปลือกนอกของผลมีสีเขียว ระยะที่ 2 เปลือกนอกของผลเริ่มมีสีเหลือง ระยะที่ 3 เปลือกนอกของผลมีสีเหลืองเข้ม ระยะที่ 4 เปลือกนอกของผลเริ่มมีสีน้ำตาล ระยะที่ 5 ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา และระยะที่ 6 เป็นระยะผลแห้ง และเริ่มหลุดร่วง

Kaushik *et al.* (2001) ศึกษาการพัฒนาของผลและเมล็ดสบู่ดำที่ปลูกในเมือง Bawal Haryana ประเทศอินเดีย รายงานว่าสบู่ดำที่อายุ 47 วันหลังผสม ผลมีสีเขียว และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่ออายุ 57 วันหลังผสม ซึ่งพบว่าเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีดำ ส่วนความชื้นของผลจะเริ่มลดลงหลังอายุ 26 - 67 วันหลังผสม

6.3 การสุกแก่ของเมล็ด (seed maturation) และการเปลี่ยนแปลงของเมล็ด

หลังจากการปฏิสนธิ (fertilization) การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดได้แก่ ขนาด ความชื้น การสะสมน้ำหนักแห้ง ความงอก ความมีชีวิต (viability) และความแข็งแรงของเมล็ด (seed vigor) รวมถึงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีและชีวเคมีของเมล็ด จากระยะเวลาตั้งแต่ปฏิสนธิจนถึงระยะที่เมล็ดเจริญเติบโตเต็มที่ หรือ ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) จะแตกต่างกันไปตามชนิดและพันธุ์ของพืชปลูกและสภาพแวดล้อม (Delouche, 1968) ซึ่ง Adams and Rinne (1980) สรุปว่าการพัฒนาการของเมล็ดจะประกอบด้วย 3 ระยะที่เด่นชัดคือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะที่ 1 เป็นระยะของการพัฒนาคัพภะ ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วหลังการปฏิสนธิ คัพภะ มีการแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็ว เพื่อสร้างโครงสร้างของเมล็ด เมล็ดมีความชื้นสูงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ การแบ่งเซลล์ของคัพภะจะสิ้นสุดในระยะนี้

ระยะที่ 2 เป็นระยะการสะสมอาหารสำรอง ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากการแบ่งเซลล์เสร็จสิ้นลง ในระยะนี้จะพบว่าอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ และสูงสุดเมื่อสิ้นสุดในระยะนี้ เรียกว่าเมล็ดถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยา (Delouche, 1976; Harrington, 1972; Robert, 1972) การเคลื่อนย้ายอาหารจากต้นแม่จะหยุดชะงักลง เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดจะลดอย่างรวดเร็ว เมล็ดมีขนาดโตเต็มที่และมีความมีชีวิตสูงสุด

ระยะที่ 3 เป็นระยะเมล็ดแก่เก็บเกี่ยว ในระยะนี้น้ำหนักของเมล็ดจะคงที่หรือลดลงเล็กน้อยเนื่องจากเมล็ดยังคงใช้อาหารเพื่อกิจกรรมทางชีวเคมีในเมล็ด เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดจะลดต่ำลงอยู่ประมาณ 10- 20 เปอร์เซ็นต์ และการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ (Delouche, 1980)

การพัฒนาการและการสุกแก่ของเมล็ดสบู่ดำนั้น Joker and Jepsen (2003) รายงานไว้ว่าสบู่ดำในเขตร้อนชื้นแถบเส้นศูนย์สูตรออกดอกตลอดปี เมล็ดสุกแก่หลังจากออกดอก 90 วันหลังดอกบาน Munch (1986) รายงานว่าเมล็ดสบู่ดำเมื่อแก่จัดจะมีสีดำ มีความยาว 2 เซนติเมตร ความหนา 1 เซนติเมตร มีจุกขั้ว (caruncle) ขนาดเล็กบนเมล็ด และจากการศึกษาการพัฒนาของผลและเมล็ดสบู่ดำที่ปลูกในเมือง Bawal Haryana ประเทศอินเดีย Kaushik *et al.* (2001) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของเมล็ด และผลของสบู่ดำที่อายุ 47 วันหลังผสม ผลจะมีสีเขียวและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่ออายุ 57 วันหลังผสม ส่วนเมล็ดเริ่มมีสีขาวที่อายุ 17 - 27 วันหลังผสม และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่ออายุ 37 - 47 วันหลังผสม หลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่ออายุ 57 วันหลังผสม ส่วนความชื้นของเมล็ดและผลจะเริ่มลดลงหลังอายุ 26 - 67 วันหลังผสม ในขณะที่ความงอกเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 17 - 57 วันหลังผสม และสูงสุดที่ 85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเมล็ดมีอายุ 67วันหลังผสม Kaushik (2003) รายงานเพิ่มเติมว่า เมล็ดสบู่ดำที่กะเทาะจากผลอายุเก็บเกี่ยว 3 ระยะ คือ ผลสีเขียวที่อายุ 47 วันหลังผสม ผลสีเหลืองที่อายุ 57 วันหลังผสม และผลสีน้ำตาลดำที่อายุ 67 วันหลังผสม นำมาเพาะทดสอบความงอก และความแข็งแรงในกระบะทรายที่อุณหภูมิ 2 แบบ คือ 25 องศาเซลเซียส และ 30 องศาเซลเซียส ก่อนการเก็บรักษา และหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ความงอกของเมล็ดที่ 57 วันหลังผสมเท่ากับ 89 เปอร์เซ็นต์ ที่ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งแตกต่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทางสถิติและสูงกว่า ระยะผลสีเขียวที่ 47 วันหลังผสมทั้งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 30 องศาเซลเซียส ส่วนระยะการเก็บรักษาไม่มีผลต่อความงอก และความแข็งแรงของเมล็ด และต้นอ่อนจากการเก็บเกี่ยวที่ระยะผลสีเขียวที่ 47 วันหลังผสมมีความยาวราก และลำต้นน้อยมาก สุกัญญา (2548) รายงานว่าผลอ่อนของสบู่ดำจะมีสีเขียว และเมื่อผลแก่จัดมีสีเหลืองคล้ายลูกจันทร์ ลักษณะผลเป็นทรงกลมมี 3 พู ขนาดของเมล็ด มีความยาวเฉลี่ย 1.7-1.9 ซม. หนา 0.8 - 0.9 เซนติเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ดประมาณ 69.8 กรัม ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชัยนาท (จักรกลการเกษตร) (2548) รายงานว่าผลสบู่ดำเวลาสุกแก่จัดจะมีสีเหลือง อายุของผลสบู่ดำตั้งแต่ออกดอกถึงผลแก่ประมาณ 60 - 90 วัน Solomon *et al*. (2002) ทดลองผสมเกสรสบู่ดำด้วยมือพบว่าผลสบู่ดำจะพัฒนาอย่างรวดเร็วในเวลา 3 - 5 สัปดาห์แรก และโตเต็มที่ใช้เวลาประมาณ 2 เดือน ผลที่แก่เต็มที่และผลมีสีเหลืองปนน้ำตาล เมล็ดสีดำ ผลจะแตก และเมล็ดสามารถหลุดร่วงจากผลได้ สุนันทา และสุปราณี (2550) รายงานว่าสบู่ดำ accession เบอร์ 20 (มุกดาหาร) และ accession เบอร์ 74 (ชุมพร) สุกแก่ทางสรีรวิทยา (PM) ที่ 70 วัน หลังผสมเกสร ในขณะที่ accession เบอร์ 65 (ลำปาง) ใช้เวลา 80 วันหลังผสมเกสร

7. ผลผลิตของสบู่ดำ

สบู่ดำสามารถให้ผลผลิตได้ปีละ 2 ครั้ง ซึ่งการให้ผลผลิตของสบู่ดำจะแตกต่างกันขึ้นกับการดูแลรักษาและอายุของต้นสบู่ดำ เมื่อสบู่ดำมีอายุ 1 ปี จะให้ผลผลิตแตกต่างกันระหว่าง 100 - 500 กิโลกรัมต่อไร่ (ระพีพันธุ์ และสุขสันต์, 2525) ผลผลิตของสบู่ดำจากประเทศต่างๆ แตกต่างกันออกไป เช่น India ผลผลิตเฉลี่ย 277.28 กิโลกรัมต่อไร่ (สบู่ดำอายุ 3 ปี) และ Mali ผลผลิตเฉลี่ย 422.40 กิโลกรัมต่อไร่ (Heller, 1996) สำหรับผลผลิตสบู่ดำในประเทศไทยที่รายงานโดย Stienwat *et al.* (1986) เมื่อใช้ระยะปลูก 2×2 2×1.5 2×1 และ 2×0.5 เมตร พบว่าระยะปลูกกว้างที่สุด (2×2 เมตร) ให้ผลผลิตสูงสุด 127.28 กิโลกรัมต่อไร่ (318 กรัมต่อต้น) เมื่อสบู่ดำอายุ 13-14 เดือนหลังปลูก และที่ประเทศ Paraguay สบู่ดำอายุ 9 ปี มีผลผลิตเฉลี่ย 640.00 กิโลกรัมต่อไร่ Ratree (2004) รายงานการปลูกสบู่ดำสายพันธุ์ชัยภูมิในดินชุดวาริน โดยมีการตัดต้นร่วมกับการไถพรวนและไม่ไถพรวนดินพบว่าการตัดต้นที่ 90 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงสุด และไม่พบความแตกต่างของผลผลิตระหว่างการไถพรวนทั้งสองแบบ และช่วงเวลาในการให้ผลผลิตเมล็ดสูงสุดคือในเดือนตุลาคม ผลผลิตสบู่ดำจากแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์หลายสายพันธุ์ให้ผลผลิตตั้งแต่ 100 - 800 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี โดยปริมาณของผลผลิตขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ อายุ และการดูแลรักษาที่เหมาะสม เช่น การให้น้ำ ใส่ปุ๋ย และการตัดแต่งกิ่ง (สุรพงษ์, 2549) นอกจากนี้พบว่าการให้ผลผลิตครั้งแรกของสบู่ดำมีน้อย และเพิ่มขึ้นในปีถัดไป เนื่องจากช่วงแรกจะมีการเติบโต และพัฒนาการทางด้านลำต้นมากกว่าทางด้านการเจริญพันธุ์ (แอนนา และคณะ, 2549) สบู่ดำอายุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1 ปี 3 เดือน สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 4 ครั้ง ได้น้ำหนักผล 3,400 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และน้ำหนักเมล็ด 1,733 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (Sharma *et al.,* 1997) และการปลูกสบู่ดำด้วยท่อนพันธุ์ที่มีขนาดความยาว 0.50 เมตรขึ้นไปจะให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกด้วยเมล็ดเนื่องจากสบู่ดำจะออกดอกบริเวณปลายกิ่ง ดังนั้นถ้ายอดของต้นสบู่ดำแตกกิ่งแขนงมากก็จะให้ผลผลิตมากตามไปด้วย นอกจากนี้พื้นที่ปลูกควรมีการระบายน้ำที่ดีไม่มีน้ำท่วมขัง และระยะปลูกสบู่ดำที่กว้างจะให้ผลผลิตสูงกว่าระยะปลูกที่แคบ เนื่องจากระยะปลูกที่แคบทรงพุ่มจะบังเงากัน ใบได้รับแสงไม่เพียงพอ ทำให้ผลผลิตลดลง (บุญอุ้ม, 2532) และมีรายงานว่าระยะปลูกมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสบู่ดำ โดยพบว่าที่ระยะปลูก 2.0×2.0 เมตร ให้ผลผลิต 127.0 กิโลกรัมต่อไร่ ต้นสูง 2.51 เมตร ความกว้างทรงพุ่ม 2.23 เมตร และพบว่าเมื่อระยะปลูกแคบลงการเติบโตและการให้ผลผลิตก็จะลดลง เนื่องจากการเบียดเสียดทำให้การเจริญทางด้านความสูงและการแตกกิ่งแขนงลดลง (ประยูร, 2529) วิฑูรย์ (2550) ศึกษาวิธีการปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตต่อผลผลิตของสบู่ดำ พบว่าระยะปลูกที่เหมาะสมคือ 2×2 เมตร ให้ผลผลิตเมล็ดสบู่ดำสูงสุดเฉลี่ย 492.5 กรัมต่อต้นต่อปี และวิธีการปลูกที่เหมาะสมคือ การปลูกแบบหยอดเมล็ด ซึ่งทำให้ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลาง และผลผลิตสูงที่สุด Padua *et al.* (1999) รายงานว่าการปลูกสบู่ดำโดยใช้ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 2×2 เมตร อาจทำให้ผลผลิตสูงถึง 800 กิโลกรัมต่อไร่

8. คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

ในการผลิตเมล็ดพันธุ์คุณภาพนับว่าเป็นสิ่งสำคัญ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ดีควรมีเปอร์เซ็นต์ความงอก ความแข็งแรง และมีความบริสุทธิ์สูง (Watkins, 1992) ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้มีชีวิตที่ยาวนานมีหลายประการ เช่น พันธุกรรม สภาพแวดล้อม การปฏิบัติดูแลรักษาในแปลงปลูก โรคและแมลง อายุ และเวลาเก็บเกี่ยว ตลอดจนการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยอุปกรณ์และวิธีการต่างๆ ที่เหมาะสม และสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษา (Delouche, 1973; Mc. Donald, 1980; Perry, 1980)

8.1 พันธุกรรม Haggerty (1960) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกันทั้งชนิด และพันธุ์มีอายุในการเก็บรักษาแตกต่างกัน ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงแม้จะนำไปเก็บรักษาในสภาพที่ไม่เหมาะสมเมล็ดก็ยังสามารถงอกได้ (Dassou and Kueneman, 1984) ส่วนเมล็ดสบู่ดำเป็นเมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง อายุการเก็บรักษาจะลดลงอย่างยิ่งเมื่อเก็บรักษาในสภาพเปิด แม้จะลดความชื้นของเมล็ดลงเหลือ 5-7 เปอร์เซ็นต์ (Joker and Jepsen, 2003)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.2 สภาพแวดล้อม การปฏิบัติดูแลรักษาในแปลงปลูก โรค และแมลง อายุ เวลาเก็บเกี่ยว และการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์

ในแปลงปลูกความเสียหายจากสภาพอากาศ (weathering damage) เป็นความเสียหายที่เกิดขึ้นและเป็นปัญหาต่อคุณภาพเมล็ดในพืชหลายชนิด และมักจะเกิดขึ้นระหว่างรอการเก็บเกี่ยว เป็นความเสียหายที่เกิดจากสภาพอากาศร้อน หรือความชื้นสูง หรือทั้งสองกรณี ในระหว่างที่เมล็ดอยู่ในระยะสุกแก่ ก่อนเก็บเกี่ยว (field weathering) (Tekrony *et al*., 1980)

อายุเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญเนื่องจากมีผลกระทบโดยตรงต่อความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ ทั้งนี้โดยทั่วไปแล้วความแข็งแรงของเมล็ดมีค่าสูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) ซึ่งใช้ระยะเวลาแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช หลังจากระยะนี้ความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะลดลงถ้าเก็บรักษาในสภาพที่ไม่เหมาะสม (Harrington, 1972; Tekrony *et al*., 1980)

การเก็บเกี่ยวจะมีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ถ้าเก็บเกี่ยวเร็วเกินไปก่อนที่เมล็ดจะเจริญเติบโตเต็มที่หรือเก็บเกี่ยวช้าเกินไปย่อมทำให้เกิดผลเสียหายต่อคุณภาพเมล็ด การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว กำแพงแสน 1 และ 2 ที่อายุ 35-39 วันหลังดอกบาน ทำให้ได้คุณภาพเมล็ดสูงสุด เมล็ดมีความงอกหลังการเก็บรักษา 5 เดือนที่ระดับ 95 และ 89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่การเก็บเกี่ยวที่ระยะ 15 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา แล้วเก็บรักษาเป็นเวลา 5 เดือน พบว่าเมล็ดมีความงอกสูงถึง 99 เปอร์เซ็นต์ และมีความแข็งแรงที่วัดโดยวิธีเร่งอายุสูงกว่าการเก็บเกี่ยวที่ระยะ 35-39 วันหลังดอกบาน (สุนันทา และบัวกัน, 2537) Kittock and Williams (1967) รายงานว่าการเก็บเกี่ยวช้าทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ละหุ่งลดลง เนื่องจากเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากลมฟ้าอากาศ Atsmon (1958) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ละหุ่งที่เก็บจากต้นเดียวกันนั้นเมล็ดขนาดเล็กมีความงอกต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ขนาดใหญ่ เนื่องจากผลละหุ่งในช่อเดียวกันสุกแก่ไม่พร้อมกัน เมล็ดพันธุ์ขนาดเล็กเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ยังไม่สุกแก่ทางสรีรวิทยาส่วนเมล็ดพันธุ์ขนาดใหญ่เป็นเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่เต็มที่แล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Weiss (1971) กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ละหุ่งนั้นมีหลายปัจจัย แต่ที่สำคัญที่สุดคือ ปัจจัยที่มีผลในช่วงเวลาระหว่างที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาจนถึงระยะเก็บเกี่ยว และรายงานเพิ่มเติมว่าเมื่อนำเมล็ดละหุ่งที่ได้รับความเสียหายไปปลูกในสภาพไร่เมล็ดพันธุ์จะงอกช้าถูกเชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่าย และรวดเร็ว

ระพีพันธุ์ และสุขสันต์ (2525); สมศักดิ์ และชาญวิทย์ (2549) แนะนำการปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยวผลสบู่ดำเพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพไว้ว่าหลังจากเก็บผลสบู่ดำมาแล้ว ควรนำมาผึ่งแดดให้แห้งแล้วกะเทาะเมล็ดออกจากผลนอกจากนี้การนำเมล็ดไปผึ่งแดดเพื่อให้เมล็ดแห้งนั้น อาจมีผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ได้ จึงควรผึ่งเมล็ดไว้ในที่ร่ม และให้ความชื้นลดลงเหลือประมาณ 5-7 เปอร์เซ็นต์ เก็บเมล็ดไว้ในภาชนะปิดไม่ให้อากาศถ่ายเท

8.3 ความชื้นเมล็ดพันธุ์ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยรักษาความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ให้มีอายุยาวนานออกไป และเมื่อนำไปปลูกจะสามารถงอกให้ต้นกล้าที่มีความแข็งแรงและเจริญเติบโตสม่ำเสมอ (Arvier, 1983); Kobilke (1989) ศึกษาความมีชีวิตของเมล็ดสบู่ดำเมื่อเก็บรักษา เป็นเวลา 24 เดือนพบว่า เมล็ดที่เก็บเกิน 15 เดือน ความมีชีวิตจะต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วในการลดลงของความมีชีวิตของเมล็ดขึ้นอยู่กับสภาพการเก็บ และความยาวนานในการเก็บรักษา ความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา เมื่อความชื้นภายในเมล็ดลดลงทุกๆ 1 เปอร์เซ็นต์ อายุการเก็บรักษาเมล็ดจะเพิ่มขึ้นหนึ่งเท่า ภายใต้เงื่อนไขเฉพาะเมล็ดที่มีความชื้นระหว่าง 5-14 เปอร์เซ็นต์ เพราะเมล็ดที่มีความชื้นมากกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ เชื้อราจะเข้าทำลายเมล็ดอย่างรวดเร็ว (Haringtion, 1972) และถ้าความชื้นในเมล็ดน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการทางชีวเคมีจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ เมล็ดจะมีการเสื่อมสภาพได้ช้าลง (Douglas, 1975) การที่เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงจะสูญเสียความงอกเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นต่ำ เนื่องจากความชื้นในเมล็ดสูงจะเป็นตัวเสริมปฏิกิริยาเมทาบอลิซึม และการเปลี่ยนรูปอาหารสะสมภายในเมล็ดซึ่งจะทำให้อัตราการหายใจของเมล็ดสูงตามไปด้วย และเกิดพลังงานความร้อนทำให้อุณหภูมิสูง เมล็ดจึงเสื่อมเร็วขึ้น และความชื้นของเมล็ดเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา เชื้อรามักเกิดกับเมล็ดที่มีความชื้นสูง Okky *et al.* (2009) รายงานว่าเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาในถุงตาข่ายพลาสติกวางไว้บนโต๊ะไม้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 สัปดาห์ ความชื้นของเมล็ด 7 - 9 เปอร์เซ็นต์ พบเชื้อรา 16 ชนิด จากการศึกษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำที่มีผลกระทบจากปฏิกิริยาของน้ำ (water activity, a_w) หรือความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา และพบว่า ปฏิกิริยาของน้ำ หรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำทำให้ความชื้นของเมล็ดและจำนวนเชื้อราที่เกิดกับเมล็ดต่ำลงด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.4 ความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ ความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา Delouche (1973) และ Viller (1978) กล่าวว่า สภาพแวดล้อมในระหว่างการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดคือ ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ โดยที่ความชื้นสัมพัทธ์จะมีผลต่ออายุการเก็บรักษามากกว่าอุณหภูมิ เนื่องจากมีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงและเชื้อราในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ และจากการที่เมล็ดมีคุณสมบัติที่เรียกว่า " Hygroscopic" กล่าวคือ สามารถแลกเปลี่ยนถ่ายเทความชื้นของเมล็ดกับบรรยากาศรอบๆ จนเกิดสมดุลกับบรรยากาศ (Harrington, 1972; Delouche, 1982) ดังนั้นหากเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในสภาพความชื้นสัมพัทธ์สูงความชื้นของเมล็ดจะสูงกว่าเมื่อเก็บรักษาไว้ในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และจะส่งผลต่อความมีชีวิตของเมล็ด เช่นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บไว้ใต้สภาพความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ จะสูญเสียความมีชีวิตลงอย่างรวดเร็วภายหลังจากเก็บรักษาไว้เพียง 8 สัปดาห์ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาภายใต้สภาพความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ จะยังคงมีความงอกสูง (อรทัย, 2530)

8.5 อุณหภูมิ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ซึ่ง Harrington (1972) ได้ตั้งกฎอุณหภูมิที่ลดลงทุก 5 องศาเซลเซียส อายุการเก็บรักษาเมล็ดจะนานขึ้นเป็นสองเท่า โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำช่วยให้เก็บเมล็ดไว้ได้นานกว่าที่มีอุณหภูมิสูง และมีรายงานว่า ความมีชีวิตของเมล็ดที่ยาวนานนั้น ขึ้นกับการลดอุณหภูมิห้องที่เก็บเมล็ดให้ต่ำลง (King and Robert, 1979)

Lehner *et al.* (2008) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารละลายคาร์โบไฮเดรท การย่อยไขมัน และ กิจกรรมของเอ็นไซม์ antioxidant ในต้นอ่อนของเมล็ดข้าวสาลีในระหว่างการเก็บรักษา โดยการวัดปริมาณสารละลายน้ำตาลและกิจกรรมของเอ็นไซม์ antioxidant ในต้นอ่อนของเมล็ดข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L., cv Charger) ในระหว่างการเก็บรักษาสองสภาพคือ 45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ และ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการย่อยสลายน้ำตาลใช้เวลา 6 วัน เมื่อเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ การย่อยสลายน้ำตาลจะใช้เวลาประมาณ 3.75 เดือน ดังนั้นเมล็ดที่เก็บรักษาไว้ในสภาพอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์สูง จะอ่อนแอต่อการเก็บรักษาและมีการเสื่อมสภาพในอัตรามากขึ้น Ratree (2004) รายงานว่าในการศึกษาเปรียบเทียบการเก็บรักษาเมล็ดสบู่ดำสภาพอุณหภูมิห้อง พบว่า ความงอกของเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีเปอร์เซ็นต์งอก 90 89 88 86 85 77 55 และ 43 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 7 14 21 28 56 84 และ 112 วัน ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.6 ภาชนะบรรจุเมล็ดพันธุ์ เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดได้ ซึ่งการเลือกชนิดของภาชนะบรรจุเมล็ดพันธุ์ต้องคำนึงถึงชนิดของเมล็ด ปริมาณเมล็ดที่บรรจุ ระยะเวลาที่เก็บรักษา อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องเก็บ คุณสมบัติของภาชนะบรรจุที่ดีนั้นจะต้องทนต่อการฉีกขาด (Justice and Bass, 1979) ป้องกันความชื้นได้ ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตั้งแต่ 18-40 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ราคาไม่ควรแพงเกินไป (Mumford and Freire, 1982) ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้ในสภาพอากาศร้อนชื้นควรเก็บเมล็ดไว้ในภาชนะที่ป้องกันการถ่ายเทความชื้น โดยควบคุมให้เมล็ดที่บรรจุในภาชนะดังกล่าวมีความชื้นอยู่ระหว่าง 4-8 เปอร์เซ็นต์ (Bass and Clark, 1974) ซึ่ง Gregg (1982) แนะนำว่าความชื้นควรอยู่ประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บไว้ในถุงพลาสติก เพื่อให้เมล็ดยังคงรักษาความมีชีวิตและความแข็งแรงให้นานขึ้น ส่วน Ching Abu-Shakra (1965) รายงานว่า เมล็ดถั่ว crimson clover ที่บรรจุในถุงผ้าสามารถเก็บรักษาได้นาน 2-6 เดือน Shenede *et al.* (1999) ศึกษาภาชนะในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ทานตะวันโดยบรรจุเมล็ดใส่ถุงพลาสติกและถุงผ้า พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดในระหว่างการเก็บรักษาด้วยถุงผ้ามีการเปลี่ยนแปลงและสูญเสียความมีชีวิตได้เร็วกว่าการเก็บเมล็ดในถุงพลาสติกซึ่งมีความชื้นคงที่ และในเมล็ดละหุ่ง อารีย์ (2532) รายงานว่าเมล็ดละหุ่งที่กะเทาะเปลือกแล้ว และมีความชื้นค่อนข้างต่ำประมาณ 6-7 เปอร์เซ็นต์ ควรเก็บไว้ในที่แห้งเก็บบรรจุในภาชนะหรือ กระสอบป่าน กระสอบพลาสติก ส่วน Kulkarni and Ramanamuthy (1997) รายงานว่าถ้ากระสอบหรือถุงบรรจุเมล็ดละหุ่งเปียกน้ำหรืออยู่ในสภาพห้องที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงเมล็ดละหุ่งจะเกิดเชื้อราได้ง่ายและความงอกของเมล็ดจะลดลงด้วย ชีพสุมล (2534) รายงานว่าเมล็ดมะระที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยให้ค่ากรดไขมันอิสระต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้งในสภาพการเก็บในห้องเย็น 10, 20 องศาเซลเซียส และในอุณหภูมิห้อง

9. การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด

Copeland *et al.* (1985) รายงานว่า เมื่อเมล็ดเริ่มเสื่อมคุณภาพการเสื่อมจะเกิดขึ้นต่อเนื่องไปจนในที่สุดเมล็ดตาย และการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เมื่อเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงสูงจะมีการเสื่อมคุณภาพต่ำสุด โดยเมล็ดมีความแข็งแรงสูงสุดเมื่ออยู่ในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากระยะนี้เมล็ดพันธุ์จะมีการเสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระยะที่เมล็ดตาย ซึ่งในขณะที่เมล็ดมีการเสื่อมสภาพนั้น McDonald (1999) ได้อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นกับเมล็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (physiological change)

ในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นั้น ผิวของเปลือกหุ้มเมล็ดพืชหลายชนิดมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เช่น มีสีเข้มขึ้น ขนอ่อนที่เปลือกหลุดร่วง มีการเรืองแสงมากขึ้น เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นเป็นต้น ซึ่งบางครั้งลักษณะเช่นนี้สามารถนำมาใช้เป็นดรรชนีวัดความเสื่อมของเมล็ดพืชได้ นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวกำหนดราคา และคุณภาพเมล็ดที่ซื้อขายกันมาเป็นเวลานานแล้ว สุนันทา (2549) รายงานว่าเมื่อเมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพสีของเมล็ดจะเปลี่ยนไป รวมถึงอัตราการเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นกล้าลดลง โดยทั่วไปมักมีการเปลี่ยนแปลงของสีเมล็ดขณะเก็บรักษา เช่น จากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาล และดำ (West and Harris, 1963; Vaughan and Delouche, 1968) ในกรณีที่สีผิวเปลือกของเมล็ดบางชนิดที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บไว้นานๆ เป็นผลมาจากลักษณะเฉพาะตัวของปฏิกิริยา oxidation ของเมล็ด (Marzke *et al*., 1976) ปฏิกิริยานี้ถูกกระตุ้นเร็วขึ้นโดยอุณหภูมิ และความชื้นที่เพิ่มขึ้น (Hopkins *et al.*, 1947; Hughes and Sansted, 1975)

9.2 การเปลี่ยนแปลงของไมโตคอนเดรีย (Mitochondrial dysfunction)

ในขณะที่เมล็ดเสื่อมสภาพ การใช้ออกซิเจนเพื่อการหายใจจะลดลง แต่ค่า RQ (respiration quotient) จะเพิ่มขึ้น ซึ่งจะวัดได้ทันทีที่เมล็ดเริ่มดูดน้ำเข้าไป จากการศึกษาในถั่วเหลือง Woodstock *et al*. (1984) พบว่าการลดลงของกิจกรรมหายใจจะควบคู่ไปกับการลดลงของความแข็งแรง และพบว่าในเมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำนั้นจะมีการสะสมของสารพิษที่เป็น by-product ของการหายใจเพิ่มขึ้น เช่น ethanol และ aldehyde ซึ่งแสดงว่าไมโตคอนเดรียเกิดความเสียหาย ไม่สามารถดำเนินกิจกรรม glycolytic ทำให้เกิดกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic catabolism) Abu-Shakra and Ching (1967) รายงานว่าการใช้ออกซิเจนของเมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำในพืชหลายชนิดไม่แตกต่างจากเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงแต่อย่างใด แต่เมล็ดที่เสื่อมนั้นจะสูญเสียประสิทธิภาพของการหายใจ และจากการเปรียบเทียบไมโตคอนเดรียระหว่างเมล็ดเก่ากับเมล็ดใหม่ในถั่วเหลืองพบว่า ในเมล็ดเก่าไมโตคอนเดรียจะบวม เยื่อหุ้มผิดรูปร่างส่งผลให้ ATP ลดลง (Gidrol *et al*., 1988)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.3 การเสื่อมสภาพของเมมเบรน (membrane degradation)

การเสื่อมสภาพของผนังเซลล์ทำให้เมล็ดสูญเสียความสามารถในการควบคุมการกักเก็บสารต่างๆ เช่น น้ำตาลชนิดละลายน้ำและกรดอะมิโน เป็นต้น เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพจะมีการรั่วไหลของสารออกจากเมล็ดเมื่อนำเมล็ดไปแช่น้ำ การรั่วไหลของสารต่างๆ ที่ออกมาจากเมล็ดสามารถตรวจสอบได้โดยการวัดค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ของน้ำแช่เมล็ด phospholipids ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเมมเบรน ถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ phospholipase ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเมมเบรน (Roberts, 1973) Min (1995) ตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่บรรจุถุงผ้าในห้องอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าการนำไฟฟ้า 12.98 umho/cm ส่วนเมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติกมีค่าการนำไฟฟ้า 11.11 umho/cm แสดงว่าเมล็ดบรรจุในถุงผ้ามีการเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าเมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติก Yaklich and Abdule-Baki (1975) พบว่าสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดพบมากที่สุดคือ โพแทสเซียม น้ำตาล และ กรดอะมิโน ซึ่งของเหลวที่ได้จากการแช่เมล็ด สามารถตรวจพบสารอนินทรีย์ ธาตุต่างๆ เช่น Ca Mg Mn และ Cl ตลอดจนสารอินทรีย์และกรดอะมิโน หลายชนิด (Subrahmayam *et al*., 1983) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของสารที่รั่วไหลมีความสัมพันธ์กับการลดลงของความแข็งแรงของเมล็ดในข้าวฟ่าง (Perl *et al*., 1978)

9.4 การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระ (increase in free fatty acid)

ไขมันสะสม (storage lipid) ในเมล็ดเป็นแหล่งพลังงานซึ่งจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์และเคลื่อนย้ายไปใช้ในการงอก ประกอบด้วยไขมันที่ไม่มีประจุ (neutral lipids) เช่น triglycerols หรือ triglycerides ส่วนไขมันที่ทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบโครงสร้าง (functional lipid) จะปรากฏอยู่ในผนังเมมเบน ในอวัยวะย่อยของเซลล์ (subcellular organelles) เช่น phospholipids glycolipids sterols sterol ester และ sterol esterglucosides ในระหว่างการเก็บรักษา ปริมาณไขมันในเมล็ดจะถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ lipase และ phospholipase และกิจกรรมย่อยสลายอาหารละสมจะเกิดในสภาพอุณหภูมิสูงร่วมกับกิจกรรมของ จุลินทรีย์ที่ปลดปล่อยเอนไซม์ lipase ออกมาย่อยสลายไขมันในเมล็ด ซึ่งส่วนใหญ่เป็น triglycerides ให้เป็นกลีเซอรอล และกรดไขมันอิสระ (Bewley and Black, 1982) การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระจะมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดลดลง เนื่องมาจากกรดไขมันอิสระมีส่วนในการทำลายผนังเมมเบรนและทำให้โครงสร้างของไมโตคอนเดรียผิดปกติ (Priestley, 1986)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของกรดไขมันอิสระกับการเสื่อมสภาพของผนังเมมเบรนในถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในธรรมชาติ และที่ผ่านการเร่งอายุ จะมีระดับของไขมันอนุมูลอิสระในปริมาณสูง (Buchrarov and Gantcheff, 1984; Priestley *et al*., 1985; Longer and Degago, 1996) กรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อรา โดยเชื้อราบางชนิดจะปล่อยเอ็นไซม์ lipase ออกมา ซึ่งเอ็นไซม์ชนิดนี้มีอยู่แล้วในเมล็ดพืชน้ำมัน จึงทำให้ปริมาณเอ็นไซม์ lipase เพิ่มขึ้นและจะย่อย triglyceride ซึ่งอยู่ในรูปไขมันให้สลายกลายเป็นกรดไขมันอิสระในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญในการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด โดยเฉพาะเมื่อเมล็ดมีความชื้นสูงเกิน 12 เปอร์เซ็นต์ (Harrington, 1972); Bewley and Black (1982) กล่าวว่าอุณหภูมิสูงจะทำให้กิจกรรมของเอ็นไซม์ชนิดต่างๆ ทำงานเพิ่มขึ้นเช่น lipase ย่อย lipid ที่สะสมไว้ในรูป triglyceride ของกรดไขมันให้เป็น glycerol และกรดไขมันอิสระ และเอ็นไซม์ phosoholipase ย่อย phospholipid ที่เป็นองค์ประกอบของ membrane ทำให้ membrane ต่างๆ ถูกทำลาย และกิจกรรมของเอ็นไซม์ phosphatase ที่ทำให้ ATP เปลี่ยนเป็น ADP ซึ่งมีผลทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานและการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะเพิ่มขึ้นด้วย

ผลของการย่อยไขมันด้วยเอนไซม์ lipase ทำให้ได้กรดไขมันอิสระ ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวและกรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวส่วนหนึ่งจะออกซิไดซ์และกระตุ้นต่อไปด้วยเอนไซม์ lipoxigenase หรือเกิด autoxidation ได้สารประกอบ hydroperoxide (Allen and Hamilton, 1994) ปฏิกิริยา lipid peroxidation เป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการสลายไขมันในเมล็ด เกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือ ปฏิกิริยา atmospheric autooxidation และเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase (สุนันทา, 2549)

Abulude *et al.* (2007) รายงานเกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำมันของสบู่ดำและทานตะวันที่เก็บรักษาไว้ในสภาพห้องโดยบรรจุในภาชนะสี่ชนิดได้แก่ ถุงพลาสติก แก้ว โลหะ และขวดพลาสติก เป็นเวลาสี่เดือน สุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน วัดคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ พบว่าทุกตัวอย่างมีปริมาณสารต่างๆ เพิ่มขึ้นดังต่อไปนี้ ปริมาณไขมันอิสระ (0.72-1.02 และ 0.6-1.14 เปอร์เซ็นต์) ค่าเพอร์ออกไซด์ (0.2-1.86 และ 0.23-0.44 mEq kg^{-1}) ค่าไอโอดีน (1.40-11.50 และ 6.20-14.20) ค่ากรด (13.00-50.00 และ 36.00-59.00 mg KOH g^{-1}) ของสบู่ดำและทานตะวัน ตามลำดับ ไม่มีผลกระทบของภาชนะที่บรรจุ กับ สี ความสกปรก หรือตะกอน ค่าความถ่วงจำเพาะ และดรรชนีความยืดหยุ่นของน้ำมันพืชทั้งสองชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.5 กิจกรรมของเอนไซม์ลดลง (loss of enzymatic activity)

เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพจะมีกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ลดลง ได้แก่ เอนไซม์ dehydrogenase glutamic acid decarboxylase amylase catalase และ peroxydase เป็นต้น Ram and Wiesner (1988) พบว่าเมล็ดข้าวสาลีที่มีการเสื่อมคุณภาพ กิจกรรมของเอนไซม์ glutamic acid decarboxylase จะลดลง ส่วนในเมล็ดข้าวฟ่าง Hazerea 10 ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 48 วัน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ชนิดต่างๆ โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลง 3 ประเภท ได้แก่ ระดับของเอนไซม์เพิ่มขึ้นในระยะแรกและต่อมาลดลง ระดับของเอนไซม์ลดลงตลอดระยะเวลาการเร่งอายุและระดับของเอนไซม์เพิ่มขึ้นในขณะที่เมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพ ปรากฏว่า เอนไซม์ amylase เพิ่มขึ้นหลังจากการเร่งอายุ 6 วัน และลดลงหลังจากเร่งอายุนาน 24 วัน เป็นประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ เอนไซม์ glutamic pyruvic transaminase และ glutamic acid decarboxylase ส่วนระดับของเอนไซม์ phosphatase และ dehydrogenase จะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อระยะเวลาในการเร่งอายุเพิ่มขึ้น โดยลดลง 20-50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความสามารถในการสังเคราะห์โปรตีนลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วน proteinase เป็นเอนไซม์ชนิดเดียวที่เพิ่มขึ้นในขณะที่เมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพ ทั้งนี้เพราะถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ย่อยเอนไซม์ตัวอื่นนั่นเอง นอกจากนี้ Rao and Wagle (1981) ศึกษาการเร่งอายุในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 94 เปอร์เซ็นต์ แล้วพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ ß-amylase สูงขึ้นกว่าเดิม

9.6 อัตราการหายใจลดลง (reduced respiration)

กระบวนการหายใจเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของเอนไซม์กลุ่มใหญ่ ซึ่งจะทำงานร่วมกันในการย่อยอาหารที่สะสมไว้ในเมล็ด ในขณะที่เมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพ กระบวนการหายใจจะลดลง ทำให้เมล็ดอ่อนแอและสูญเสียความงอกไปในที่สุด Woodstock and Grabe (1967) พบว่ากระบวนการหายใจมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่เสื่อมคุณภาพหรือมีความแข็งแรงต่ำ จะมีอัตราการหายใจลดลง Woodstock *et al.* (1984) ศึกษาในถั่วเหลืองพบว่าอัตราการหายใจลดลงจะควบคู่ไปกับการลดลงของความแข็งแรงของเมล็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.7 ความผิดปกติของโครโมโซม (Chromosomal aberrations) และการเสื่อมสภาพของ DNA (Deterioration of DNA)

ในขณะที่เมล็ดกำลังเสื่อมสภาพ ดีเอ็นเอจะเกิดการเปลี่ยนแปลง ในบางกรณีปริมาณดีเอ็นเออาจจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่พบว่า มีคุณภาพลดลง จากการทดลองในข้าวไร่โดยใช้ ^{3}H-methyl-thymidine เป็นตัวบ่งชี้การสังเคราะห์ดีเอ็นเอในเมล็ด พบว่าในชั่วโมงแรกของการดูดน้ำ เมล็ดที่อ่อนแอ (ความงอก 52 เปอร์เซ็นต์) จะมีการสังเคราะห์ดีเอ็นเอได้มากกว่าเมล็ดที่แข็งแรง (ความงอก 96 เปอร์เซ็นต์) ทำให้เห็นถึงความพยายามของเมล็ดเก่าที่จะซ่อมแซมดีเอ็นเอ (DNA repair) ขึ้นมาเพื่อการงอก ซึ่งเป็นการสังเคราะห์ดีเอ็นเอนอกระบบปกติ (unscheduled DNA synthesis) แต่ไม่พบในเมล็ดใหม่ที่แข็งแรง อย่างไรก็ตาม ดีเอ็นเอที่ถูกซ่อมแซมขึ้นมาในเมล็ดเก่าแบบนี้มักไม่เสถียร จึงตรวจไม่พบสารไอโซโทปที่ label ไว้ในชั่วโมงต่อมา ส่วนเมล็ดที่แข็งแรงการสังเคราะห์ดีเอ็นเอในระบบปกติ (scheduled DNA synthesis) ช่วงก่อนการแบ่งตัวแบบไมโทซิสเกิดขึ้นค่อนข้างช้าในระหว่างการงอก แต่ถ้าเป็นเมล็ดเก่าแล้วการสังเคราะห์ดีเอ็นเอในระบบปกตินี้จะยิ่งต่ำ และช้ากว่ามาก (วันชัย, 2538)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาการพัฒนาของเมล็ด และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ *(Jatropha curcas* L.) Accession KUBP 74 แบ่งออกเป็น 3 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาการเจริญเติบโตของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์

การศึกษาการเจริญเติบโตของสบู่ดำ accession KUBP 74 ใช้เมล็ดที่รวบรวมมาจากต้นสบู่ดำที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์เพื่อให้ตรงตามสายพันธุ์ของสบู่ดำ accession KUBP 74 และนำมาปลูกในแปลงของสถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ในฤดูแล้งเดือนมีนาคม 2550 เตรียมพื้นที่ปลูกโดยการไถพรวน 2 ครั้ง แบ่งแปลงปลูกเป็น 4 แปลงย่อย แปลงละ 140 ตารางเมตร ปลูกเป็นแถว 4 แถว ยาวแถวละ 12 เมตร โดยมีระยะปลูก 2×2 เมตร (ภาพที่ 1) ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 18-46-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หยอดเมล็ดหลุมละ 2 เมล็ด ให้น้ำ 15 วันต่อครั้งด้วยระบบชลประทานแบบไหลตามร่อง (furrow) ถอนแยกเมื่อต้นกล้าอายุ 1 เดือน ให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ใช้คลอไพริฟอสอัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรฉีดพ่นบนใบและลำต้นเมื่อสบู่ดำอายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก และใช้คาร์โบซัลแฟน อัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ โรยบริเวณใกล้โคนต้นสบู่ดำและกลบด้วยดินเพื่อกำจัดแมลง ส่วนวัชพืชนั้นกำจัดเมื่อจำเป็น

สำหรับคุณสมบัติของดินในแปลงปลูกนั้น เก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ก่อนปลูก โดยลักษณะของดิน เป็นดินชุดปากช่อง (Pakchong soil series) ซึ่งมีลักษณะร่วนเหนียว สีน้ำตาลแดง (Reddish brown lateritic soil) ประกอบด้วยธาตุอาหารในดินได้แก่ ไนโตรเจน (Total N)0.32 g / kg ฟอสฟอรัส (Avail. P) 33.3 g / kg โพแทสเซียม (Avail. K) 246.2 g / kg แคลเซียม (Avail. Ca) 1,367.0 g / kg แมกนีเซียม (Avail. Mg) 245.2 g / kg pH 6.0 และ อินทรียวัตถุ (Organic matter) 15.1 g / kg

การบันทึกข้อมูล

1. การเจริญเติบโตทางลำต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 ระยะเวลาในการงอกของเมล็ด นับระยะเวลาตั้งแต่ปลูกถึงวันที่เมล็ดงอก 50 เปอร์เซ็นต์ โดยนับต้นอ่อนที่มีใบจริงปรากฏจากเมล็ดสบู่ดำที่ปลูกใน 2 แถวกลาง ส่วนเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ ได้จากการนับจำนวนเมล็ดที่งอกเมื่อ 15 วันหลังปลูก

1.2 ความสูงต้น (เซนติเมตร) วัดจากโคนต้นถึงปลายพุ่ม (เฉลี่ยจำนวน 8 ต้น) ทุกเดือน เป็นเวลา 12 เดือน และค่าอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (absolute growth rate = AGR) หมายถึงอัตราการเติบโตที่เพิ่มขึ้นต่อหน่วยเวลา (สมบุญ, 2548)

อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (AGR) = dht/dt
dht = ความสูงพืชที่เพิ่มขึ้น
dt = ความแตกต่างของเวลา

1.3 เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (เซนติเมตร) โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น ทุกเดือนหลังปลูก เป็นเวลา 12 เดือน โดยใช้เวอร์เนียแคลิปเปอร์ (วัดลำต้นที่ระยะสูงจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร)

1.4 ความกว้างของทรงพุ่ม (เซนติเมตร) โดยวัดความกว้างของทรงพุ่มใบ ทุกเดือนเป็นเวลา 12 เดือน

1.5 จำนวนกิ่งแรกต่อต้น นับจำนวนกิ่งที่แตกออกจากลำต้นหลักทุกเดือน เป็นเวลา 12 เดือน

1.6 จำนวนกิ่งรองต่อต้น โดยนับจำนวนกิ่งที่แตกออกจากกิ่งแรก ทุกเดือน เป็นเวลา 12 เดือน

2. ระยะการเจริญพันธุ์

2.1 ระยะเวลาในการสร้างดอก สังเกตจากวันที่ดอกแรกปรากฏ (วันหลังปลูก)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ระยะเวลาพัฒนาการของช่อดอก โดยผูกป้ายระบุวันที่ที่ช่อดอกของสบู่ดำเกิดตุ่มของตาดอกจนถึงติดผลเก็บตัวอย่างจำนวน 4 ช่อต่อต้น รวม 6 ต้นต่อซ้ำ

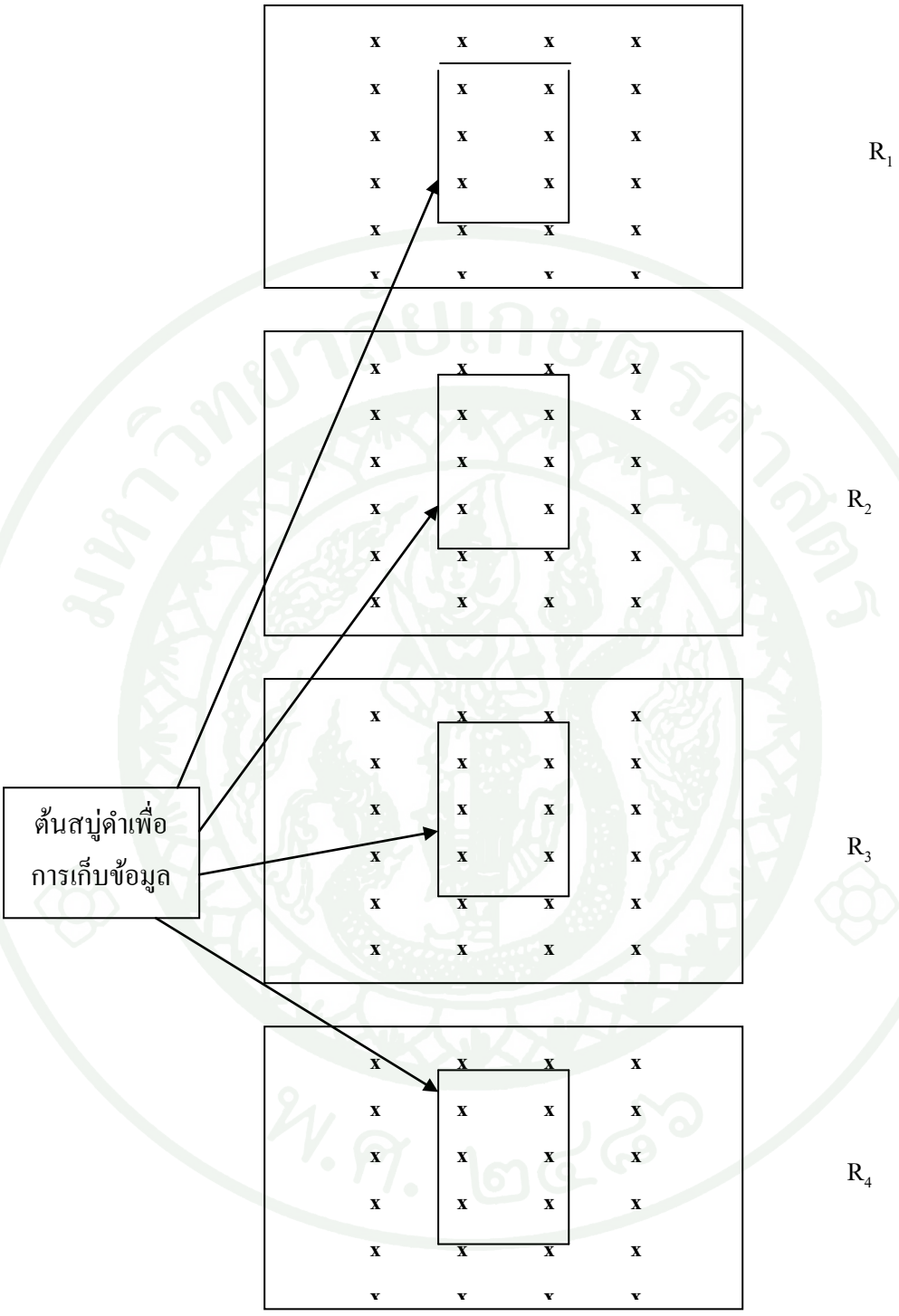
2.3 จำนวนช่อดอกต่อต้น นับจำนวนช่อดอก ทุกเดือน ตั้งแต่เดือนที่เริ่มออกดอก ถึงสิ้นสุดการทดลองเดือน กุมภาพันธ์ 2551

2.4 จำนวนดอกย่อยต่อช่อดอก โดยนับจำนวนดอกย่อย/ช่อดอก ตั้งแต่เดือนที่เริ่มออกดอก ถึงสิ้นสุดการทดลอง (กุมภาพันธ์ 2551)

2.5 จำนวนดอกเพศผู้ ดอกเพศเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ต่อช่อดอก โดยสุ่มนับจำนวน 4 ช่อต่อต้น รวม 6 ต้นต่อซ้ำ (เก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายน ถึงธันวาคม 2551)

2.6 ศึกษาโครงสร้างของดอก (ภายใต้กล้องจุลทรรศน์) เพื่อศึกษาลักษณะของดอกเพศเมียและดอกเพศผู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 แผนผังแปลงปลูกสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2 การพัฒนาการของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completed Block Design มี 4 ซ้ำ 13 กรรมวิธี คือ ระยะอายุเมล็ด 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 และ 120 วันหลังดอกบาน

ศึกษาพัฒนาการของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 จากต้นที่อยู่ในแปลงจากการทดลองที่ 1 โดยผูกป้ายที่ระบุวันที่ไว้ที่ดอกเพศเมียที่บาน และเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของผล และเมล็ดในระยะต่างๆ 13 ระยะคือ 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 และ 120 วันหลังดอกบาน

การบันทึกข้อมูล

1. การพัฒนาของผล

นำผลสบู่ดำในแต่ละอายุมาศึกษา ดังนี้

1.1 สีของผล และลักษณะ ของเปลือกชั้นนอก (epicarp) เปลือกชั้นกลาง (mesocarp) และเปลือกชั้นใน (endocarp)

1.2 ขนาดของผล (เซนติเมตร)

สุ่มผลจำนวน 10 ผลต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ วัดขนาดความกว้างจากระยะที่กว้างที่สุด และความยาวผล โดยวัดระยะจากฐาน (basal end) ถึงปลายผล (apical end)

1.3 น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของผล

ชั่งน้ำหนักสดของผลจากการสุ่มจำนวน 10 ผลต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ แล้วบันทึกน้ำหนักเป็นกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้ำหนักแห้งของผล โดยนำผลสดจำนวน 10 ผลต่อซ้ำ อบที่อุณหภูมิ 103 ± 2°C เป็นเวลา 17 ± 1 ชั่วโมง (ISTA, 2003) ทิ้งไว้ให้เย็นในโหลดูดความชื้นแล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง

1.4 ความชื้นของเปลือกของผล (เปอร์เซ็นต์)

โดยกะเทาะเอาเมล็ดออกและ ตรวจสอบหาความชื้นโดยวิธีการอบด้วยความร้อน (hot air oven method) โดย ชั่งเปลือกของผลสบู่ดำที่บดละเอียดก่อนนำไปอบ ด้วยอุณหภูมิ 103 ± 2°C เป็นเวลา 17 ±1 ชั่วโมง และคำนวณหาความชื้นของเปลือกของผลเช่นเดียวกับการหาความชื้นของเมล็ดตาม สูตร (ISTA, 2003)

$$\text{ความชื้นของเปลือกของผล} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

2. การพัฒนาของเมล็ด

นำผลของสบู่ดำในแต่ละอายุมากะเทาะเมล็ดออก และนำเมล็ดมาศึกษาดังนี้

2.1 สีของเมล็ด

2.2 ขนาดของเมล็ด (เซนติเมตร)

โดยประเมินจากการสุ่มเมล็ดจำนวน 10 เมล็ดต่อซ้ำจำนวน 4 ซ้ำ แล้วนำมาวัดความกว้าง ความยาว และ ความหนา ของเมล็ด

2.3 น้ำหนักสดของเมล็ด

นำเมล็ดชั่งทันทีที่กะเทาะออกจากผลจำนวน 10 เมล็ดต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ แล้วบันทึกน้ำหนักเป็นกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 น้ำหนักแห้งของเมล็ด

นำเมล็ดสดจำนวน 10 เมล็ดอบที่อุณหภูมิ 103 ± 2°C เป็นเวลา 17 ± 1 ชั่วโมง (ISTA, 2003) ทิ้งไว้ให้เย็นในโหลดูดความชื้นแล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง

2.5 การตรวจสอบความชื้นของเมล็ด (Seed Moisture Test)

ตรวจสอบความชื้นของเมล็ด โดยวิธีการอบด้วยความร้อน (hot air oven method) ชั่งเมล็ดสบู่ดำที่บดละเอียดจำนวน 5 กรัมก่อนนำไปอบ ด้วยอุณหภูมิ 103 ± 2°C เป็นเวลา 17 ± 1 ชั่วโมง และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดตามสูตร (ISTA, 2003)

$$\% \text{ ความชื้นของเมล็ด} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

2.6 การตรวจสอบความงอกมาตรฐานของเมล็ดสด (เปอร์เซ็นต์)

เพาะเมล็ดสดซึ่งกะเทาะจากผลสบู่ดำอายุต่างๆในทรายละเอียด (sand test) ซ้ำละ 50 เมล็ด 4 ซ้ำ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นับความงอกที่ 10 วันหลังเพาะโดยนับจำนวนต้นอ่อนปกติ ต้นอ่อนผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก และเมล็ดตาย (ISTA, 2003)

2.7 เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดสด (Mean germination time : MGT)

ตรวจสอบเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดสดสบู่ดำ โดยสุ่มเมล็ดมาเพาะเช่นเดียวกับข้อ 2.6 ตรวจนับต้นอ่อนปกติทุกวัน และ คำนวณหาค่า MGT จากสูตร (Ellis and Roberts, 1980)

$$MGT = \sum Ti.Ni / \sum Ni$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ Ni = จำนวนต้นอ่อนปกติที่งอกในวัน Ti

นำเมล็ดมาผึ่งให้แห้งในที่ร่มที่มีอากาศถ่ายเท จนเมล็ดมีความชื้นประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์

2.8 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดแห้ง นำเมล็ดมาผึ่งให้แห้งในที่ร่มที่มีอากาศถ่ายเท จนเมล็ดมีความชื้นประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเพาะในทรายละเอียด (sand test) ซ้ำละ 50 เมล็ด 4 ซ้ำ เก็บไว้ที่ อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 º C และ ความชื้นสัมพัทธ์ 70± 2 %) นับความงอกที่ 10 วันหลังเพาะโดยนับจำนวนต้นอ่อนปกติ ต้นอ่อนผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก และเมล็ดตาย (ISTA, 2003)

3. องค์ประกอบของผลผลิต

เก็บเกี่ยวผลสบู่ดำที่ระยะแก่เก็บเกี่ยวที่อายุประมาณ 90-120 วันหลังดอกบาน บันทึกข้อมูลดังนี้

3.1 น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด) ที่ความชื้นเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์ สุ่มตัวอย่างเมล็ดจำนวน 4 ซ้ำ มาชั่งน้ำหนัก

3.2 จำนวนเมล็ดต่อกิโลกรัม ที่ความชื้นเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์

4. ผลผลิต

4.1 น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ (กรัม) ต่อต้นที่ความชื้นเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์

4.2 น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ความชื้นเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลจากการศึกษาระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเมล็ด ความงอก ความชื้น และรวมถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผล และเมล็ดที่ระยะต่างๆ ภายหลังดอกบานมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้วิธี LSD

การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของอุณหภูมิ ระยะเวลา และภาชนะบรรจุ ต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

เก็บเกี่ยวผลสบู่ดำที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว (อายุประมาณ 90-120 วันหลังดอกบาน) นำผลมากะเทาะเมล็ดออก แล้วลดความชื้นของเมล็ดให้เหลือ 6 % (Joker and Jepsen, 2003) ทดสอบความงอกมาตรฐานก่อนนำไปเก็บรักษา จากนั้นบรรจุเมล็ดพันธุ์ในถุงผ้า และถุงพลาสติกหนา และนำไปเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง (25 ° C ± 2 ° C และ ความชื้นสัมพัทธ์ 70± 2 %) และห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ºC ± 2 ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 42± 2 %) เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างเมล็ดมาตรวจสอบคุณภาพและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน เมื่อครบกำหนดอายุ 0 2 4 6 8 10 และ12 เดือนหลังจากเก็บรักษา

วางแผนการทดลองแบบ Split split plot in randomized complete block design มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

Main plot ได้แก่สภาพการเก็บรักษา (T) 2 สภาพ คือ

อุณหภูมิห้อง (25 ° C ± 2 ° C) ความชื้นสัมพัทธ์ 70± 2 %) (T1)
ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ° C ± 2 ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 42± 2 %) (T2)

Sub plot ได้แก่บรรจุภัณฑ์ (P) 2 ชนิด คือ

ถุงผ้าขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 42 เซนติเมตร ความหนา 0.35 มิลลิเมตร (P1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถุงพลาสติกหนาขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 44 เซนติเมตร ความหนา 0.25 มิลลิเมตร (P2)

Sub sub plot ได้แก่ ระยะเวลาในการเก็บรักษา (S) 7 ระยะ คือ 0 2 4 6 8 10 และ12 เดือน โดยที่ S1= 0 เดือน S2= 2 เดือน S3= 4 เดือน S4= 6 เดือน S5= 8 เดือน S6= 10 เดือน S7= 12 เดือน และบันทึกข้อมูล ดังนี้

3.1 ความชื้นของเมล็ด วิธีการเช่นเดียวกับ ข้อ 2.5 (การทดลองที่ 2)

3.2 ความงอกมาตรฐาน วิธีการเช่นเดียวกับ ข้อ 2.6 (การทดลองที่ 2)

3.3 เวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) โดยตรวจสอบเวลาเฉลี่ยในการงอก วิธีการเช่นเดียวกับ ข้อ 2.7 (การทดลองที่ 2)

3.4 ความงอกในไร่ (Field emergence test)

สุ่มตัวอย่างเมล็ด จำนวน 50 เมล็ด/ซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกทดสอบความงอกในแปลง ขนาด 3×100 เมตร ระยะปลูก 25×75 เซนติเมตร ตรวจนับความงอกที่ 7 14 และ 21 วันหลังปลูก โดยนับต้นกล้าที่มีใบจริงปรากฏ

3.5 ปริมาณน้ำมันของสบู่ดำ

สุ่มตัวอย่างเมล็ดที่อายุ 0 2 4 6 8 10 และ 12 เดือนหลังจากเก็บรักษา วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในเมล็ดโดยใช้ เฮกเซนสกัด ทดลอง 3 ซ้ำ ด้วยวิธีมาตรฐานของ AOAC (2000)

3.6 การตรวจสอบค่าความเป็นกรด (Acid value, AV) ตามวิธีมาตรฐานของ AOCS (1997)

3.7 การตรวจสอบค่ากรดไขมันอิสระ ตามวิธีมาตรฐานของ AOCS (1997)

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

1. สถานที่วิจัย

1.1 สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

1.2 ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

1.3 ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ระยะเวลาในการทำการวิจัย

เดือน มีนาคม พ.ศ. 2550 - เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การเจริญเติบโตของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์

สภาพแวดล้อมในช่วงการปลูก (เดือนมีนาคม 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม 2551) ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนตลอดระยะเวลาของการทดลอง (ภาพผนวกที่ 1) นั้นพบว่าการปลูกสบู่ดำในฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 68 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 56.3 มิลลิเมตร และในช่วง 7 เดือนหลังปลูกอุณหภูมิเฉลี่ยไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นในต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนเฉลี่ย 73.0–83.0 เปอร์เซ็นต์ และ 87.7 – 229.2 มิลลิเมตร จึงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ออกดอก และการพัฒนาของผลและเมล็ด ค่าเฉลี่ยของสภาพแวดล้อมดังกล่าวจะเริ่มลดลงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงมีนาคม มีผลทำให้การเจริญเติบโตของสบู่ดำลดน้อยลง และเป็นช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกในเดือนมีนาคม 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ ได้ผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตทางลำต้น

1.1 ระยะเวลาในการงอกของเมล็ด

ระยะเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ได้จากการนับต้นอ่อนที่มีใบจริงปรากฏ 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นที่ปลูกในแปลง พบว่าเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 มีระยะเวลางอกเฉลี่ยเท่ากับ 9.25 วัน (ตารางที่ 1) และมีลักษณะการงอกแบบ epigeal กล่าวคือต้นอ่อนจะชูใบเลี้ยงขึ้นมาเหนือพื้นดิน (ภาพที่ 2) ลักษณะของต้นอ่อนมีรากแก้ว (primary root) และรากพิเศษ (seminal root) จำนวน4 ราก (ภาพที่3) หลังจากนั้นจะพัฒนาใบจริงใบแรก และใบเลี้ยงจะเหี่ยวร่วงหลุดไป

ระยะเวลาในการงอกของสบู่ดำจะแตกต่างไปขึ้นกับสายพันธุ์ คุณภาพของเมล็ด และสภาพแวดล้อมในแปลงปลูก Joker and Jepsen (2003) รายงานว่าสบู่ดำจะงอกได้รวดเร็วภายใต้สภาพที่เหมาะสมในเวลา 10 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้ ในขณะที่สมศักดิ์และชาญวิทย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2549) พบว่าเมล็ดสบู่ดำ ใช้เวลางอกเพียง 5-7 วัน เมื่อปลูกในต้นเดือนพฤษภาคม เพราะมีความชื้นที่เพียงพอต่อการงอกของเมล็ด นอกจากความชื้นแล้ว อุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่กำหนดความงอกและ การเจริญเติบโตในช่วงแรกของพืช (Bewley and Black, 1986) จะเห็นได้ว่าสภาพแวดล้อมที่สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ มีความเหมาะสมต่อความงอกของเมล็ดสบู่ดำ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 26 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝน 1,200 มิลลิเมตรต่อปี และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 74 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับรายงานของ Joker and Jepsen (2003) และ Reinhaid (2007)

เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด ซึ่งนับจากเมล็ดที่งอกในแปลง 15 วันหลังปลูก พบว่าเมล็ดพันธุ์สบู่ดำมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย 94 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตาม เปอร์เซ็นต์ความงอกอาจเปลี่ยนแปลงไปขึ้นกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และวิธีการปลูก Ginwal *et al* (2004) รายงานการปลูกสบู่ดำด้วยเมล็ดที่เก็บรวบรวมมาจากเมืองต่างๆของประเทศอินเดีย จำนวน 10 สายพันธุ์แล้วย้ายกล้าจากเรือนเพาะชำ นำไปปลูกในแปลงทดลองในสถานีวิจัยป่าเขตร้อนชื้น พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดประมาณ 78-94 เปอร์เซ็นต์

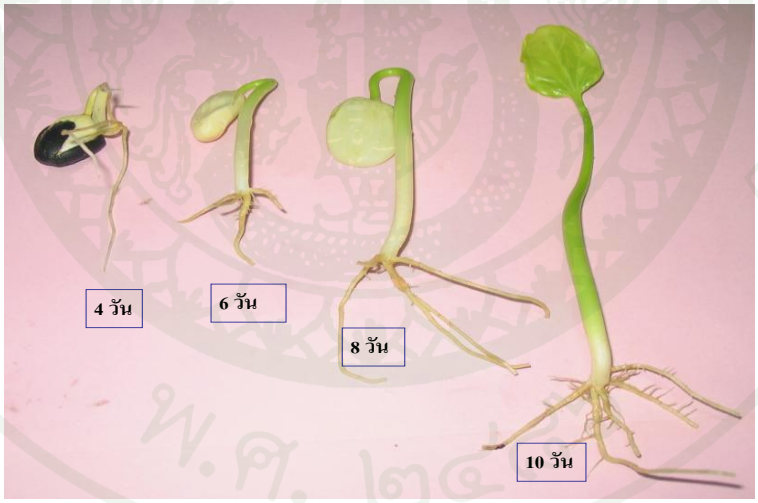
ตารางที่ 1 ระยะเวลางอก และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

แปลงย่อย (Plot No.)	ระยะเวลางอก (วัน)	ความงอก (%)
ซ้ำที่ 1 (Plot No.1)	10	100.00
ซ้ำที่ 2 (Plot No.2)	9	91.67
ซ้ำที่ 3 (Plot No.3)	8	100.00
ซ้ำที่ 4 (Plot No 4)	10	83.33
เฉลี่ย (Mean)	9.25	93.75

ค่าเฉลี่ยจาก 200 เมล็ด ต่อ ซ้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 2 ต้นอ่อนสบู่ดำ accession KUBP 74 มีการงอกแบบใบเลี้ยงอยู่เหนือพื้นดิน (epigeal) ในแปลง ระยะ 14 วันหลังปลูก ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา



ภาพที่ 3 การพัฒนาของต้นอ่อนสบู่ดำ accession KUBP 74 ระยะ 4, 6, 8 และ 10 วันหลังปลูก ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ปลูกในฤดูแล้ง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

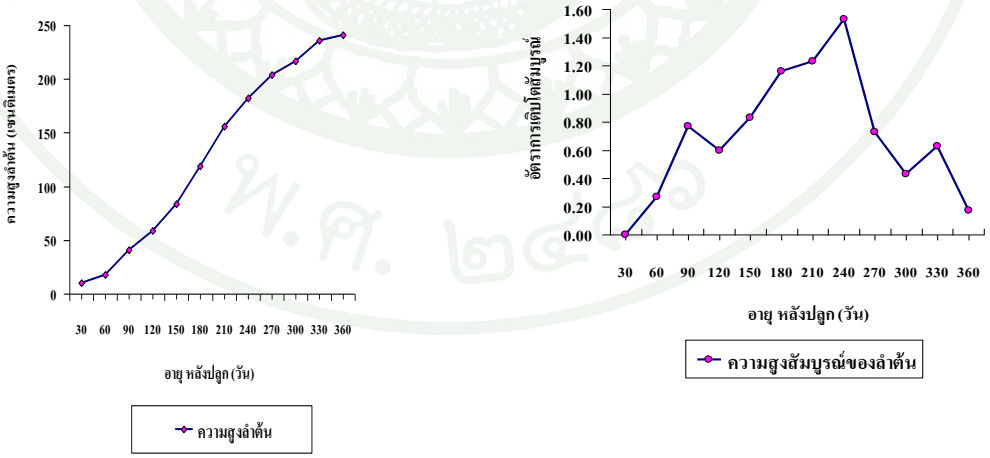
1.2 ความสูงของต้น (plant height)

ความสูงของต้นสบู่ดำ accession KUBP 74 ในระยะก่อนออกดอกพบว่าการเจริญเติบโตในด้านความสูงของสบู่ดำจะเพิ่มขึ้นตามอายุของพืช โดยที่อายุ 30 วันหลังปลูกสบู่ดำมีลำต้นสูง 10 เซนติเมตร และเพิ่มขึ้นที่อายุ 60 90 120 150 180 210 240 270 300 330 และ 360 วันหลังปลูก มีค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากับ 18 41 59 84 119 156 182 204 217 236 และ 241 เซนติเมตรตามลำดับ และอัตราการเติบโตสัมบูรณ์ (AGR) ซึ่งเป็นอัตราการเติบโตที่เพิ่มขึ้นต่อหน่วยเวลา เท่ากับ 0.00 0.27 0.77 0.60 0.83 1.16 1.23 1.53 0.73 0.43 0.63 และ 0.17 (ตารางผนวกที่ 1 และ ภาพที่ 4 (a) และ (b) การเจริญเติบโตของสบู่ดำนั้นขึ้นกับ พันธุ์ สิ่งแวดล้อม และการดูแลรักษา ในระยะแรกของการเจริญเติบโตจะมีการแข่งขันกับวัชพืชในแปลงปลูกซึ่งมีจำนวนมากมายหลายชนิดได้แก่ ผักปลาบ ผักยาง หญ้ากำมะหยี่ หญ้าละออง หญ้ารังนก หญ้าปุ้ง หญ้าโขย่ง ฯลฯ จึงกำจัดวัชพืชโดยใช้คนถากรอบโคนต้น และพบการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้ง ไรแดง และหนอนชอนใบเป็นสาเหตุทำให้ยอดหัก จึงใช้คลอไพริฟอสผสมน้ำฉีดบนต้นสบู่ดำ และบำรุงพืชด้วยการใส่ปุ๋ยแต่งหน้า ทำให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตมากขึ้น อีกทั้งการปลูกในฤดูต้นฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิสูง จะช่วยเร่งการเจริญเติบโตทำให้สบู่ดำมีความสูงต้นเพิ่มขึ้นและเริ่มลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้ง และในระยะออกดอกและติดเมล็ดอายุ 150–270 วันหลังปลูกสบู่ดำยังมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วแต่หลังจากออกดอก และติดเมล็ดแล้ว เมื่ออายุพืชประมาณ 270-360 วันหลังปลูก ความสูงของต้นเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในเดือนที่ 8 สบู่ดำมีลำต้นสูง 182.0 เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ที่ลดลง ปริมาณฝน และช่วงแสงน้อยลง (ภาพผนวกที่ 1) ความสูงของต้นสบู่ดำ accession KUBP 74 นั้นมีการเจริญเติบโตแบบ ซิกมอยด์ (Sigmoid growth type) โดยแบ่งการเติบโตเป็น 3 ระยะ คือ ระยะแรกเป็นระยะการเติบโตแบบเอกซ์โพเนนเชียล (exponential หรือ log phase) พืชมีการเติบโตช้าเกิดขึ้นในช่วงสั้นๆ ระยะ 2 เดือนหลังปลูกหลังจากนั้นการเติบโตจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นแบบทวีคูณ ระยะ 2-8 เดือนหลังปลูก จากนั้นจะเข้าสู่ระยะที่มีการเติบโตเพิ่มขึ้นคงที่ (linear phase) ระยะ 9-12 เดือนหลังปลูก พืชมีการเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก อัตราการเติบโตมีค่าสูงสุดและคงที่อยู่ช่วงระยะเวลาหนึ่ง กราฟการเติบโตมีลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งเป็นระยะค่อนข้างยาว และเริ่มเข้าสู่ระยะที่มีอัตราการเติบโตเริ่มลดลง (decline phase) พืชมีการเติบโตลดลงเรื่อยๆ จนพืชไม่มีการเติบโตเพิ่มขึ้นอีก และตายในที่สุดระยะนี้อาจเรียกว่า stationary phase หรือ senescence phase) เกิดเนื่องจากการขาดแคลนอาหาร หรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม (สมบุญ, 2548) ซึ่งสบู่ดำที่ปลูกจะอยู่ในระยะการเติบโตแบบเอกซ์โพเนนเชียล (exponential หรือ log phase) และการเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทางด้านความสูงของ สบู่ดำ accession KUBP 74 สอดคล้องกับ อรรถพล และคณะ (2550) รายงานว่า สบู่ดำที่คัดเลือกจากโครงการปลูกสวนป่าสบู่ดำเพื่อพัฒนาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน นำมาปลูกด้วยเมล็ดเป็นเวลา 8 เดือน ใช้สายพันธุ์เบอร์ 84 107 และ108 มีลำต้นสูง 186.0 182.0 และ 180.0 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีรายงานว่าปลูกสบู่ดำด้วยเมล็ด ในเดือน พฤษภาคม ในประเทศไทย หลังจากปลูกไปแล้ว 5 เดือน มีความสูง 1 เมตร (Sukarin *et al*., 1987) การปลูกสบู่ดำด้วยเมล็ดที่เก็บรวบรวมจำนวน 10 สายพันธุ์ จากเมืองต่างๆ ในประเทศอินเดียแล้วย้ายกล้าจากเรือนเพาะชำนำไปปลูกในแปลงทดลอง เขตกึ่งแห้งแล้งในสถาบันวิจัยป่าเขตร้อนชื้นโดยที่สบู่ดำ อายุ 1 ปี มีความสูงอยู่ในช่วง 76-101 เซนติเมตร สายพันธุ์จาก Chindwara (M.P.) มีความสูงที่สุด 101 เซนติเมตร (Ginwal *et al*., 2004) สบู่ดำที่ปลูกในเดือนสิงหาคม ในแปลงทดลองของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มก. ปลูก 4 แบบ ได้แก่ ใช้เมล็ดหยอดในแปลงปลูก ใช้กิ่งสบู่ดำความยาว 50 เซนติเมตรปลูกในแปลง ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดอายุ 45 วัน และต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำอายุ 45 วัน โดยปลูกระยะ 2×2 เมตร ในเวลา 1 ปี สบู่ดำที่ปลูกด้วยเมล็ดในแปลงปลูกมีความสูงต้นมากที่สุดคือ 240 เซนติเมตร (วิฑูรย์ และ สมบัติ, 2550)

จากการศึกษาสบู่ดำ accession KUBP 74 พบว่าขณะที่สบู่ดำมีดอกและเมล็ด แต่ก็ยังมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้น และการเกิดดอกและผลทั้งนี้เนื่องจากสบู่ดำเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตแบบไม่สิ้นสุด (indeterminate plant) ทำให้ออกดอกไม่พร้อมกันการสุกแก่ของผลจึงไม่พร้อมกัน



(a) (b)

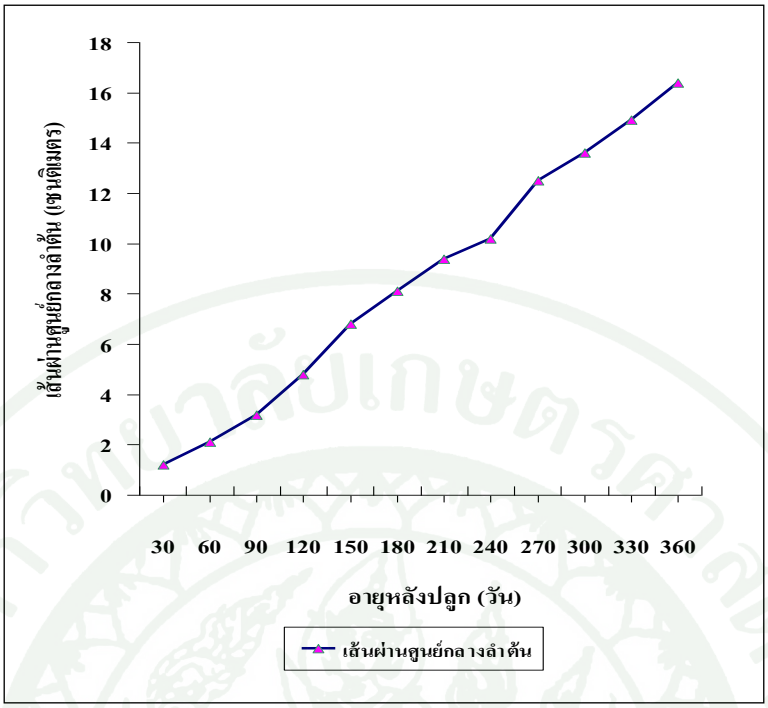
ภาพที่ 4 การเจริญเติบโต ของสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา (a) การเจริญเติบโตแบบซิกมอยด์ของความสูงลำต้น (b) ความสูงสัมบูรณ์ของสบู่ดำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

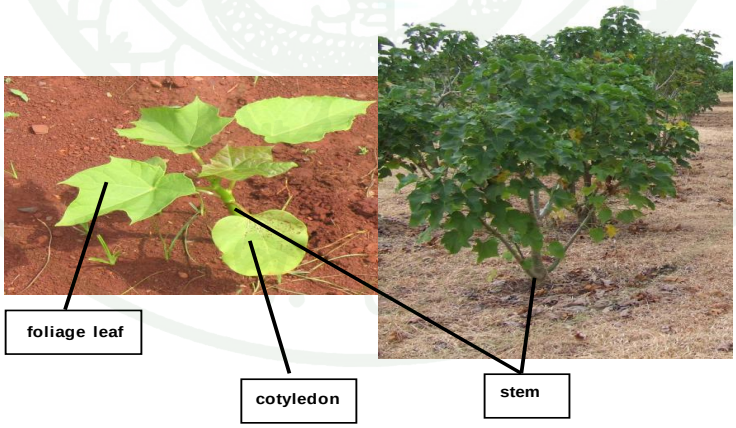
1.3 เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น

เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นสบู่ดำ accession KUBP 74 ในระยะการเจริญเติบโตระยะต่างๆแสดงไว้ในตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 5 และ 6 เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมีความกว้างเพิ่มขึ้น เมื่อสบู่ดำมีอายุมากขึ้น โดยในเดือนแรกหลังปลูกมีขนาดกว้าง 1.0 เซนติเมตร เมื่อสบู่ดำอายุ 120 วันหลังปลูกเป็นช่วงที่ใกล้ออกดอก มีเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นกว้าง 5.0 เซนติเมตร ในระยะที่เริ่มออกดอก (145 วันหลังปลูก) พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และใน เดือนที่ 8 (240 วันหลังปลูก) เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นสบู่ดำกว้าง 12 เซนติเมตร แต่หลังจากติดผลและเมล็ดการเจริญเติบโตจะช้าลง จากการเจริญเติบโตของต้นสบู่ดำในช่วงแรกนั้นพบว่าเป็นไปอย่างรวดเร็วเนื่องจากสภาพแวดล้อมทั้งอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และช่วงแสง ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (ภาพผนวกที่ 1) แต่หลังจากปลูกไปแล้วประมาณ 8 เดือน เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป โดยที่อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และช่วงแสงลดลงจะทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลงด้วย การเจริญเติบโตของสบู่ดำเป็นแบบ sigmoid type และผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการรายงานของพืช โดยในระยะแรกเป็นแบบ lag phase เนื่องจากพืชจะมีอัตราการเจริญอย่างรวดเร็วในช่วงแรกซึ่งเป็นการเพิ่มขนาดแบบ เอกซ์โพแนนเชียล (exponential increment) ระยะหนึ่งแล้วหลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตจะค่อยๆ ลดลงหรือมีการเจริญเติบโตน้อยมากเป็นแบบซิกมอยด์ หรือ S – shape (Salisbury and Ross, 1992) และสบู่ดำเจริญเติบโตได้ในดินเกือบทุกชนิด และหลังจากที่สบู่ดำออกดอกติดผลและถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยวแล้วสบู่ดำจะเจริญเติบโตช้าลง เนื่องจากสภาพอากาศเย็นและปริมาณน้ำฝนน้อยลง รวมทั้งความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำลงด้วย (Reinhard, 2007) แตกต่างกับสบู่ดำที่ปลูกที่โครงการปลูกสวนป่าสบู่ดำเพื่อพัฒนาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน ปลูกสบู่ดำด้วยเมล็ดเป็นเวลา 8 เดือนสายพันธุ์เบอร์ 84 107 และ 108 ให้ความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเท่ากับ 7 เซนติเมตร ทั้ง 3 สายพันธุ์ (อรรถพล และคณะ, 2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกในฤดูแล้งเดือน มีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

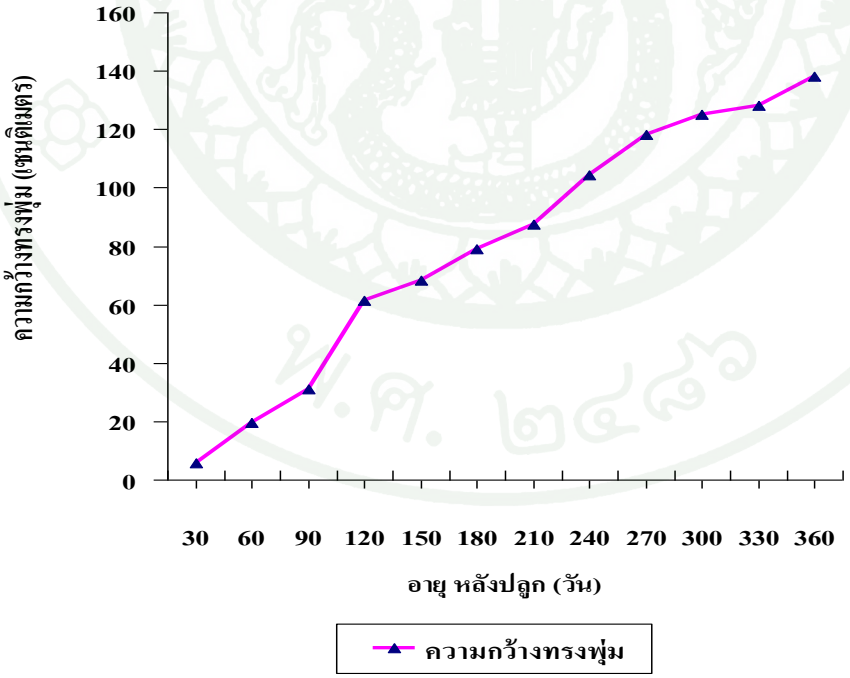


ภาพที่ 6 ลำต้นสบู่ดำ accession KUBP 74 อายุ 1.5 เดือน และ 12 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 ความกว้างของทรงพุ่ม

ความกว้างของทรงพุ่มสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกจากเมล็ดในระยะก่อนการออกดอกพืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วโดยที่ อายุ 30 วันหลังปลูกมีความกว้างของทรงพุ่ม 6 เซนติเมตร และหลังจากที่พืชออกดอกและติดผลแล้ว (อายุ 240-360 วันหลังปลูก) การเจริญเติบโตจะช้าลงเนื่องจากสภาพอากาศเย็น และมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำ (ภาพผนวกที่ 1) สบู่ดำมีค่าเฉลี่ยความกว้างของทรงพุ่ม 104.0 และ 138.0 เซนติเมตรเมื่อสบู่ดำอายุ 240 และ 360 วัน ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 1 และ ภาพที่ 7) ซึ่งแตกต่างกับ การปลูกสบู่ดำด้วยเมล็ดเป็นเวลา 8 เดือน สายพันธุ์ เบอร์ 84 107 และ 108 ให้ความกว้างทรงพุ่ม 198 193 และ181 เซนติเมตร ตามลำดับ (อรรถพล และคณะ, 2550) สบู่ดำที่ปลูกในเดือน สิงหาคม ในแปลงทดลองของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มก. ปลูก 4 แบบ ได้แก่ ใช้เมล็ดหยอดในแปลงปลูก ใช้กิ่งสบู่ดำความยาว 50 เซนติเมตรปลูกในแปลง ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดอายุ 45 วัน และต้นกล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำอายุ 45 วันโดยปลูกระยะ 2×2 เมตร ในเวลา 1 ปี สบู่ดำที่ปลูกด้วยเมล็ดในแปลงปลูกมีความกว้างทรงพุ่มสูงที่สุด คือ 236 เซนติเมตร (วิฑูรย์ และสมบัติ, 2550)



ภาพที่ 7 ความกว้างทรงพุ่มของลำต้นสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกฤดูแล้ง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 จำนวนกิ่งแรกต่อต้น (primary branch)

สบู่ดำ accession KUBP 74 จะเกิดกิ่งแรกแตกออกจากลำต้นหลักประมาณ อายุ 120 วัน หลังปลูกมีจำนวน 3 กิ่ง จากนั้นจำนวนกิ่งจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และในเดือนที่ 12 หลังปลูก (360 วัน) สบู่ดำมีกิ่งแรกจำนวน 6 กิ่ง (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 8) ซึ่งแตกต่างจากสบู่ดำที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์ กิ่งแรกแตกจากตาได้รวดเร็วกว่าการปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์ หรืออาจมีกิ่งแรกที่ติดมากับท่อนพันธุ์ที่นำมาปลูกก่อนแล้วทำให้จำนวนกิ่งที่แตกออกจากลำต้นหลักเร็วกว่าการปลูกด้วยเมล็ด และสอดคล้องกับการปลูกสบู่ดำด้วยเมล็ดที่เก็บรวบรวมจำนวน 10 สายพันธุ์จากเมืองต่างๆ ในประเทศอินเดียแล้วย้ายกล้าจากเรือนเพาะชำนำไปปลูกในแปลงทดลองเขตกึ่งแห้งแล้งในสถาบันวิจัยป่าเขตร้อนชื้น โดยที่สบู่ดำ อายุ 1 ปี มีจำนวนกิ่งอยู่ในช่วง 2-3 กิ่ง (Ginwal *et al*., 2004)

1.6 จำนวนกิ่งรองต่อต้น

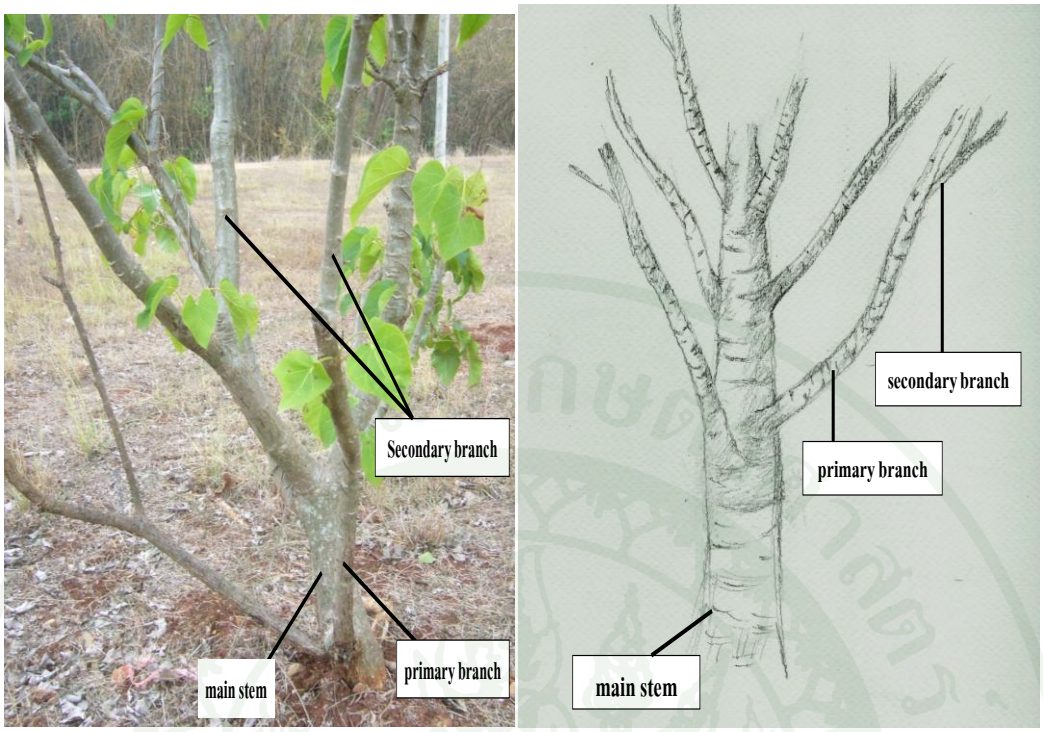
จำนวนกิ่งรองที่แตกออกจากกิ่งแรกของสบู่ดำที่ อายุ 180 วันหลังปลูกมีจำนวน 1 กิ่ง และหลังจากที่สบู่ดำออกดอกจะเกิดกิ่งรองมากขึ้นเนื่องจากมีการแบ่งตัวของเนื้อเยื่อ axillary meristem และในเดือนที่ 12 หลังปลูกมีจำนวนกิ่งรอง 8 กิ่ง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 8) ซึ่งจะพัฒนาเป็น ดอก ผล และเมล็ด การเพิ่มกิ่งก้านหลังออกดอกของสบู่ดำเป็นการเจริญเติบโตแบบไม่สิ้นสุด ทำให้กิ่งก้านมากขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้น ซึ่งจะมีผลกับผลผลิตของสบู่ดำเนื่องจากเนื้อเยื่อบริเวณปลายยอด (apical bud) จะมีการเจริญเติบโตทางลำต้น เพื่อเพิ่มความสูง สร้างข้อ สร้างปล้อง และพัฒนาเป็น ดอก ผล และเมล็ด และจะมีการเจริญเติบโตเช่นเดิมหมุนเวียนไป เช่นเดียวกับรายงานที่ว่า พืชที่มีการแบ่งเซลล์ และผลิตโครงสร้างที่เหมือนเดิมติดต่อกันไปเรื่อย ซึ่งการเจริญเติบโตของพืชชนิดนี้เรียกว่า การเจริญเติบโตแบบไม่สิ้นสุด (indeterminate growth) มีการพัฒนาดอกหลังจากปลูกและจะมีการแบ่งเซลล์เพื่อการเจริญเติบโตทางลำต้น และมีการพัฒนาดอกต่อเนื่องกันไป (Taiz and Zeiger, 2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 จำนวนกิ่งแรก และจำนวนกิ่งที่สองของ สบู่ดำ accession KUBP74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ

ระยะเวลา (วันหลังปลูก)	จำนวนกิ่งแรก (กิ่ง)	จำนวนกิ่งที่สอง (กิ่ง)
30	0	0
60	0	0
90	0	0
120	3	0
150	3	0
180	4	1
210	5	2
240	5	3
270	5	3
300	5	5
330	6	5
360	6	8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 กิ่งหลัก กิ่งแรก และกิ่งรอง ของสบู่ดำ accession KUBP 74

2. ระยะการเจริญพันธุ์

ดอกเป็นส่วนของลำต้นที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อทำหน้าที่สืบพันธุ์ สบู่ดำ accession KUBP 74 มีช่อดอกแบบ compound cyme หรือ compound dichasium (ภาพที่ 9) ประกอบด้วย simple dichacium ออกเป็นช่อที่ยอด และตามง่ามใบ ลักษณะการเจริญเติบโตมาจากตาที่ยอด กิ่ง หรือ ลำต้น ดอกย่อยที่อยู่บนสุดจะบาน และแก่ก่อนดอกที่อยู่วงนอก ซึ่ง มีรายงานว่า ช่อดอกแบบนี้ดอกย่อยแตกออกทางด้านข้าง และดอกที่อยู่ตรงกลางของกลุ่มดอกย่อยจะบานก่อนเสมอ ส่วนดอกย่อยทางด้านข้างจะบานตามเป็นคู่ๆ และเกิดซ้ำหลายๆชุดในช่อเดียวกัน ดอกย่อยของสบู่ดำเป็นดอกที่ไม่สมบูรณ์เพศ (imperfect flower) ประกอบด้วยดอกเพศผู้ (staminate flower) และดอกเพศเมีย (pistillate flower) อยู่บนช่อดอกเดียวกัน เช่นเดียวกับ ดอกเข็ม ผักบุ้งฝรั่ง หนุมานนั่งแท่น และโคมญี่ปุ่น (สมบุญ, 2548) สบู่ดำสร้างช่อดอกแบบ racemose แบบ compound dicasia เป็นดอกไม่สมบูรณ์เพศ ดอกเพศผู้ และดอกเพศเมียอยู่ในช่อดอกเดียวกัน (monoecious) โดยทั่วไปดอกเพศเมียจะอยู่กึ่งกลางของช่อดอกย่อย และล้อมรอบด้วยดอกเพศผู้ หรือมีดอกเพศผู้ทั้งช่อได้ ในหนึ่งช่อดอกมีดอกเพศเมีย 1-5 ดอก และดอกเพศผู้ 25-93 ดอก อัตราส่วนดอกเพศผู้ ต่อดอกเพศเมียเป็นสัดส่วน 29:1 ต่อช่อดอก (Solomon *et al.,* 2002) และจากการศึกษาสบู่ดำ accession KUBP 74

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

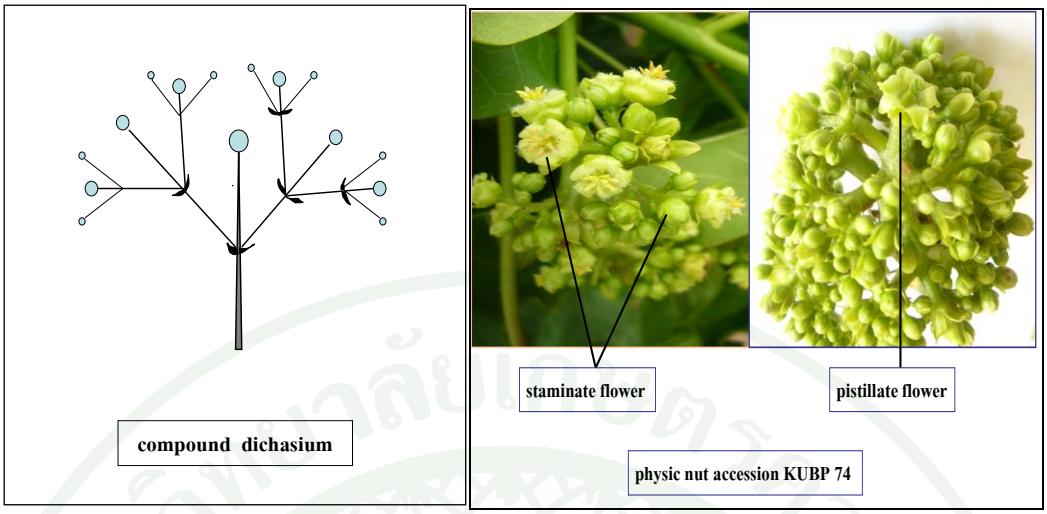
พบว่า ในหนึ่งช่อดอก มีดอกเพศเมีย 6-12 ดอก และดอกเพศผู้ 80-182 ดอก อัตราส่วนดอกเพศผู้ต่อดอกเพศเมียเป็นสัดส่วน 14:1 ต่อช่อดอก (ตารางที่ 5)

สีของดอกสบู่ดำ accession KUBP 74 ดอกตูมของดอกเพศผู้กลีบดอกมีสีเขียวอ่อนและเมื่อบานเต็มที่ จะมีสีขาวปนสีเหลือง ส่วนดอกเพศเมียมีสีเขียวอ่อนและเปลี่ยนเป็นสีขาวปนเหลืองเมื่อบานเต็มที่เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 9)

ดอกเพศผู้ มีกลีบรองดอก (sepal) 5 กลีบ กลีบดอก (petal) 5 กลีบ เชื่อมติดกันเป็นหลอดภายในมีขน มีเกสรเพศผู้ 10 อันเรียงเป็น 2 วง ๆ ละ 5 อัน ประกอบด้วยอับเรณูมีลักษณะตั้งตรง ภายในแบ่งออกเป็น โพรงอับเรณู (pollen sac) ก้านชูเกสรเพศผู้ (ภาพที่ 10) ภายในมีละอองเรณู เมื่อเกสรเพศผู้เจริญเต็มที่ ผนังที่กั้นระหว่างโพรงอับเรณูจะแตกออก ทำให้ละอองเรณูปลิวออกมาภายนอกได้

ดอกเพศเมีย มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอก มี 5 กลีบไม่ติดกัน รังไข่และท่อรังไข่เกลี้ยง มีเกสรเพศผู้ฝ่อ 5 อัน ภายในรังไข่มี 2–4 ช่อง (locule) และมีไข่อ่อนช่องละหนึ่งหน่วย รังไข่อยู่บนโครงสร้างรูปถ้วยเหนือวงกลีบ (superior ovary) เป็นลักษณะดอกที่มีฐานดอกนูนสูงขึ้น ทำให้กลีบเลี้ยง กลีบดอก และเกสรเพศผู้ติดกับฐานดอกต่ำกว่าระดับเกสรเพศเมีย (ภาพที่ 11) ซึ่งการออกดอกของสบู่ดำสอดคล้องกับ ลีนา (2530) รายงานว่าดอกสบู่ดำมีสีเหลืองอ่อนออกเป็นช่อที่ยอดและตามง่ามใบ ช่อดอกยาว 6–10 ซม. ดอกเพศผู้และดอกเพศเมีย อยู่บนต้นเดียวกัน ดอกเพศผู้มีกลีบรองกลีบดอก 5 กลีบ ยาว 4–5 มิลลิเมตร กลีบดอกมี 5 กลีบเชื่อมติดกันเป็นหลอด ภายในมีขน เกสรผู้ 10 อันเรียงเป็น 2 วงๆ ละ 5 อัน อับเรณูตั้งตรง ดอกเพศเมียมีกลีบเลี้ยงจำนวน 5 กลีบ กลีบดอกมีจำนวน 5 กลีบไม่ติดกัน รังไข่ และท่อรังไข่เกลี้ยง มีเกสรผู้ฝ่อ 5 อัน ภายในรังไข่มี 2– 4 ช่อง มีไข่อ่อนช่องละหนึ่งหน่วย

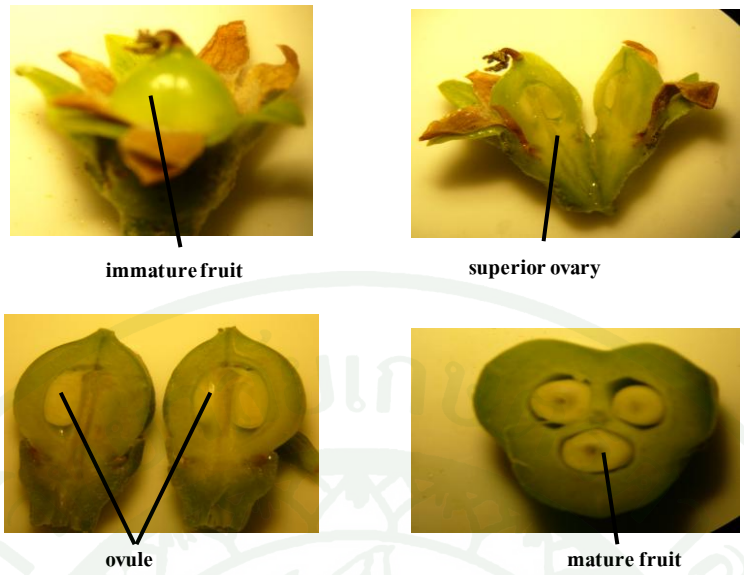
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 ลักษณะช่อดอก สีดอกเพศผู้ และเพศเมียของ สบู่ดำ accession KUBP 74

ภาพที่ 10 ดอกเพศผู้ ของสบู่ดำ accession KUBP 74 ประกอบด้วย อับละอองเรณู และ ละอองเรณู (50X)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 ดอกเพศเมียของสบู่ดำ accession KUBP 74 ประกอบด้วย ผลอ่อน รังไข่ และ ไข่ (50X)

2.1 ระยะเวลาในการพัฒนาดอก

การพัฒนาของดอกสบู่ดำ (flower bud formation) accession KUBP 74 ที่ปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์ประกอบด้วยขบวนการเริ่มสร้างตาดอก (flower bud initiation) และขบวนการเปลี่ยนสภาพตาดอกเป็นดอกหรือช่อดอก (flower bud differentiation) ดอกสบู่ดำประกอบด้วยส่วนต่างๆ ของดอกเพศผู้และเพศเมียที่แยกกันภายในช่อเดียวกัน โดยที่ระยะเวลาในการพัฒนาของดอกหลังปลูกและสามารถมองเห็นช่อดอกด้วยตาเปล่าเมื่อสบู่ดำอายุ 145 วันหลังปลูก

2.2 ระยะเวลาพัฒนาการจากตุ่มดอกถึงติดผล

ระยะเวลาพัฒนาการของช่อดอกสบู่ดำ (ภาพที่ 12) ตั้งแต่เริ่มมองเห็นดอกด้วยตาเปล่าจนกระทั่งดอกบานเต็มที่ จนมองเห็นส่วนของเกสรเพศผู้ และเพศเมียได้ชัดนั้น แบ่งออกเป็น 5 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 เป็นระยะที่เริ่มมองเห็นตุ่มดอกได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า ตุ่มดอกมีขนาดเล็ก ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 5 วัน หลังจากตาดอกผลิออกมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะที่ 2 เริ่มเห็นรอยต่อระหว่างกลีบดอก ลักษณะคล้ายดอกบัวยังไม่แยกออกจากกัน ดอกมีสีเขียวอ่อน ใช้เวลาเฉลี่ย 5-7 วัน หลังจากระยะที่ 1

ระยะที่ 3 ก้านช่อดอกยืดยาวขึ้น กลีบดอกติดกัน ใช้เวลาเฉลี่ย 5-7 วันหลังจากระยะที่ 2

ระยะที่ 4 ดอกย่อยของแต่ละกลุ่มดอกเริ่มแยกออกจากกัน มองไม่เห็นส่วนของเกสรเพศเมีย (pistil) ใช้เวลาเฉลี่ย 7-9 วันหลังจากระยะที่ 3

ระยะที่ 5 เห็นกลีบดอกย่อยสีเขียวอ่อนบานชัดเจน ภายในรังไข่ของดอกเพศเมียเกิดเป็นผลสบู่ดำเห็นได้ไม่ชัดเจน ใช้เวลาเฉลี่ย 5-7 วันหลังจากระยะที่ 4

ระยะเวลาพัฒนาการของช่อดอกสบู่ดำ accession KUBP 74 เช่นเดียวกับรายงานที่ว่าสบู่ดำที่เก็บรวบรวมจากกลุ่มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีอายุถึงวันเริ่มออกดอกอยู่ในช่วง 131-200 วันหลังปลูก กลุ่มภาคกลางและภาคใต้ มีอายุถึงวันเริ่มออกดอกอยู่ในช่วง 128-194 วันหลังปลูก (แอนนา และคณะ, 2549) การพัฒนาของดอก เป็นปรากฏการณ์ที่สืบเนื่องมาจาก 2 ขบวนการด้วยกันคือ ขบวนการเริ่มสร้างตาดอก และขบวนการเปลี่ยนสภาพตาดอกเป็นดอกหรือช่อดอก และการสร้างตาดอกประกอบด้วยการเริ่มสร้างตาดอก เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพวิทยาและทางสัณฐานวิทยาภายในตาของพืช ส่วนการเปลี่ยนสภาพของตาดอก เป็นการสร้างเพศที่ประกอบด้วยส่วนต่างๆของดอก ได้แก่ รังไข่ อับละอองเกสร กลีบดอก ฯลฯ (สัมฤทธิ์, 2523) วันเพ็ญ (2552) รายงานว่าพัฒนาการของดอกสบู่ดำพันธุ์ D-1 เมื่ออายุ 2 วันหลังสร้างปุ่มกำเนิดดอกมีการแบ่งเซลล์และเพิ่มจำนวนเซลล์เพื่อสร้างปุ่มกำเนิดดอกย่อย และสามารถพบลักษณะกายวิภาคที่บ่งชี้ในโครงสร้างเพศผู้และเพศเมียเมื่ออายุ 8-10 วันหลังสร้างปุ่มกำเนิดดอก

ในขณะที่ดอกเพศเมียอยู่ระหว่างระยะที่ 4-5 ดอกเพศผู้ในช่อเดียวกันเริ่มบาน ดอกมีสีเหลืองอ่อน และมองเห็นอับละอองเกสรเพศผู้ได้ชัดเจน การบานหรือความพร้อมในการผสมพันธุ์ของดอกเพศผู้จะช้ากว่าดอกเพศเมีย ดังนั้นจึงเป็นธรรมชาติที่สบู่ดำจะได้รับการผสมเกสรจากช่อดอกอื่นๆในต้นเดียวกันหรือคนละต้น จัดเป็นพืชผสมข้าม การผสมเกสรของสบู่ดำจึงจำเป็นต้องมีตัวช่วยคือ แมลง (ผึ้ง) และลม (Dehgan and Webster, 1979) ส่วนการบานของเกสรเพศเมียตั้งแต่ดอกแรกจนถึงดอกสุดท้ายใช้เวลาประมาณ 17-28 วัน และการบานของดอกเพศผู้ไม่สม่ำเสมอช่วงระยะเวลาดอกบานของตั้งแต่ดอกแรกจนถึงดอกสุดท้ายใช้เวลาประมาณ 18-32 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำแหน่งของดอกสบู่ดำจะเกิดบนกิ่ง เกิดจากตาดอก และบนปลายยอดระหว่างตาที่แตกเป็นก้านใบหรือใบ การสร้างตาดอกประกอบด้วยการเริ่มสร้างตาดอกบริเวณกิ่งที่อยู่เหนือตาใบ ช่อดอกส่วนแรกมีลักษณะเป็นแบบแขนง (racemose) เป็นก้านเดี่ยวและแตกแขนงออกด้านข้างสลับกัน และแตกช่อดอกจากแขนงแรกเป็นแบบ cymose ในช่อดอกย่อยจะมีดอกเพศเมีย 1 ดอก ซึ่งอยู่ในตำแหน่งกลางของแขนง ส่วนดอกเพศผู้เกิดในช่อดอกเดียวกับดอกเพศเมีย โดยมีดอกเพศผู้ประมาณ 12-20 ดอก (ภาพที่ 13) ในสภาพแวดล้อมที่ดี และการจัดการที่ถูกต้อง สบู่ดำจะเจริญเติบโตและออกดอกตามกิ่ง จากการทดลองปลูกในประเทศไทย ช่อดอกของสบู่ดำจะเกิดจากซอกใบ ดอกเพศผู้มีสีเหลืองอ่อนจะเกิดในช่อดอกเดียวกับดอกเพศเมีย โดยที่ในแต่ละช่อดอกย่อยจะมีช่อดอกเพศผู้ 10-15 ดอก (พรชัย, 2549)

ดอกเพศผู้ของสบู่ดำ accession KUBP 74 ในแต่ละดอกมี กลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอก 5 กลีบ เกสรเพศผู้ 10 ก้าน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 5 เกสร และละอองเกสรมีกลิ่นหอมสามารถดึงดูดมดและแมลงได้ ขนาดของดอกเพศผู้กว้าง 0.3 เซนติเมตร ยาว 0.5 เซนติเมตร ก้านดอกเพศผู้ยาว 0.4 เซนติเมตร (ภาพที่ 14) ดอกเพศเมียสีเขียวอ่อน ประกอบด้วย กลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอกไม่ติดกัน จำนวน 5 กลีบ เกสรเพศเมีย รังไข่ มีประมาณ 3 ช่อง มีไข่อ่อนช่องละ 1 หน่วย ขนาดของดอกเพศเมีย กว้าง 0.5 เซนติเมตร ยาว 0.7 เซนติเมตร ก้านดอกยาว 0.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 15)

ระยะเวลาที่ดอกเพศเมียของสบู่ดำ accession KUBP 74 เริ่มบานจนกระทั่งติดผลจากการพัฒนาของดอกตั้งแต่ที่มีขนาดที่พอจะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจนถึงดอกบาน และติดผลมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าใช้เวลาประมาณ 5 วัน ซึ่งการผสมเกสรของดอกเพศเมีย จะได้รับการผสมจากเกสรเพศผู้ทั้งในช่อดอกเดียวกันหรือจากช่ออื่นซึ่งอาจเป็นต้นเดียวกันหรือจากต้นอื่น ดอกเพศเมียที่ได้รับการผสมแล้วจะพัฒนาเป็นผลสบู่ดำต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 12 ระยะเวลาพัฒนาการของช่อดอกสบู่ดำ accession KUBP 74

หมายเหตุ ระยะที่ 1 เป็นระยะที่เริ่มมองเห็นตุ่มดอกได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า ตุ่มดอกมีขนาดเล็ก ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 5 วัน หลังจากตาดอกผลิออกมา

ระยะที่ 2 เริ่มเห็นรอยต่อระหว่างกลีบดอก ลักษณะคล้ายดอกบัวยังไม่แยกออกจากกัน ดอกมีสีเขียวอ่อน ใช้เวลาเฉลี่ย 5-7 วันหลังจากระยะที่ 1

ระยะที่ 3 ก้านช่อดอกยืดยาวขึ้น กลีบดอกติดกัน ใช้เวลาเฉลี่ย 5-7 วันหลังจากระยะที่ 2

ระยะที่ 4 ดอกย่อยของแต่ละกลุ่มดอกเริ่มแยกออกจากกัน มองไม่เห็นส่วนของเกสรเพศเมีย (pistil) ใช้เวลาเฉลี่ย 7-9 วันหลังจากระยะที่ 3

ระยะที่ 5 กลีบดอกย่อยสีเขียวอ่อนบานชัดเจน ภายในรังไข่ของดอกเพศเมียเกิดเป็นผลสบู่ดำเห็นได้ไม่ชัดเจน ใช้เวลาเฉลี่ย 5-7 วันหลังจากระยะที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 13 ช่อดอกบนกิ่งก้านของสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกด้วยเมล็ด อายุ 11 เดือน

2.3 จำนวนช่อดอก ต่อต้น

จำนวนช่อดอก ต่อต้นตั้งแต่เริ่มออกดอกในเดือน กรกฎาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551 สบู่ดำ accession KUBP74 ให้ช่อดอกเฉลี่ยสูงสุด 11 ช่อต่อต้นในเดือน กุมภาพันธ์ (อายุ 12 เดือนหลังปลูก) และช่วงเวลาที่ออกดอกมากที่สุดของสบู่ดำโดยเริ่มนับจากเดือนที่เริ่มออกดอก พบว่าเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์ มีช่อดอกเฉลี่ย 10 และ 11 ช่อ ต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งแตกต่างจาก การทดลองปลูกสบู่ดำในประเทศไทย ตามรายงานของ Sukarin *et al.* (1987) จะออกดอกมากที่สุด 2 ช่วงคือ ในเดือนพฤศจิกายนและเดือนพฤษภาคม) แต่จากการศึกษาสบู่ดำที่ปลูกด้วยเมล็ดใช้เวลาในการออกดอกประมาณ 145 วัน และการแตกกิ่งก้านยังมีจำนวนน้อยทำให้ออกดอกช้า และมีจำนวนดอกน้อยในเดือน พฤศจิกายน ซึ่งการเกิดดอก ผล และเมล็ดที่มีผลต่อผลผลิตนั้นจะขึ้นกับ สภาพแวดล้อม พันธุ์ อายุ และการดูแลรักษา ส่วนสบู่ดำที่ปลูกในแถบเส้นศูนย์สูตรหรือเขตร้อนจะออกดอกทั้งปี และจากการศึกษาจำนวนดอกเพศผู้ ดอกเพศเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ต่อช่อดอกของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกด้วยเมล็ดพบว่า มีดอกเพศผู้จำนวนมากกว่าดอกเพศเมียเฉลี่ย 16 ต่อ 1 (ตารางที่ 5) ส่วนดอกสบบูรณ์เพศไม่พบจากการสุ่มตัวอย่างช่อ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่ว่า ดอกกะเทย (hermaphrodite flower) นั้นมีพบเพียงเล็กน้อยในต้นสบู่ดำ (Dehgan and Webster, 1979)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 จำนวนช่อดอก ต่อต้นของสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ

แปลงย่อย	จำนวนช่อดอก/ต้น *											
	ระยะเวลา (เดือน)											
	มี.ค	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
	ปี พ.ศ. 2550										ปี พ.ศ. 2551	
1	0	0	0	0	1	1	2	5	7	9	10	13
2	0	0	0	0	1	1	2	7	8	10	11	11
3	0	0	0	0	1	1	3	6	7	9	9	10
4	0	0	0	0	1	1	3	7	8	10	11	12
เฉลี่ย	0	0	0	0	1	1	3	7	8	9	10	11

หมายเหตุ สบู่ดำ accession KUBP74 เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 145 วันหลังปลูก

* ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 24 ช่อดอก ต่อ ซ้ำ

2.4 จำนวนดอกย่อย ต่อช่อดอก

จำนวนดอกย่อยต่อช่อดอกตั้งแต่เริ่มออกดอกในเดือน กรกฎาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551 พบว่า สบู่ดำ accession KUBP 74 มีดอกย่อยเฉลี่ย 152 176 202 199 197 193 191 และ 224 ดอกต่อช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 จำนวนดอกย่อย ต่อช่อดอกของ สบู่ดำ accession KUBP74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือนมีนาคมพ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ

แปลงย่อย	จำนวนดอกย่อย/ช่อดอก *											
	ระยะเวลา (เดือน)											
	มีค	เมย	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	มค.	กพ.
	ปี พ.ศ. 2550										ปี พ.ศ. 2551	
1	0	0	0	0	153.0	165.0	190.0	238.0	138.0	165.0	186.0	237.0
2	0	0	0	0	184.0	164.0	227.0	228.0	230.0	193.0	195.0	248.0
3	0	0	0	0	111.0	196.0	205.0	175.0	237.0	215.0	196.0	196.0
4	0	0	0	0	162.0	181.0	186.0	154.0	185.0	199.0	186.0	216.0
เฉลี่ย	0	0	0	0	152.0	176.0	202.0	199.0	197.0	193.0	191.0	224.0

หมายเหตุ สบู่ดำ accession KUBP74 เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 145 วันหลังปลูก
* ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 24 ช่อดอก ต่อ ซ้ำ

2.5 จำนวนดอกเพศผู้ ดอกเพศเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ต่อช่อดอก

จากการศึกษาดอกเพศผู้ ดอกเพศเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ต่อช่อดอก (ตารางที่ 5) โดยสุ่มนับจำนวน 4 ช่อ ต่อต้น รวม 6 ต้นต่อซ้ำ เก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551 พบว่า สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกด้วยเมล็ดมีดอกเพศผู้จำนวนมากกว่าดอกเพศเมียเฉลี่ย 15:1 14:1 13:1 14:1 12:1 15:1 13:1 และ 15: 1 ตามลำดับ ส่วนดอกสบบูรณ์เพศไม่พบจากการสุ่มตัวอย่างช่อดอก ซึ่ง Dehgan and Webster (1979) ได้รายงานว่า สำหรับดอกกะเทย (hermaphrodite flower) นั้นมีพบเพียงเล็กน้อยในต้นสบู่ดำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 จำนวนดอกเพศผู้ ดอกเพศเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ต่อช่อดอก สบู่ดำ accession KUBP74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ

แปลงย่อย	ดอกเพศผู้ / ดอกเพศเมีย *											
	ระยะเวลา (เดือน)											
	มีค	เมย	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	มค.	กพ.
	ปี พ.ศ. 2550										ปี พ.ศ. 2551	
1	0	0	0	0	19:1	10:1	10.1	11.1	9.1	10.1	10.1	16.1
2	0	0	0	0	18.1	12.1	11.1	17.1	14.1	12.1	11.1	14.1
3	0	0	0	0	12.1	18.1	17.1	15.1	10.1	17.1	15.1	12.1
4	0	0	0	0	13.1	17.1	14.1	13.1	16.1	21.1	18.1	18.1
เฉลี่ย	0	0	0	0	15.1	14.1	13.1	14.1	12.1	15.1	13.1	15.1

หมายเหตุ สบู่ดำ accession KUBP74 เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 145 วันหลังปลูก
* ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 24 ช่อดอก ต่อ ซ้ำ

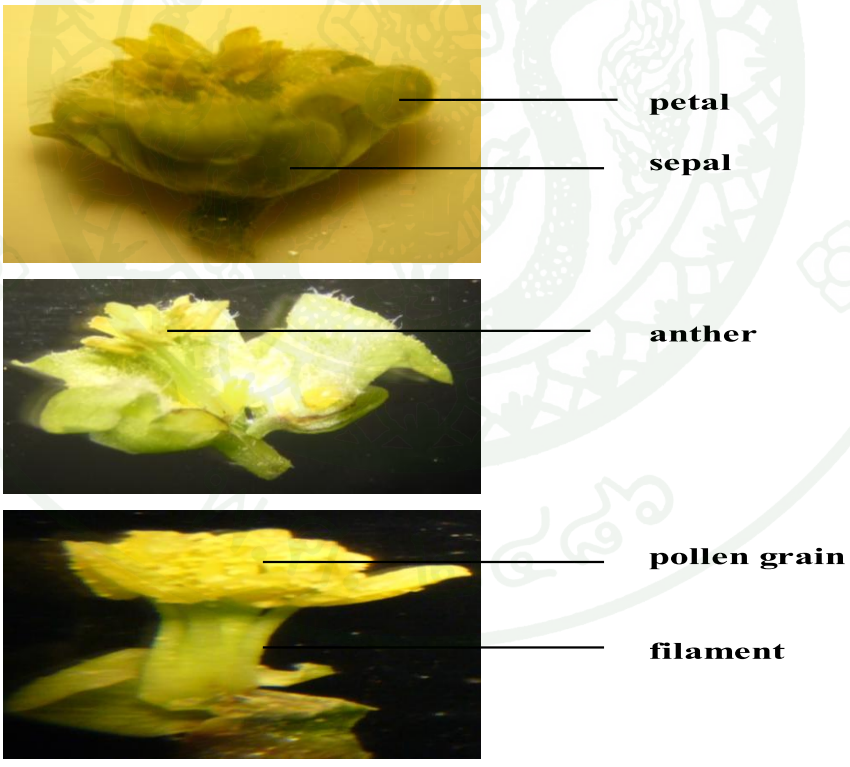
2.6 โครงสร้างของดอก

โครงสร้างของดอกเพศเมียสบู่ดำประกอบด้วยชั้นนอกสุด เรียกว่า calyx มีกลีบเลี้ยง (sepal) จำนวน 5 กลีบ และมีขนอ่อนสีขาวปกคลุม ชั้นที่ 2 corolla เป็นชั้นของกลีบดอก (petal) มีจำนวน 5 กลีบ ไม่ติดกัน ถัดเข้ามาเป็นชั้นของเกสรตัวผู้ (androecium) ซึ่งมีเกสรเพศผู้ (stamen) ฝ่อ 5 อัน ติดอยู่ที่รังไข่ ชั้นในสุดคือ gynoecium หรือชั้นของเกสรเพศเมีย (pistil) ประกอบด้วยยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ก้านชู (style) รังไข่ (ovary) มี 2-4 ช่อง (locule) (ภาพที่ 15)

ระยะหลังหลังการผสมเกสร พบว่าโครงสร้างของดอกมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ รังไข่แบ่งออกเป็นช่องภายในรังไข่มีไข่อ่อนช่องละหนึ่งหน่วย ไข่ประกอบด้วยโครงสร้างสำคัญ 2 ส่วน คือ megasporangium และเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ห่อหุ้ม คือ integument ไข่ติดอยู่กับผนังรังไข่ บริเวณ placenta ก้านชูไข่หรือโอวุล เรียก funiculus ช่องเปิดในชั้น integument เป็นช่องทางที่ pollen tube งอกผ่านเข้าสู่ไข่เรียก micropyle (ภาพที่ 16)

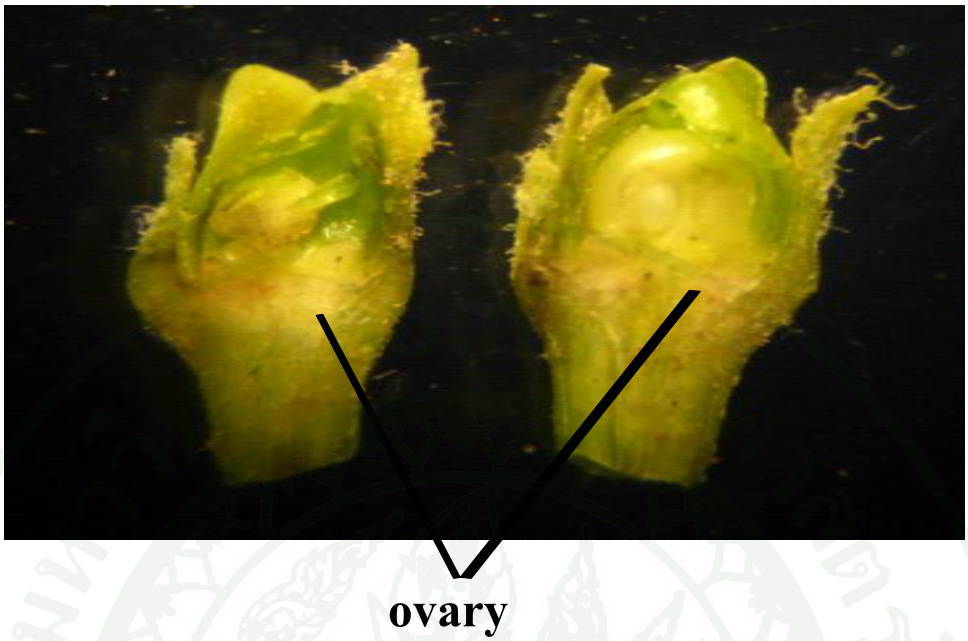
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ช่วงเวลาที่ดอกสบู่ดำบานพบว่า ดอกสามารถบานได้ตลอดเวลา เวลากลางวันอุณหภูมิสูง ทำให้กลีบดอกบานมากตั้งแต่ เวลา 09.00-15.00 น. และช่วงเวลาที่อับละอองเกสรสบู่ดำแตกปลดปล่อยเรณู พบว่าเวลากลางวันที่มีแสงและอุณหภูมิสูงได้แก่ เวลา 09.00-15.00 น. และช่วงเวลาที่ดอกเพศเมียพร้อมรับการผสมนั้นพบว่าอยู่ระหว่างระยะที่ 3 ก้านช่อดอกยืดยาวขึ้น กลีบดอกติดกัน และ ระยะที่ 4 กลีบดอกเริ่มแยกออกจากกัน แต่ยังมองไม่เห็นส่วนของเกสรเพศเมีย Dehgan and Webster (1979) รายงานว่าการบานหรือความพร้อมในการผสมพันธุ์ของดอกเพศผู้จะช้ากว่าดอกเพศเมีย ดังนั้นจึงเป็นธรรมชาติที่สบู่ดำจะได้รับการผสมเกสรจากช่อดอกอื่นๆในต้นเดียวกันหรือคนละต้น จัดเป็นพืชผสมข้าม และช่วงเวลาที่ดอกเพศเมียพร้อมรับการผสมจะได้ทั้งกลางวันและกลางคืน แต่ระยะที่ดอกบานมากเป็นเวลาที่เหมาะสมมากคือตั้งแต่ 08.30-17.00 น. ซึ่งเป็นเวลากลางวัน สาวิตรี และคณะ 2550 รายงานว่าพบแมลงที่ผสมเกสรในแปลงสบู่ดำได้แก่ ผึ้งมิ้ม ลงตอมดอกเพศเมียบ่อยครั้งที่สุดเวลา 12.00-16.00 น. จำนวน 56-70 ครั้ง ต่อดอก ต่อชั่วโมง

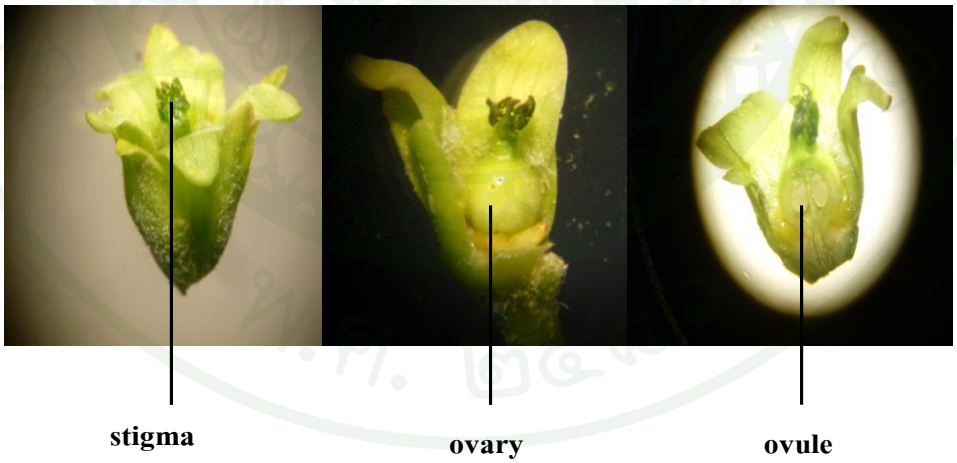


ภาพที่ 14 ดอกเพศผู้ (staminate flower) ของสบู่ดำ accession KUBP 74 (50X)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 รังไข่ของดอกเพศเมียก่อนการผสมเกสรของสบู่ดำ accession KUBP 74 (50X)



ภาพที่ 16 ดอกเพศเมียหลังการผสมเกสร ของสบู่ดำ accession KUBP 74 ประกอบด้วย ยอดเกสรเพศเมีย รังไข่ และไข่ (50X)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2. พัฒนาการของผล และเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ

ศึกษาการพัฒนาของผล และเมล็ดโดยการผูกดอกเพศเมียสบู่ดำที่บาน จากนั้นเก็บเกี่ยวผลที่อายุ 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 และ 120 วันหลังดอกบาน ได้ผลดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงของ สี น้ำหนัก ขนาด และลักษณะต่างๆ ของผล

1.1 สีของผล และลักษณะ ของเปลือกชั้นนอก (epicarp) เปลือกชั้นกลาง (mesocarp) และเปลือกชั้นใน (endocarp)

ภายหลังจากดอกเพศเมียได้รับการผสม ผลอ่อนของสบู่ดำมีสีเขียว (5-40 วันหลังผสมเกสร) การเปลี่ยนแปลงสีของผลจะเห็นได้อย่างชัดเจน เมื่อสีของผลเปลี่ยนจากเขียวเป็นเหลือง (50 วันหลังผสมเกสร) สีเหลืองปนสีน้ำตาล (60 วันหลังผสมเกสร) สีน้ำตาลปนดำ (70 วันหลังผสมเกสร) สีดำ (80-120 วันหลังผสมเกสร) (ตารางที่ 6 และ ภาพที่ 17) ส่วนเปลือกชั้นกลางเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาล และเปลือกชั้นในเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลและเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่อสบู่ดำอายุได้ 70 วันหลังผสมเกสร) (ภาพที่ 18) การเปลี่ยนแปลงสีของผลนี้เป็นลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับการพัฒนาและสุกแก่ของผล และเมล็ด สามารถใช้การเปลี่ยนสีเป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวสบู่ดำโดยการเลือกเก็บเฉพาะผลที่มีสีเหลืองปนสีน้ำตาลและสีน้ำตาลปนดำ (ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่ว่าการเปลี่ยนแปลงของสีผลนี้ สามารถใช้เป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวสบู่ดำ โดยการเลือกเก็บ เฉพาะผลที่มีสีเหลือง (Kaushik *et al*., 2001; สมบัติ, 2549) ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับ สุกัญญา (2548) ที่รายงานว่า ผลอ่อนของสบู่ดำจะมีสีเขียว เมื่อผลแก่จัดมีสีเหลือง Joao *et al*. (2010) รายงานเกี่ยวกับการพัฒนาของผลสบู่ดำที่ปลูกใน Eldorado/MS โดยเก็บผลที่ระยะสุกแก่แตกต่างกัน 6 ระยะ และใช้สีของเปลือกผลชั้นนอกที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะของผล และเมล็ด และความงอกของเมล็ด เป็นตัวบ่งชี้ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ด สบู่ดำพบว่า ระยะที่ 1 เปลือกนอกของผลมีสีเขียว ระยะที่ 2 เปลือกนอกของผลเริ่มมีสีเหลืองระยะที่ 3 เปลือกนอกของผลมีสีเหลืองเข้ม ระยะที่ 4 เปลือกนอกของผลเริ่มมีสีน้ำตาล ระยะที่ 5 ระยะสุกแก่ทางสรีวิทยา และระยะที่ 6 เป็นระยะผลแห้ง และเริ่มหลุดร่วง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ขนาดของผล

หลังจากปฏิสนธิผลมีขนาดเพิ่มขึ้นทั้งความกว้าง ความยาว และความหนา ผลอายุ 5 วันหลังผสม มีค่าเฉลี่ยความกว้าง 0.11 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 0.23 เซนติเมตร และความหนาเฉลี่ย 0.82 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่เปลือกของผลมีความชื้น 87.32 เปอร์เซ็นต์ และผลมีขนาดใหญ่ที่สุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (70 วันหลังผสม) โดยมีค่าเฉลี่ยความกว้าง 2.72 เซนติเมตร ความยาวเฉลี่ย 3.42 เซนติเมตร และความหนาเฉลี่ย 2.80 เซนติเมตร ในขณะที่เปลือกของผลยังมีความชื้นสูงอยู่ประมาณ 86.90 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นขนาดของผลจะลดลงเล็กน้อย เนื่องจากความชื้นลดลง และขนาดจะคงที่หลังอายุ 90 วัน (ตารางที่ 7)

1.3 น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของผล

น้ำหนักสดของผลสบู่ดำ accession KUBP 74 ในแต่ละอายุมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ผลสีเขียว (5-40 วันหลังผสม) มีน้ำหนักน้อยกว่า ผลสีเหลืองและสีน้ำตาล ที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาให้น้ำหนักสดสูงที่สุดเฉลี่ย 15.56 กรัม (70 วันหลังผสม) ส่วนน้ำหนักแห้งของผลนั้นจากการทดลองพบว่าสบู่ดำที่ระยะ 10 – 20 วันหลังผสม น้ำหนักแห้งของผลจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เนื่องจากหลังปฏิสนธิมีการสะสมอาหารชนิดต่างๆในเมล็ด ในขณะเดียวกัน เมล็ดก็มีการใช้อาหารที่เก็บสะสมไว้ แต่ปริมาณอาหารที่ส่งมาเก็บไว้ในเมล็ดมีมากกว่าปริมาณอาหารที่ถูกใช้ไป ผลจึงมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งผลเจริญเติบโตเต็มที่เข้าสู่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (70 วันหลังผสม) ผลมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 14.83 กรัม จากนั้นน้ำหนักแห้งจะลดลง เนื่องจากความชื้นลดลง ซึ่งน้ำหนักแห้งจะเริ่มคงที่ตั้งแต่ระยะ 100 วันหลังผสม (2.65 กรัมต่อเมล็ด) จนถึงระยะเก็บเกี่ยว 120 วันหลังผสม (ตารางที่ 7) เนื่องจากผลไม่ได้รับสารอาหารจากต้นแม่ (Tekrony. *et al*., 1979)

1.4 ความชื้นของเปลือกของผล

จากการทดสอบหาความชื้นของเปลือกของผลสบู่ดำที่อายุต่างๆกัน พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) โดยที่ค่าเฉลี่ยความชื้นของผลอ่อนสูงถึง 87.32 เปอร์เซ็นต์ (5 วันหลังผสม) และหลังจากปฏิสนธิแล้ว ความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 89.82 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือ 86.90 เปอร์เซ็นต์ ในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา และจะเริ่มลดลงเรื่อยๆจนเหลือประมาณ 11-14

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต 100-120 วันหลังผสม ระยะนี้ความชื้นของผลมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยซึ่งขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ และสอดคล้องกับรายงานของ Delouche (1980) การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม บรรยากาศมีผลต่อการพัฒนาการ และคุณภาพของผลและเมล็ดพืช

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของลักษณะต่างๆ ในระหว่างการสุกแก่ของผลสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ

อายุเมล็ด (วัน)	สีของผล [1/]	
	เปลือกนอก	เปลือกใน
5	สีขาวปนเขียวอ่อน	สีขาว
10	สีเขียวอ่อน	สีขาว
20	สีเขียวอ่อน	สีขาว
30	สีเขียวอ่อน	สีขาวปนสีเขียว
40	สีเขียวแก่	สีขาวปนสีน้ำตาลอ่อน
50	สีเขียวปนสีเหลือง	สีขาวปนสีน้ำตาลเข้ม
60	สีเหลืองปนสีน้ำตาลดำ	สีขาวปนน้ำตาลอ่อน
70 *	สีน้ำตาลปนสีดำ	สีขาวปนสี น้ำตาลดำ
80	สีดำ	สีน้ำตาล
90	สีดำ	สีน้ำตาลปนสีดำ
100	สีดำ	สีน้ำตาลปนสีดำ
110	สีดำ	สีน้ำตาลปนสีดำ
120	สีดำ	สีน้ำตาลปนสีดำ

* สุกแก่ทางสรีรวิทยา

1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 10 ผลต่อซ้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ลักษณะทางสรีรวิทยาของผลในระหว่างการพัฒนาการสุกแก่ของผลสบู่ดำ accession KUBP74 ที่ปลูกในฤดูแล้ง ปี 2550

อายุเมล็ด (วัน)	ขนาดผลสด [1/]			น้ำหนัก [1/]		ความหนา [1/]	ความชื้น
	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	หนา (ซม.)	ผลสด (กรัม/ผล)	ผลแห้ง (กรัม/ผล)	เปลือกของผล (ซม.)	เปลือกของผล (%)
5	0.11 j [2/]	0.23 g	0.82 f	0.85 g	0.02 g	0.10 d	87.32 bc
10	0.32 j	0.48 f	1.30 e	1.89 f	0.35 g	0.27 c	88.12 abc
20	1.42 h	1.57 e	1.67 d	5.25 d	1.38 f	0.37 b	89.82 a
30	1.70 g	2.65 d	1.92 c	7.72 c	4.95 d	0.40 a	88.99 ab
40	2.32 de	3.12 b	2.41 b	13.63 b	10.90 b	0.42 a	88.90 abc
50	2.53 bc	3.21b	2.65 ab	14.22 a	12.09 a	0.43 a	88.51 abc
60	2.63 ab	3.22b	2.60 ab	15.19 a	14.08 a	0.44 a	87.85 abc
70 *	2.72 a	3.42 a	2.80 a	15.56 a	14.83 a	0.45 a	86.90 c
80	2.45 cd	3.10 b	2.47 b	11.05 b	9.81 b	0.44 a	71.46 d
90	2.23 ef	2.94 c	2.05 c	6.85 c	3.33 c	0.44 a	31.62 e
100	2.14 f	2.91 c	2.10 c	3.83 e	2.65 e	0.40 a	13.83 f
110	2.11 f	2.89 c	2.10 c	3.68 e	2.60 e	0.39 b	13.71 f
120	2.11 f	2.90 c	2.07 c	3.37 e	2.60 e	0.38 b	11.09 g
เฉลี่ย	1.91	2.51	2.08	7.93	6.12	0.38	65.24
C.V. (%)	3.9	3.01	8.86	2.21	3.78	13.29	2.22
F-test	**	**	**	**	**	**	**
LSD .05	0.14	0.14	0.24	0.25	0.32	0.31	2.07
LSD .01	0.19	0.19	0.33	0.33	0.42	0.43	2.78

* สุกแก่ทางสรีรวิทยา

1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 10 ผลต่อซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี LSD

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงของขนาด และสีของผลระหว่างการพัฒนาเมล็ดของสบู่ดำ accession KUBP 74 ระยะ 5 วันหลังผสมเกสร จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (120 วันหลังผสมเกสร)

ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงของขนาด และสีของผล และเมล็ดระหว่างการพัฒนาเมล็ดของสบู่ดำ accession KUBP 74 ระยะ 5 วันหลังผสมเกสร จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (120 วันหลังผสมเกสร)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดระหว่างการพัฒนา

2.1 สีของเมล็ด

หลังจากการผสมเกสรพบว่าสีของเปลือกนอกของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่อายุ 10วัน มีสีขาวเนื่องจากเมล็ดยังอ่อนหลังจากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีเมล็ดโดยที่อายุ 50 วัน หลังผสมเปลือกของเมล็ดจะเป็นสีขาวปนสีดำ และที่ระยะ 70 วันหลังผสมซึ่งเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเมล็ดมีสีดำ (ตารางที่ 8) (ภาพที่ 19) ซึ่งการเปลี่ยนลักษณะของสีเมล็ดนี้สอดคล้องกับ Kaushik *et al.* (2001) รายงานว่า ในระหว่างการพัฒนาเมล็ด และผลของสบู่ดำ (17-57 วัน หลังผสม) ที่ปลูกใน Bawal Haryana ประเทศอินเดีย เมล็ดมีสีขาวเมื่ออายุ 17-27 วัน หลังผสมและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่ออายุ 37-47 วันหลังผสม จากนั้นเมล็ดเป็นสีดำเมื่ออายุ 57 วัน หลังผสม

2.2 ขนาดของเมล็ด

หลังจากปฏิสนธิเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 จะมีขนาดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนมีขนาดใหญ่ที่สุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ที่ความชื้นประมาณ 34.44 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น ขนาดของเมล็ดจะลดลง ซึ่งจะสัมพันธ์กับความชื้นที่ลดลง และที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา เมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 มีค่าเฉลี่ยความกว้าง 1.34 เซนติเมตร ความยาว 2.14 เซนติเมตร และความหนา 0.81 เซนติเมตร และเมื่อผลแก่จัด (120 วันหลังผสม) เมล็ดมีความกว้าง 0.90 เซนติเมตร ยาว 1.68 เซนติเมตร หนา 0.66 เซนติเมตร (ตารางที่ 9 และ ภาพที่ 19) ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับ สุกัญญา (2548) ที่รายงานว่า ขนาดของเมล็ดมีความยาวเฉลี่ย 1.7–1.9 เซนติเมตร หนา 0.8–0.9 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดในระหว่างการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ สบู่ดำ accession KUBP 74

อายุเมล็ด (วัน)	สีของเมล็ด [1/]
5	สีขาว
10	สีขาว
20	สีขาว
30	สีขาวปนสีเหลือง
40	สีขาวปนสีน้ำตาล
50	สีขาวปนสีดำ
60	สีดำ
70 *	สีดำ
80	สีดำ
90	สีดำ
100	สีดำ
110	สีดำ
120	สีดำ

* สุกแก่ทางสรีรวิทยา

1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 10 เมล็ดต่อซ้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ขนาดของเมล็ดในระหว่างการพัฒนาการสุกแก่ของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP74 ที่ปลูกในฤดูแล้ง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2550

อายุเมล็ด (วัน)	ขนาดเมล็ด 1/ (ซม.)		
	กว้าง	ยาว	หนา
5	0.20 e 2/	0.60 h	0.12 e
10	0.27 e	0.73 h	0.13 e
20	0.51 d	0.96 g	0.24 e
30	0.96 bc	1.81 ef	0.43 d
40	0.99 bc	1.98 bcd	0.53 cd
50	1.07 b	2.06 ab	0.62 bc
60	0.93 bc	2.02 abc	0.72 ab
70 *	1.34 a	2.14 a	0.81 a
80	1.02 bc	1.90 cde	0.64 bc
90	1.00 bc	1.87 de	0.60 bc
100	0.97 bc	1.86 de	0.57 cd
110	0.97 bc	1.67 f	0.60 bc
120	0.90 c	1.68 f	0.66 bc
เฉลี่ย	0.86	1.64	0.51
C.V. (%)	9.98	5.29	15.80
F-test	**	**	**
LSD .05	0.14	0.14	0.14
LSD .01	0.19	0.19	0.19

* สุกแก่ทางสรีรวิทยา

1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 10 เมล็ดต่อซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี LSD

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 น้ำหนักสดของเมล็ด

น้ำหนักสดของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 จะเพิ่มมากขึ้นหลังจากปฏิสนธิแล้ว และจะลดลง เมื่อความชื้นลดลง ที่จุดสุกแก่ทางสรีรวิทยา (อายุ 70 วัน) เมล็ดสดมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.38 กรัม เมื่อเมล็ดอายุ 120 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ย ประมาณ 0.80 กรัม (ตารางที่ 10 และ ภาพที่ 20) เช่นเดียวกับ Adams and Rinne (1980) รายงานว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดจะลดอย่างรวดเร็ว เมล็ดมีขนาดโตเต็มที่และมีความมีชีวิตสูงสุด ระยะที่ 3 เป็นระยะเมล็ดแก่ ในระยะนี้น้ำหนักของเมล็ดจะคงที่หรือลดลงเล็กน้อยเนื่องจากเมล็ดยังคงใช้อาหารเพื่อกิจกรรมทางชีวเคมีในเมล็ด

2.4 น้ำหนักแห้งของเมล็ด

จากการทดลองพบว่าสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ระยะ 10–20 วันหลังผสมมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และสูงสุดที่ 70 วันหลังผสม (ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา) เมล็ดมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 0.80 กรัม (ตารางที่ 10 และภาพที่ 20) เนื่องจากภายหลังการปฏิสนธิเมล็ดจะมีอาหารชนิดต่างๆ สะสมไว้ในส่วนของเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เก็บสะสมมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเมล็ดเจริญเติบโตเต็มที่เข้าสู่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด หลังจากระยะนี้การขนย้ายอาหารจากส่วนต่างๆ ของลำต้นมาให้แก่เมล็ดจะหยุดชะงัก (Delouch, 1976) จากนั้นน้ำหนักแห้งจะลดลงเนื่องจากเมล็ดมีความชื้นลดลง ซึ่งน้ำหนักแห้งจะคงที่ไม่เพิ่มขึ้นอีกเนื่องจากเมล็ดไม่ได้รับสารอาหารจากต้นแม่ (Tekrony *et al*., 1979) ระยะสุกแก่ของสบู่ดำที่ศึกษานั้นพบว่า แตกต่างกับรายงานของ Kaushik (2003) ที่พบว่าสบู่ดำที่ปลูก ณ เมือง Haryana ประเทศอินเดียมีระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่ 57 วันหลังผสมเกสร ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิอากาศและสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน

2.5 ความชื้นของเมล็ด

การพัฒนาและสุกแก่ของเมล็ดจะเกี่ยวข้องกับการสูญเสียความชื้นของเมล็ด (Adams and Rinne, 1980) ในระยะแรกเมล็ดอ่อนจะมีความชื้นอยู่ระหว่าง 88.45 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นความชื้นของเมล็ดจะลดลงในขณะที่เมล็ดสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น และเมื่อเมล็ดถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (PM) นั้น เมล็ดมี ความชื้น 34.44 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10 และ ภาพที่ 20) จากนั้นความชื้นของเมล็ดจะลดลงเหลือประมาณ 9.27 เปอร์เซ็นต์เมื่อสิ้นสุดการทดลอง Hocking (1982) รายงานว่า ในเมล็ดของละหุ่งพวก giant type ที่ระยะแก่ใกล้เก็บเกี่ยวเมล็ดมีความชื้นอยู่ระหว่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

11-15 เปอร์เซ็นต์ ในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา สบู่ดำจะยังมีความชื้นสูงอยู่ ควรทิ้งไว้ประมาณ 10-20 วัน จะเป็นระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลผลิต

2.6 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดสด

ความงอกของเมล็ดสดซึ่งกะเทาะจากผลอายุต่างๆแล้วนำไปเพาะหาความงอกทันทีนั้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะการพัฒนาเมล็ด โดยในเมล็ดที่เก็บเกี่ยว 5-40 วันหลังผสมเป็นเมล็ดที่ยังอ่อนอยู่ไม่สามารถงอกได้ เมล็ดสดของสบู่ดำเริ่มงอกได้ที่อายุ 50 วันหลังผสม ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 23 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเปอร์เซ็นต์ความงอกจะเพิ่มขึ้น และที่อายุเมล็ด 70 วันหลังผสม (สุกแก่ทางสรีรวิทยา) เมล็ดมีความงอก 98.50 เปอร์เซ็นต์ และจนกระทั่งที่เมล็ดแก่เต็มที่ ที่อายุ 120 วันหลังผสม ให้ความงอก 97 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10 และภาพที่ 20) จะเห็นได้ว่าเมล็ดสบู่ดำสามารถงอกเป็นต้นอ่อนที่ปกติได้ก่อนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาแต่ยังมีความงอกต่ำเนื่องจากอาหารสะสมในเมล็ดยังไม่เพียงพอ Austin (1972) กล่าวว่าความงอกและความมีชีวิตของเมล็ดจะสูงสุดเมื่อเมล็ดถึงระยะสุกแก่ จากผลการศึกษาพบสอดคล้องกับ Kaushik *et al.* (2001) รายงานว่าความงอกของเมล็ดสบู่ดำจะเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 17-57 วันหลังผสม และสูงสุดที่ 85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเมล็ดมีอายุ 67 วันหลังผสม และ Kaushik (2003) รายงานการศึกษาเพิ่มเติมว่าเมล็ดสบู่ดำที่กะเทาะจากผลอายุเก็บเกี่ยว 3 ระยะ คือ ผลสีเขียวที่อายุ 47 วันหลังผสม ผลสีเหลืองที่อายุ 57 วันหลังผสม และผลสีน้ำตาลดำที่อายุ 67 วันหลังผสม นำมาเพาะทดสอบความงอก และความแข็งแรงในกระบะทรายที่อุณหภูมิ 2 แบบ คือ 25 ^{0}C และ 30 ^{0}C ก่อนการเก็บรักษาและหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าความงอกของเมล็ดที่ 57 วันหลังผสม เท่ากับ 89 เปอร์เซ็นต์ที่ 30 ^{0}C ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติและสูงกว่าระยะผลสีเขียวที่ 47 วันหลังผสมทั้งที่อุณหภูมิ 25 ^{0}C และ 30 ^{0}C ส่วนระยะการเก็บรักษาไม่มีผลต่อความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดและต้นอ่อนจากการเก็บเกี่ยวที่ระยะผลสีเขียวที่ 47 วันหลังผสมมีความยาวราก และลำต้นน้อยมาก

2.7 เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดสด (MGT)

แม้ว่าเมล็ดจะสามารถงอกได้ก่อนที่เมล็ดจะมีน้ำหนักแห้งสูงสุดก็ตาม แต่เมล็ดจะมีความแข็งแรงสูงสุด ณ จุดที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุด จากการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดโดยการหาเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ระหว่างเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ระยะอายุแตกต่างกัน โดยที่เมล็ดอายุ 5-40 วันหลังผสมเกสรไม่สามารถงอกได้ หลังจากนั้นเมล็ดมีความแข็งแรงมากขึ้น และเมื่อเมล็ดถึงจุดสุกแก่ทางสรีรวิทยา ระยะเวลาในการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งอกลดลง เหลือประมาณ 6 วันที่อายุเมล็ดประมาณ 70 วันหลังผสม โดยที่เมล็ดเป็นสีดำ ผลเป็นสีเหลือง และหลังจากระยะสุกแก่แล้ว ความแข็งแรงของเมล็ดจะเริ่มลดลง (ตารางที่ 10) ในระหว่างการพัฒนาการสุกแก่ของเมล็ดนั้นเมล็ดมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นตามอายุ และอาหารที่สะสมจนถึงสูงสุดเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Delouche, 1968; Chin *et al*., 1976) เช่นเดียวกับ Kaushik (2003) รายงานว่าต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดเก็บเกี่ยวที่อายุ 57 และ 67 วันหลังผสมจะมีความยาวของลำต้น และรากสูงสุด และความแข็งแรงต่ำที่สุดพบในเมล็ดที่ได้จากผลสีเขียว

2.8 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดแห้ง

จากการทดลองพบว่า เมล็ดแห้ง (ซึ่งได้จากการนำเมล็ดสดที่กะเทาะจากผลอายุต่างๆ นำมาผึ่งให้แห้งจนมีความชื้นประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์) ของสบู่ดำสามารถงอกได้เมื่ออายุ 40 วันหลังผสมเกสร ซึ่งแตกต่างจากเมล็ดสดที่เริ่มงอกได้เมื่ออายุ 50 วันหลังผสมเกสร (ตารางที่ 10) ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดสดเกิดการพักตัวของเมล็ดโดยที่เอมบริโอของเมล็ดยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่จึงไม่สามารถงอกได้ และเกิดจากสารยับยั้งการเจริญเติบโตเช่น แอบไซสิคแอสิด (ABA) เมล็ดต้องการเวลาช่วงหนึ่งเพื่อให้เอมบริโอมีโอกาสเปลี่ยนแปลงสภาพภายใน โดยมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี เช่น การสร้างเอนไซม์ หรือฮอร์โมนส่งเสริมการงอกในขณะเดียวกันจะลดปริมาณสารที่ยับยั้งการงอกของเมล็ด ควบคู่ไปกับการเจริญและพัฒนาจนเอมบริโอแก่เต็มที่เมล็ดจะงอกได้ ซึ่งพบได้ในพืชหลายชนิดเช่น ข้าวบาร์เล่ มะเขือเทศ ผักกาดหอม เป็นต้น (สมบุญ, 2548; สุนันทา, 2549; วันชัย, 2537) ความสามารถในการงอกของเมล็ดแห้งจะเพิ่มขึ้นตามอายุของเมล็ด เช่นเดียวกับเมล็ดสด และไม่แตกต่างกันตั้งแต่เมล็ดถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงของลักษณะต่างๆ ในระหว่าง การสุกแก่ ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกในเดือนมีนาคม 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

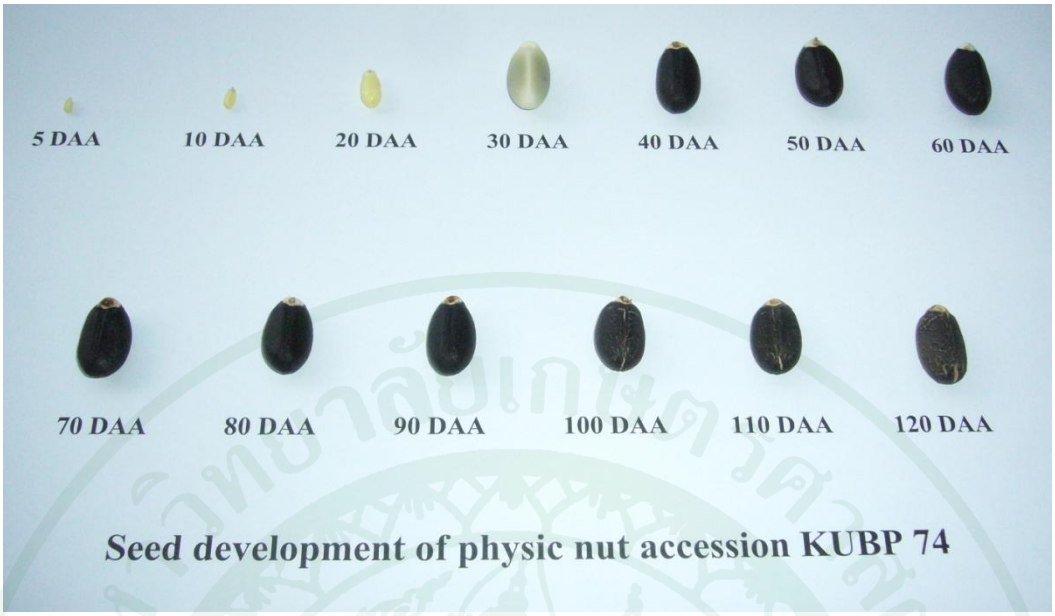
อายุเมล็ด (วัน)	น้ำหนักเมล็ด (กรัม)		ความชื้นเมล็ด (%)	ความงอก (%)						เวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT)
				ต้นอ่อนปกติ		ต้นอ่อนผิดปกติ		ตาย		
	สด	แห้ง		เมล็ดสด	เมล็ดแห้ง	เมล็ดสด	เมล็ดแห้ง	เมล็ดสด	เมล็ดแห้ง	
5	0.01 f 1/	0.00 e	88.45 b	0.00 d	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.00 d	0.00 d	0.00 e
10	0.02 f	0.00 e	89.42 ab	0.00 d	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.00 d	0.00 d	0.00 e
20	0.03 f	0.02 e	91.42 a	0.00 d	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.00 d	0.00 d	0.00 e
30	0.11 ef	0.08 de	90.85 a	0.00 d	0.00 e	0.00 c	0.00 e	0.00 d	0.00 d	0.00 e
40	0.20 e	0.17 d	82.38 c	0.00 d	2.25 d	0.00 c	24.00 a	0.00 d	73.75 a	0.00 e
50	0.44 d	0.33 c	65.72 d	23.00 c	17.00 c	2.00 a	21.00 b	75.00 a	62.00 ab	8.08 a
60	1.31 ab	0.62 b	35.00 e	93.00 b	58.50 b	1.50 ab	4.00 c	5.50 b	37.50 b	5.70 d
70 *	1.38 a	0.80 a	34.44 e	98.50 a	96.50 a	0.50 b	1.50 d	1.00 c	2.00 c	5.83 d
80	1.18 b	0.77 ab	27.45 f	97.00 a	94.50 a	1.00 ab	3.00 c	2.00 c	2.50 c	5.87 d
90	1.19 b	0.69 ab	10.72 g	95.50 ab	95.50 a	2.00 a	1.50 d	2.50 c	3.00 c	6.39 c
100	0.87 c	0.74 ab	9.53 g	96.00 ab	92.50 a	1.75 ab	3.50 c	2.25 c	4.00 c	6.69 b
110	0.86 c	0.74 ab	9.13 g	96.00 ab	97.00 a	1.00 ab	1.50 d	3.00 bc	1.50 c	6.53 bc
120	0.85 c	0.66 ab	9.27 g	97.00 a	97.00 a	1.50 ab	1.50 d	1.50 c	1.50 c	6.42 c
เฉลี่ย	0.65	0.43	49.52	87.00	72.31	1.41	4.73	11.59	20.86	5.44
CV. (%)	7.50	21.63	2.86	2.72	4.93	61.15	15..08	15.12	101.78	2.66
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
LSD .05	0.16	0.14	2.02	3.45	5.17	1.25	1.021	2.55	30.80	0.25
LSD .01	0.23	0.19	2.70	4.67	6.99	1.70	1.36	3.46	41.59	0.34

หมายเหตุ * สุกแก่ทางสรีรวิทยา

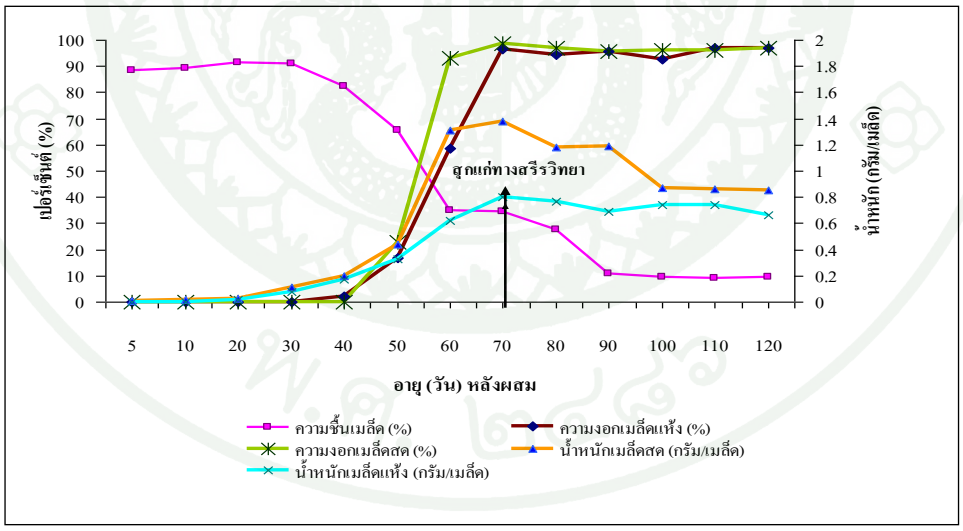
1/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี LSD

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงของขนาด และสีของเมล็ดระหว่างการพัฒนาเมล็ดของสบู่ดำ accession KUBP 74 ระยะ 5 วันหลังผสมเกสร จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (120 วันหลังผสมเกสร)



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงของความชื้น ความงอก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของเมล็ดระหว่างการพัฒนาเมล็ดของสบู่ดำ accession KUBP 74

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. องค์ประกอบของผลผลิต

เก็บเกี่ยวผลสบู่ดำที่ระยะหลังสุกแก่ทางสรีรวิทยา หรือระยะแก่เก็บเกี่ยวอายุประมาณ 90-120 วันหลังดอกบาน ได้ข้อมูลดังนี้

3.1 น้ำหนัก 100 เมล็ด ที่ความชื้นเมล็ด 8%

น้ำหนักเมล็ด เป็นองค์ประกอบของผลผลิตพืชถ้าน้ำหนักเมล็ดสูงจะส่งผลให้ผลผลิตพืชสูงด้วย ในการศึกษาได้วัดน้ำหนัก 100 เมล็ดที่ความชื้นเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์ของสบู่ดำ accession KUBP 74 (ตารางที่ 11) เพื่อให้ทราบถึงน้ำหนักของเมล็ดที่อายุเก็บเกี่ยวในระยะ 90 ถึง 120 วันหลังการผสมเกสร พบว่า สบู่ดำให้น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดเท่ากับ 76.18 กรัม สุกัญญา (2548) รายงานว่า สบู่ดำมีน้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 69.8 กรัม ความแตกต่างของน้ำหนัก 100 เมล็ดจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และการดูแลในแปลงปลูก

3.2 จำนวนเมล็ดต่อกิโลกรัม

จากการศึกษาจำนวนเมล็ด ต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 11) พบว่า จำนวนเมล็ดต่อกิโลกรัมของสบู่ดำ accession KUBP 74 มีจำนวนเมล็ด 1,313.0 เมล็ด ต่อกิโลกรัม สอดคล้องกับ อนุวัฒน์ (2549) รายงานว่าสบู่ดำ มีจำนวนเมล็ด 1,300–1,500 เมล็ดต่อกิโลกรัม

4. ผลผลิต

4.1 ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อต้นที่ความชื้นเมล็ด 8%

จากการศึกษาการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของสบู่ดำ accession KUBP 74 จากช่อดอกบนลำต้นหลัก และช่อดอกบนกิ่งแรก และกิ่งที่สอง ได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ ต่อต้นเฉลี่ย 0.5 กิโลกรัม ต่อต้น (ตารางที่ 11) ผลผลิตของสบู่ดำ เป็นผลผลิตปีแรก การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น กิ่ง ก้านยังมีน้อย ทำให้ได้ผลผลิตต่อต้นน้อย นอกจากนี้การให้ผลผลิตสบู่ดำยังขึ้นกับ พันธุ์ สิ่งแวดล้อม และการดูแลรักษา Heller (1996) รายงานว่า ระยะปลูกมีผลต่อจำนวนต้นพืชต่อหน่วยพื้นที่ และการใช้ประโยชน์จากปัจจัยแวดล้อม เช่น การกระจายของแสงในทรงพุ่ม ความชื้น และธาตุอาหารในดิน จากการทดลองผลผลิตที่ได้สอดคล้องกับ วิฑูรย์ และ สมบัติ (2550) รายงานว่าปลูกสบู่ดำในเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2548 ด้วยกิ่งปักชำอายุ 45 วัน ใช้ระยะปลูก 2x2 เมตร ให้ผลผลิตต่อต้นสูงสุด 492.50 กรัม/ต้น/ปี Lal and Biswarup (2006) รายงานว่าผลผลิตของสบู่ดำเท่ากับ 4.63

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัน ต่อ เฮกตาร์ ได้จากสบู่ดำที่มีความสูง 1.6 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 6.60 เซนติเมตร และมีจำนวน 10 กิ่ง ต่อต้น จำนวน 10 ผลต่อกิ่ง ซึ่งสูงกว่าสบู่ดำที่มีความสูง 1.1 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 4.2 เซนติเมตร มีจำนวน 5.3 กิ่ง ต่อต้น และจำนวน 10 ผลต่อกิ่ง

4.2 ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ที่ความชื้นเมล็ด 8%

ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ ที่ความชื้นเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 197.8 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 11) ผลผลิตที่ได้เป็นผลผลิตในปีแรก ทำให้ได้ผลผลิตไม่มากนัก เนื่องจากมีจำนวนกิ่งน้อย จึงทำให้มีช่อดอกน้อย การติดเมล็ดไม่มากนัก ประยูร (2529) รายงานการปลูกสบู่ดำด้วยเมล็ดที่วิทยาเขตกำแพงแสน ในเดือนกันยายน โดยใช้น้ำฝน ที่ระยะปลูก 2.0×2.0 เมตร (400 ต้น/ไร่) ให้ผลผลิต 127.0 กิโลกรัม/ไร่ มีความสูงต้น 2.51 เมตร ความกว้างทรงพุ่ม 2.23 เมตร ระยะปลูก 2.0×0.5 เมตร (1,600 ต้น/ไร่) ให้ผลผลิตต่ำที่สุด คือ 10.8 กิโลกรัม/ไร่ ความสูงต้น 1.67 เมตร และความกว้างทรงพุ่ม 0.98 เมตร ส่วน Stienswat *et al.* (1986) ศึกษาการปลูกสบู่ดำที่ประเทศไทยโดยใช้ระยะปลูก 2×2 2×1.5 2×1 และ 2×0.5 เมตร พบว่าที่ ระยะ 2×2 เมตร ให้ผลผลิตสูงที่สุดเฉลี่ย 794.0 กิโลกรัม/เฮกตาร์ (318 กรัม/ต้น)

ตารางที่ 11 น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อกิโลกรัม ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อต้น และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ที่ความชื้นเมล็ด 8% ของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 ปลูกในฤดูแล้ง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

แปลงย่อย (Plot No.)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	จำนวนเมล็ด เมล็ด /กิโลกรัม	ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กรัม/ต้น)	ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กิโลกรัม/ไร่)
ซ้ำที่ 1 (Plot No.1)	69.3	1,295.0	0.4	182.9
ซ้ำที่ 2 (Plot No.2)	70.4	1,424.0	0.6	212.7
ซ้ำที่ 3 (Plot No.3)	69.6	1,179.0	0.4	192.1
ซ้ำที่ 4 (Plot No 4)	70.1	1,354.0	0.5	203.5
เฉลี่ย (Mean)	69.8	1,313.0	0.5	197.8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของอุณหภูมิ ภาชนะบรรจุ และระยะเวลาต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

การเก็บรักษาเพื่อทำให้เมล็ดพันธุ์มีอายุยาวนานเป็นสิ่งที่สำคัญ เพื่อประโยชน์ในการเพาะปลูก หรือใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมเพื่อปรับปรุงพันธุ์ ในการศึกษาศักยภาพการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 โดยบรรจุเมล็ดพันธุ์ในถุงผ้า และถุงพลาสติกหนา และ นำไปเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้อง (25 ºC ± 2 ºC และ ความชื้นสัมพัทธ์ 70± 2 %) และห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ºC ± 2 ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 42± 2 %) ไว้เป็นเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างเมล็ดมาตรวจสอบคุณภาพและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน เมื่อครบกำหนดอายุ 0 2 4 6 8 10 และ12 เดือนหลังจากเก็บรักษา ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

1. ความชื้นของเมล็ดสบู่ดำพันธุ์ accession KUBP 74

1.1 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษา (ตารางที่ 12 และ 13) พบว่า อุณหภูมิการเก็บรักษาของเมล็ดสบู่ดำไม่มีผลทำให้ความชื้นของเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่การเก็บรักษาเมล็ดสบู่ดำที่อุณหภูมิห้อง (25 ºC ± 2 ºC และ ความชื้นสัมพัทธ์ 70± 2 %) และ ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ºC ± 2 ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 42± 2 %) ความชื้นเฉลี่ยของเมล็ดสบู่ดำเท่ากับ 6.40 และ 6.24 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

1.2 ผลของภาชนะที่บรรจุ จากตารางที่ 14 พบว่าภาชนะที่บรรจุเมล็ดสบู่ดำไม่มีผลทำให้ความชื้นของเมล็ดสบู่ดำแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีความชื้นเฉลี่ยของเมล็ดเท่ากับ 6.36 และ 6.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

1.3 ระยะเวลาการเก็บรักษา จากตารางที่ 13 และ 14 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ความชื้นของเมล็ดสบู่ดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นที่น่าสังเกตว่าในระยะ 6 เดือนแรกของการเก็บรักษา เมล็ดสบู่ดำจะยังคงมีความชื้นในเมล็ดค่อนข้างคงที่ (5.44–5.50 เปอร์เซ็นต์) และเพิ่มขึ้นจนแตกต่างทางสถิติในเดือนที่ 8 (5.83 เปอร์เซ็นต์) และสูงสุดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (เดือนที่ 12) ด้วยค่า 8.43 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิการเก็บรักษา และภาชนะที่บรรจุ จากตารางที่ 12 ภาพที่ 21 พบว่าความชื้นของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติก มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยในภาชนะถุงผ้า และถุงพลาสติก เมล็ดมีความชื้นเท่ากับ 6.44 และ 6.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันไม่พบความแตกต่างของความชื้นในเมล็ดที่เก็บในภาชนะทั้งสองในห้องควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นของเมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีค่าเท่ากับ 6.29 และ 6.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามพบว่าความชื้นของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บไว้ในถุงผ้าและถุงพลาสติกซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มสูงกว่าเมล็ดที่เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ

1.5 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บรักษา จากตารางที่ 13 และภาพที่ 22 แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิของห้องเก็บและระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดสบู่ดำ ซึ่งพบว่า ความชื้นของเมล็ดจะเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษาในทั้งสองสภาพการเก็บรักษา เมล็ดที่เก็บรักษาไว้ในสองสภาพ มีความชื้นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในระยะ 6 เดือนแรก และจะเพิ่มขึ้นจนแตกต่างทางสถิติทั้งสองสภาพการเก็บรักษาในเดือนที่ 8 และสูงสุดในเดือนที่ 12 (เมื่อสิ้นสุดการทดลอง) คือ 8.50 และ 8.35 เปอร์เซ็นต์ ในเมล็ดที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้อง และห้องควบคุมอุณหภูมิตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องจะมีความชื้นสูงกว่า เมล็ดที่เก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิในทุกระยะของการเก็บรักษา การเก็บเมล็ดไว้ในสภาพอากาศที่เย็นและแห้ง เช่น ในห้องควบคุมอุณหภูมินี้ จะเป็นการลดอัตราการหายใจของเมล็ด ซึ่งมีผลในการลดปริมาณน้ำซึ่งเป็นผลพลอยได้ถูกขบวนการหายใจของเมล็ด จึงทำให้เมล็ดในห้องควบคุมมีความชื้นที่ต่ำกว่าเมล็ดที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ในขณะที่อุณหภูมิสูงจะเป็นปัจจัยในการเร่งขบวนการหายใจ ทำให้มีความชื้น และความร้อนเพิ่มขึ้นรอบๆ เมล็ด เมื่อเมล็ดดูดความชื้นนี้เข้าไปจึงทำให้ความชื้นในเมล็ดสูงขึ้น (Howell *et al*., 1959)

1.6 อิทธิพลร่วมของภาชนะบรรจุ และระยะเวลาการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงของความชื้นในเมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกนั้นเป็นไปในทำนองเดียวกับอิทธิพลของอุณหภูมิ กล่าวคือความชื้นของเมล็ดในภาชนะทั้งสอง จะเพิ่มขึ้นจนแตกต่างทางสถิติในเดือนที่ 8 ของการเก็บรักษาเป็นต้นไป จนสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 14 และภาพที่ 23) เป็นที่น่าสังเกตว่า ความชื้นของเมล็ดในถุงผ้าที่เพิ่มขึ้นในเดือนที่ 12 นั้นไม่แตกต่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากความชื้นในเดือนที่ 10 ในขณะที่ความชื้นของเมล็ดในถุงพลาสติกในเดือนที่ 12 นั้น เพิ่มขึ้นและแตกต่างจากเดือนที่ 10 ทั้งนี้เนื่องจากถุงผ้านั้นแม้จะมีความหนาแต่จะมีการระบายอากาศดีกว่าถุงพลาสติก จึงทำให้เมล็ดมีความชื้นสมดุลกับบรรยากาศได้ดีกว่าถุงพลาสติก (อารีย์, 2532; ประนอม, 2547; โกรินทร์ และ นิศากร, 2555)

1.7 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิการเก็บรักษา ภาชนะที่บรรจุ และระยะเวลาเก็บรักษา

จากตารางที่ 15 ภาพที่ 24 พบว่าที่อุณหภูมิห้อง การเก็บเมล็ดสบู่ดำในถุงผ้า หรือถุงพลาสติก ที่อายุการเก็บรักษา 0 2 4 6 8 10 และ 12 เดือนมีผลทำให้ความชื้นของเมล็ดแตกต่างกันอย่างชัดเจน การเก็บเมล็ดสบู่ดำในถุงผ้า ที่อายุการเก็บรักษา 12 เดือน มีความชื้นของเมล็ดสูงสุด (8.60 เปอร์เซ็นต์) และที่อายุการเก็บรักษา 0 2 4 6 เดือน มีความชื้นของเมล็ดต่ำสุดไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเก็บเมล็ดสบู่ดำในถุงพลาสติก เมล็ดสบู่ดำมีความชื้นของเมล็ดสูงสุด (8.40 เปอร์เซ็นต์) ในเดือนที่ 12 และที่อายุการเก็บรักษา 0 2 4 และ 6 เดือน มีความชื้นของเมล็ดสบู่ดำต่ำสุดไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกกรรมวิธีเท่ากับ 6.40 เปอร์เซ็นต์

ที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ การเก็บรักษาเมล็ดสบู่ดำในถุงผ้า หรือถุงพลาสติก ที่อายุการเก็บรักษา 0 2 4 6 8 10 และ12 เดือนมีผลทำให้ความชื้นของเมล็ดแตกต่างกันอย่างชัดเจน การเก็บเมล็ดสบู่ดำในถุงผ้า ที่อายุการเก็บรักษา 10 เดือนมีความชื้นในเมล็ดสูงสุด (8.90 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกันกับที่อายุ 12 เดือน และที่อายุการเก็บรักษา 2 4 และ 6 เดือน มีความชื้นของเมล็ดต่ำสุดไม่แตกต่างกับที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน ขณะที่การเก็บเมล็ดสบู่ดำในถุงพลาสติก อายุการเก็บรักษา 10 และ12 เดือน เมล็ดสบู่ดำมีความชื้นของเมล็ดสูงสุดในเดือนที่ 12 แต่ไม่แตกต่างกับเดือนที่ 10 และที่อายุการเก็บรักษา 2 4 6 และ 8 เดือน มีความชื้นของเมล็ดสบู่ดำต่ำสุดไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกกรรมวิธีเท่ากับ 6.24 เปอร์เซ็นต์ และ จากการศึกษายังพบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาไว้ในถุงผ้ามีแนวโน้มความชื้นสูงกว่าเมล็ดที่เก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติกทั้งที่เก็บในอุณหภูมิห้องและห้องควบคุมอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดจะดูดน้ำหรือความชื้นจากบรรยากาศรอบๆ หรือคายน้ำออกจนกว่าจะถึงจุดสมดุล ดังนั้นในสภาพการเก็บรักษาที่เมล็ดสามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศภายนอกรอบๆเมล็ด อย่างเช่นถุงผ้าความชื้นของเมล็ดจะเปลี่ยนแปลงไปตามความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ เช่นเดียวกับรายงานของ Harrington (1972) ; Delouche (1982) ที่ว่าเมล็ดสามารถแลกเปลี่ยนและถ่ายเทความชื้นกับบรรยากาศได้จนกระทั่งสมดุลกับความชื้นของบรรยากาศ ส่วนในถุงพลาสติกจากการทดลอง ความชื้นของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นน้อยกว่าในถุงผ้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื่องจากเมล็ดพันธุ์บรรจุในสภาพปิด (sealed storage) บรรยากาศภายในภาชนะที่เก็บจะสมดุลกับความชื้นที่เมล็ดคายออกมาจากการหายใจทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในถุงพลาสติกสูงขึ้น (Delouche, 1968) ซึ่งความชื้นในเมล็ดสูงขึ้นจากระยะแรกประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นที่สูงขึ้นมีผลทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพเร็วยิ่งขึ้นได้ (Harrington, 1972)

ตารางที่ 12 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ภาชนะบรรจุ	ความชื้นของเมล็ด (%) [1/]		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิ			
	อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)		
ถุงผ้า	6.44 a [2/]	6.29 a	6.36 a	0.16 ns
ถุงพลาสติก	6.36 a	6.20 a	6.28 a	0.16 ns
เฉลี่ย	6.40 a	6.24 a	6.32	0.16 ns
ค่าความแตกต่าง	0.08 ns	0.09 ns	0.08 ns	
F-test		ns		
C.V. (b) (%)		2.0		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ความชื้นของเมล็ด (%) [1/] อุณหภูมิ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)		
0	5.50 de [2/]	5.50 de	5.50 c	0.00 ns
2	A 5.60 d	B 5.25 e	5.43 c	0.35 **
4	A 5.60 d	B 5.30 e	5.45 c	0.30 *
6	A 5.58 de	B 5.30 e	5.44 c	0.28 *
8	A 6.00 c	B 5.65 d	5.83 b	0.35 **
10	B 8.05 b	A 8.35 a	8.20 a	-0.30 *
12	8.50 a	8.35 a	8.43 a	0.15 ns
เฉลี่ย	6.40 a	6.24 a	6.32	0.16 ns
F-test		**		
C.V. (c) (%)		2.7		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทาง สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอรเซ็นต์

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ความชื้นของเมล็ด (%) [1/] ภาชนะที่บรรจุ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	ภาชนะถุงผ้า	ภาชนะถุงพลาสติก		
0	B 5.30 e [2/]	A 5.70 de	5.50 c	-0.40 **
2	5.35 e	5.50 e	5.42 c	-0.15 ns
4	5.35 e	5.55 e	5.45 c	-0.20 ns
6	5.35 e	5.52 e	5.44 c	-0.17 ns
8	A 5.90 d	B 5.75 de	5.83 b	0.15 ns
10	A 8.60 a	B 7.80 c	8.20 a	0.80 **
12	A 8.70 a	B 8.15 b	8.43 a	0.55 **
เฉลี่ย	6.36 a	6.28 a	6.32	0.08 ns
F-test		**		
C.V. (c) (%)		2.7		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 อิทธิพลร่วมของ อุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ความชื้นของเมล็ด (%) [1/] ภาชนะที่บรรจุ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	ถุงผ้า	ถุงพลาสติก		
อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)				
0	5.40 d [2/]	5.60 d	5.50 d	-0.20 ns
2	5.60 d	5.60 d	5.60 d	0.00 ns
4	5.60 d	5.60 d	5.60 d	0.00 ns
6	5.60 d	5.55 d	5.57 d	0.05 ns
8	6.00 c	6.00 c	6.00 c	0.00 ns
10	8.30 b	7.80 b	8.05 b	0.50 **
12	8.60 a	8.40 a	8.50 a	0.20 ns
เฉลี่ย	6.44 a	6.36 a	6.40	0.08 ns
ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)				
0	A 5.20 c	B 5.80 b	5.50 bc	-0.60 **
2	5.10 c	5.40 c	5.25 c	-0.30 *
4	5.10 c	5.50 c	5.30 c	-0.40 **
6	5.10 c	5.50 c	5.30 c	-0.40 **
8	A 5.80 b	B 5.50 c	5.65 b	0.30 *
10	8.90 a	7.80 a	8.35 a	1.10 **
12	8.80 a	7.90 a	8.35 a	0.90 **
เฉลี่ย	6.29 a	6.20 a	6.24	0.09 ns
F-test		**		
C.V. (b) (%)		2.0		
C.V. (c) (%)		2.7		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

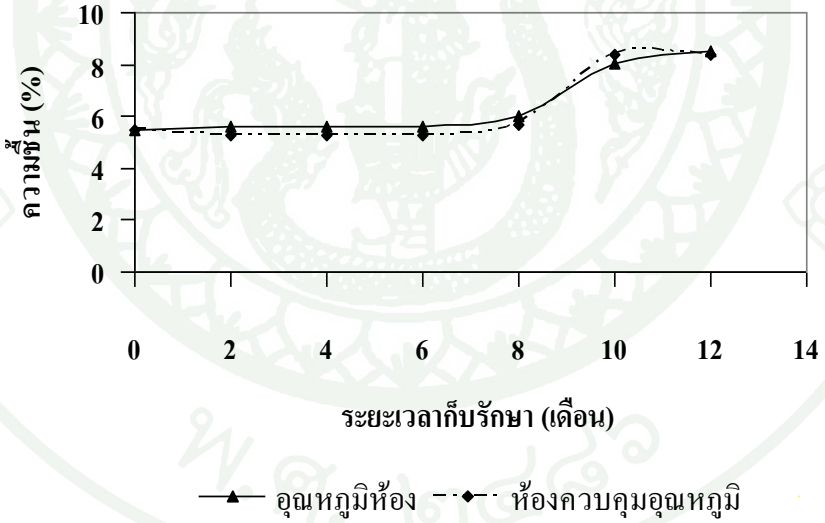
ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

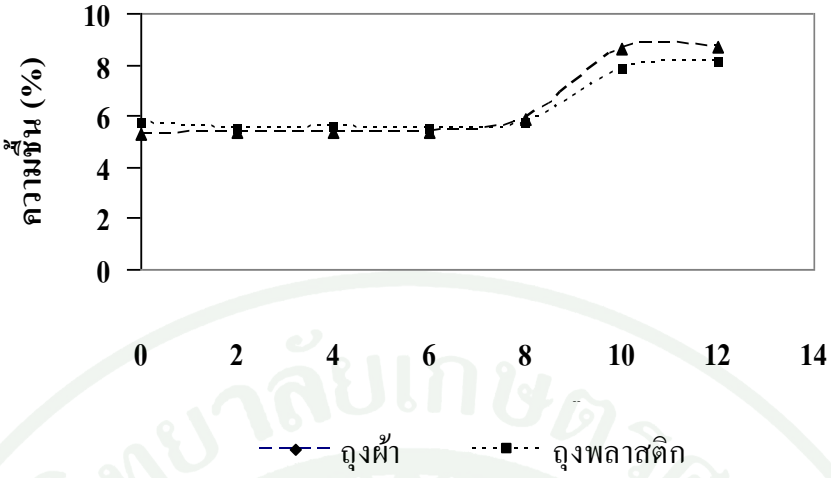
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 21 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำaccession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

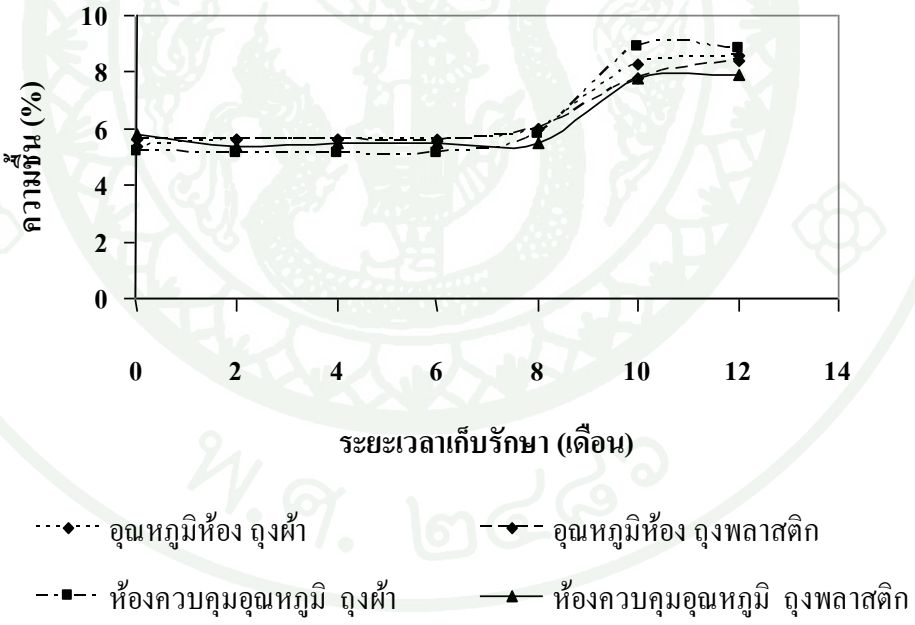


ภาพที่ 22 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2550 – กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551



ภาพที่ 24 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะการเก็บรักษาที่มีต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ความงอกมาตรฐาน

2.1 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่มีต่อความงอกมาตรฐานพบว่า เมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันทำให้ความงอกมาตรฐาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมล็ดที่เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ºC ± 2 ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 42± 2 %) มีความงอกเท่ากับ 87.16 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง (25 ºC ± 2 ºC และ ความชื้นสัมพัทธ์ 70± 2 %) มีความงอกต่ำสุดเท่ากับ 79.61 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16 และ 17) ทั้งนี้เนื่องจากในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง (ภาพผนวกที่ 1) ทำให้ความชื้นในเมล็ดโดยเฉลี่ยมีค่าสูงในเดือนที่ 10 และ 12 ของการเก็บรักษา (8.05-8.50 เปอร์เซ็นต์) ทำให้เมล็ดมีความงอกลดลง สอดคล้องกับ Ratree (2004) รายงานว่าในการศึกษาเปรียบเทียบการเก็บรักษาเมล็ดสบู่ดำสภาพอุณหภูมิห้อง พบว่า ความงอกของเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีเปอร์เซ็นต์งอก 90 89 88 86 85 77 55 และ 43 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 7 14 21 28 56 84 และ 112 วัน ตามลำดับ

2.2 ผลของภาชนะบรรจุพบว่า ภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความงอกของสบู่ดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสบู่ดำที่บรรจุในถุงผ้ามีความงอกเฉลี่ยเท่ากับ 75.30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่บรรจุในถุงพลาสติกมีความงอกเฉลี่ยแท่ากับ 70.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16 และ 18) ทั้งนี้เนื่องจากความชื้นในเมล็ดจะเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษาซึ่งเกิดจากการที่เมล็ดหายใจและคายน้ำออกมาไม่ว่าจะเป็นในภาชนะถุงผ้า และถุงพลาสติก (ตารางที่ 13 และ 14) แต่ถุงผ้าเป็นภาชนะที่สามารถถ่ายเทอากาศได้ดีกว่าในถุงพลาสติก (อารีย์, 2532; โกรินทร์ และนิศากร, 2555) ในขณะที่ความชื้นและอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากกระบวนการทางเคมีดังกล่าวนั้นไม่สามารถถ่ายเทออกสู่บรรยากาศภายนอกได้ เนื่องจากถุงพลาสติกผนึกแน่น ดังนั้นเมล็ดที่เก็บในถุงพลาสติกจึงมีการเสื่อมสูง เนื่องจากความชื้นในเมล็ดที่เพิ่มขึ้นมากกว่าในถุงผ้า จึงส่งผลให้ความงอกมาตรฐานต่ำกว่าเมล็ดที่เก็บไว้ในถุงผ้า (จวงจันทร์, 2529)

2.3 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าอายุในการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลทำให้เมล็ดมีความงอกเฉลี่ยลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมล็ดที่เก็บรักษาที่ 0 เดือน หรือก่อนนำเข้าเก็บรักษามีความงอกสูงสุดเท่ากับ 91.70 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นความงอกจะลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ตารางที่ 17 และ 18) ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดที่เก็บรักษาเป็นเวลานานจะมีความชื้นสูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีผลต่อความงอกของเมล็ด โดยเมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงขึ้นนั้นแสดงว่าเมล็ดมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพ ส่งผลให้เมล็ดมีความงอกลดลงไปด้วย (จวงจันทร์, 2529)

2.4 อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการเก็บรักษา กับภาชนะที่บรรจุ พบว่าความงอกของสบู่ดำที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องและในถุงผ้ามีความงอกสูงสุดเท่ากับ 82.17 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากเมล็ดที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกที่มีความงอกต่ำสุดเท่ากับ 79.61 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิ พบว่าเมล็ดที่เก็บในถุงผ้ามีความงอกสูงสุดเท่ากับ 87.16 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกับที่เก็บในถุงพลาสติกที่มีความงอกต่ำสุดเท่ากับ 83.41 เปอร์เซ็นต์ ความงอกของสบู่ดำที่เก็บในถุงผ้า และถุงพลาสติกที่ห้องควบคุมอุณหภูมิมีความงอกสูงกว่าที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 16 และภาพที่ 25) การเก็บรักษาเมล็ดสบู่ดำในถุงผ้าที่ห้องควบคุมอุณหภูมิสามารถรักษาความมีชีวิตของเมล็ดได้สูงสุดและอยู่ในมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์พืช และสภาพอุณหภูมิห้องการเก็บรักษาเมล็ดในถุงผ้าจะช่วยในการถ่ายเทอากาศ อุณหภูมิ และความชื้นที่สูงขึ้นได้ ส่วนในถุงพลาสติกนั้นความชื้นของเมล็ดที่สูงขึ้น (ตารางที่ 13 และ 14) จะถูกปลดปล่อย และไหลเวียนอยู่ภายในถุง และจะไปมีผลต่อกิจกรรมเมทบอลิซึมเกิดการย่อยสลายไขมัน ทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพได้ โดยที่การเสื่อมความงอกนั้นเกิดจากขบวนการลิปิดเปอร์รอกซิเดชั่น และการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนและเอนไซม์ (วันชัย, 2538; สุนันทา, 2549)

2.5 อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิ กับระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าความงอกของสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0 เดือนในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีความงอกสูงสุดเท่ากับ 92.00 เปอร์เซ็นต์ซึ่งไม่แตกต่างกันกับที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องโดยมีความงอก ที่ 0 เดือนเท่ากับ 91.40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ระยะ 2-10 เดือนของการเก็บรักษาเมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีความงอกสูงกว่าที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องในทุกระยะของการเก็บรักษา และแตกต่างกันทางสถิติ อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลทำให้ความงอกของสบู่ดำมีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 17 และภาพที่ 26) Kobilke (1989) รายงานว่าการลดลงของความมีชีวิตของเมล็ด ขึ้นอยู่กับสภาพการเก็บ และ ความยาวนานในการเก็บรักษา ความมีชีวิตของเมล็ดที่มีอายุแตกต่างกันตั้งแต่ ระยะ 1-24 เดือนโดยเก็บรักษาเมล็ดไว้เป็นเวลา 15 เดือน ความมีชีวิตลดลงต่ำเหลือเพียง 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นความมีชีวิตจะลดลงอย่างรวดเร็วซึ่งเกิดจากความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.6 อิทธิพลร่วมระหว่าง ภาชนะบรรจุ และระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่า ความงอกของสบู่ดำเก็บที่ระยะ 0 และ 2 เดือนเมล็ดที่เก็บไว้ในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีความงอกสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีความงอกที่ 0 และ 2 เดือน เท่ากับ 91.90 89.15 และ 91.50 89.30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนที่ระยะ 4-12 เดือนพบว่าสบู่ดำที่เก็บรักษาในถุงผ้ามีความงอกสูงกว่าที่เก็บในถุงพลาสติกและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีความงอกต่ำสุดที่ 12 เดือน ของถุงผ้าเท่ากับ 75.30 เปอร์เซ็นต์ และของถุงพลาสติกเท่ากับ 70.50 เปอร์เซ็นต์ ภาชนะที่บรรจุและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความงอกของสบู่ดำ (ตารางที่ 18 และภาพที่ 27) ทั้งนี้เนื่องจากถุงผ้าจะมีการระบายอากาศดีกว่าถุงพลาสติก จึงทำให้เมล็ดมีความชื้นสมดุลกับบรรยากาศได้ดีกว่าถุงพลาสติก (โกรินทร์ และ นิศากร, 2555) และสบู่ดำมีเปลือกแข็งซึ่งเป็นลักษณะของพืชตระกูล Euphorbiaceae จะสามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมที่แปรปรวน และปกป้องต้นอ่อนได้ดี

2.7 อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ภาชนะบรรจุ และระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่า ที่อุณหภูมิห้องเมล็ดที่เก็บรักษาทั้งในถุงผ้า และในถุงพลาสติกที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างกัน มีผลทำให้ความงอกลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดสบู่ดำที่เก็บในถุงผ้าที่อุณหภูมิห้องมีความงอกสูงสุดที่ 0 เดือนเท่ากับ 90.80 เปอร์เซ็นต์ และลดลงในเดือนที่ 2 4 6 8 10 และ 12 เดือนโดยมีความงอกเท่ากับ 86.50 85.30 84.30 81.50 74.50 และ 72.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเป็นไปในทำนองเดียวกันกับเมล็ดที่เก็บในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง มีความงอกสูงสุดที่ 0 เดือนเท่ากับ 92.00 เปอร์เซ็นต์ และลดต่ำลงในเดือนที่ 2 4 6 8 10 และ 12 เดือนโดยมีความงอกเท่ากับ 88.80 84.00 80.00 70.00 73.00 และ 69.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตุว่าเมล็ดที่เก็บในถุงผ้ามีแนวโน้มการลดลงของความงอกน้อยกว่าเมล็ดที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกโดยมีความงอกเฉลี่ยในถุงผ้าและถุงพลาสติกเท่ากับ 82.17 และ 79.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ยกเว้นที่ 0 และ 2 เดือนเมล็ดที่เก็บในถุงผ้ามีความงอกต่ำกว่าในถุงพลาสติก โดยมีความงอกในถุงผ้าและถุงพลาสติกที่ 0 เดือนเท่ากับ 90.80 และ 92.00 เปอร์เซ็นต์ และที่ 2 เดือนเท่ากัน 86.50 และ 88.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ห้องควบคุมอุณหภูมิเมล็ดที่เก็บรักษาทั้งในถุงผ้า และในถุงพลาสติกที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆมีผลต่อความงอกโดยความงอกลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดสบู่ดำที่เก็บในถุงผ้าที่ห้องควบคุมอุณหภูมิมีความงอกสูงสุดที่ 0 เดือนเท่ากับ 93.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ที่ 2 4 6 8 10 และ 12 เดือนโดยมีความงอกเท่ากับ 91.80 89.80 88.50 86.30 82.45 และ 78.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำนองเดียวกันเมล็ดที่เก็บในถุงพลาสติกที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ มีความงอกสูงสุดที่ 0 เดือนเท่ากับ 91.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ที่ 2 4 6 8 10 และ 12 เดือน โดยมีความงอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เท่ากับ 89.80 88.30 85.50 82.30 75.50 และ 71.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกพบว่าเมล็ดที่เก็บในถุงผ้ามีแนวโน้มของความงอกสูงกว่าที่เก็บในถุงพลาสติกโดยมีความงอกเฉลี่ยในถุงผ้า และถุงพลาสติกเท่ากับ 87.15 และ 83.41 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิห้องกับห้องควบคุมอุณหภูมิพบว่าเมล็ดสบู่ดำที่เก็บในอุณหภูมิห้องมีความงอกเฉลี่ยต่ำกว่าที่ห้องควบคุมอุณหภูมิโดยความงอกเฉลี่ยของอุณหภูมิห้องและห้องควบคุมอุณหภูมิเท่ากับ 80.89 และ 85.29 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ จิรากร (2526) ที่พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่เก็บรักษาไว้ในห้องอุณหภูมิ 60 ° C ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ จะมีความงอกสูงกว่าการเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง และยังสอดคล้องกับรายงานของ Ratree (2004) ที่พบว่าเมล็ดสบู่ดำที่เก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 20° C จะมีความงอกสูงกว่าเมล็ดที่เก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ ภาชนะบรรจุ และระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อความงอกของสบู่ดำอย่างชัดเจนและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 19 และภาพที่ 28) ทั้งนี้เนื่องจากสบู่ดำเป็นพืชน้ำมัน (ภาพผนวกที่ 2 3 4 5 และ 6) และความสัมพันธ์ระหว่างความชื้น อุณหภูมิในการเก็บรักษา และระยะเวลาในการเก็บรักษาของเมล็ด มีผลต่อคุณภาพของเมล็ด orthodox seed ดังสมการที่สามารถกำหนดความมีชีวิต ซึ่งได้จากสมการ Log P50 =Kv–C_1m –C_2t (Roberts, 1973) เช่นเดียวกับ Harrington (1972) รายงานว่า เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพืชไว้ในอุณหภูมิ และความชื้นต่ำจะสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืชได้ยาวนานขึ้น อย่างไรตาม Joker and Jepsen (2003) รายงานว่า เมล็ดสบู่ดำเป็นเมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง อายุการเก็บรักษาจะลดลงอย่างยิ่งเมื่อเก็บรักษาในสภาพเปิดแม้จะลดความชื้นของเมล็ดลง 5-7 เปอร์เซ็นต์ และนอกจากนี้มีรายงานของ Ratree (2004) ที่ศึกษาเปรียบเทียบการเก็บรักษาเมล็ดสบู่ดำสภาพอุณหภูมิห้อง พบว่าความงอกของเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีเปอร์เซ็นต์งอกลงจาก 90 เปอร์เซ็นต์ ก่อนการเก็บรักษาเหลือเพียง 43 เปอร์เซ็นต์ เมื่อการเก็บรักษามานาน 112 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ภาชนะที่บรรจุ	ความงอกมาตรฐานของเมล็ด (%) [1/]		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิ			
	อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)		
ถุงผ้า	B 82.17 c [2/]	A 87.16 a	84.67 a	-4.99 **
ถุงพลาสติก	B 79.61 d	A 83.41 b	81.51 b	-3.80 **
เฉลี่ย	B 80.89 b	A 85.29 a	83.09	-4.40 **
ค่าความแตกต่าง	2.56 **	3.75 **	3.15 **	
F-test		**		
C.V. (b) (%)		0.3		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ความงอกมาตรฐานของเมล็ด (%) [1/] อุณหภูมิ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิห้อง (25 ° C ± 2 ºC)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ° C ± 2 ºC)		
0	B 91.40 ab [2/]	A 92.00 a	91.70 a	-0.60 ns
2	B 87.65 d	A 90.80 b	89.22 b	-3.15 **
4	B 84.65 e	A 89.05 c	86.85 c	-4.40 **
6	B 82.15 f	A 87.00 d	84.58 d	-4.85 **
8	B 75.75 h	A 84.30 e	80.03 e	-8.55 **
10	B 73.75 j	A 78.98 g	76.36 f	-5.23 **
12	B 70.90 k	A 74.90 i	72.90 g	-4.00 **
เฉลี่ย	80.89 b	85.29 a	83.09	-4.40 **
F-test		**		
C.V. (c) (%)		0.5		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ความงอกมาตรฐานของเมล็ด (%) [1/] ภาชนะที่บรรจุ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	ถุงผ้า	ถุงพลาสติก		
0	91.90 a [2/]	91.50 a	91.70 a	0.40 ns
2	89.15 b	89.30 b	89.22 b	-0.15 ns
4	A 87.55 c	B 86.15 d	86.85 c	1.40 **
6	A 86.40 ed	B 82.75 f	84.58 d	3.65 **
8	A 83.90 e	B 76.15 h	80.03 e	7.75 **
10	A 78.48 g	B 74.25 j	76.36 f	4.22 **
12	A 75.30 i	B 70.50 k	72.90 g	4.80 **
เฉลี่ย	A 84.67 a	B 81.51 b	83.09	3.15 **
F-test		**		
C.V. (c) (%)		0.5		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ความงอกมาตรฐานของเมล็ด (%) [1/] ภาชนะที่บรรจุ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	ถุงผ้า	ถุงพลาสติก		
อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)				
0	B 90.80 a [2/]	A 92.00 a	91.40 a	-1.20 **
2	B 86.50 b	A 88.80 b	87.65 b	-2.30 **
4	A 85.30 c	B 84.00 c	84.65 c	1.30 **
6	A 84.30 d	B 80.00 d	82.15 d	4.30 **
8	A 81.50 e	B 70.00 f	75.75 e	11.50 **
10	A 74.50 e	B 73.00 f	73.75 f	1.50 **
12	B 72.30 g	A 69.50 f	70.90 g	2.80 **
เฉลี่ย	A 82.17 a	B 79.61 b	80.89	2.56 **
ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)				
0	A 93.00 a	B 91.00 a	92.00 a	2.00 **
2	A 91.80 a	B 89.80 b	90.80 b	2.00 **
4	A 89.80 c	B 88.30 c	89.05 c	1.50 **
6	A 88.50 d	B 85.50 d	87.00 d	3.00 **
8	A 86.30 e	B 82.30 e	84.30 e	4.00 **
10	A 82.45 f	B 75.50 f	78.97 f	6.95 **
12	A78.30 g	B 71.50 g	74.90 g	6.80 **
เฉลี่ย	A 87.16 a	B 83.41 b	85.29	3.75 **
F-test			**	
C.V. (b) (%)			0.3	
C.V. (c) (%)			0.5	

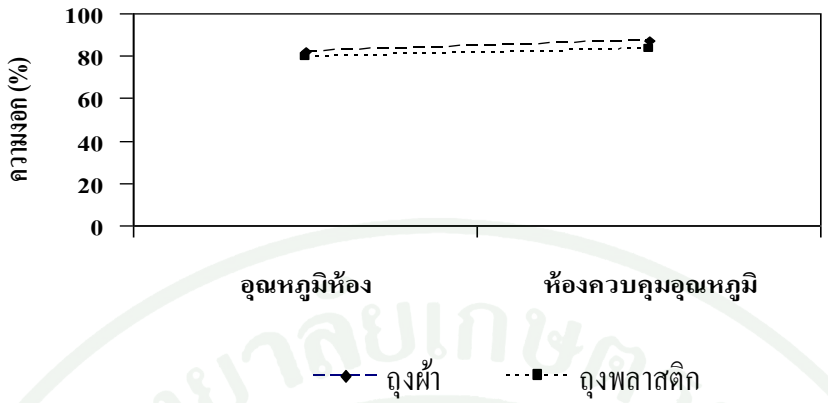
หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

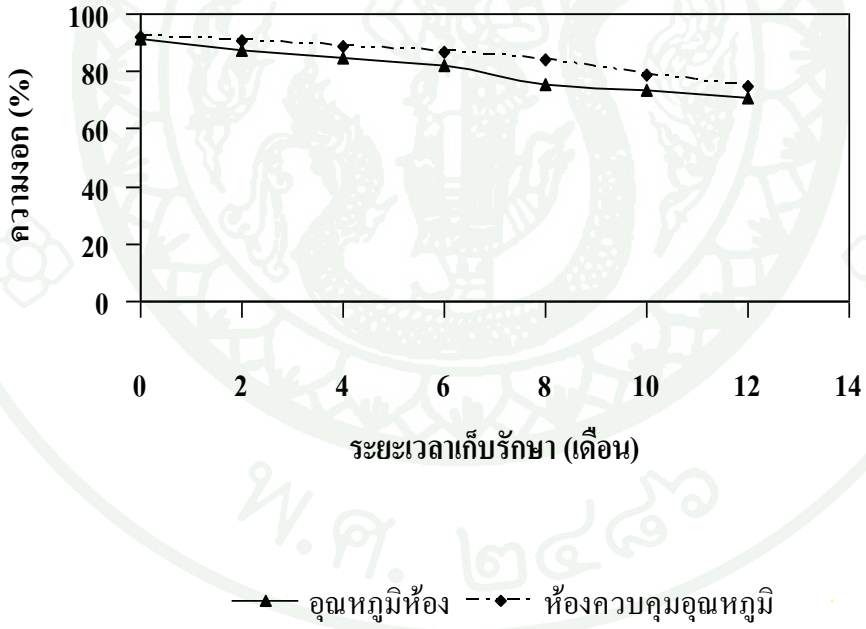
ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

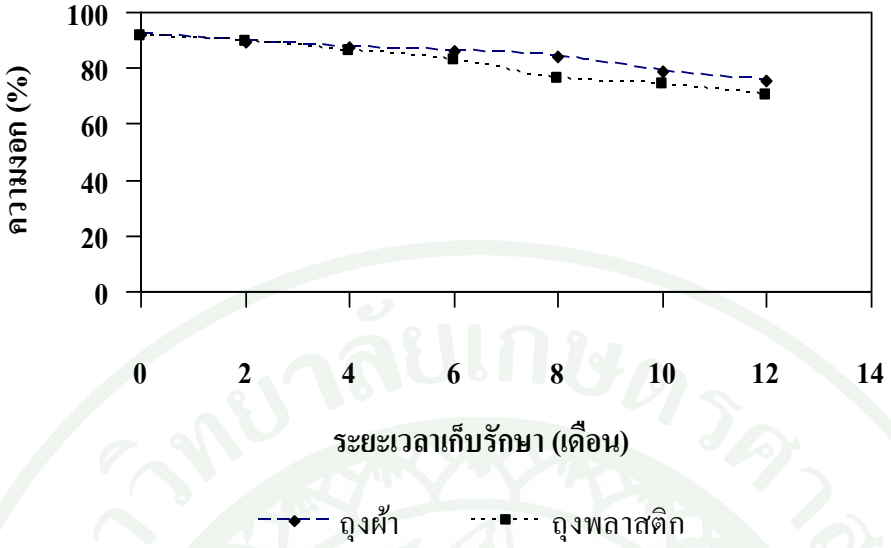


ภาพที่ 25 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 เพาะในทราย เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

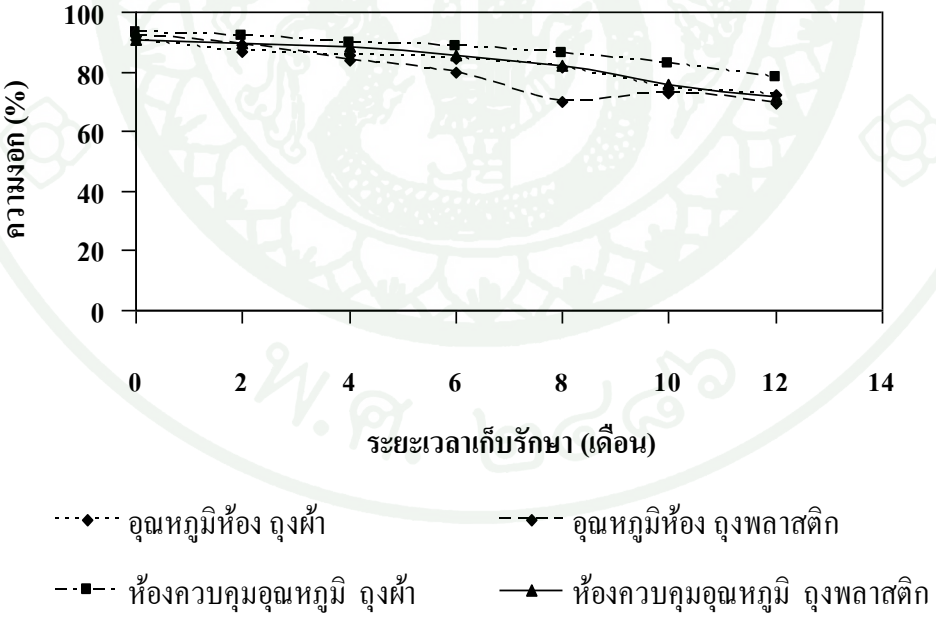


ภาพที่ 26 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 เพาะในทราย เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 27 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษา ที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 เพาะในทราย เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 – กันยายน 2551



ภาพที่ 28 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษา ที่มีต่อความงอกมาตรฐานของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 เพาะในทราย เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 – กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เวลาเฉลี่ยในการงอก

3.1 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาพบว่า เมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย ไม่แตกต่างกัน โดยที่เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ºC ± 2 ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 42± 2 %) มีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย ท่ากับ 6.98 วัน และเมล็ดที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC และ ความชื้นสัมพัทธ์ 70± 2 %) มีระยะเวลาการงอกเฉลี่ยเท่ากับ 7.16 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยของทั้งสองสภาพเท่ากับ 7.07 วัน (ตารางที่ 20 และ 21) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ อภิรดี (2553) ที่พบว่าเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บในสภาพควบคุม (20 ºC 40 %RH) และในสภาพอุณหภูมิห้องนั้นไม่แตกต่างกันแต่ใช้เวลาน้อยกว่าคือเพียง 5-6 วัน

3.2 ผลของภาชนะบรรจุพบว่า ภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันมีผลทำให้ระยะเวลาการงอกเฉลี่ยของสบู่ดำไม่แตกต่างกัน โดยสบู่ดำที่บรรจุในถุงผ้ามีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย เท่ากับ 7.16 วัน และที่บรรจุในถุงพลาสติกมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย เท่ากับ 6.98 วันโดยมีค่าเฉลี่ยของทั้งสองชนิดเท่ากับ 7.07 วัน (ตารางที่ 20 และ 22)

3.3 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาพบว่าอายุในการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลทำให้เมล็ดมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ยมากขึ้น และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมล็ดที่เก็บรักษาที่ 0 เดือนมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ยน้อยสุดเท่ากับ 5.62 วัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากเมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้นและเมล็ดมีความแข็งแรงลดลงส่งผลให้เมล็ดงอกได้ช้าลง สอดคล้องกับรายงานของ อภิรดี (2553) (ตารางที่ 21 และ 22)

3.4 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิในการเก็บรักษากับภาชนะบรรจุพบว่าเมล็ดที่เก็บที่อุณหภูมิห้องเก็บในถุงผ้ามีระยะเวลาการงอกเฉลี่ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดที่เก็บในถุงพลาสติกและยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดที่เก็บในถุงผ้าที่ห้องควบคุมอุณหภูมิโดยเมล็ดที่เก็บในถุงผ้ามีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย มากที่สุดเท่ากับ 7.32 วัน ส่วนเมล็ดที่เก็บในถุงพลาสติกที่ห้องควบคุมอุณหภูมิมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 6.96 วัน (ตารางที่ 20 และภาพที่ 29)

3.5 อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิ กับระยะเวลาในการเก็บรักษา ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อระยะเวลาการงอกเฉลี่ย และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สภาพอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่มีผลกับระยะเวลาการงอกเฉลี่ย ยกเว้นที่อายุการเก็บรักษาที่ 2 10 และ 12เดือน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการทดลองพบว่าที่ระยะ 0 เดือน เมล็ดที่เก็บ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในสภาพอุณหภูมิห้อง และห้องควบคุมอุณหภูมิมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย 5.70 และ 5.54 วัน ส่วนที่ระยะ 2 10 และ 12 เดือน เมล็ดที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้อง และห้องควบคุมอุณหภูมิมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ยเท่ากับ 10.36 6.14 8.35 และ 10.06 5.76 7.74 วัน ตามลำดับ ระหว่างเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง และห้องควบคุมอุณหภูมิพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการงอกเฉลี่ยเท่ากับ 7.16 และ 6.98 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 21 และภาพที่ 30) ทั้งนี้เนื่องจาก เมล็ดที่เก็บรักษายาวนานขึ้นจะมีความชื้นสูงขึ้น (ตารางที่ 13 และ14) และมีผลทำให้เมล็ดเสื่อมความงอกและความแข็งแรง เนื่องจากในขณะที่เมล็ดเสื่อมสภาพ จะมีการสะสมของสารพิษที่เป็น by-product ของการหายใจเพิ่มขึ้น เช่น ethanol และ aldehyde ซึ่งแสดงว่าไมโตคอนเดรียเกิดความเสียหาย ไม่สามารถดำเนินกิจกรรม glycolytic ทำให้เกิดกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic catabolism) Abu-Shakra and Ching (1967) รายงานว่าการใช้ออกซิเจนของเมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำในพืชหลายชนิดไม่แตกต่างจากเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงแต่อย่างใด แต่เมล็ดที่เสื่อมนั้นจะสูญเสียประสิทธิภาพของการหายใจ และจากการเปรียบเทียบไมโตคอนเดรียระหว่างเมล็ดเก่ากับเมล็ดใหม่ในถั่วเหลืองพบว่า ในเมล็ดเก่าไมโตคอนเดรียจะบวม เยื่อหุ้มผิดรูปร่างส่งผลให้ ATP ลดลง (Gidrol *et al*., 1988)

3.6 อิทธิพลร่วมระหว่าง ภาชนะบรรจุและระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อระยะเวลาการงอกเฉลี่ย และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ภาชนะบรรจุไม่มีผลกับระยะเวลาการงอกเฉลี่ย ยกเว้นที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการทดลองพบว่าที่ระยะ 0 เดือน เมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย ต่ำสุดเท่ากับ 5.60 และ 5.64 วัน และที่ระยะ 12 เดือน เมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย เท่ากับ 8.10 และ 7.99 วัน ตามลำดับ ส่วนที่ระยะ 2 เดือน เมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย เท่ากับ 10.51 และ 9.91 วันตามลำดับ ระหว่างเก็บรักษาในถุงผ้าและถุงพลาสติกพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการงอกเฉลี่ย 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 7.16 และ 6.98 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 22 และภาพที่ 31) ทั้งนี้เนื่องจาก เมล็ดที่เก็บรักษายาวนานขึ้นจะมีความชื้นสูงขึ้น (ตารางที่ 13 และ14) และมีผลทำให้ความแข็งแรงต่ำ เนื่องจากกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อรา โดยเชื้อราบางชนิด จะปล่อยเอ็นไซม์ lipase ออกมา ซึ่งเอ็นไซม์ชนิดนี้มีอยู่แล้วในเมล็ดพืชน้ำมัน จึงทำให้ปริมาณเอ็นไซม์ lipase เพิ่มขึ้นและจะย่อย triglyceride ซึ่งอยู่ในรูปไขมันให้สลายกลายเป็นกรดไขมันอิสระในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญในการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด โดยเฉพาะเมื่อเมล็ดมีความชื้นสูงเกิน 12 เปอร์เซ็นต์ (Harrington, 1972)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.7 อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ภาชนะบรรจุ และระยะเวลาในการเก็บรักษา จากผลการทดลอง พบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง ในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน มีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นที่ระยะ 4 6 และ 8 เดือน โดยมีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการงอกเฉลี่ย ของเมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกเท่ากับ 7.32 และ 7.01 วัน ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อระยะเวลาการงอกเฉลี่ย ของเมล็ดสบู่ดำเมื่อเก็บรักษานานขึ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระยะ 0 เดือน เมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย ต่ำสุดเท่ากับ 5.70 และ 5.70 วัน และที่ระยะ 12 เดือน เมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 8.50 และ 8.20 วันตามลำดับ สำหรับเมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิ พบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย ไม่แตกต่างกันทางสถิติยกเว้นที่ระยะ 2 เดือน โดยค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการงอกเฉลี่ยที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกเท่ากับ 6.99 และ 6.96 วัน ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อระยะเวลาการงอกเฉลี่ย ของเมล็ดสบู่ดำเมื่อเก็บรักษานานขึ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ระยะ 0 เดือนเมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย ต่ำสุดเท่ากับ 5.50 และ 5.58 วัน และที่ระยะ 12 เดือน เมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย เท่ากับ 7.70 และ 7.77 วัน ตามลำดับ สำหรับที่ระยะ 2 เดือนพบว่าเมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีระยะเวลาการงอกเฉลี่ย 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 10.23 และ 9.90 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 23 และ ภาพที่ 32)

จากการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ด โดยหาระยะเวลาในการงอก ขึ้นกับสภาพแวดล้อมในช่วงเพาะเมล็ด และการเจริญเติบโตในกระบะทราย จะเห็นได้ว่าถ้าอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (ภาพผนวกที่ 1) จะทำให้พืชเจริญเติบโตช้า และถ้าอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์สูง ระยะเวลาในการงอก จะลดลง เนื่องจากเป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชทำให้พืชเจริญเติบโตได้รวดเร็ว เช่นเดียวกับรายงานที่ว่า สบู่ดำสามารงอกได้อย่างรวดเร็วภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (Jocker and Jepsen, 2003) และพบว่าในการเพาะทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้ยังคงมีความแข็งแรงสูง เนื่องจากใช้ระยะเวลางอกไม่นาน ซึ่งผลจากการทดลองสามารถใช้คาดคะเนในการปลูกเมล็ดสบู่ดำในแปลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Shen and Oden (2000) รายงานว่าผลของระยะเวลาในการงอก มีความสัมพันธ์กับการคาดคะเนเวลาในการงอกซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสำหรับใช้วัดการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของเมล็ดในระหว่างการเก็บรักษาและอาจจะใช้เพื่อประเมินความงอกในแปลงปลูก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ภาชนะที่บรรจุ	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน) [1/]		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิ			
	อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)		
ถุงผ้า	A 7.32 a [2/]	B 6.99 b	7.16 a	0.32 *
ถุงพลาสติก	7.01 b	6.96 b	6.98 a	0.05 ns
เฉลี่ย	7.16 a	6.98 a	7.07	0.19 ns
ค่าความแตกต่าง	0.31 *	0.03 ns	0.17 ns	
F-test		**		
C.V. (b) (%)		2.6		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อ เวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดพันธุ์ สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน) [1/] อุณหภูมิ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)		
0	5.70 h [2/]	5.54 h	5.62 f	0.16 ns
2	A 10.36 a	B 10.06 b	10.21 a	0.30 *
4	7.46 e	7.60 de	7.53 c	-0.14 ns
6	5.75 h	5.64 h	5.69 ef	0.11 ns
8	6.38 fg	6.50 f	6.44 d	-0.13 ns
10	A 6.14 g	B 5.76 h	5.95 e	0.38 **
12	A 8.35 c	B 7.74 d	8.04 b	0.61 **
เฉลี่ย	7.16 a	6.98 a	7.07	0.19 ns
F-test		**		
C.V. (c) (%)		2.6		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อ เวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน) [1/] ภาชนะที่บรรจุ ถุงผ้า	ถุงพลาสติก	เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
0	5.60 g [2/]	5.64 g	5.62 f	-0.04 ns
2	A 10.51 a	B 9.91 b	10.21 a	0.60 **
4	7.61 d	7.45 d	7.53 c	0.16 ns
6	5.69 g	5.70 g	5.69 ef	-0.01 ns
8	6.52 e	6.35 e	6.44 d	0.17 ns
10	6.05 f	5.85 f	5.95 e	0.20 ns
12	8.10 c	7.99 c	8.04 b	0.11 ns
เฉลี่ย	7.16 a	6.98 a	7.07	0.17 ns
F-test			**	
C.V. (c) (%)			2.6	

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อ เวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน) [1/] ภาชนะที่บรรจุ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	ถุงผ้า	ถุงพลาสติก		
อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)				
0	5.70 e [2/]	5.70 e	5.70 e	0.00 ns
2	10.80 a	9.93 a	10.36 a	0.88 **
4	7.53 c	7.40 c	7.46 c	0.13 ns
6	5.80 e	5.70 e	5.75 e	0.10 ns
8	6.45 d	6.30 d	6.38 d	0.15 ns
10	A 6.45 d	B 5.83 e	6.14 d	0.63 **
12	8.50 b	8.20 b	8.35 b	0.30 *
เฉลี่ย	7.32 a	7.01 b	7.16	0.31 *
ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)				
0	A 5.50 d	B 5.58 f	5.54 d	-0.08 ns
2	10.23 a	9.90 a	10.06 a	0.33 *
4	A 7.70 b	B 7.50 c	7.60 b	0.20 ns
6	A 5.58 d	B 5.70 ef	5.64 d	-0.13 ns
8	A 6.60 c	B 6.40 d	6.50 c	0.20 ns
10	A 5.65 d	B 5.88 e	5.76 d	-0.23 ns
12	7.70 b	7.77 b	7.74 b	-0.07 ns
เฉลี่ย	6.99 a	6.96 a	6.98	0.03 ns
F-test		**		
C.V. (b) (%)		2.6		
C.V. (c) (%)		2.6		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

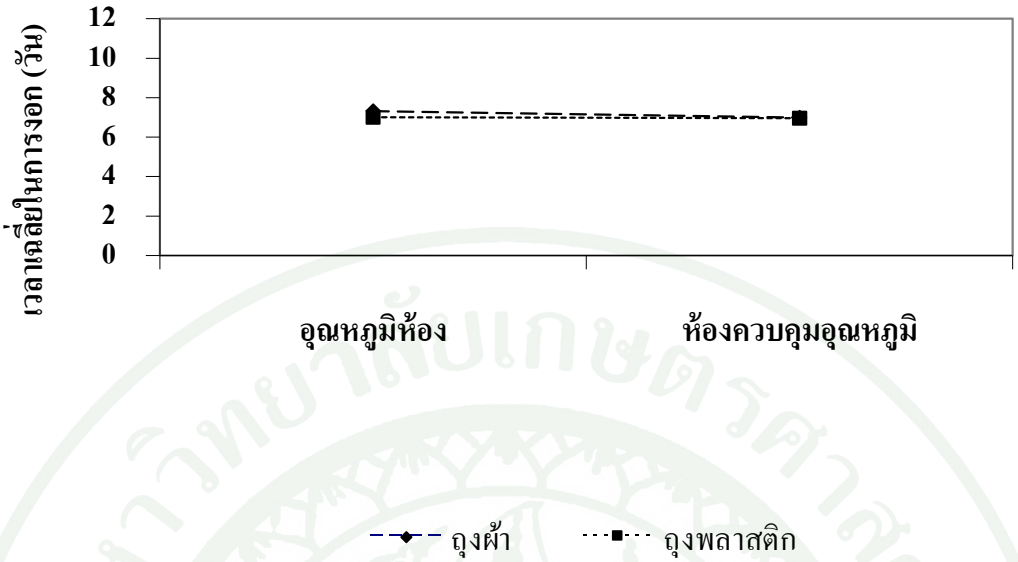
[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

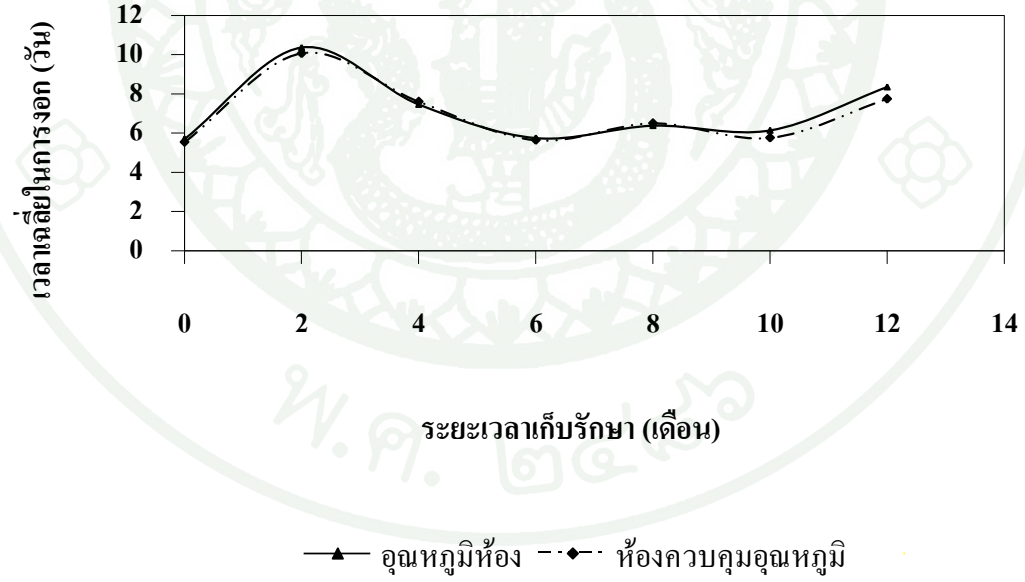
* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

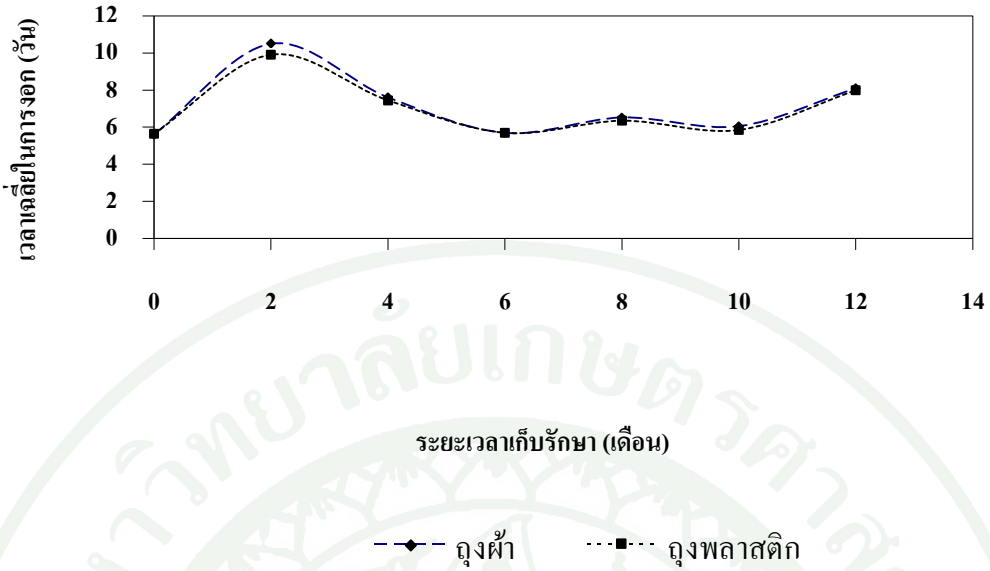


ภาพที่ 29 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และ ภาชนะที่มีต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

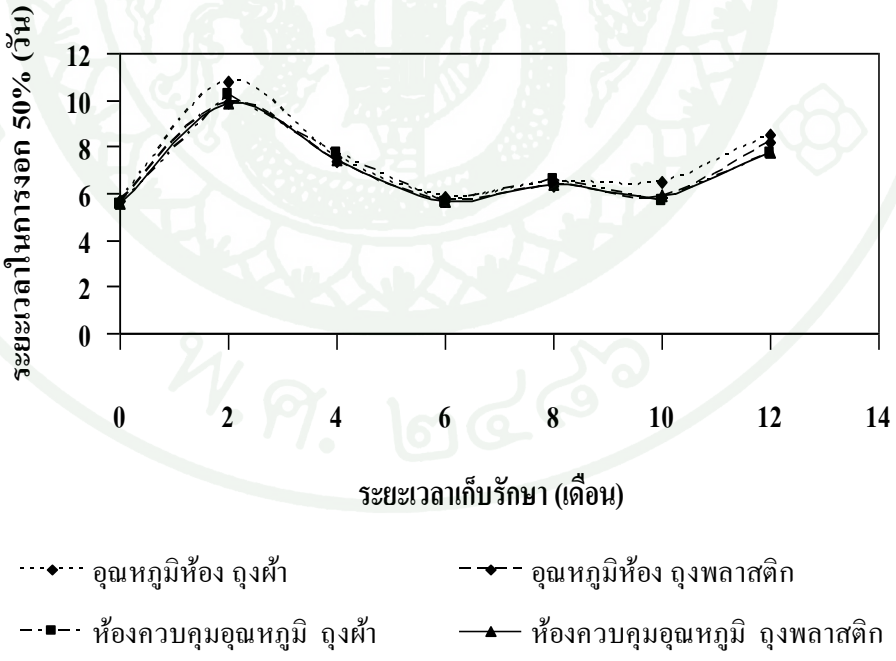


ภาพที่ 30 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 31 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่ เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551



ภาพที่ 32 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่ เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ความงอกในไร่

ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษา จากการทดสอบในสภาพไร่ (นับที่ 21 วันหลังปลูก) พบว่า เมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันทำให้ความงอกของสบู่ดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ºC ± 2 ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 42± 2 %) มีความงอกเท่ากับ 75.70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง (25ºC ± 2ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 70± 2 %) มีความงอกต่ำสุดเท่ากับ 72.37 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยของทั้งสองสภาพเท่ากับ 74.03 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 25 และ 26)

ผลของภาชนะบรรจุพบว่า ภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความงอกของสบู่ดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสบู่ดำที่บรรจุในถุงผ้ามีคามงอกสูงสุดเท่ากับ 77.03 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่บรรจุในถุงพลาสติกมีความงอกต่ำสุดเท่ากับ 71.03 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยของทั้งสองชนิดเท่ากับ 74.03 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 25 และ 27)

ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าอายุในการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลทำให้เมล็ดมีความงอกลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมล็ดที่เก็บรักษาที่ 0 เดือนมีความงอกสูงสุดเท่ากับ 86.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่เมล็ดที่เก็บรักษานาน 2 4 6 8 10 และ 12 เดือน ซึ่งมีความงอกเท่ากับ 82.94 79.45 73.78 70.56 64.52 และ 60.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เทียบกับค่าเฉลี่ยของทุกระยะในการเก็บรักษาเท่ากับ 74.03 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 26 และ 27)

อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการเก็บรักษากับภาชนะที่บรรจุ พบว่าความงอกของสบู่ดำที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเมล็ดที่เก็บไว้ในถุงผ้ามีความงอกสูงสุดเท่ากับ 75.73 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากเมล็ดที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกที่มีความงอกต่ำสุดเท่ากับ 69.01 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิพบว่าเมล็ดที่เก็บในถุงผ้ามีความงอกสูงสุดเท่ากับ 78.34 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกับที่เก็บในถุงพลาสติกที่มีความงอกต่ำสุดเท่ากับ 73.06 เปอร์เซ็นต์ ความงอกของสบู่ดำที่เก็บในถุงผ้าและถุงพลาสติกที่ห้องควบคุมอุณหภูมิมีความงอกสูงกว่าที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องอย่างชัดเจน (ตารางที่ 25 และภาพที่ 33)

อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิ กับระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าความงอกของสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0 เดือนในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีความงอกสูงสุดเท่ากับ 88.40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันกับที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องที่มีความงอก ที่ 0 เดือนเท่ากับ 84.90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ระยะ 2-10 เดือนของการเก็บรักษาเมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีความงอกสูงกว่าที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องในทุกระยะของการเก็บรักษายกเว้นที่ระยะ 12 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของการเก็บรักษาเมล็ดที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องมีแนวโน้มที่ความงอกสูงกว่าที่เก็บในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิ อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลทำให้ความงอกของสบู่ดำมีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 26 และภาพที่ 34)

อิทธิพลร่วมระหว่าง ภาชนะบรรจุและระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าความงอกของสบู่ดำเก็บที่ระยะ 0 เดือนเมล็ดที่เก็บไว้ในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีความงอกสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีความงอกเท่ากับ 86.90 และ 86.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ระยะ 2 เดือน พบว่าสบู่ดำที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกมีความงอกสูงกว่าที่เก็บในถุงผ้าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีความงอกเท่ากับ 83.75 และ 82.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ระยะ 4-12 เดือนเมล็ดสบู่ดำที่เก็บในถุงผ้ามีความงอกสูงกว่าที่เก็บในถุงพลาสติกอย่างชัดเจน ภาชนะที่บรรจุและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความงอกของสบู่ดำ (ตารางที่ 27 และภาพที่ 35)

อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ภาชนะบรรจุ และระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าเมล็ดสบู่ดำที่อุณหภูมิห้องเมล็ดที่เก็บในถุงผ้าที่ระยะเวลาต่างๆมีความงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระยะ 0 เดือนเมล็ดมีความงอกสูงสุดเท่ากับ 85.80 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ที่ระยะ 2 4 6 12 8 และ 10 เดือนโดยมีความงอกเท่ากับ 80.00 77.00 73.50 71.50 และ 68.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับเมล็ดที่เก็บในถุงพลาสติกที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างกันมีความงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีความงอกสูงสุดที่ระยะ 0 เดือนเท่ากับ 84.00 เปอร์เซ็นต์รองลงมาได้แก่ที่ระยะ 2 4 8 6 10 และ12 เดือนโดยมีความงอกเท่ากับ 82.00 74.30 67.00 64.45 62.50 และ 48.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดที่เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ พบว่าเมล็ดที่เก็บในถุงผ้าและในถุงพลาสติกเมล็ดมีความงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระยะเวลาในการเก็บรักษา เมล็ดที่เก็บในถุงผ้าที่ระยะ 0 เดือนมีความงอกสูงสุดเท่ากับ 88.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ที่ระยะ 2 4 6 8 10 และ 12 เดือน โดยมีความงอกเท่ากับ 84.27 83.00 81.80 71.80 70.47 และ 69.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดที่เก็บในถุงพลาสติกที่ระยะ 0 เดือนมีความงอกสูงสุดเท่ากับ 88.80 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ที่ระยะ 2 4 8 6 10 และ 12 เดือนโดยมีความงอกเท่ากับ 85.50 83.50 74.50 72.80 56.00 และ 50.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อุณหภูมิ ภาชนะบรรจุ และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดสบู่ดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ($13^{o}C \pm 2^{o}C$) เมล็ดสบู่ดำที่เก็บในถุงผ้าหรือถุงพลาสติกที่ระยะ 0 เดือนเมล็ดมีความงอกสูงสุดไม่แตกต่างกันโดยมีความงอกเท่ากับ 88.00 และ 88.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดสบู่ดำในถุงผ้าหรือถุงพลาสติกที่ระยะ 0-6 เดือนพบว่ามีความงอกเฉลี่ยเท่ากับ 81.80 และ 72.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่เมล็ดสบู่ดำที่เก็บในถุงพลาสติกที่ระยะเวลา 12 เดือนมีความงอกต่ำสุดเท่ากับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50.30 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง เมล็ดสบู่ดำที่เก็บในถุงผ้าหรือถุงพลาสติกที่ระยะ 0 เดือนเมล็ดมีความงอกสูงสุดไม่แตกต่างกันโดยมีความงอกเท่ากับ 85.80 และ 84.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดสบู่ดำในถุงผ้าหรือถุงพลาสติกที่ระยะ 0-6 เดือน พบว่ามีความงอกเฉลี่ยเท่ากับ 73.50 และ 67.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ระยะเวลา 12 เดือน เมล็ดสบู่ดำที่เก็บในถุงพลาสติกมีความงอกต่ำสุดเท่ากับ 48.50 เปอร์เซ็นต์

การเสื่อมของเมล็ดเกิดจากสภาพการเก็บรักษาที่มีความชื้น อุณหภูมิ ระยะเวลาและเมล็ดพันธุ์ โดยที่เมล็ดพืชที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบในเมล็ดจะมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นเมื่อเมล็ดมีการเสื่อมเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Priestley (1986) รายงานว่า กรดไขมันอิสระสะสมมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา peroxidation ของไขมันในเมล็ด Benson (1990) รายงานว่า กรดไขมันอิสระและการสะสมไขมันในเมล็ดสูงเป็นสาเหตุให้เกิดขบวนการทางชีวเคมีเกิดความเสียหายเป็นอันตรายต่อเมล็ดได้

ตารางที่ 24 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ภาชนะที่บรรจุ	ความงอกในไร่ (%) [1/]		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิ			
	อุณหภูมิห้อง (25 ° C ± 2 °C)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ° C ± 2 °C)		
ถุงผ้า	B 75.73 b [2/]	A 78.34 a	77.03 a	-2.61 *
ถุงพลาสติก	B 69.01 d	A 73.06 c	71.03 b	-4.05 **
เฉลี่ย	B 72.37 b	A 75.70 a	74.03	-3.33 **
ค่าความแตกต่าง	6.72 **	5.28 **	6.00 **	
F-test		*		
C.V. (b) (%)		1.5		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษา ที่มีต่อความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ความงอกในไร่ (%) [1/] อุณหภูมิ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)		
0	B 84.90 b [2/]	A 88.40 a	86.65 a	-3.50 **
2	B 81.00 d	A 84.89 b	82.94 b	-3.89 **
4	B 75.65 f	A 83.25 c	79.45 c	-7.60 **
6	B 70.25 h	A 77.30 e	73.78 d	-7.05 **
8	B 67.98 i	A 73.15 g	70.56 e	-5.17 **
10	A 65.80 j	B 63.24 k	64.52 f	2.56 **
12	61.00 l	59.65 l	60.33 g	1.35 ns
เฉลี่ย	B 72.37 b	A 75.70 a	74.03	-3.33 **
F-test		**		
C.V. (c) (%)		1.4		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาการเก็บรักษา ที่มีต่อความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ความงอกในไร่ (%) [1/] ภาชนะที่บรรจุ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	ถุงผ้า	ถุงพลาสติก		
0	86.90 a [2/]	86.40 a	86.65 a	0.50 ns
2	A 82.14 c	B 83.75 b	82.94 b	-1.61 *
4	A 80.00 d	B 78.90 d	79.45 c	1.10 *
6	A 77.65 e	B 69.90 g	73.77 d	7.75 **
8	A 71.65 f	B 69.47 g	70.56 e	2.18 **
10	A 69.64 g	B 59.40 h	64.52 f	10.24 **
12	A 71.25 f	B 49.40 i	60.33 g	21.85 **
เฉลี่ย	A 77.03 a	B 71.03 b	74.03	6.00 **
F-test		**		
C.V. (c) (%)		1.4		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 29 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อความงอกในไร่ปลูกของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ความงอกในไร่ (%) [1/] ภาชนะที่บรรจุ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	ถุงผ้า	ถุงพลาสติก		
อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)				
0	A 85.80 a [2/]	B 84.00 a	84.90 a	1.80 *
2	B 80.00 b	A 82.00 b	81.00 b	-2.00 *
4	A 77.00 c	A 74.30 c	75.65 c	2.70 **
6	A 73.50 d	B 67.00 d	70.25 d	6.50 **
8	A 71.50 e	B 64.45 e	67.97 e	7.05 **
10	A 68.80 f	B 62.80 f	65.80 f	6.00**
12	A 73.50 d	B 48.50 g	61.00 g	25.00 **
เฉลี่ย	A 75.73 a	B 69.01 b	72.37	6.72 **
ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)				
0	88.00 a	88.80 a	88.40 a	-0.80 ns
2	84.27 b	85.50 b	84.89 b	-1.23 ns
4	83.00 bc	83.50 c	83.25 c	-0.50 ns
6	A 81.80 c	B 72.80 e	77.30 d	9.00 **
8	B 71.80 d	A 74.50 d	73.15 e	-2.70 **
10	A 70.47 de	B 56.00 f	63.24 f	14.47 **
12	A 69.00 e	B 50.30 g	59.65 g	18.70 **
เฉลี่ย	A 78.33 a	B 73.06 b	75.70	5.27 **
F-test		**		
C.V. (b) (%)		1.5		
C.V. (c) (%)		1.4		

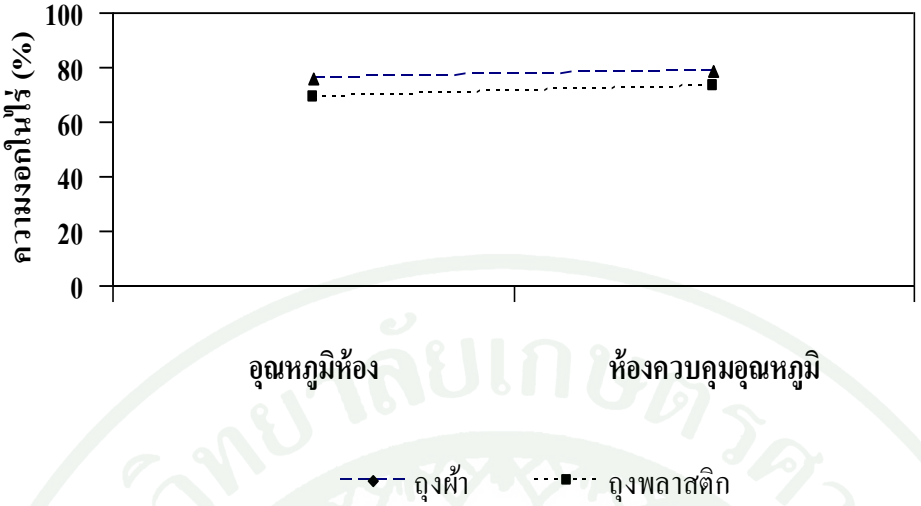
หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

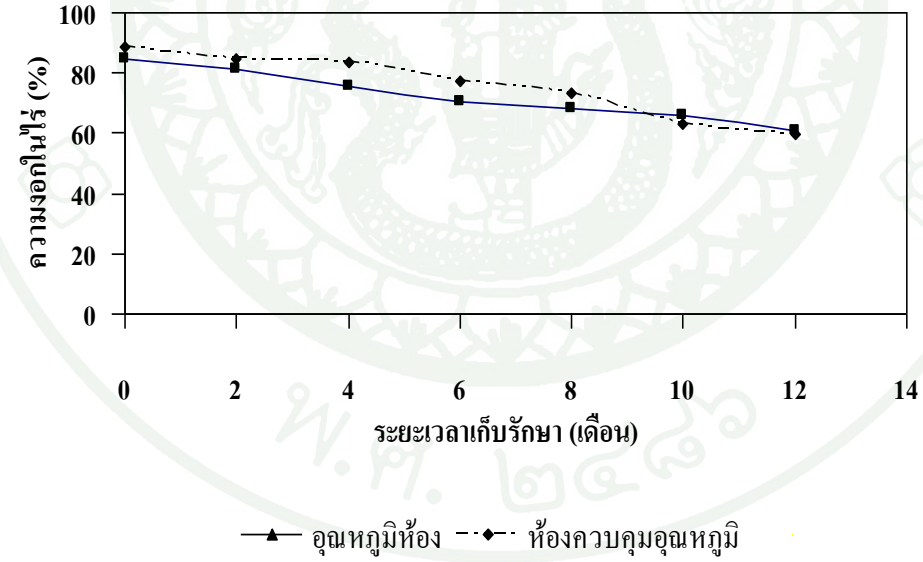
ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

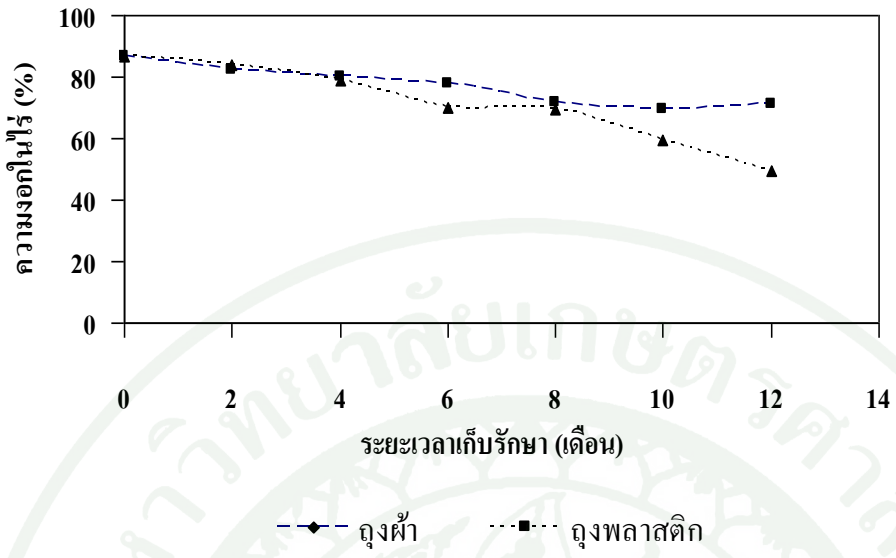


ภาพที่ 33 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อความงอกในไร่ (Field emergence test) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

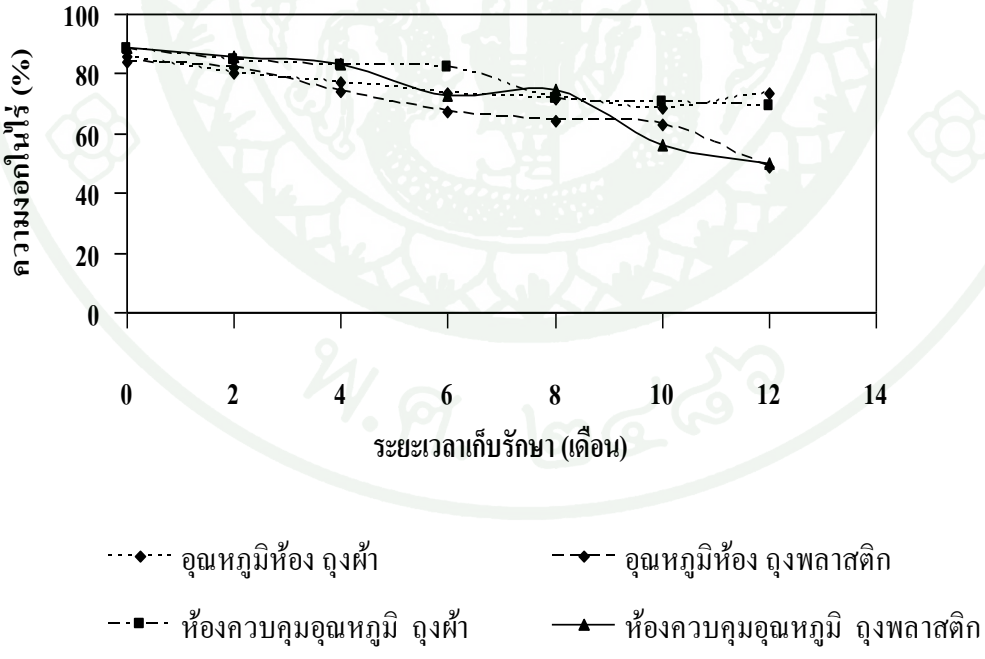


ภาพที่ 34 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาที่มีต่อความงอกในไร่ (Field emergence test) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 35 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาที่มีต่อความงอกในไร่ (Field emergence test) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551



ภาพที่ 36 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาที่มีต่อความงอกในไร่ (Field emergence test) ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ปริมาณน้ำมันในเมล็ด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในเมล็ดของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาในสภาพต่างๆได้ผลดังนี้ (ภาพผนวกที่ 9)

5.1 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่าเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันมีปริมาณน้ำมัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีแนวโน้มปริมาณน้ำมันต่ำกว่าในสภาพอุณหภูมิห้อง ปริมาณน้ำมันของสบู่ดำในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.00 เปอร์เซ็นต์ และที่สภาพอุณหภูมิห้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.38 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยของทั้งสองสภาพเท่ากับ 50.69 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 28 และ 29)

5.2 ผลของภาชนะบรรจุ พบว่าภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณน้ำมันของเมล็ดสบู่ดำ ปริมาณน้ำมันของสบู่ดำที่บรรจุในถุงผ้าเฉลี่ยเท่ากับ 50.55 เปอร์เซ็นต์ และที่บรรจุในถุงพลาสติกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.83 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยของทั้งสองสภาพเท่ากับ 50.69 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 28 และ 30)

5.3 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าเมื่อเก็บรักษาเมล็ดสบู่ดำนานขึ้นมีผลทำให้ปริมาณน้ำมันลดลงในเดือนที่ 6 -12 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในเดือนที่ 0-4 ไม่มีความแตกต่างกัน เมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาที่ระยะ 0 2 และ 4 เดือน มีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 52.89 52.91 และ 52.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ที่ระยะ 6 8 10 และ 12 เดือน ซึ่งมีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 47.80 48.90 48.16 และ 51.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน ในทุกระยะเวลาในการเก็บรักษาเท่ากับ 50.69 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 29 และ 30) ขณะที่อภิรดี (2552) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์สบู่ดำเบอร์ 20 (KUBP 20) และ 65 (KUBP 65) ซึ่งเก็บรักษาในสภาพควบคุม (20ºC ความชื้นสัมพัทธ์ 40%) และในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0 2 4 และ 6 เดือน มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดไม่แตกต่างกัน

5.4 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิในการเก็บรักษากับภาชนะบรรจุ พบว่าในสภาพอุณหภูมิห้อง เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้าและถุงพลาสติกไม่มีผลกับปริมาณน้ำมันในเมล็ด แต่ในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิภาชนะบรรจุมีผลกับปริมาณน้ำมันของเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถิติ เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้า เก็บในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีปริมาณน้ำมันเฉลี่ยต่ำกว่าเมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติก เมล็ดที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องบรรจุในถุงผ้าและถุงพลาสติกให้ค่าปริมาณน้ำมัน เท่ากับ 51.51 และ 51.24 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดที่เก็บในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิบรรจุในถุงผ้าและถุงพลาสติกให้ค่าปริมาณน้ำมัน เท่ากับ 49.59 และ 50.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 28 และ ภาพที่ 37)

5.5 อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ 0 - 4 เดือนไม่มีผลกับปริมาณน้ำมันทั้งในสภาพอุณหภูมิห้องและห้องควบคุมอุณหภูมิ แต่ที่ระยะเวลา 4 -12 เดือน มีผลกับปริมาณน้ำมันทั้งในสภาพอุณหภูมิห้องและห้องควบคุมอุณหภูมิและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดสบู่ดำซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่เก็บรักษาที่ระยะ 0 2 4 เดือน เก็บในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 51.91 53.48 และ 52.50 เปอร์เซ็นต์ และในสภาพอุณหภูมิห้องเท่ากับ 52.80 52.36 และ 52.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดทีเก็บรักษาที่ระยะ 6 8 10 และ 12 เดือน เก็บในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 44.40 47.35 48.55 และ 50.85 เปอร์เซ็นต์ และในสภาพอุณหภูมิห้องเท่ากับ 51.20 50.45 47.78 และ 52.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 28 ภาพที่ 38)

5.6 อิทธิพลร่วมระหว่าง ภาชนะบรรจุและระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลกับปริมาณน้ำมันในเมล็ดที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่ต่างกันและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นที่ระยะ 0 และ 4 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างภาชนะที่บรรจุเมล็ดเก็บรักษาที่ระยะ 0 และ4 เดือน บรรจุในถุงผ้า มีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 52.86 และ 52.30 เปอร์เซ็นต์ และที่บรรจุในถุงพลาสติกมีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 52.85 และ52.75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนที่ระยะ 2, 6, 8, 10 และ12 เดือน เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้า มีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 52.46 46.85 49.45 47.63 และ 51.30 เปอร์เซ็นต์ และที่บรรจุในถุงพลาสติกมีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 52.35 48.75 48.35 48.70 และ 52.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 30 และภาพที่ 39)

5.7 อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ภาชนะบรรจุ และระยะเวลาในการเก็บรักษา จากผลการทดลองพบว่าที่สภาพอุณหภูมิห้องเมล็ดที่เก็บรักษาระยะ 0 2 4 และ 10 เดือน ไม่มีความแตกต่างของปริมาณน้ำมันระหว่างภาชนะที่บรรจุ แต่ที่ระยะ 6 8 และ 12 เดือน มีผลต่อปริมาณน้ำมันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดเก็บรักษาที่ระยะ 0 2 4 และ 10 เดือน บรรจุในถุงผ้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 52.90 52.33 52.90 และ 48.05 เปอร์เซ็นต์ และที่บรรจุในถุงพลาสติก มีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 52.70 52.40 52.20 และ 47.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ระยะ 6 8 และ 12 เดือนเมล็ดที่บรรจุในถุงผ้า มีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 52.40 50.00 และ 52.00 เปอร์เซ็นต์และที่บรรจุในถุงพลาสติกมีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 50.00 50.09 และ 53.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิพบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาระยะ 0 และ 12 เดือน ไม่มีความแตกต่างของปริมาณน้ำมันระหว่างภาชนะที่บรรจุ แต่ที่ระยะ 2 4 6 8 และ 10 เดือน มีผลต่อปริมาณน้ำมันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดเก็บรักษาที่ระยะ 0 และ 12 เดือน บรรจุในถุงผ้า มีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 52.83 และ 50.60 เปอร์เซ็นต์ และที่บรรจุในถุงพลาสติกมีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 53.00 และ 51.10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนที่ระยะ 2 4 6 8 และ10 เดือน เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้า มีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 54.60 51.70 41.30 48.9 และ 47.20 เปอร์เซ็นต์ และที่บรรจุในถุงพลาสติกมีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 52.30 53.30 47.50 45.80 และ 49.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 31 ภาพที่ 40) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเก็บรักษาเมล็ดไว้ยาวนานขึ้นสภาพการเก็บรักษา ความชื้นที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อขบวนการเมทบอลิซึมของเมล็ดเกิดการย่อยสลายไขมันที่เก็บสะสมโดยเอนไซม์ไลเปส จึงทำให้มีปริมาณน้ำมันลดลง ซึ่งเป็นขบวนการที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ด (วันชัย, 2538) ซึ่งการลดลงของปริมาณน้ำมันของเมล็ดสบู่ดำพบว่าน้อยมากประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 28 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อ ปริมาณน้ำมันของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ภาชนะที่บรรจุ	ปริมาณน้ำมัน (%)		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิ			
	อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)		
ถุงผ้า	A 51.51 a [2/]	B 49.59 c	50.55 a	1.92 **
ถุงพลาสติก	A 51.24 a	B 50.41 b	50.83 a	0.83 *
เฉลี่ย	A 51.38 a	B 50.00 b	50.69	1.38 **
ค่าความแตกต่าง	0.27 ns	-0.82 *	-0.28 ns	
F-test		**		
C.V. (b) (%)		0.7		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 29 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และ ระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณน้ำมันของเมล็ดสบู่ดำ พันธุ์ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณน้ำมัน (%) [1/] อุณหภูมิ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)		
0	52.80 ab [2/]	52.91 ab	52.86 a	-0.11 ns
2	B 52.36 b	A 53.45 a	52.91 a	-1.09 **
4	52.55 b	52.50 b	52.53 a	0.05 ns
6	B 51.20 c	B 44.40 f	47.80 d	6.80 **
8	A 50.45 c	B 47.35 e	48.90 c	3.10 **
10	47.78 de	48.55 d	48.16 cd	-0.78 *
12	A 52.50 b	B 50.85 c	51.68 b	1.65 **
เฉลี่ย	A 51.38 a	B 50.00 b	50.69	1.38 **
F-test		**		
C.V. (c) (%)		1.0		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 30 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณน้ำมันของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณน้ำมัน (%) ภาชนะที่บรรจุ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	ถุงผ้า	ถุงพลาสติก		
0	52.86 ab [2/]	52.85 ab	52.86 a	0.01 ns
2	A 53.46 a	B 52.35 b	52.91 a	1.11 **
4	52.30 b	52.75 ab	52.53 a	-0.45 ns
6	B 46.85 f	A 48.75 de	47.80 d	-1.90 **
8	A 49.45 d	B 48.35 e	48.90 c	1.10 **
10	B 47.63 ef	A 48.70 de	48.16 cd	-1.08 **
12	B 51.30 c	A 52.05 bc	51.68 b	-0.75 *
เฉลี่ย	50.55 a	50.83 a	50.69	-0.28 ns
F-test		**		
C.V. (c) (%)		1.0		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 31 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และอายุการเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณน้ำมันของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

อายุการเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณน้ำมัน (%) ภาชนะที่บรรจุ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	ถุงผ้า	ถุงพลาสติก		
เก็บที่อุณหภูมิห้อง (25 ° C ± 2 ºC)				
0	52.90 a [2/]	52.70 ab	52.80 a	0.20 ns
2	52.33 ab	52.40 ab	52.36 a	-0.08 ns
4	A 52.90 a	B 52.20 b	52.55 a	0.70 ns
6	A 52.40 ab	B 50.00 d	51.20 b	2.40 **
8	50.00 c	50.90 c	50.45 b	-0.90 *
10	A 48.05 d	B 47.50 e	47.78 b	0.55 ns
12	52.00 b	A 53.00 a	52.50 a	-1.00 **
เฉลี่ย	51.51 a	51.24 a	51.38	0.27 ns
เก็บที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ° C ± 2 ºC)				
0	B 52.83 b	A 53.00 ab	52.91 ab	-0.17 ns
2	B 54.60 a	A 52.30 b	53.45 a	2.30 **
4	B 51.70 c	A 53.30 a	52.50 b	-1.60 **
6	B 41.30 g	C 47.50 e	44.40 f	-6.20 **
8	A 48.90 e	B 45.80 f	47.35 e	3.10 **
10	B 47.20 f	A 49.90 d	48.55 d	-2.70 **
12	B 50.60 d	A 51.10 c	50.85 c	-0.50 ns
เฉลี่ย	B 49.59 b	A 50.41 a	50.00	-0.82 *
F-test		**		
C.V. (b) (%)		0.7		
C.V. (c) (%)		1.0		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

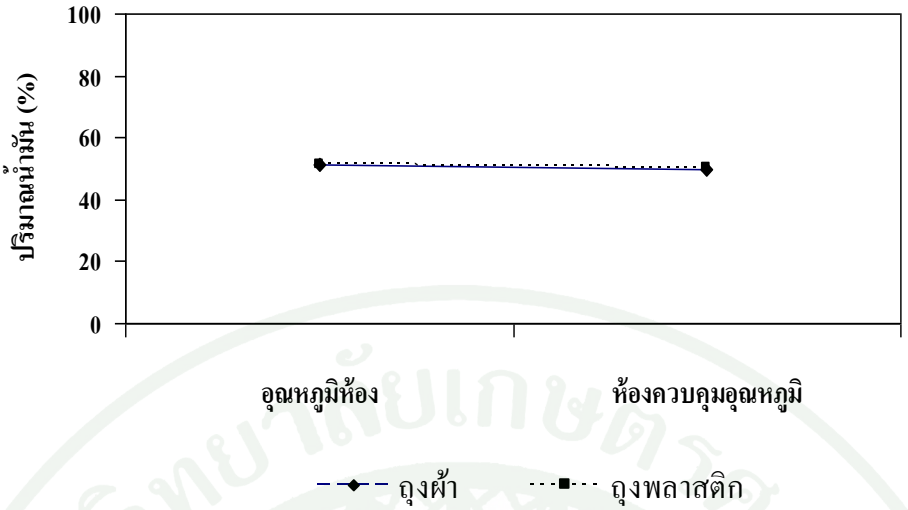
[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

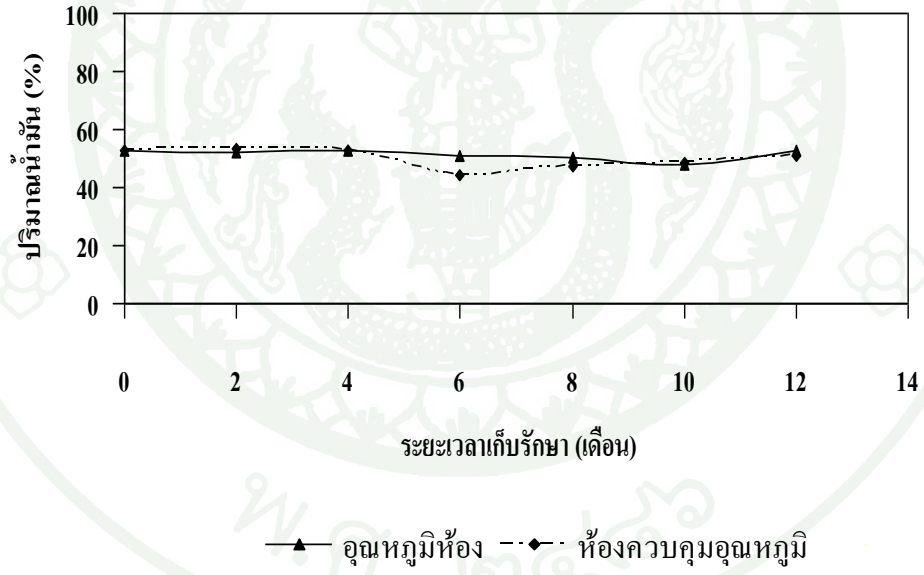
* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

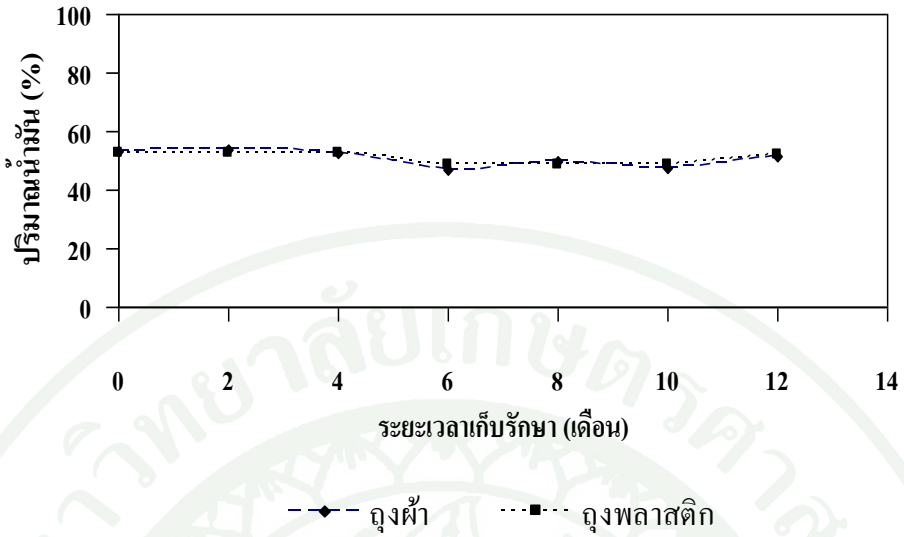


ภาพที่ 37 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาณน้ำมันของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

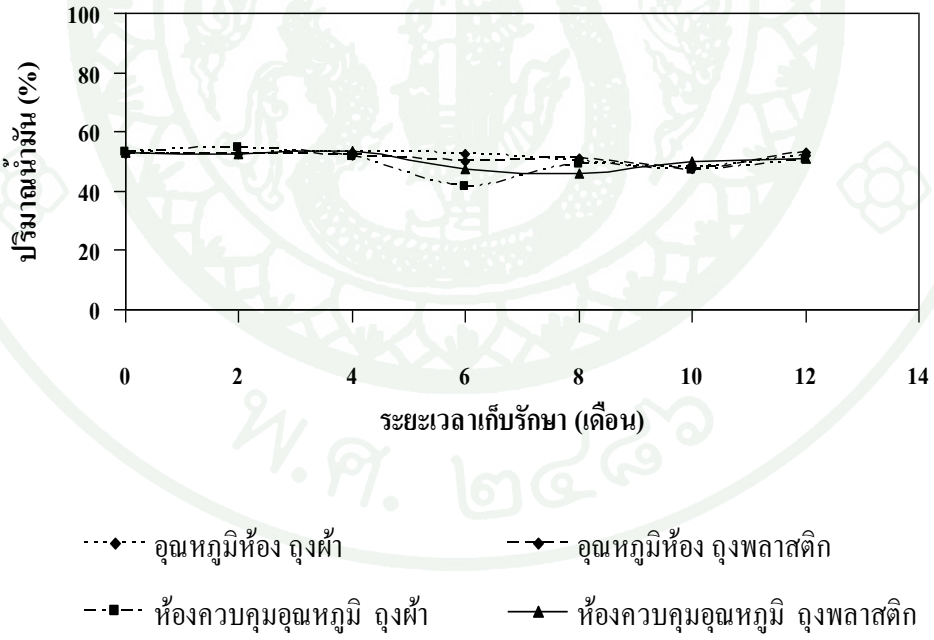


ภาพที่ 38 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาที่มีต่อปริมาณน้ำมันของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 39 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาที่มีต่อปริมาณน้ำมันของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551



ภาพที่ 40 ปริมาณน้ำมันของสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ค่าความเป็นกรด (Acid value, AV)

6.1 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่าเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันมีค่าความเป็นกรดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความเป็นกรดของสบู่ดำในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 เปอร์เซ็นต์ และที่สภาพอุณหภูมิห้องมีค่าความเป็นกรดเฉลี่ยเท่ากับ 6.19 เปอร์เซ็นต์โดยมีค่าเฉลี่ยของทั้งสองสภาพเท่ากับ 5.48 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 32 และ 33)

6.2 ผลของภาชนะบรรจุ พบว่าภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันทำให้ค่าความเป็นกรดของเมล็ดสบู่ดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้ามีแนวโน้มให้ค่าความเป็นกรดต่ำกว่าที่บรรจุในถุงพลาสติก ค่าความเป็นกรดของสบู่ดำที่บรรจุในถุงผ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 เปอร์เซ็นต์ และที่บรรจุในถุงพลาสติกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.29 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 32 และ 34)

6.3 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าเมื่อเก็บรักษาเมล็ดสบู่ดำนานขึ้นมีผลทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดสบู่ดำก่อนนำเข้าที่เก็บรักษาที่ (0 เดือน) มีค่าความเป็นกรดต่ำสุดเท่ากับ 3.05 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นค่าความเป็นกรดในเมล็ดจะเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บที่ระยะ 8 4 2 6 10 และ 12 เดือน ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 4.32 4.34 4.49 6.25 7.85 และ 8.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดในทุกระยะเวลาในการเก็บรักษาเท่ากับ 5.48 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 33 และ 34)

6.4 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิในการเก็บรักษากับภาชนะบรรจุ พบว่าในสภาพอุณหภูมิห้องและห้องควบคุมอุณหภูมิ เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้ามีค่าความเป็นกรดน้อยกว่าที่บรรจุในถุงพลาสติกและเมล็ดที่เก็บในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีค่าความเป็นกรดเฉลี่ยต่ำกว่าในสภาพอุณหภูมิห้องซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องบรรจุในถุงผ้าและถุงพลาสติกให้ค่าปริมาณกรดเท่ากับ 4.89 และ 7.50 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความเป็นกรดเฉลี่ยเท่ากับ 6.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิ เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีปริมาณกรดเท่ากับ 4.46 และ 5.08 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าปริมาณกรดเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 33 และภาพที่ 41)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.5 อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดในเมล็ดสบู่ดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่เก็บรักษาที่ระยะ 0 เดือนเก็บในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีปริมาณกรดต่ำสุดเท่ากับ 2.55 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดทีเก็บรักษาที่ระยะ 12 เดือน เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องให้ปริมาณกรดเท่ากับ 9.45 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดที่เก็บรักษาสนสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีแนวโน้มให้ปริมาณกรดต่ำกว่าในสภาพอุณหภูมิห้องในทุกระยะของการเก็บรักษาโดยในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีปริมาณกรดเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 เปอร์เซ็นต์ และในสภาพอุณหภูมิห้องเท่ากับ 6.19 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 33 และภาพที่ 42)

6.6 อิทธิพลร่วมระหว่าง ภาชนะบรรจุและระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดในเมล็ดที่เก็บรักษาและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้ามีแนวโน้มปริมาณกรดเพิ่มขึ้นน้อยกว่าเมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติกในทุกระยะของการเก็บรักษา เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้าที่ระยะ 0 เดือน มีปริมาณกรดน้อยที่สุดเท่ากับ 2.70 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะ 12 เดือนเมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติกมีปริมาณกรดเท่ากับ 9.25 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้ามีปริมาณกรดเฉลี่ยน้อยกว่าเมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติกและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดที่บรรจุในถุงผ้าเท่ากับ 4.67 เปอร์เซ็นต์ และที่บรรจุในถุงพลาสติกเท่ากับ 6.27 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 34 และภาพที่ 43)

6.7 อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ภาชนะบรรจุ และระยะเวลาในการเก็บรักษาจากผลการทดลองพบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้องและสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิโดยบรรจุในภาชนะที่แตกต่างกันที่ระยะเวลาต่างๆมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดน้อยกว่าในสภาพอุณหภูมิห้องโดยมีค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรด ในสภาพห้องควบคาอุณหภูมิและในสภาพอุณหภูมิห้องเท่ากับ 4.77 และ 6.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำนองเดียวกันเมล็ดที่บรรจุในถุงผ้ามีการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดน้อยกว่าที่บรรจุในถุงพลาสติกโดยมีค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดของเมล็ดที่บรรจุในถุงผ้าในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิและอุณหภูมิห้องเท่ากับ 4.46 และ 4.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติกในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิและอุณหภูมิห้องเท่ากับ 5.08 และ 7.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อสภาพการเก็บรักษาและภาชนะที่บรรจุพบว่าที่ระยะ 0 เดือนเมล็ดที่เก็บรักษาในถุง ผ้าในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีค่าความเป็นกรดน้อยที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เท่ากับ 2.70 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดที่เก็บรักษานาน 12 เดือนบรรจุในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิห้องมีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 11.80 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 35 และ ภาพที่ 44) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเก็บรักษาเมล็ดไว้เป็นเวลายาวนานขึ้นจะทำให้ความชื้นของเมล็ดเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น (Lucille, 2010) (ตารางที่ 13 และ 14) ทำให้เกิดการย่อยสลายไขมันทำให้มีค่ากรดเพิ่มขึ้น และจากกรดที่เกิดขึ้นในเมล็ดแสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมีการย่อยสลาย triglycuride และอุณหภูมิมีส่วนเร่งปฏิกิริยาเคมีในเมล็ด ทำให้เมล็ดเสื่อมเร็วขึ้นและทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลง เช่นเดียวกับ อรอนงค์ และคณะ (2550) รายงานว่า งาที่เก็บเกี่ยวต้นฤดูฝนมีความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของเมล็ดกับค่ากรดโดยเมื่อความชื้นของเมล็ดเพิ่มขึ้นค่ากรดมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย(ความชื้นของเมล็ดมีค่า 4-9 % AV มีค่า 4.12- 12.96 มีปริมาณไขมันอิสระ 2.06-6.48 % ของกรดโอเลอิค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 32 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อค่าความเป็นกรดของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ภาชนะที่บรรจุ	ค่าความเป็นกรด (%)		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิ			
	อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)		
ถุงผ้า	A 4.89 c [2/]	B 4.46 d	4.67 b	0.43 **
ถุงพลาสติก	A 7.50 a	B 5.08 b	6.29 a	2.42 **
เฉลี่ย	6.19 a	4.77 b	5.48	1.42 **
ค่าความแตกต่าง	-2.61 **	-0.62 **	-1.62 **	
F-test		**		
C.V. (b) (%)		1.1		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 33 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อค่าความเป็นกรดของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าความเป็นกรด (%)		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิ			
	อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)		
0	A 3.55 j [2/]	B 2.55 k	3.05 f	1.00 **
2	A 5.40 f	B 3.59 j	4.49 d	1.81 **
4	A 4.79 g	B 3.90 i	4.34 de	0.89 **
6	A 6.10 e	B 6.40 d	6.25 c	-0.30 **
8	A 4.40 h	B 4.24 h	4.32 e	0.16 *
10	A 9.65 a	B 6.05 e	7.85 b	3.60 **
12	A 9.45 b	B 6.65 c	8.05 a	2.80 **
เฉลี่ย	A 6.19 a	B 4.77 b	5.48	1.42 **
F-test		**		
C.V. (c) (%)		1.9		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 34 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อค่าความเป็นกรดของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าความเป็นกรด (%) ภาชนะที่บรรจุ ถุงผ้า	ถุงพลาสติก	เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
0	B 2.70 j [2/]	A 3.40 i	3.05 f	-0.70 **
2	B 4.30 h	A 4.69 f	4.49 d	-0.39 **
4	B 4.15 h	A 4.54 fg	4.34 de	-0.39 **
6	B 4.40 gh	A 8.10 c	6.25 c	-3.70 **
8	B 4.15 h	A 4.49 g	4.32 e	-0.34 **
10	B 6.15 e	A 9.55 a	7.85 b	-3.40 **
12	B 6.85 d	A 9.25 b	8.05 a	-2.40 **
เฉลี่ย	B 4.67 b	A 6.29 a	5.48	-1.62 **
F-test		**		
C.V. (c) (%)		1.9		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 35 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเก็บรักษาที่มีต่อค่าความเป็นกรดของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเก็บรักษา (เดือน)	ค่าความเป็นกรด (%) ภาชนะบรรจุ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	ถุงผ้า	ถุงพลาสติก		
อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)				
0	2.70 g [2/]	4.40 f	3.55 g	-1.70 **
2	5.10 c	5.70 c	5.40 d	-0.60 **
4	4.50 d	5.08 e	4.79 e	-0.58 **
6	3.90 e	8.30 b	6.10 c	-4.40 **
8	3.50 f	5.30 d	4.40 f	-1.80 **
10	7.40 a	11.90 a	9.65 a	-4.50 **
12	7.10 b	11.80 a	9.45 b	-4.70 **
เฉลี่ย	4.89 b	7.50 a	6.19	-2.61 **
ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)				
0	A 2.70 e	B 2.40 f	2.55 g	0.30 **
2	B 3.50 d	A 3.68 e	3.59 f	-0.17 *
4	B 3.80 c	A 4.00 d	3.90 e	-0.20 **
6	B 4.90 b	A 7.90 a	6.40 b	-3.00 **
8	A 4.80 b	B 3.68 e	4.24 d	1.13 **
10	B 4.90 b	A 7.20 b	6.05 c	-2.30 **
12	B 6.60 a	A 6.70 c	6.65 a	-0.10 ns
เฉลี่ย	B 4.46 b	A 5.08 a	4.77	-0.62 **
F-test		**		
C.V. (b) (%)		1.1		
C.V. (c) (%)		1.9		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

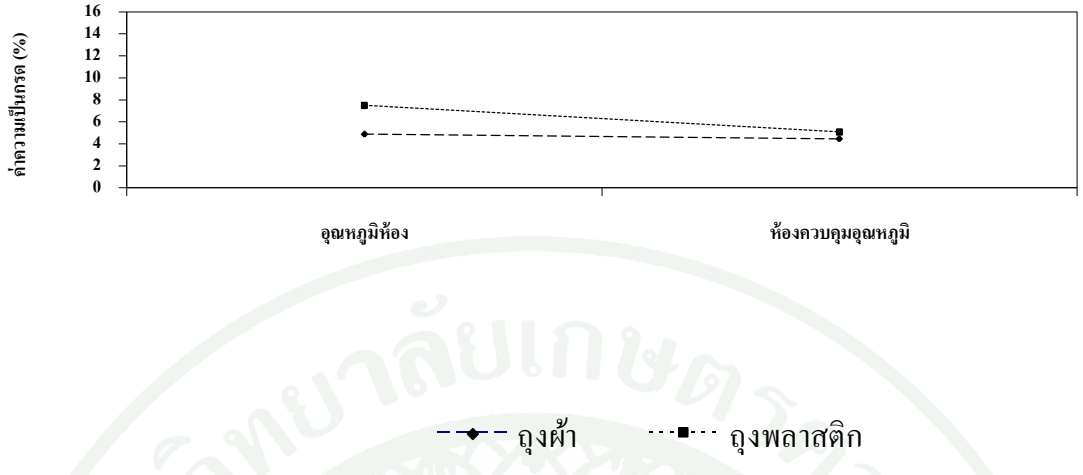
[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

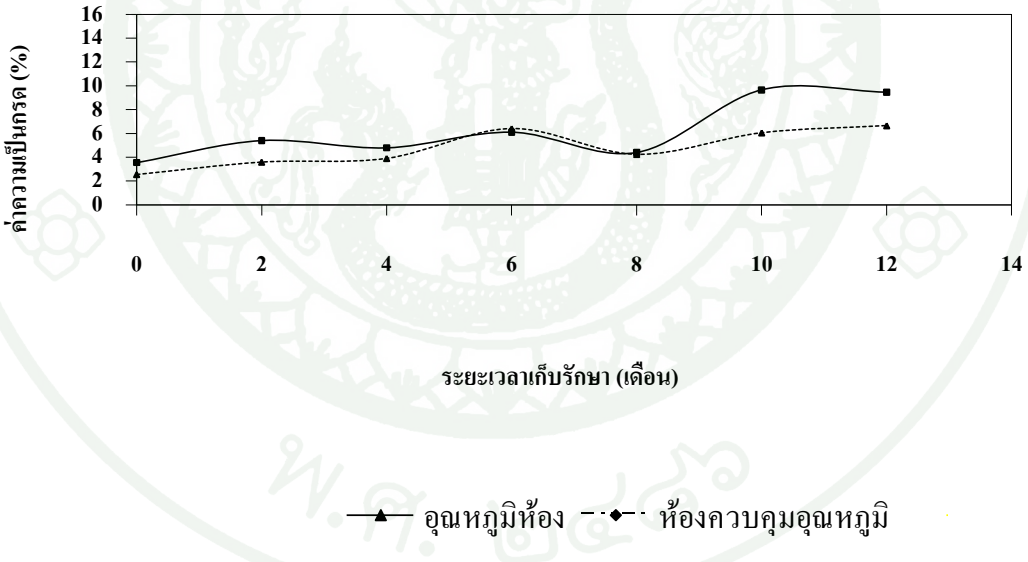
* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

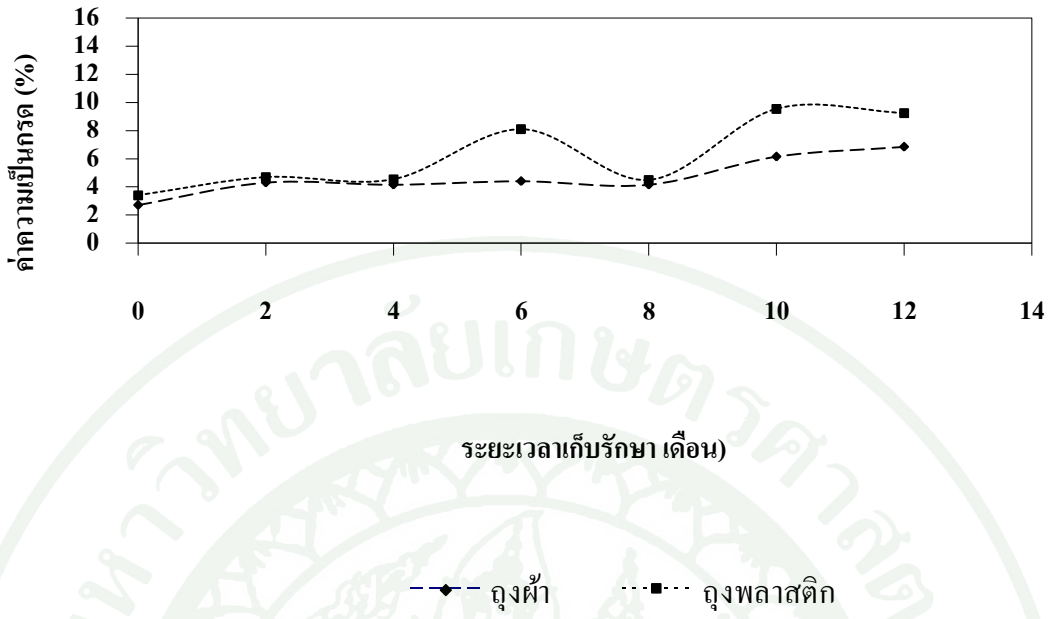


ภาพที่ 41 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะ ที่มีต่อค่าความเป็นกรด (Acid value, AV) ของสบู่ดำ accession KUBP 7 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

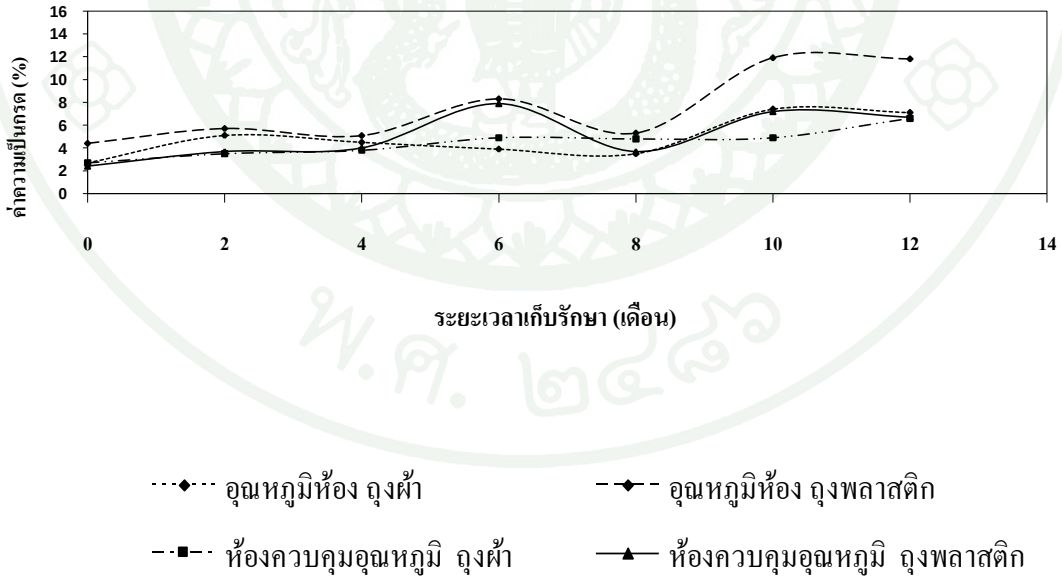


ภาพที่ 42 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาที่มีต่อค่าความเป็นกรด (Acid value, AV) ของสบู่ดำ accession KUBP 7 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 43 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อค่าความเป็นกรด (Acid value, AV) ของสบู่ดำ accession KUBP 7 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551



ภาพที่ 44 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อค่าความเป็นกรด (Acid value, AV) ค่าความเป็นกรดของสบู่ดำ accession KUBP 7 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ปริมาณกรดไขมันอิสระ

7.1 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่าเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันมีปริมาณกรดไขมันอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีค่าต่ำกว่าในสภาพอุณหภูมิห้อง ปริมาณกรดไขมันอิสระของสบู่ดำในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.88 เปอร์เซ็นต์ และที่สภาพอุณหภูมิห้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.79 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 36 และ 37)

7.2 ผลของภาชนะบรรจุ พบว่าภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดสบู่ดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้ามีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำกว่าเมล็ด ที่บรรจุในถุงพลาสติก ปริมาณกรดไขมันอิสระของสบู่ดำที่บรรจุในถุงผ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.83 เปอร์เซ็นต์ และที่บรรจุในถุงพลาสติกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.84 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 36 และ 38)

7.3 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าเมื่อเก็บรักษาเมล็ดสบู่ดำนานขึ้นมีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาที่ระยะ 0 เดือนมีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำสุดเท่ากับ 1.60 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นและสูงสุด ในเดือนที่ 10 (5.57 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งไม่แตกต่างจากเดือนที่ 12 (ตารางที่ 37 และ 38)

7.4 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิในการเก็บรักษากับภาชนะบรรจุ พบว่าในสภาพอุณหภูมิห้องและห้องควบคุมอุณหภูมิ เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้ามีปริมาณกรดไขมันอิสระน้อยกว่าที่บรรจุในถุงพลาสติกและเมล็ดที่เก็บในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีปริมาณกรดไขมันอิสระเฉลี่ยต่ำกว่าในสภาพอุณหภูมิห้องซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่เก็บในสภาพอุณหภูมิห้องบรรจุในถุงผ้าและถุงพลาสติกให้ค่าปริมาณกรดไขมันอิสระเท่ากับ 3.03 และ 4.54 เปอร์เซ็นต์และมีค่าปริมาณกรดไขมันอิสระเฉลี่ยเท่ากับ 3.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิ เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้าและถุงพลาสติกมีปริมาณกรดไขมันอิสระเท่ากับ 2.63 และ 3.13 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าปริมาณกรดไขมันอิสระเฉลี่ยเท่ากับ2.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 36 และภาพที่ 45)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.5 อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระในเมล็ดสบู่ดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่เก็บรักษาที่ระยะ 0 เดือนเก็บในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำสุดเท่ากับ 1.60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดทีเก็บรักษาที่ระยะ 12 เดือนเก็บในสภาพอุณหภูมิห้องให้ปริมาณกรดไขมันอิสระเท่ากับ 6.70 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีแนวโน้มให้ปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำกว่าในสภาพอุณหภูมิห้องในทุกระยะของการเก็บรักษาโดยในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีปริมาณกรดไขมันอิสระเฉลี่ยเท่ากับ 2.88 เปอร์เซ็นต์ และในสภาพอุณหภูมิห้องเท่ากับ 3.79 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 36 และภาพที่ 46)

7.6 อิทธิพลร่วมระหว่าง ภาชนะบรรจุและระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระในเมล็ดที่เก็บรักษาและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้ามีแนวโน้มปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นน้อยกว่าเมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติกในทุกระยะของการเก็บรักษา เมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ระยะ0 เดือน มีปริมาณกรดไขมันอิสระน้อยที่สุดเท่ากับ 1.55 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะ 12 เดือนเมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติกมีปริมาณกรดเท่ากับ 6.55 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดที่บรรจุในถุงผ้ามีปริมาณกรดไขมันอิสระเฉลี่ยน้อยกว่าเมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติกและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดไขมันอิสระที่บรรจุในถุงผ้าเท่ากับ 2.83 เปอร์เซ็นต์ และที่บรรจุในถุงพลาสติกเท่ากับ 3.84 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 38 และภาพที่ 47)

7.7 อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ภาชนะบรรจุ และระยะเวลาในการเก็บรักษา จากผลการทดลองพบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้องและสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิโดยบรรจุในภาชนะที่แตกต่างกันที่ระยะเวลาต่างๆมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพห้องควบคาอุณหภูมิการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระน้อยกว่าในสภาพอุณหภูมิห้องโดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดไขมันอิสระ ในสภาพห้องควบคาอุณหภูมิและในสภาพอุณหภูมิห้องเท่ากับ2.88 และ 3.79 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทำนองเดียวกันเมล็ดที่บรรจุในถุงผ้ามีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระน้อยกว่าที่บรรจุในถุงพลาสติกโดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดที่บรรจุในถุงผ้าในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิและอุณหภูมิห้องเท่ากับ 2.63 และ 3.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติกในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิและอุณหภูมิห้องเท่ากับ 3.13 และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อสภาพการเก็บรักษาและภาชนะที่บรรจุพบว่าที่ระยะ 0 เดือนเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิมีปริมาณกรดไขมันอิสระน้อยที่สุดเท่ากับ 1.50 เปอร์เซ็นต์และเมล็ดที่เก็บรักษานาน 12 เดือนบรรจุในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณกรดไขมันอิสระมากที่สุดเท่ากับ 8.30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 39 และภาพที่ 48)

และจากกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นในเมล็ดแสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมีในเมล็ดและอุณหภูมิมีส่วนเร่งปฏิกิริยาเคมีในเมล็ด ทำให้เมล็ดเสื่อมเร็วขึ้นโดยปกติปริมาณของกรดไขมันอิสระจะเพิ่มขึ้นเมื่อเมล็ดเสื่อมมากขึ้นซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ไลเปส ซึ่งจะย่อยสลายไขมันที่สะสมในเมล็ดซึ่งอยู่ในรูปของ triglyceride ของ กรดไขมัน ให้เป็น glycerol และกรดไขมันอิสระ และโดยทั่วไปถ้าเมล็ดมี กรดไขมันอิสระสูงถึง 2 เปอร์เซ็นต์ จะมีการเสื่อมของเมล็ดสูง (Byrd, 1970) และกรดไขมันอิสระสะสมมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา peroxidation ของไขมันในเมล็ด (Priestley ,1986) ค่ากรดไขมันอิสระ(FFA) ต่ำ แสดงให้เห็นว่าน้ำมันมีคุณภาพดี แต่ถ้ามีกรดสูงแสดงให้เห็นว่าเกิดความเสียหาย หรือน้ำมันมีความชื้นสูงทำให้เอนไซม์ไลเปสเปลี่ยนไตรกลีเซอไรด์เป็นกรดไขมันอิสระ (Abulude *et al*., 2007) และนอกจากนี้มีรายงานเพิ่มเติมว่าค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันสบู่ดำสกัดในเดือนเริ่มแรกที่อุณหภูมิห้องเป็น 0.46 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาในถุงผ้าเป็นเวลา 4 เดือนที่อุณหภูมิห้อง จะเพิ่มสูงขึ้นเป็น 1.48 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทานตะวันเพิ่มเป็น 1.54 เปอร์เซ็นต์ และกลิ่นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยา rancidity เกิดขึ้นในสบู่ดำหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน กรดไขมันอิสระสะสมมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (Priestley, 1986)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 36 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ภาชนะบรรจุ	ปริมาณกรดไขมันอิสระ (%)		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิ			
	อุณหภูมิห้อง (25 ° C ± 2 ºC)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ° C ± 2 ºC)		
ถุงผ้า	A 3.03 b [2/]	B 2.63 c	2.83 b	0.40 **
ถุงพลาสติก	A 4.54 a	B 3.13 b	3.84 a	1.41 **
เฉลี่ย	A 3.79 a	B 2.88 b	3.33	0.91 **
ค่าความแตกต่าง	-1.51 **	-0.50 **	-1.01 **	
F-test		**		
C.V. (b) (%)		4.7		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 37 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์ สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณกรดไขมันอิสระ (%)		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	อุณหภูมิ			
	อุณหภูมิห้อง (25 ° C ± 2 °C)	ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ° C ± 2 °C)		
0	1.60 e [2/]	1.60 e	1.60 d	0.00 ns
2	A 2.75 d	B 1.85 e	2.30 c	0.90 **
4	A 2.45 d	B 1.85 e	2.15 c	0.60 **
6	3.15 c	3.15 c	3.15 b	0.00 ns
8	3.05 cd	3.00 cd	3.03 b	0.05 ns
10	A 6.80 a	B 4.35 b	5.57 a	2.45 **
12	A 6.70 a	B 4.35 b	5.52 a	2.35 **
เฉลี่ย	3.79 a	2.88 b	3.33	0.91 **
F-test		**		
C.V. (c) (%)		5.9		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 38 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณกรดไขมันอิสระ (%) [1/]		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	ภาชนะบรรจุ			
	ถุงผ้า	ถุงพลาสติก		
0	1.65 f [2/]	1.55 f	1.60 d	0.10 ns
2	2.20 ef	2.40 e	2.30 c	-0.20 ns
4	B 1.90 f	A 2.40 e	2.15 c	-0.50 **
6	B 2.25 e	A 4.05 c	3.15 b	-1.80 **
8	2.95 d	3.10 d	3.02 b	-0.15 ns
10	B 4.35 bc	A 6.80 a	5.58 a	-2.45 **
12	B 4.50 b	A 6.55 a	5.53 a	-2.05 **
เฉลี่ย	B 2.83 b	A 3.84 a	3.33	-1.01 **
F-test		**		
C.V. (c) (%)		5.9		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 39 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74

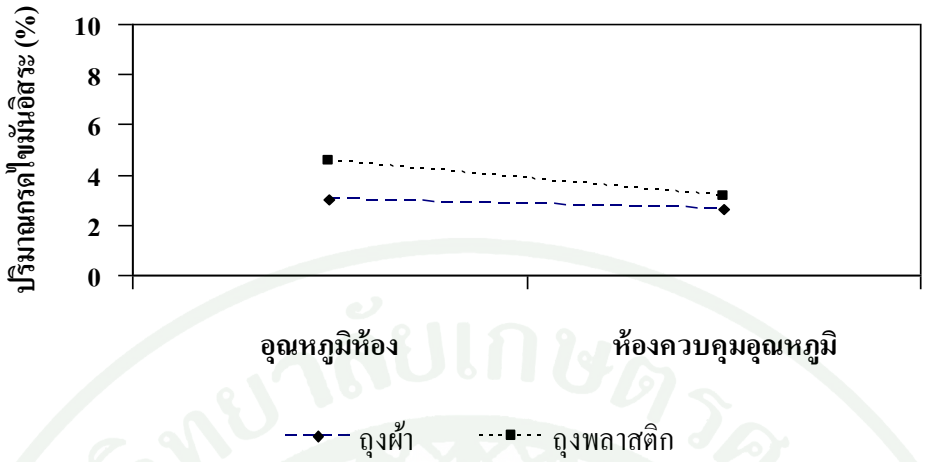
ระยะเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณกรดไขมันอิสระ (%) ภาชนะบรรจุ		เฉลี่ย	ค่าความแตกต่าง
	ถุงผ้า	ถุงพลาสติก		
อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)				
0	1.60 e [2/]	1.60 e	1.60 d	0.00 ns
2	B 2.60 d	A 2.90 b	2.75 c	-0.30 *
4	B 2.10 d	A 2.80 c	2.45 c	-0.70 **
6	B 2.10 c	A 4.20 b	3.15 b	-2.10 **
8	B 2.50 c	A 3.60 b	3.05 bc	-1.10 **
10	B 5.20 b	A 8.40 a	6.80 a	-3.20 **
12	B 5.10 b	A 8.30 a	6.70 a	-3.20 **
เฉลี่ย	3.03 b	4.54 a	3.79	-1.51 **
ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 º C ± 2 ºC)				
0	A 1.70 d	B 1.50 f	1.60 c	0.20 ns
2	B 1.80 e	A 1.90 d	1.85 c	-0.10 ns
4	B 1.70 e	A 2.00 d	1.85 c	-0.30 *
6	B 2.40 c	A 3.90 c	3.15 b	-1.50 **
8	A 3.40 b	B 2.60 d	3.00 b	0.80 **
10	B 3.50 b	A 5.20 a	4.35 a	-1.70 **
12	B 3.90 b	A 4.80 a	4.35 a	-0.90 **
เฉลี่ย	2.63 b	3.13 a	2.88	-0.50 **
F-test		**		
C.V. (b) (%)		4.7		
C.V. (c) (%)		5.9		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

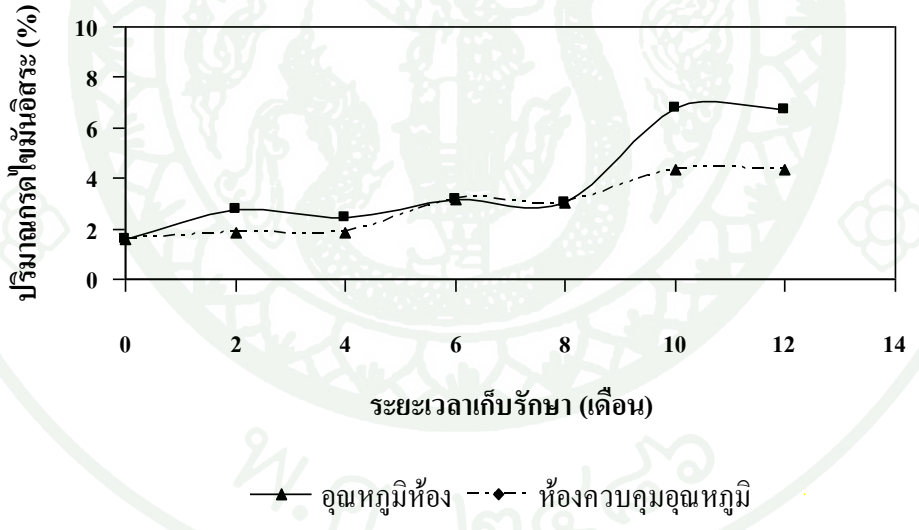
[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามหลังด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

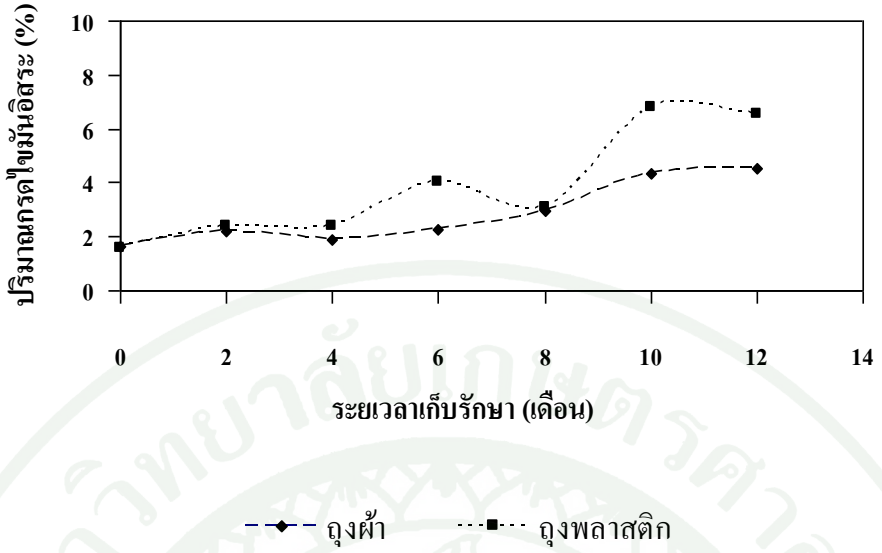


ภาพที่ 45 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และภาชนะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของสบู่ดำ accession KUBP 74 ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

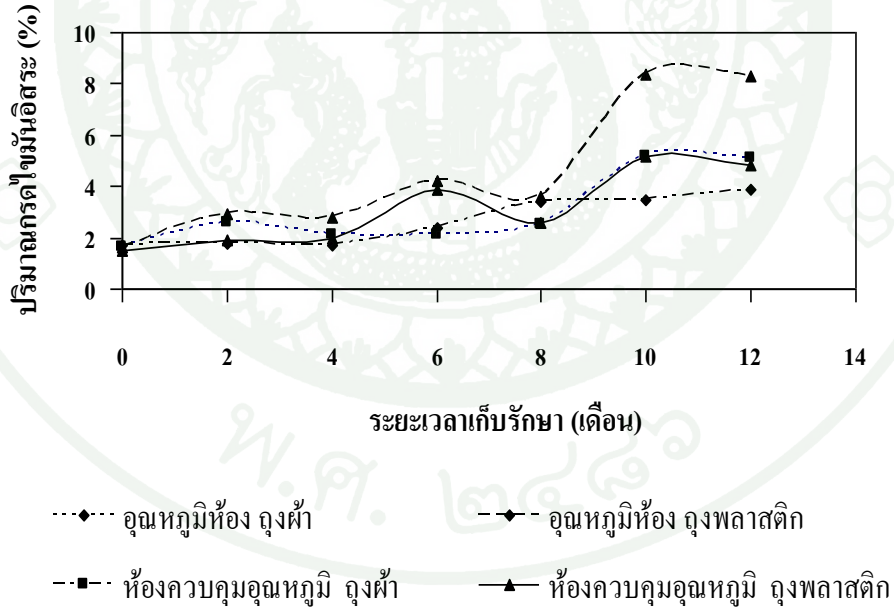


ภาพที่ 46 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของสบู่ดำ accession KUBP 74 ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 47 อิทธิพลร่วมของภาชนะ และระยะเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของสบู่ดำ accession KUBP74 ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2551



ภาพที่ 48 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของสบู่ดำ accession KUBP 74 ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ปริมาณกรดไขมัน (Fatty acids)

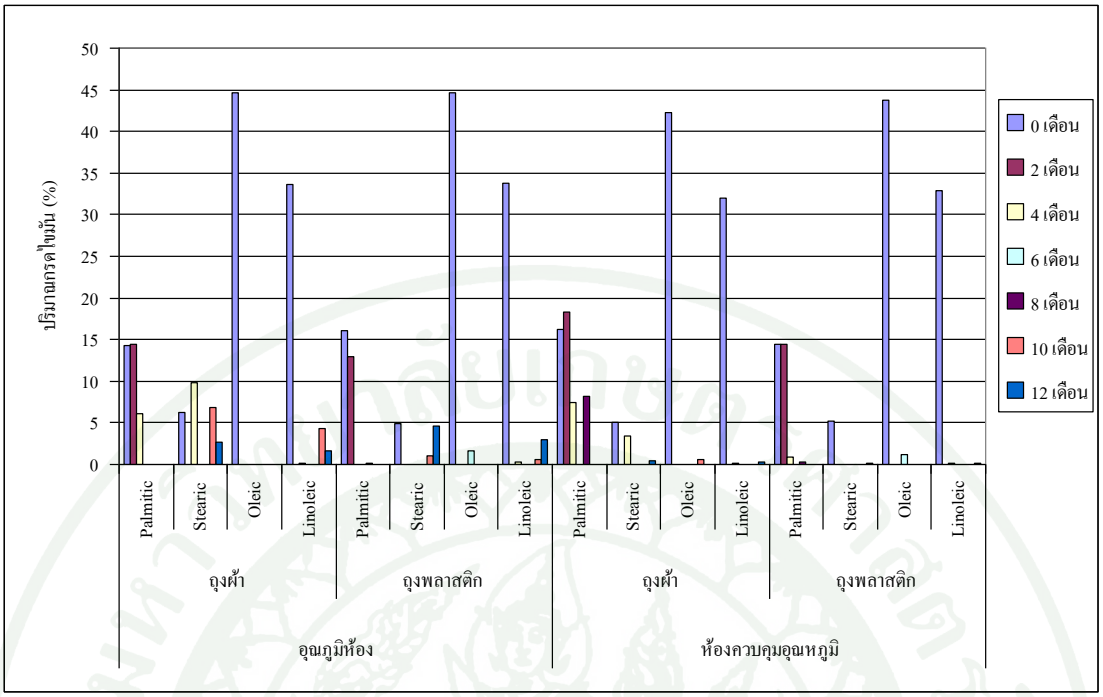
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของไขมันด้วยเทคนิค Gas Chromatography (GC) เป็นการวิเคราะห์กรดไขมันต่างๆเปรียบเทียบกับปริมาณกรดไขมันมาตรฐานจากการทดสอบ (ตารางที่ 40 ภาพที่ 49) พบว่าในเดือนเริ่มแรกในเมล็ดมีองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันสกัดจากเมล็ดสบู่ดำสูงไม่ว่าจะเป็น palmitic stearic acid (กรดไขมันอิ่มตัว) oleic และ linoleic acid (กรดไขมันไม่อิ่มตัว) แต่เมื่อเก็บรักษายาวนานขึ้นองค์ประกอบของกรดไขมันต่างๆ จะลดลง โดยที่ในสภาพอุณหภูมิห้อง และเก็บเมล็ดในถุงผ้าก่อนเก็บรักษามีองค์ประกอบของกรดไขมัน palmitic 14.27 เปอร์เซ็นต์ stearic 6.23 เปอร์เซ็นต์ oleic 44.57 เปอร์เซ็นต์และ linoleic 33.62 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน พบว่ากรดไขมันต่างๆ มีแนวโน้มลดลงโดยมีกรดไขมัน palmitic 0 เปอร์เซ็นต์ stearic 2.66 เปอร์เซ็นต์ oleic 0 เปอร์เซ็นต์ และ linoleic 1.66 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และไม่ว่าจะเก็บรักษาในสภาพใดหรือภาชนะใดก็จะมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจาก มีการเปลี่ยนแปลงของไขมันที่เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างในส่วนของผนังเมมเบรน และในโครงสร้างต่างๆของเซลล์ และการลดลงของไขมันนั้น เนื่องจากในระหว่างการเก็บรักษามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ ระยะเวลา การเก็บรักษา อุณหภูมิ และความชื้น ซึ่งมีผลต่อกิจกรรมเมทบอลิซึมของเมล็ดพันธุ์ ทำให้เกิดการย่อยสลายไขมันที่เก็บสะสมในเมล็ด โดยเอนไซม์ต่างๆ เช่น ไลเปสเอนไซม์ และฟอสฟอไลเปสเอนไซม์ เพื่อที่จะไปย่อย ไตรกลีเซอรอลทำให้เกิดกรดไขมันอิสระ (Copeland, 1972) ซึ่งจะส่งผลทำให้ความงอกของสบู่ดำลดลงหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลายาวนานขึ้น โดยที่กรด oleic จัดเป็นองค์ประกอบหลักของกรดไขมันในสบู่ดำ ซึ่งมีความสำคัญในการที่จะไปใช้ในไบโอดีเซล เช่นเดียวกับรายงานของ Emil *et. al*., (2009) ว่าในน้ำมันของเมล็ดสบู่ดำมีปริมาณของกรด oleic เป็นส่วนประกอบ 44.7 เปอร์เซนต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 40 ผลของอุณหภูมิ ภาชนะ และระยะเวลาเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณกรดไขมันของสบู่ดำ accession KUBP 74

สิ่งทดลอง		ปริมาณกรดไขมัน(%)						
		ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)						
		0	2	4	6	8	10	12
อุณหภูมิห้อง (25 º C ± 2 ºC)								
ถุงผ้า	Palmitic	14.27	14.39	6.09	0.01	-	-	-
	Stearic	6.23	-	9.86	-	-	6.88	2.66
	Oleic	44.57	-	-	-	-	-	-
	Linoleic	33.62	-	0.21	-	-	4.30	1.66
ถุงพลาสติก	Palmitic	16.12	12.98	0.05	0.02	0.18	-	-
	Stearic	4.91	-	-	-	-	1.04	4.68
	Oleic	44.64	-	-	1.64	-	-	-
	Linoleic	33.83	-	0.36	-	-	0.65	2.92
ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ºC ± 2 ºC)								
ถุงผ้า	Palmitic	16.28	18.26	7.44	0.01	8.20	-	-
	Stearic	5.10	-	3.38	-	-	-	0.39
	Oleic	42.23	-	-	-	-	0.57	-
	Linoleic	31.98	-	0.12	-	-	-	0.24
ถุงพลาสติก 14.44	Palmitic	14.45	14.44	0.85	0.02	0.31	-	-
	Stearic	5.17	-	-	-	-	-	0.22
	Oleic	43.79	-	-	1.18	-	-	-
	Linoleic	32.84	-	0.15	-	-	-	0.14

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 49 ปริมาณกรดไขมันของสบู่ดำ accession KUBP 74 ของเมล็ดสบู่ดำที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2550 - กันยายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของเมล็ดสบู่ดำ accession KUBP 74 ที่ปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์ และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีผลต่อความงอก ความแข็งแรง และปริมาณน้ำมันของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ พบว่า

1. สบู่ดำมีการงอกแบบ epigeal germination (ใบเลี้ยงอยู่เหนือพื้นดิน) ระยะเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย 9 วันหลังปลูก สบู่ดำอายุ 12 เดือนหลังปลูกมีความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 204-241เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น 16 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่ม 138 เซนติเมตร จำนวนกิ่งแรก 6 กิ่ง จำนวนกิ่งรอง 8 กิ่ง

2. การพัฒนาการของดอกสบู่ดำ จากการพัฒนาการของดอกสามารถมองเห็นช่อดอกด้วยตาเปล่าเมื่ออายุ 145 วันหลังปลูก

ระยะการพัฒนาการจากตุ่มดอกถึงติดผลของดอกเพศเมียแบ่งเป็น 5 ระยะ แต่ละระยะใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน

ช่อดอกสบู่ดำเป็นแบบ compound dichasium ดอกเพศผู้และเพศเมียแยกกัน ในช่อดอกจะมีดอกเพศเมีย 1 ดอกอยู่ตรงกลางล้อมรอบด้วยดอกตัวผู้ประมาณ 12-20 ดอก ดอกมีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอกไม่ติดกันมี 5 กลีบ รังไข่มี 3 ช่อง มีไข่อ่อนช่องละหนึ่งหน่วย ระยะเวลาที่ดอกเพศเมียเริ่มบานถึงติดผลใช้เวลาประมาณ 5วัน จำนวนช่อดอกสูงสุดเมื่ออายุประมาณ 12 เดือนหลังปลูก มีช่อดอกเฉลี่ย 11 ช่อต่อต้น จำนวนดอกย่อยเฉลี่ย 224 ดอกต่อช่อ

3. การพัฒนาของผลและเมล็ด สบู่ดำสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 70 วัน หลังผสมเกสร ผลมีสีน้ำตาลดำ และเมล็ดสีดำ เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด 0.80 กรัมต่อเมล็ด ขนาดเมล็ดกว้าง 1.34 เซนติเมตร ยาว 2.14 เซนติเมตร หนา 0.81 เซนติเมตร ความชื้นเมล็ด 34.44 เปอร์เซ็นต์ และความงอกเมล็ดสด 98.50 เปอร์เซ็นต์ ความงอกเมล็ดแห้ง 97.00 เปอร์เซ็นต์ (เก็บเมล็ดผึ่งไว้ในที่ร่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประมาณ 25-30 วัน ความชื้นเมล็ดเหลือประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์) เวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดใช้เวลาในการงอก 6 วัน

ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อต้นเฉลี่ย 0.52 กิโลกรัม ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ที่ความชื้นเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 197.8 กิโลกรัมต่อไร่ที่ระยะปลูก 2.0x2.0 เมตร (400 ต้นต่อไร่) น้ำหนัก 100 เมล็ด ที่ความชื้นเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 76.18กรัม และจำนวนเมล็ดต่อกิโลกรัมเท่ากับ 1,312.68 เมล็ด

4. ผลของสภาพการเก็บรักษาต่อการเสื่อมของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ

ความชื้นของเมล็ดเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นเมล็ดพันธุ์ที่เก็บในถุงผ้าที่สภาพอุณหภูมิห้องความชื้นจะเพิ่มจากก่อนเก็บรักษาที่ 5.4 % เป็น 8.6 % ที่ 12 เดือน ความชื้นของเมล็ดที่สูงขึ้นมีผลทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น

เมล็ดสบู่ดำที่เก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิ ($13^{o}\pm2^{o}$C 45% RH.) ความงอกลดลงน้อยกว่าเก็บที่อุณหภูมิห้อง และเมล็ดที่เก็บในถุงผ้ามีความงอกสูงกว่าที่เก็บในถุงพลาสติก โดยเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน เมล็ดที่เก็บรักษาในถุงผ้ามีความงอกเท่ากับ 78.3 และ 72.3 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกมีความงอกเท่ากับ 71.5 และ 69.5 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบในสภาพไร่เมล็ดพันธุ์ที่เก็บในถุงผ้าที่สภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 เดือน มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดที่ 73.5 เปอร์เซ็นต์ และความแข็งแรงของเมล็ด มีระยะเวลาในการงอก (MGT) ที่ 6 วัน

ปริมาณน้ำมัน เมล็ดพันธุ์สบู่ดำที่เก็บในถุงผ้า ในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 12 เดือน ปริมาณน้ำมันลดลงจาก 52.8 เปอร์เซ็นต์เป็น 50.6 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้องปริมาณน้ำมันลดลงจาก 52.9 เปอร์เซ็นต์เป็น 52.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกที่ห้องควบคุมอุณหภูมิปริมาณน้ำมันลดจาก 53.0 เปอร์เซ็นต์ เป็น 51.1 เปอร์เซ็นต์ และสภาพอุณหภูมิห้องปริมาณน้ำมันจาก 52.7 เปอร์เซ็นต์เป็น 53.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณของกรดไขมัน พบว่าเมล็ดพันธุ์เก็บในถุงผ้าที่อุณหภูมิห้อง ก่อนเก็บรักษามีปริมาณ Palmitic 14.27 %, Srearic 6.23%, Oleic 44.57 % และ Lenoleic 33.62 % แต่เมื่อเก็บไว้นาน 12 เดือนพบปริมาณกรดไขมันลดลงมาก โดยมีปริมาณ Palmitic 0 %, Srearic 2.66 %, Oleic 0 % และ Lenoleic 1.66 %

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเก็บเกี่ยวเผลผลิตเมื่อผลของสบู่ดำเปลี่ยนสีจากสีเขียวเหลืองเป็นสีน้ำตาลปนดำ ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดมีความแข็งแรงสูงสุด แต่ในระยะนี้เมล็ดมีความชื้นสูง จึงควรเก็บผลที่อายุ 90-120 วัน หลังผสม เนื่องจากเมล็ดมีความชื้นต่ำประมาณ 9-11 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะช่วยประหยัดต้นทุน และเวลาในการลดความชื้นของเมล็ดเพื่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อไป และสามารถใช้สีเปลือกนอกของผลเป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

2. สามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สบู่ดำไว้ในถุงผ้าที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10-12 เดือน ส่วนในถุงพลาสติกสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 6 -8 เดือน แต่ต้องลดความชื้นให้ต่ำประมาณ 5-6 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเก็บที่ห้องควบคุมอุณหภูมิจะเก็บรักษาได้ยาวนานขึ้น ผลการทดลองที่ได้จะใช้เป็นข้อมูลในการเก็บรักษาเพื่อนำไปส่งเสริมและปลูกขยายต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2548. **วิกฤตพลังงานชาติ แปรรูป สบู่ดำ ไม้ต้นให้เป็นน้ำมัน.** ผลลัพธ์จากวิทยาศาสตร์นี้มีคำตอบ. หนังสือพิมพ์มติชน, 13 กรกฎาคม 2548.

โกรินทร์ บุญประเสริฐ และ นิศากร พลับรู้การ. 2554. **การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์.** แหล่งที่มา: http://www.thaikasetsart.com, 2 มิถุนายน 2554.

คนึงนิจ ธรรมวิจิตร. 2524. **อายุของเมล็ดที่ต่อการงอกและผลผลิตของถั่วฝักยาว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณพล จุฑามณี, แคทลียา ฉัตรเที่ยง, วินัย อุดขาว และ ธงชัย มาลา. 2550. ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของใบสบู่ดำในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว, น. 66-72. ***ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการสบู่ดำแห่งชาติ ครั้งที่1.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.

จาริณี จันทร์คำ. 2532. **การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์งา (*Sesamum indicu*m L.).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชีพสุมล พงษ์เจริญสุข. 2534. **การพัฒนาและการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะระจีน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชำนาญ ฉัตรแก้ว. 2549. **เอกสารวิชาการ สบู่ดำ พืชพลังงาน.** ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฟันนี่ พับบลิชชิ่ง. จตุจักร, กรุงเทพฯ.

ณรรฐพล วัลลีย์ลักษณ์. 2541. รายชื่อพืชยาฆ่าแมลงบางชนิดในประเทศไทย, น. 92. ***ใน* รายงานการประชุมสัมมนา "พืชสารฆ่าแมลงในการทำเกษตร".** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นรินทร์ สมบูรณ์สาร. 2526. **ผลของฮอร์โมน IBA ต่อการเกิดรากในกิ่งปักชำสบู่ดำ.** ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นาค โพธิแท่น. 2527. **รายงานความก้าวหน้าของสบู่ดำ.** กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

บุญอุ้ม แคล้วโยธา. 2532. **การศึกษาวัสดุขยายพันธุ์และระยะปลูกที่เหมาะสมของสบู่ดำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญเกื้อ ภูศรี และ จำลอง กกรัมย์. 2540. ผลของการขาดธาตุแคลเซียมและธาตุอาหารเสริมต่อการเกิดเมล็ดลีบของถั่วลิสงในท้องที่จังหวัดยโสธร. **วารสารวิชาการเกษตร.** 15 (3): 225-231.

บัวกัน วาจาสัตย์. 2533. **ผลของอายุเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 และกำแพงแสน 2.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประภาพันธ์ แป้นพูล. 2529. **การศึกษาพัฒนาการของดอกและเมล็ดยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและสายพันธุ์ RRIM 600.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประนอม ศรัยสวัสดิ์. 2547. **วิทยาศาสตร์และเทคโนลยีเมล็ดพันธุ์**. ข่าวสารเมล็ดพันธุ์พืชปีที่ 11 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน พฤษภาคม - มิถุนายน 2547.

ประยูร ห่วงนิกร. 2529. **การศึกษาการปลูกสบู่ดำแปลงใหญ่และการเปลี่ยนรูปเอสเทอร์ ของน้ำมันสบู่ดำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2549. สบู่ดำเพื่อไบโอดีเซล. **สำนักพิมพ์มติชน**, กรุงเทพฯ.

พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล และลลิตา อัตนโถ. 2549. **รอบรู้เรื่องราวไบโอดีเซล.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.). กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์พินิจการพิมพ์, สมุทรปราการ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไพจิตร จันทรวงศ์ วีรศักดิ์ อนัมบุตร มาลี ประภาวัต วิไล กาญจนภูมิ และ อรวรรณ หวังดี ธรรม. 2525. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีของสบู่ดำ, น. 1-10. ***ใน*** **การใช้น้ำมันสบู่ดำเดินเครื่องยนต์ดีเซล.** กองเกษตรเคมีและกองวิศวกรรม. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ระพีพันธุ์ ภาสบุตร และ สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์. 2548. มาปลูกสบู่ดำกัน**เถอะ. วารสารส่งเสริมการเกษตร**. 37 (204): 11-12.

_____. และสุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์. 2525. ผลการวิจัยค้นคว้าการใช้น้ำมันสบู่ดำเป็นพลังงานทดแทนเครื่องยนต์ดีเซล, น. 11-42. ***ใน*** **การใช้น้ำมันสบู่ดำเดินเครื่องดีเซล.** กองเกษตรเคมีและกองวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

เรวัติ เลิศฤทัยโยธิน. 2542. **ละหุ่ง (Castor) (Ricinus communis L.).** 205-224.*ใน*. พืชเศรษฐกิจ. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลีนา ผู้พัฒนพงศ์. 2530. **สมุนไพรไทย**. ตอนที่ 5. โรงพิมพ์ชุติมาการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

วิฑูรย์ ใจผ่อง. 2550. **ศึกษารูปแบบวิธีการปลูกและระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. และ สมบัติ ชินวงศ์. 2550. **ศึกษาระยะปลูก และรูปแบบวิธีการปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ,** น. 103-112. ***ใน*** **รายงานการประชุมทางวิชาการสบู่ดำแห่งชาติ ครั้งที่1.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เวชชกร ฤดีนรเวท. 2526. **การศึกษาระยะปลูกของสบู่ดำ.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัฒนา เสถียรสวัสดิ์, วิทวัส บัวจันทร์, ศรีวนา พิมูลชาติ และ เรณู เอี่ยมธนาภรณ์. 2525. **การวิจัยเบื้องต้นในการใช้น้ำมันรำเพยและสำโรงแทนน้ำมันดีเซล**. โครงการวิจัยพืชเพื่อการพลังงานและ อุตสาหกรรม ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2538. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2542. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันเพ็ญ กลิ่นละออง. 2552. **กายวิภาคและความแปรปรวนของดอก ผลและเมล็ดของสบู่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชัยนาท(จักรกลเกษตร). 2548. **สบู่ดำ.** ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ. แหล่งที่มา: http://aopdm01.doae.go.th/data/physicnut21.htm, 28 มิถุนายน 2548.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. **สรีรวิทยาของพืช.** ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **ชีววิทยาพืช.** ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมบัติ ชิณะวงศ์. 2549. **การปลูกและการใช้ประโยชน์จากสบู่ดำ**. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

สมศักดิ์ ศรีสมบุญ และ ชาญวิทย์ ม่วงมิตร. 2549. การปลูกสบู่ดำ, 27-43. *ใน* ชำนาญ ฉัตรแก้ว และคณะ. **เอกสารวิชาการสบู่ดำ พืชพลังงาน.** ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฟันนี่ พับบลิชชิ่ง. จตุจักร, กรุงเทพฯ.

สุกัญญา พัวพันธ์. 2548. สบู่ดำ พืชพลังงานทดแทนไบโอดีเซล. **วารสารส่งเสริมการเกษตร.** 37 (204): 3-4.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุคนธา สกุลคู. 2529. **อิทธิพลของน้ำในดินที่มีต่อการเจริญเติบโต และปริมาณสารอินทรีย์บางชนิดในต้นสบู่ดำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนันทา จันทกูล. 2549. **เอกสารประกอบการสอนวิชาสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. และ บัวกัน วาจาสัตย์. 2537. ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 และ 2, น. 538-545. ***ใน* การประชุมสรุปผลงานวิจัยผักและถั่ว ครั้งที่ 2.** ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนา และศูนย์ภูมิภาคของศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักแห่งเอเชีย ประเทศไทย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. และ สุปราณี งามประสิทธิ์. 2550. การพัฒนาของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ, น. 57-65. *ใน* **การประชุมทางวิชาการสบู่ดำแห่งชาติครั้งที่ 1.** วันที่ 29-30 พฤษภาคม 2550. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุปราณี งามประสิทธิ์. 2544. **อิทธิพลของอัตราปลูกต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแลบแลบและการศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาการของเมล็ด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุพรรณี ปัญญาจีน, ทรงเชาว์ อินสมพันธ์ และ ดำเนิน กาละดี. 2553. การตอบสนองต่อแคลเซียมและโบรอนในถั่วเหลืองฝักสด. **วารสารเกษตร.** 26(1): 59-68.

สุภาพรรณ นามวงศ์พรหม. 2526. **สัณฐานและสรีรวิทยาเมล็ด.** ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 212.

สาวิตรี มาไลยพันธุ์, ชายา อินซอล และพนัญญา พบสุข. 2550. การศึกษาชนิดและพฤติกรรมของแมลงผสมเกสรในแปลงสบู่ดำ. *ใน* **การประชุมวิชาการสบู่ดำแห่งชาติครั้งที่ 1.** วันที่ 29-30 พฤษภาคม 2550, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุรพงษ์ เจริญรัตน์. 2549. ต้นทุนการผลิตและราคาคุ้มทุนสบู่ดำ, น. 16 - 22. *ใน* **เอกสารวิชาการสบู่ดำ.** สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2523. **หลักไม้ผล.** ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อนงค์ รัตนอุบล และ สุนันทา จันทกูล. 2531. **ผลการเก็บเกี่ยวล่าช้า วิธีนวด และการเก็บรักษาในสภาพต่างๆ ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merr.)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิพรรณ พุกภักดี, ไสว พงษ์เก่า และ วิจารณ์ วิชชุกิจ. 2529. **สรีรวิทยาของการผลิตพืช**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิรดี สุวรรณชัยรบ. 2553. **ผลของระยะการสุกแก่ที่มีต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนุวัฒน์ จันทร์สุวรรณ. 2549. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์, น. 3-5. *ใน* **เอกสารวิชาการสบู่ดำ.** สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

อรทัย เตียวสมบูรณ์กิจ. 2530. Effect of storage environment on seed quality of soybean (Glycine max), น. 224-254. ***ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 25 สาขาพืช**, กุมภาพันธ์ 2530. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรรถพล รุกขพันธ์, ลิลลี่ กาวีต๊ะ และ รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ. 2550. ผลของวิธีการปลูกด้วยเมล็ดและท่อนพันธุ์ต่อการเติบโตและพัฒนาการของสบู่ดำสายพันธุ์คัดเลือก, น. 16-22. ***ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการสบู่ดำแห่งชาติ ครั้งที่ 1**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ.

_____. 2553. **ความแปรปรวนของพัฒนาการและผลผลิตของสบู่ดำโคลนพันธุ์ดี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อรอนงค์ วรรณวงษ์, พรพรรณ สุทธิแย้ม และ ศิริรัตน์ กริชจนรัช. 2550. ศึกษาระดับความชื้นของเมล็ดงาที่ต่างกันต่อปริมารกรดไขมันอิสระ, น. 59-66. ***ใน*** **รายงานการประชุมทางวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 5**. โรงแรมเทวราช, จ. น่าน.

อารีย์ วรัญญูวัฒก์. 2532. **พืชน้ำมัน.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

แอนนา สายมณีรัตน์, พิทยาภรณ์ สุภรพัฒน์, สุปราณี งามประสิทธิ์, แสงแข น้ำวานิช, สุขุม โชติช่วงมณีรัตน์, ฉัตรพงศ์ บาลลา และเอ็จ สโรบล. 2549. การรวบรวมพันธุ์สบู่ดำจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ของประเทศไทยเพื่อใช้เป็นเชื้อพันธุกรรม, น. 3-23. ***ใน*** **รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 (สาขาพืช)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Abulude, F. O., M.O. Ogunkoya and R.F. Ogunleye. 2007. Storage properties of oil seeds *Jatropha curcas* (physic nut) and *Helianthus annuus* (sunflower). **American J. of Food Technol**. 2 (3): 211-2007.

Adams, C.A. and R.W. Rinne. 1980. Moisture content as a controlling factor in seed development and germination. **Int. Rev. of Cytol.** 68: 1-8.

Aker, C.L. 1997. Growth and reproduction of *J. curcas,* pp. 2-18. *In* G.M. Gubitz, M. Mittelbach and M. Trabi, eds. **Biofuels and Industrial Products from *Jatropha curcas.*** Uhlandgasse, Graz, Austria.

Allen, J.C. and R.J. Hamilton. 1994. **Rancidity in Food.** 3rd ed. Chapman & Hall, Glasgow, UK.

Andrew, C.H. 1966. **Some aspects of pod and seed development in soybeans.** Ph.D. thesis, Mississippi State Univ., State College.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

A.O.A.C. 2000. Oils and Fat, 23-25. *In* Official Methods Analysis of AOAC International, **17th *ed*. Official Method**. 940: 28.

A.O.C.S. 1997. AOCS. Official Method Ca 5a-40, Free fatty acids. *In* D.E. Firestone, Editor, **Official Methods and recommended practices of the AOCS**, AOCS Press, Champaign IL

Atmon, D. 1958. Germination inhibitor in castor bean. **Bul. Res. Coun. Israel. 600:260.**

Arvier, A.C. 1983. Storage of Seed on Warm Climate. Queensland Department of Primary Inductics, Brisbane. 22 p.

Aung, K.P., J. Duangpatra, W. Chanprasert and R. Kaveeta. 2004. Storage Potential of Three Different Types of In-shell Penut Seeds under Ambient and Cold Room Conditions. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 38: 21-30.

Austin, B.R. 1972. Effect of environment before harvesting on viability, pp.114-149. *In* E.H. Robert. (*ed*.). **Viability of seeds.** Chapman and Hall Ltd., London.

Baharsijah, J.S., E. Guhardia and Barizi. 1980. Effects of shading and plant density on yield components of soybean, pp. 205-211. *In* **"Proceedings of Legumes in the Tropics"** Faculty of Agriculture. Univ. of Pertanian. Malaysia. Serdang, Selangor, Malasia.

Bailly, C., A. Benamar, F. Corbineau and D. Come. 1996. Changes in malondialdehyde content and in superoxide dismutase, catalase and glutathione reductase activities in sunflower seeds as related to deterioration during accelerated aging. **Physiol. Plantarum.** 97: 104-110.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bass, L. N. and D.C. Clark. 1974. Effect of storage condition, packing material and seed moisture content on longevity of safflower seed. **Proc. Assoc. off Seed Annual.** 64:120-128.

Benson, E.E. 1990. **Free radical damage in stored plant germplasm.** IBPGR Publication, Rome.

Bewley, J.D. and M. Black. 1978**. Physiology and Biochemistry of Seed in Relation to Germination. Vol. I.** Development, Germination and Growth. Springer-Verlag, New York.

Bewley, J.D. and M. Black. 1982. **Physiology and Biochemistry of Seed in Relation to Germination. Vol. II.** Seed Viability and Longevity. Springer Verlag, New York.

Bewley, J. D. and M. Black. 1986. **Seed physiology of Development on Germination. Plenum press**. New York and London.

Bishnoi, U.R. 1974. Physiological maturity of seeds in *Triticale hexaploid* L. **Crop Scince** 14: 819-821

Buchrarov, P. and T. Gantcheff. 1984. Influence of accelerated and natural aging on free radical level in soybean seeds. **Physiol. Plantarum.** 60: 53-56.

Byrd, W. H. 1970. **Effect of deterioration on soybean (*Glycine max*) seed storage and field performance.** Desseration (Ph. D.) Mississippi State Univ. State College, Mississippi.

Carrillo, C.M. E. A. Chinchilla, L.A. Gonzalez, R.A. Toledo and S. G. Zambrana. 1997. The prevention of fowl cholera, with aqueous extracts of plants in poultry production. *Agronomia Mesoamericana*. 8:152-158.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Consoli, R.A.G.V., N.M. Mendes, J.P., Pereira, V.S. Santosh and M. A. Lemounier. 1989. Influence of several plant extracts on the oviposition behaviour of Aedes fluviatilis (Lutuz) (Deptra: Culicidae) in the laboratory. Memorias-Dolnstituto-Oswaldo-CruZ. 84: 47-53.

Chin, H. F. and E.H. Roberts. 1980. **Recalcitrant Crop Seed.** Tropical Press SDN. BHD., Kuala Lumpur, Malasia. 152.

Chin, H.F., I.C. Enoch, and R.M. Horum. 1976. **Seed Technology in the Tropics**. Faculty of Agr. Univ. Pertanian, Malaysia. 240.

Ching, T.M. and S. Abu-shakra. 1965. Effect of water vapor transmission rates of package material and storage conditions on seed quality. **Agron. J.** 57: 258-287.

Council Scientific and Industrial Research. 1959. The Wealth of India. **Raw Material J**. 5 : 293-295.

Copeland, L.O. and M.B. Mc.Donald. 1985. **Principle of Seed Science and Technol.** 2 ed. Minneapolis Minn : Burgess.

Dassou, S. and E.A. Kueneman. 1984. Screening methodology for resistance of field weathering of soybean seed. **Crop Sci.** 24: 774-779.

Dehgan, B. and G.L. Webster. 1979. **Morphology and infrageneric relationships of the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae).** Univ. of California Publications in Botany, Vol. 74.

_____. and B. Schutzman. 1994. Contributions toward a monograph of neotropical. Jatropha:phonetic and phylogenetic analysis. **Ann. Miss. Botanic Garden.** 81: 349-367.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Deloche, J.C. 1968. **Seed Maturation.** Proc. Short. Course for Seeds men. 18: 25-34.

_____. 1973. Precepts for seed storage, pp. 93-122. *In* Proc. **Short curse for Seedsman.** Seed Technology Laboratory, Mississippi State University, Mississippi.

_____. 1976. **Seed maturation. Proc. Short Course for Seeds men. Seed Technol.** Laboratory, Mississippi State Univ. Mississippi State, Mississippi.

_____. 1980. Environmental effects of seed development and seed quality. **Hort. Sci.** 15: 775-780.

_____. 1982. Physiological change during storage that affect soybean seed quality. **INTSOY Series.** 22: 57-66.

Delouche, J.C., R.H. Mathes, G.M. Dongherty and A.H. Boyd. 1973. Storage of seed on sub tropical and tropical regions. **Seed Sci. and Technol**. 1: 663-692.

Diwaker, V.J.M. 1993. Energy from the humble castor. The Indian Express, 16th November.

Douglas, J.E. 1975. **Seed storage and packing,** p. 87. *In* W.P. Feistrizer (ed.) Cereal Seed Technology. FAO, Italy .

Dwivedi, A. P. 1992. **Flowering and fruiting of neem in western Rajasthan.** AFRI Newsletter, 2.

Eeswara, J.P., E.J. Allan and A.A. Powell. 1998. The influence of seed maturity, moisture content and storage temperature on the survival of neem (*Azadirachta indica*) seed in storage. **Seed Sci. and Technol.** 26: 299-308.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ellis, R.H. and E. H. Roberts. 1980. The influence of temperature and ,posture on seed viability period in barley (*Hordeum distichum* L.). **Amm.** Bot. 45: 31-37.

Ellis, R. H., T. D. Hong and E.H. Roberts. 1985. **Handbooks of seed technology for gene banks.** Vol. I. Principles and methodology. International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), Rome.

Emil, A., Yaakob, Z., Kamarudin, S. K., Ismail, M. and S., Jumat. 2009. Characteristic and Composition of Composition of *Jatropha Curcas* Oil Seed from Malaysia and its Potential as Biodiesel Feedstock. **Euro Journal s** 29: 3. 396-403

Filter, P. 1932. Untersuchungen über die Lebensdauer von Handels-und anderen Saaten, mit besonderer Berücksichtigung der harten Samen und der Altersverfärbung bei den Leguminosen. ***Landwirtsch. Vers. Stn.*** 114:149-70.

Fonseca, J.R., A.De.B. Freire, M.S. Freire and F.J.R. Zimmermann. 1983. Conservation of bean seed under three methods of storage. **Hort. Abstr.** 53: 105.

Francis, G. , R. Edinger and K. Becker. 2005. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio- economicdevelopment in degraded areas in India: need, potential and perspectives of *Jatropha* plantations. **Natural Resource Forum**. 29:12-24.

Gbikpi, P.J. and R.K. Crookston. 1981. A whole plant indicator of soybean physiological maturity. **Crop. Sci.** 21: 469-472.

Gidrol, X., A. Noubhani, B. Mocquot., A. Fournier and A. Pradet. 1988. Effect of accelerated aging on protein synthesis in to legume seeds. **Plant Physiol and Biochem.** 26: 281-288.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ginwal, H.S., P.S. Rawat and R.L. Srivastawa. 2004. Seed Source Variation in Growth Performance and Oil Yield of *Jatropha curcas* Linn. In Central India. **Silvae Genetica.** 53 (4): 186-192.

Girach, R.D. Aminuddin and M. Ahmad. 1995. Baghrendah (*Jatropha curcas* L.) A potential source of herbal drug in dental complaints. **Hamdard Medicus**. 38: 94-100.

Globerson, D. 1981. The quality of lettuce seed harvested at different times after anthesis. **Seed Sci. and Technol.** 9: 861-866.

Gregg, B. 1982. Seed; conditioning storage and marketing, p. 34-68. *In* Seed division Dept. of Agricultural Extension, Bangkok.

Haggerty, N.J. 1960. Packaging, p. 140. *In* Proc. Short course for Seedsman. **Seed Technology** Laboratory. Mississippi State University, Mississippi.

Harrington, J.F. 1972. Seed Storage and longevity. pp. 145-245. *In* T.T. Kozlowski, ed. **Seed Biology,** vol III. Academic Press, New York.

_____. 1973. Biochemical basis of seed longevity. ***Seed Sci. Technol***. 1:453-61.

Heller, J. 1996. **Physic nut. *Jatropha curcas* L.** International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Henning, R. 2000. The Jatropha Booklet. A Guide to the Jatropha System and its Dissemination in Zambia. GTZ-ASIP Support Project Southern Province. Bagani GbR.

Hocking, P.J. 1982. Accumulation and distribution of nutrients in fruits of Castor bean. **Ann.Bot.** 49: 51-62.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Holm, L.G., J.V. Pancho, J.P. Herberger and D.L. Plucknett. 1979. **A geographical atlas of world weeds.** John Wiley & Sons, New York.

Howell, R.W., F.I. Collind and V.E. Sedgwick. 1959. Respiration of soybean seed as related to weathering losses during ripening. **Agron.J.** 51: 677-679.

Hopkins, E.F., J.F. Ramírez Silva, V. Pagan, and A.G.Villafañe. 1947. Investigation on the storage and preservation of seed in Puerto Rico. ***P.R. Agric. Exp. Stn. Bull.*** 72:1-47.

Hughes, P.A. and R.F. Sandsted. 1975. Effect of temperature, relative humidity, and light on the color of "California Light Red Kidney" bean seed during storage. ***Hort Sci.*** 10: 421-23.

ISTA. 2003. **The International Seed Association (ISTA, 2003).** The International Rule of Seed Testing. Edition. 2003 Bassersdorf. CH-Switzerland.

Jain, C. and P.C. Trivedi. 1997. Nematicidal activity of certain, plants against root nematode, Meloidogynae incognita infecting chickpea, Cicer areitinum. **Annuals of Plant Protection Sciences**. 5: 171-174.

Jenssen, C. 1879. Untersuchungen über den Kulturwerth der Handels-Saaten unserer gewöhnlichsten Klee- und Grasarten. ***Landwirtsch. Jahrb.*** 8: 133-331.

Joao, A.L.D., S.P.J. Artur, F.S.T. Zoz, U.C. Malavsi, M.D.M. Malavasi and V.F. Guimaraes. 2010. Physiological maturity of seeds and colorimetry of fruits of *Jatropha curcas* L. Rev. bras. **Sementes Londrina.** (32): 4. 156-158.

Joker, D. and J. Jepsen. 2003. *Jatropha cuscas* L. Seed leaflet. Danida Forest Seed Centre. Humlebaek, Denmark. (83): 2.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Jones, N. and J.H. Miller. 1991. *Jatropha curcas* -a multipurpose species for problematic sites**. Land Resources Series** . 1: 1-12.

Justice, O.L. and L.N. Bass. 1979. **Principles and Practices of Seed Storage.** Agriculture Handbook No. 506. Beccles Castle House Pub. United State department of Agriculture, Washington, D.C.

Kabata-Pendias, A. and H. Pendias. 1992. Trace elements in soils and plants. **International standard book number.** U.S.A.

Kaushik, N., R.P.S. Deswal and K.D. Sharma. 2001. Maturity indices in *Jatropha curcas*. **Seed Research.** 29: 223-224.

Kaushik, N. 2003. Effect of capsule maturity on germination and seeding vigour in *Jatropha curcas*. **Seed Sci. & Technol.** 31: 449-454.

King, M.W. and E.H. Robert. 1979. **The storage of recalcitrant seeds: achievement and possible approaches.** International Board for plant Genetic Resources, Rome.

Kittock, D.L. and J. H. Williams. 1967. Castor bean Production as related to length of growing season. I. Effect of date of plant desiccation. **Agro. J.** 59: 438-440.

Knittile, K.H. and J.S. Burries. 1976. Effect of kernel maturation on subsequent seedling vigour in maize. **Crop Sci.** 16: 851-855.

Kiefer, J. 1986. **Die Purgiernub (*Jatropha curcas* L.) Ernteprodukt, Verwendungsalternativev, wirtschaftliche Uberlegungen.** Diploma thesis University Hohenheim, Stuttgart.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kobilke, H. 1989. **Untersuchungenzur.** Bestandesbegrundun, Von Purgiernub (*Jathopha carcas* L.) Diploma thesis. Univ. Hohenheim, Stuttgart.

Kulkarni, L.Q. and G.V. Ramanamurthy. 1997. **Castor**. Madrass. Hoe & Co. 105.

Lal, S.B. and M. Biswarup. 2006. Importance of Raising Elite Planting Material of *Jatropha Curcas* L. for Energy Independence of India, pp. 197-201. *In* **Biodiesel Conference Towards Energy Independence – Focus on *Jatropha* .** Paper presented at the Conference Rashtrapati Nilayam. Bolaram, Hyderabad, 9-10 June, 2006.

Lambrecht , H.S., S.S. Nielsen, B..J. Liska and N.C. Nielsen. 1996. Effect of soybean storage on tofu and soymilk production. **J. Food Quality.** 19: 189-202.

Lehner, A., N. Mamadou, P. Poels., D. Come, C. Bailly and F. 2008. Corbineau. Changes in soluble carbohydrates, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in the embryo during ageing in wheat grains. **J. of Cereal Sci .** 47: 555-565.

Lin, Y.H., R.A. Moreau and A.S.C. Huang. 1982. Involvement of glyoxysomal lipase in the hydrolysis of storage triacylglycerols in the cotyledons of soybean seedlings. **Plant Physiol.** 70: 108-112.

Linnaeus, C. 1753. **Species Plantarum *Jatropha*.** Impensis Laurentii Salvii, Stockholm. pp. 1006-1007.

Liu, S.Y., F. Sporer, M. Wink, J. Jourdane, R. Hennning, Y.L. Li and A. Ruppel. 1997. **Anthraquinones in Rheum palmatum and Rumex dentatus and phorbol esters in *Jatropha curcas (Euphorbiaceae) with* molluscicidal activiy aganst the schistosome vector snails Oncomelania**, Biomphalaria and Bulinus, Tropical.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Longer, D.E. and Degago. 1996. Field weathering potential of normal and hard seeded soybean genotypes. **Seed Sci.& Technol.** 24: 273-280.

Lowig, E. 1970. Versuche zur Frage nach der Veränderung von Samenfarben. *Saatgutwietschaft* 22: 177-78, 267-68, 306.

Lucille Elna Parreno-de Guzman. 2011**. Seed characteristic, storage behavior and viability equation of *Jatropha curcas* (L).** Univ. Seeed Sci. and Technol. Labboratory PSSD, Crop Sci. Cluster Collage of Agriculture, Los Banos.

Maes, W. H., W.M.J. Achten, B. Reubens, D. Raes, R. Samson and B. Muys. 2009. Plant-water relationships and growth strategies of *Jatropha curcas* L. seedlings under different levels of drought stress. **J. of Arid Environments.** 73: 877-884.

Martin, G and A. Mayeux. 1984. Reflexions sur les cultures oleagineuses energetiques. II. Le Pourghere (*Jatropha curcas* L.) un carburant possible. **Oleagineux.** 39(5): 283-287.

Marzke, F.O., S.R. Cecil, A.F. Press, and P.K. Harien. 1976. Effect of controlled storage atmospheres on the quality, processing, and germination of peanuts. ***U.S. Dep. Agric. Serve.,* ser. ARS-S.** 114:1-12.

McDonald, M.B. Jr. 1980. Assessment of seed quality. **Hort. Sci**. 15 (6): 784-788.

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Sci. & Technol**. 27: 177-237.

Merkenschlager, F. 1924. Keimangsphysiologische Probleme. *Naturwiss. Landwirtsch.* (Freising-Munich) 1: 1-57.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Meshram, P.B. and K.C. Joshi. 1994. A new report of *Spodoptera litura* (Fab.) Boursin (Lepidoptera:Noctuidae) as a pest of *Jatropha curcus* Linn. **Indian Forester**. 120 (3): 273-274.

Mohamad, B. S. H. 1981. **Storage and viability of Hevea seeds.** M.Ag.Sc. Thesis, Serdang, Selangor Malaysia.

Mumford, P.M. and M.S. Freire. 1982. Container for seed storage. **Seed Tech.** Fore gene bank IBPGR. 380.

Munch, E. 1986. **Die Purgiernub (*Jatropha curcus* L.) Botanik, OKologie und Anbau**. Diploma thesis. Univ. of Hohenheim, Stuttgart.

Nakayama, Y., K. Saio and M. Kito. 1981. Decomposition of phospholipids in soybeans during storage . **Cereal Chem**. 58: 260-264.

Okky, S., R.L. Worang, R. Sayari and M. Huddin. 2009. The quality of physic nut (*Jatropha curcas*) seed affected by water activity and duration of storage. **MICROBIOL**. 3 (3): 139-145.

Padua, L.S., N. Bunyapraphatsara. An R.H. and M.J. Lemmens. 1999. Medicinal and poisonous plants 1. **Plant Resources of South-East Asia J.** No 12 (1): 320-325.

Perl, M., I. Luria and H. Gelmond. 1978. Biochemical changes in sorghum seeds affect by accelerated aging. **J. Exp. Bot**. 29: 497-509.

Perry, D.A. 1980. **The concept of seed vigor and its relevance to seed production techniques**, pp. *In* P.D. Hebblethwaite (ed.). Seed Production. Butterworth & Co. Ltd., London-Boston.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pongquett, R.T. M.T. Smith and G. Ross. 1992. Lipid autoxidation and seed aging: putative relationships between seed longevity and lipid stability. **Seed Sci. Res.** 2: 51-54.

Priestley, D.A., B.G. Werner, A.C. Leopold and M.B. McBride. 1985. Organic free radical levels in seeds and pollen: The effect of hydration and aging. **Physiol. Plantarum.** 64: 88-94.

_____. 1986. Seed Aging: Implications for Seed Storage and Persistence in the Soil, Comstock Publishing Associates, London.

Ram, C. and L. E. Wiesner. 1988. Effect of artificial aging on physiological and biochemical and parameters of seed quality in wheat. **Seed Sci. & Technol.** 16: 579-587.

Rao, A.S. and D.S. Wagle. 1981. Beta-amylase activity in artificially aged soybean seeds. **Biol. Plant.** 23: 24-27.

Ratree, S. 2004. A Preliminary study on physic nut (*Jatropha curcas* L.) in Thailand. **Pakistan Journal of Biol. Sci.** 7(9): 1620-1623.

Reinhard, K.H. 2007. Centre of Excellence for *Jatropha* Biodiesel Promotion. Society for Rural initiative For Promotion of Herbal. Available Source: http://www.jatrophabiodiesel. Org/drRKHeaning.php, 25 June 2010.

Robert, E.H. 1972. **Viability of Seeds.** Syracuse Univ. Press. New York.

Schultze-Motel, J. 1986. Rudolf Maanfelds Verzeichnis landwirtschaftlicher and gartnerischer Kulturpflanzen (ohne Zierpflanzen). Akademie-Verlag, Berlin.

_____. 1973. Loss of seed viability: of Seeds. Chromosomal and genetical aspects. **Seed Sci. & Technol.** 1: 515-527.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Robert, R., C. Stewart and J.D. Bewley. 1980. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. **Plant Physiol**. 65: 245-248.

Salisbury, F.B. and C. L. Ross. 1992. **Pl ant Physiol**. Wadsworth Publishing Company. Inc., Belmont. California.

Serdang, S. 1981. **Storage and Viability of Hevea seeds**. M.Sc. thesis, Pertanian Univ. Malaysia.

Shen, T.Y. and P.C. Oden. 2000. Fumarage activiy as a quick vigour test for Scot pine (*Pinus sylvestris* L.) seed. **Seed Sci & Technol**. 28: 825-835.

Sharma, G.D., S.N. Gupta and M. Khabiruddin. 1997. Cultivation of *Jatrpha curcas* as future source of hydrocarbon and other industrial products, pp. 19-21. *In* G.M. Gubitz, M. Mittelbach and M. Trabi, eds. **Biofuels snd Industrial Product from *Jatropha curcas.*** Upland gasse, Graz, Austria.

Shenede P.V., N.G. Zode, N.V. Shende and R.R. Nikam. 1999. Effect of storage containers on germination of sunflower seeds. **Annuals of Plant Physiology.** 13 (11): 88-90.

Sircar, S.M. and B. Dey. 1967. Dormancy and viability of the seed of rice (Oryza sativa L.) In H. Borris, ed, Phygiologie, Okology Biochemie der Keimung, pp. 969-973. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt Universitat.

Solomon, A.J., Raju and V. Ezradanam. 2002. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Current Science J.** 83: 1395-1398.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Staubmaun, R., I. Ncube, G.M. Gubitz, W. Steiner and J.S. Read. 1999. Esterase and lipase activity in *Jatropha curcas* L. **Biotectnology J**. 75: 117-126.

Stienswat,W., S. Rattanastrikiat and S. Nimunchat. 1986. The studies on growing of physic nut (*Jatropha curcas)* in the large test plot. Research reports on growing of physic nut (*Jatapha curcas*) for diesel fuel substitute (in Thai) Kasetsart Univ., Bangkok, Thailand.

Subrahmanyam, P., M. M. Ready and A.S. Rao. 1983. Exudation of certain organic compounds from seeds of groundnut. **Seeds Sci. & Technol**. 11: 267-272.

Sukarin, W., Y. Yamada and S. Sakaguchi. 1987. Characteristics of physic nut, *Jatropha curcas* L. as a new biomass crop in the Tropics. Jpn. Agric. Res. Quart. (Japan) 20 (4): 302-303.

Sukprakarn, S. 1985. **A study of the effects of temperature and photoperiod on vegetative growth and seed production of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.)** Ph.D. Thesis, Massey Univ. New Zealand.

Taiz, L. And E. Zeiger. 2002. **Plant Physiol.** Sinauer Associated, Inc., Publishers, U.S.A.

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

Tekrony, D.M., D.B. Egli, J. Balles, T. Pfeiffer and R. J. Fellows. 1979. Physiological maturity in soybean. **Agron. J**. 71: 711-775.

Tekrony, D.M., D.B. Egli and A.D. Phillips. 1980. Effect off fields weathering on the viability and vigor of soybean seed. **Agron. J**. 72:749-753.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tewari, D.N. 1994. *Brochure on Jatropha.* ICFRE, Dehra Dun.

Ueda, T. 1972. Regional difference in the quality of castor seed and oil. **Tropical Abstracts**. 27(4): 248.

Vaughan, C.E., and J.C. Delouche. 1968. Physical properties of seeds associated with viability in small-seeded legumes. ***Proc. Assoc. Off. Seed Anal.*** 58: 128-41.

Villers, T.A. 1978. Seed moisture and storage. **Seed Sci. & Technol**. 6: 993-996.

Waltkins, J.T. 1992. The effect of environment and culture on vegetable seed quality. **Hort Technol.** 2 (3): 333-334.

Weiss, E. A. 1971. **Castor, sesamae and safflower**. Leonard Hill, London. 876.

Went, F.W. 1957. The Experimental Control of Plant Growth. Waltham, Mass: Chronica Botanicz.

West, S.H., and H.C. Harris. 1963. Seed coat colors associated with physiological changes in alfalfa and crimson and white clover. **Crop Sci.** 3: 190-93.

Wilbur, R.L. 1954. A synopsis of *Jatropha*, subsection *Eucurcas*, with the description of two new species from Mexico. **J. Elisha Mitchell Sci. Soc**. 70: 92-101.

Williams, J. H. and H. Kittock. 1969. Management factors influencing viability of castor bean (*Ricinus communis* L.) seed. **Agron. J.** 61: 954-958.

Woodstock, L.W. and D.F. Grabe. 1967. Relationship between seed respiration during imbibitions and subsequent seedling growth in *Zea mays* L. **Plant Physiol**. 42: 1071-1077.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Woodstock, L.W., K. Furman and T. Solomon. 1984. Changes in respiration metabolism during ageing on seeds and isolated axes of soybean. **Plant Physiol**. 75: 15-26.

Yaklich, R.W. and A.A. Abdul-Baki. 1975. Viability in metabolism of individual axes of soybean seed and its relationship to vigor. **Crop Sci.** 33 : 1016-1019.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

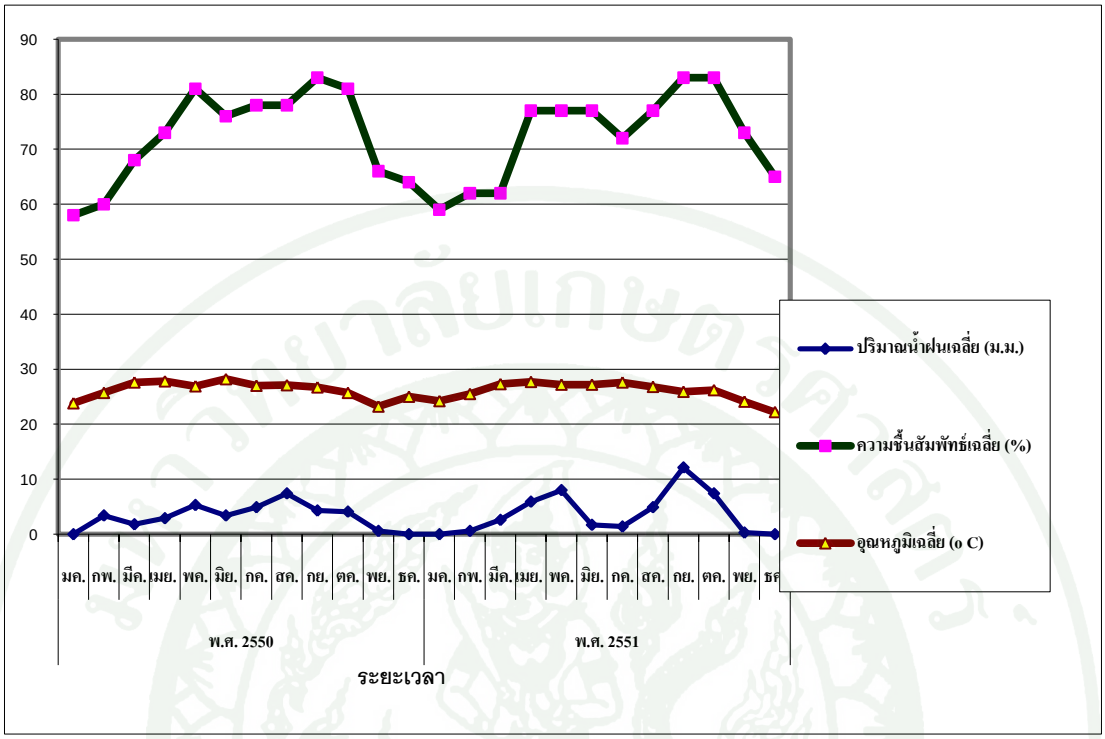
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ความสูง อัตราการเติบโตสัมบูรณ์ เส้นผ่านศูนย์กลาง และความกว้างทรงพุ่มของลำต้นสบู่ดำ accession KUBP74 ปลูกในฤดูแล้ง ปี 2550 ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

ระยะเวลา (วันหลังปลูก)	ความสูง (ซม.)	อัตราการเติบโตสัมบูรณ์	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ซม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)
30	10	0.00	1	6
60	18	0.27	2	19
90	41	0.77	3	31
120	59	0.60	5	61
150	84	0.80	7	68
180	119	1.16	8	79
210	156	1.23	9	87
240	182	1.53	12	104
270	204	0.73	12	118
300	217	0.43	14	125
330	236	0.63	15	128
360	241	0.17	16	138

หมายเหตุ สบู่ดำ accession KUBP74 เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 145 วันหลังปลูก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

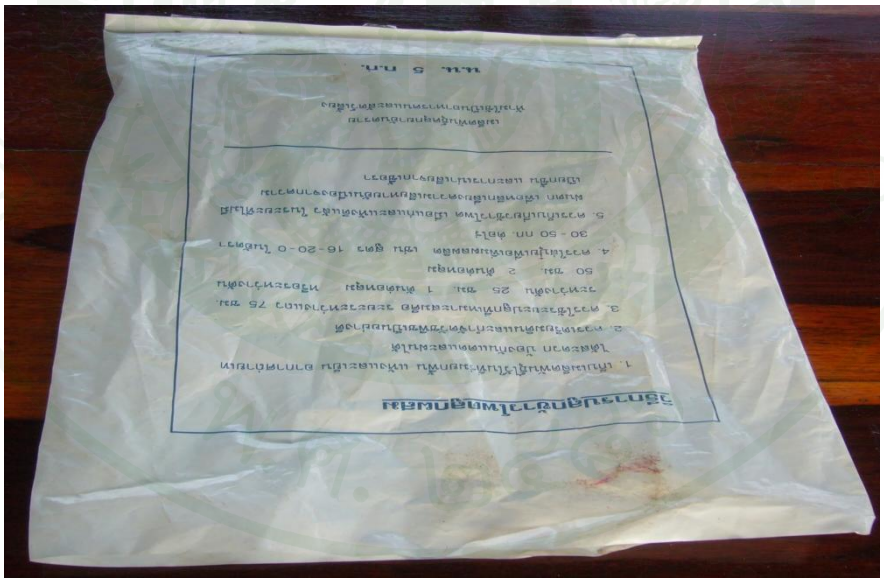


ภาพผนวกที่ 1 ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (ม.ม.) อุณหภูมิเฉลี่ย (^{o} C) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ระหว่างการปลูกสบู่ดำในฤดูแล้ง ณ สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

ที่มา: สถานีวิจัยอุตุนิยมวิทยานครราชสีมา (กลุ่มงานอากาศเกษตรปากช่อง) กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

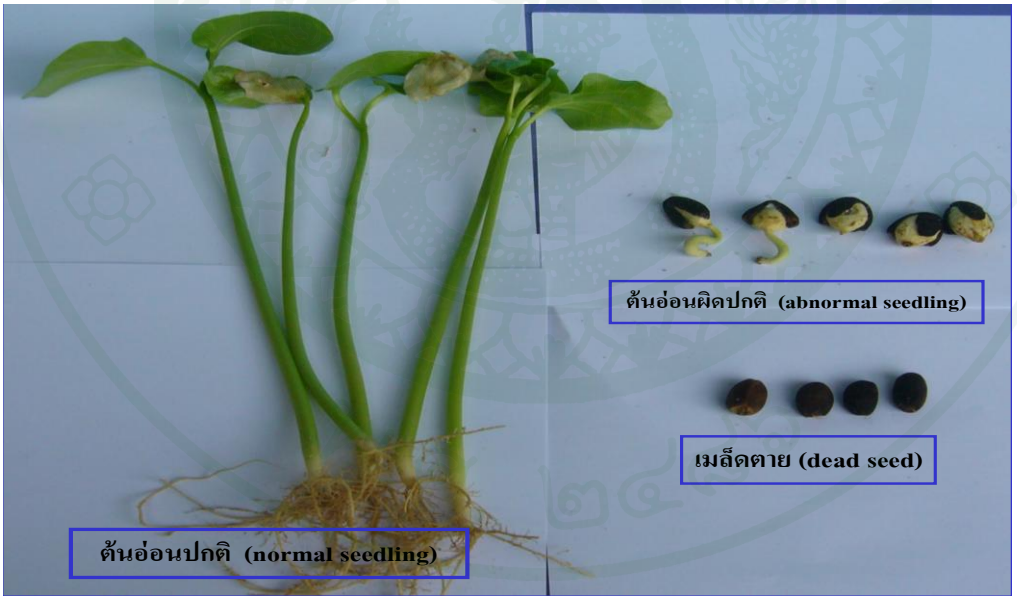
ภาพผนวกที่ 2 ถุงผ้าที่ใช้บรรจุเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน



ภาพผนวกที่ 3 ถุงพลาสติกหนาที่ใช้บรรจุเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

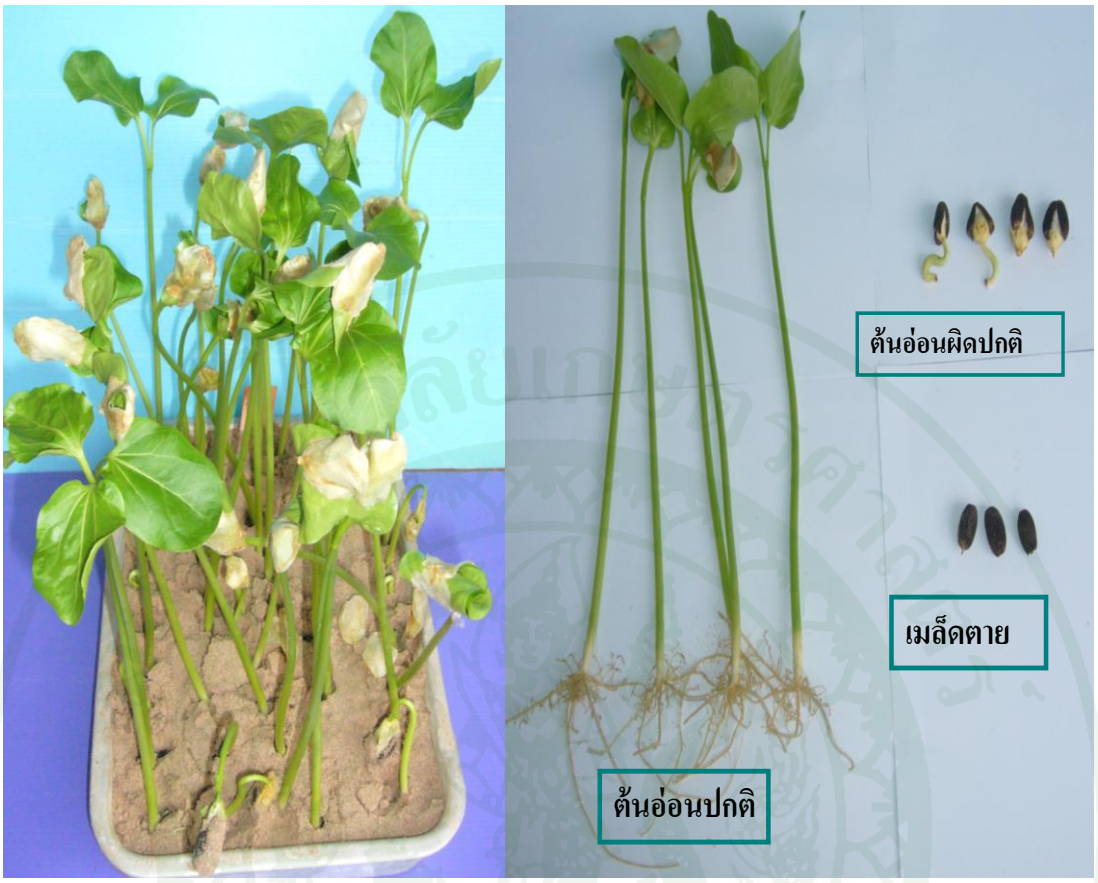
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 4 ความงอกของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาในถุงผ้า อุณหภูมิห้อง (25 ºC ± 2 ºC) เป็นเวลา 6 เดือน



ภาพผนวกที่ 5 ต้นอ่อนปกติ ต้นอ่อนผิดปกติ และเมล็ดตาย ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาในถุงผ้า อุณหภูมิห้อง (25 ºC ± 2 ºC) เป็นเวลา 6 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 6 ต้นอ่อนปกติ ต้นอ่อนผิดปกติ และเมล็ดตาย ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาในถุงผ้าห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ºC ± 2 ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 42± 2 %) เป็นเวลา 6 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 7 ความงอกในไร่ (field emergence test) ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาในถุงผ้า ในอุณหภูมิห้อง (25 ºC ± 2 ºC) เป็นเวลา 6 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 8 การทดสอบความงอกในไร่ (field emergence test) ของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 ที่เก็บรักษาในถุงผ้า ในห้องควบคุมอุณหภูมิ(13 ºC ± 2 ºC และความชื้นสัมพัทธ์ 42± 2 %) เป็นเวลา 6 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 9 เครื่องตรวจสอบปริมาณน้ำมันของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ accession KUBP 74 GC-2010 Serial No. C 51624300611

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสุปราณี งามประสิทธิ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	30 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2502
สถานที่เกิด	อ. ปากช่อง จ. นครราสีมา
ประวัติการศึกษา	ว ท. บ. (ชีววิทยา) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี 2526 ว ท. ม. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ สถาบันอินทรีจันทรสถิตย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	ได้รับรางวัลระดับดีเด่น จากการเสนอผลงานวิจัย เรื่อง การศึกษาการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหางกระรอก กินรี 1. 2548. สุปราณี งามประสิทธิ์, ธำรงศิลป โพธิสูง, แอนนา สายมณีรัตน์ และสุรพล เช้าฉ้อง. 2548. การศึกษาการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหางกระรอก “กินรี 1“, น. 671-680. *ใน* การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 43 (สาขาพืช) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ.
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์