ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน)
ปริญญา

พืชสวน	พืชสวน
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมโดยการขัดเปลือกเมล็ดและความร้อนแห้ง

Breaking Seed Dormancy in Smooth Loofah (*Luffa cylindrica* (L.) M. Roem.) by Scarification and Dry Heat

นามผู้วิจัย นางสาวศจี เชาว์ดำริห์กุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ....
(อาจารย์พิจิตรา แก้วสอน, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ....
(อาจารย์ปริยานุช จุลกะ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ....
(รองศาสตราจารย์วันชัย จันทร์ประเสริฐ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา ....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐ พิชกรรม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

....
(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมโดยการขัดเปลือกเมล็ดและความร้อนแห้ง

Breaking Seed Dormancy in Smooth Loofah (*Luffa cylindrica* (L.) M. Roem.)
by Scarification and Dry Heat

โดย

นางสาวศจี เชาว์ดำริห์กุล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน)
พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศจี เชาว์ดำริห์กุล 2556: การทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมโดยการขัดเปลือกเมล็ดและความร้อนแห้ง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์พิจิตรา แก้วสอน, Ph.D. 73 หน้า

ศึกษาการทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมโดยการขัดเปลือกเมล็ดและความร้อนแห้ง เพื่อนำมาใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อการค้า แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ 1) ศึกษาวิธีทำลายการพักตัวของเมล็ด ได้แก่ การตัดเปลือกเมล็ด การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ถึง 8 ชั่วโมง และ 2) ศึกษาโครงสร้างของเปลือกเมล็ดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ดิจิทอล เมล็ดพันธุ์บวบหอมที่นำมาศึกษามี 3 ล็อต คือ ล็อตที่ 1 ล็อตที่ 2 และล็อตที่ 3 ทั้ง 3 ล็อตมีความมีชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน มีความงอกเบื้องต้น คือ 56.0 6.0 และ 42.5 เปอร์เซ็นต์และเมล็ดแข็งเท่ากับ 35.5 91.0 และ 49.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทำลายการพักตัวด้วยวิธีตัดเปลือกเมล็ดทุกล็อต มีความงอกสูงที่สุดสามารถทำลายการพักตัวได้สมบูรณ์ ทำให้เมล็ดมีความงอก 100 เปอร์เซ็นต์ทั้ง 3 ล็อต การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาทีของเมล็ดล็อตที่ 1 และ 3 มีความงอก 75.5-95.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งดีกว่าที่ความเร็วรอบอื่นๆ แต่เมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 2 มีความงอกเพียง 24 เปอร์เซ็นต์ การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3-5 ชั่วโมง และการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2-5 ชั่วโมงทำให้เมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 มีความงอก 71.5-80.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 4-5 ชั่วโมงทำให้เมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 3 มีความงอก 71.0-73.5 เปอร์เซ็นต์ แต่การใช้ความร้อนแห้งทั้ง 2 ระดับอุณหภูมินี้ ไม่สามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดล็อตที่ 2 ได้ดีเท่ากับล็อตที่ 1 และ 3 โดยมีความงอกเพียง 11.0-34.5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น จากการศึกษาโครงสร้างของเปลือกเมล็ด พบว่า การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที ทำให้เปลือกเมล็ดชั้นนอกทั้ง 3 ล็อตบางลง ส่วนการใช้ความร้อนแห้งไม่ทำให้เปลือกเมล็ดบางลง แต่ทำให้เซลล์ของเปลือกเมล็ดชั้นใน คือ เซลล์สเกลอเรงคิมามีความผิดปกติ มีลักษณะเซลล์ไม่เป็นระเบียบและคล้ายเซลล์ฉีกขาด จากการศึกษานี้กล่าวได้ว่าการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier และการใช้ความร้อนแห้งสามารถทำลายการพักตัวได้บางส่วนและยังไม่สามารถใช้แก้การพักตัวในเชิงการค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

________________ ____________________ __ / __ / __

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sajee Chaodumrikul 2013: Breaking Seed Dormancy in Smooth Loofah (*Luffa cylindrica* (L.) M. Roem.) by Scarification and Dry Heat. Master of Science (Horticulture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Miss Pichittra Kaewsorn , Ph.D. 73 pages.

A study on breaking dormancy in smooth loofah (*Luffa cylindrica* (L.) M. Roem.) seed using scarifier and dry heat that possible for commercial seed production. There were 2 experiments, i.e. 1) study on the methods of breaking dormancy: clipping, scarified seed by scarifier at 40 70 and 100 rpm for 1 minute and dry heat at 60 70 and 80 °C for 1 to 8 hours and 2) study on the structure of seed coat under digital microscope. Three lots of loofah seeds used in this study (lot number 1, lot number 2 and lot number 3) had 100% viability, germination was 56.0 6.0 and 42.5% and hard seed 35.5 91.0 and 45.5%, respectively. The results showed that clipped seeds of all lots gave the highest germination (100%). Scarified seed using scarifier at 100 rpm for 1 minute of lot 1 and 3 had the germination of 75.5-95.5% higher than seeds scarified by other speed. However, for seed lot 2 had germination only 24%. The results of breaking dormancy by dry heat treatment, it was found that dry heat at 60 °C for 3-5 hours and dry heat treatment at 70 °C for 2-5 hours of seed lot number 1 had the germination of 71.0-80.5%. Dry heat treatment at 70 °C for 4-5 hours of seed lot number 3 had the germination of 71.0-73.5%. However, dry heat of both temperatures could not break dormancy for seed lot number 2 as the germination was only 11.0-34.5%. For the study of seed coat structure, it was showed that the outer layer of seed coats of all 3 seed lots scarified at 100 rpm for 1 minute were thinner than those of un-scarified seed. Dry heat had no effect on seed coat thickness, but affected cells of inner seed coat as the sclerenchyma cell showed disordered characteristic, non-uniform and seemed to be torn off. It can be concluded that scarified seed using scarifier and breaking seed dormancy by dry heat could not be effectively implemented for breaking seed dormancy in commercial seed production.

____________________ ____________________ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พิจิตรา แก้วสอน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.ปริยานุช จุลกะ และรองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย จันทร์ประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับการเรียน งานวิจัย และการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทวี ศุขปราการ ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรียา บุญกอแก้ว ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ที่กรุณาให้คำแนะนำการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณศูนย์วิทยาการขั้นสูงเพื่อเกษตรและอาหาร ในการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ และบริษัท เจียไต๋ จำกัด เป็นอย่างสูงที่อนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์เพื่อใช้ในงานวิจัย

ขอขอบคุณสมาชิกห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ที่ได้ให้คำแนะนำพร้อมทั้งความช่วยเหลือขณะปฏิบัติการวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติ ผู้ให้โอกาสในการศึกษาและเป็นกำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมา

ศจี เชาว์ดำริห์กุล

พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	17
ผลและวิจารณ์	22
สรุปและข้อเสนอแนะ	58
สรุป	58
ข้อเสนอแนะ	59
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	60
ภาคผนวก	70
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	73

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความมีชีวิตและความงอกเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์บวบหอม 3 ล็อต	24
2	ความงอกและเมล็ดแข็งของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	28
3	เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	34
4	ความงอกและเมล็ดแข็งของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	38
5	เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	44
6	ความงอกและเมล็ดแข็งของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	47
7	เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่างๆ	51
8	ความหนาของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	53
9	ความหนาของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	55
10	ความหนาของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	57

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การติดสีแดงของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 แสดงความมีชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์	24
2	ต้นอ่อนผิดปกติของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	29
3	เมล็ดสดไม่งอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	30
4	เมล็ดตายของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	31
5	ต้นอ่อนผิดปกติของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	39
6	เมล็ดสดไม่งอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	40
7	เมล็ดตายของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	41
8	ต้นอ่อนผิดปกติของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	48
9	เมล็ดสดไม่งอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	48
10	เมล็ดตายของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ	49
11	โครงสร้างของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ไม่ผ่านการทำลายการพักตัว (A) การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที (B) การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง (C) emb = embryo, scl = sclerenchymatous main mechanical layer, epl =epidermal cell	53

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
12	โครงสร้างของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ไม่ผ่านการทำลายการพักตัว (A) การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที(B) การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง (C) emb = embryo, scl = sclerenchymatous main mechanical layer, epl =epidermal cell	55
13	โครงสร้างของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ไม่ผ่านการทำลายการพักตัว (A) การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที(B) การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง (C) emb = embryo, scl = sclerenchymatous main mechanical layer, epl =epidermal cell	57

ภาพผนวกที่		
1	ต้นอ่อนปกติ (A) ต้นอ่อนผิดปกติ เชื้อราเข้าทำลาย (B) ต้นอ่อนผิดปกติ เปลือกเมล็ดไม่หลุดจากใบเลี้ยงและรากแก้วกุด (C) ต้นอ่อนผิดปกติ เกิดจากเมล็ดงอกช้า มีลำต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) สั้น (D) เมล็ดแข็ง (E) เมล็ดสดไม่งอก (F) และเมล็ดตาย (G)	71
2	การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	72
3	การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	72

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมโดยการขัดเปลือกเมล็ดและความร้อนแห้ง

Breaking Seed Dormancy in Smooth Loofah (*Luffa cylindrica* (L.) M. Roem.) by Scarification and Dry Heat

คำนำ

บวบหอม (smooth loofah หรือ sponge gourd) มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียเขตร้อน เช่น ประเทศจีน อินเดีย และญี่ปุ่น (Porterfield, 1955) มีการกระจายพันธุ์ในประเทศพม่าไปจนถึงประเทศฟิลิปปินส์ (Siemonsma and Piluek, 1993) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศจีน เกาหลี ญี่ปุ่น อินเดีย บราซิล และอเมริกากลาง (Bal *et al*., 2004) ประเทศไทยมีการปลูกบวบหอมเป็นผักพื้นบ้านที่นิยมบริโภคในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (รักษ์, 2554) ผลอ่อนของบวบหอมนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด เช่น แกงเลียง แกงอ่อม ต้มหรือลวกเป็นเครื่องเคียงกับน้ำพริก (ดวงจันทร์, 2546) นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณทางยาบรรเทาอาการและรักษาโรคได้ เช่น ใบใช้รักษาโรคกลาก แผลเรื้อรังหรือเป็นยารักษาสตรีที่ตกเลือด ดอกใช้รักษาอาการไอ แก้เจ็บคอ ช่วยขับปัสสาวะ ดับร้อน ใยบวบช่วยขับน้ำนมในสตรีหลังคลอด เมล็ดมีสรรพคุณในการขับพยาธิตัวกลม รากและเถาใช้รักษาอาการปวดศีรษะข้างเดียว เยื่อโพรงจมูกอักเสบ (วิทย์, 2548) เส้นใยของบวบหอมมีคุณภาพดี จึงนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ถนอมผิวพรรณ ลักษณะเส้นใยหยาบนำไปใช้ทำความสะอาดเครื่องครัวและรถยนต์ นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมการกรองน้ำมัน สานเป็นเสื่อ หมวก ผลิตเป็นเยื่อกระดาษใส่ในหีบห่อป้องกันการกระแทกและทำเบาะรองไหล่หรือมีการสกัดสารสำคัญมาใช้ในเวชภัณฑ์ยาและเครื่องสำอาง เป็นต้น (Oboh and Aluyor, 2009)

เกษตรกรในประเทศไทยเริ่มมีการปลูกบวบหอมในเชิงการค้ามากขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2551 มีพื้นที่การปลูกบวบ 337,000 ไร่ การใช้เมล็ดพันธุ์บวบปริมาณ 9 ตัน คิดเป็นมูลค่า 40.5 ล้านบาท (กรมวิชาการเกษตร, 2552) โดยแหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ที่อำเภอไชโย จังหวัดอ่างทอง เป็นพื้นที่ปลูกบวบหอมแหล่งใหญ่ของประเทศ เพื่อจำหน่ายผลสด (รักษ์, 2554) รวมถึงอำเภอหนองวัวซอ จังหวัดอุดรธานี มีการรวมกลุ่มจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนปลูกบวบหอม (กรมวิชาการเกษตร, 2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การขยายพันธุ์บวบหอมนิยมใช้เมล็ด โดยมีการคัดเลือกพันธุ์และเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เอง ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงพันธุ์บวบหอมเป็นพันธุ์ลูกผสมเพื่อใช้ในทางการค้ามากขึ้น (สัจจะ และคณะ, 2548) อย่างไรก็ตามจากสภาพอากาศที่ร้อนชื้น ทำให้การผลิตเมล็ดพันธุ์บวบหอมเริ่มมีปัญหา มักพบว่าเมล็ดมีความงอกต่ำและงอกไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์บวบหอมมีการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง (hard seed) เปลือกเมล็ดไม่ยอมให้น้ำซึมผ่าน ทำให้เมล็ดไม่สามารถงอกได้ (Doijode, 2001)

การพักตัวของเมล็ดจัดเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ เนื่องจากทำให้เกิดปัญหาในการจัดการแปลงปลูก เมล็ดพืชปลูกมีปัญหาเรื่องความงอกและการหาวิธีทำลายการพักตัว (วันชัย, 2553) แต่ในธุรกิจเมล็ดพันธุ์และผู้ปลูกนั้นต้องการเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง ง่ายต่อการปฏิบัติงานและประหยัดต้นทุนการผลิต ดังนั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์จึงเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อการค้า เช่น การขัดเปลือกเมล็ดและการใช้ความร้อนแห้ง ทั้งนี้เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกสูงและงอกได้สม่ำเสมอ เมื่อนำมาปลูกช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอม 3 ล็อต โดยการขัดเปลือกเมล็ดและใช้ความร้อนแห้ง

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอม 3 ล็อตที่ผ่านการขัดเปลือกเมล็ดและใช้ความร้อนแห้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

บวบหอม (smooth loofah หรือ sponge gourd) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Luffa cylindrica* (L.) M. Roem. อยู่ในวงศ์แตง (Cucurbitaceae) มีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 ประกอบด้วยรากแก้วและรากแขนงเป็นจำนวนมาก ลำต้นสีเขียวเป็นเถาเลื้อย ทุกส่วนของลำต้นมีขนอ่อนปกคลุม ที่บริเวณข้อมีมือเกาะ (tendril) ใบเป็นใบเดี่ยว ขอบใบหยักเว้า ปลายใบแหลม บวบหอมเป็นพืชผสมข้าม (cross-pollinated plant) (Bal *et al.,* 2004) ดอกเพศเมียเจริญเป็นดอกเดี่ยว หรืออยู่กับดอกเพศผู้ในช่อดอกเดียวกัน ดอกเพศผู้ออกเป็นช่อดอก (inflorescence) ทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมียมีกลีบเลี้ยงสีเขียว 5 กลีบ กลีบดอกสีเหลืองหรือสีเหลืองอ่อน 5 กลีบ ผลมีผิวเรียบลักษณะเป็นทรงกระบอกยาว ผลอ่อนมีสีเขียวและมีลายเป็นสีเขียวแก่ ผลแก่มีสีเขียวออกเหลืองหรือเขียวเข้มออกเทา เส้นใยเหนียวมีลักษณะเป็นร่างแห เมล็ดบวบหอมมีสีดำ ลักษณะแบนเป็นวงรี ผิวเรียบ มีปีกที่บริเวณขอบของเมล็ด (วิทย์, 2548) ภายในผลแก่มีเมล็ดประมาณ 30 เมล็ดต่อผล (Newton, 2006)

องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดบวบหอมประกอบด้วยโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์และไขมัน 46 เปอร์เซ็นต์ (Siemonsma and Piluek, 1993) โดยมีกรดไขมันจำเป็น เช่น กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) และกรดโอลิอิก (oleic acid) กรดไขมันชนิดอิ่มตัว ได้แก่ กรด-พาล์มิติก (palmitic acid) และกรดสเตียริก (stearic acid) ซึ่งกรดไขมันจำเป็นมีประโยชน์ใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ฮอร์โมนที่สำคัญ เช่น พรอสทาแกลนดิน (prostaglandin) จัดเป็นกลุ่มไขมันที่ทำหน้าที่อื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต นอกจากนี้ยังมีไขมันชนิดอื่นๆ เช่น กลีเซอรอล (glycerol) ซึ่งมีฟอสโฟลิพิด (phospholipid), ฟอสฟาไทด์ (phosphatide) และ ฟอสโฟลิพิน (phospholipin) รวมกันประมาณ 0.47 เปอร์เซ็นต์ (ดาวัลย์, 2551; วิทย์, 2548)

เมล็ดบวบหอมเมื่อพัฒนาได้ 20 วันหลังดอกบาน เมล็ดมีการแบ่งเซลล์ ขยายขนาดของเซลล์ ทำให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้นและเมล็ดมีสีขาวใส เมื่ออายุ 25-30 วันหลังดอกบานเยื่อหุ้มเมล็ดมีลักษณะอ่อนนุ่ม ตรงกลางมีร่องบุ๋มและเมล็ดมีขนาดใหญ่ที่สุด เมล็ดอายุ 20-30 วันหลังดอกบาน น้ำหนักสด 100 เมล็ดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและความชื้นของเมล็ดสูงถึง 80-85 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดอายุ 30 วันหลังดอกบานจะมีน้ำหนักสดมากที่สุด เมล็ดเปลี่ยนเป็นสีครีมและเยื่อหุ้มเมล็ดแข็งขึ้น เมล็ดอายุ 50-55 วันหลังดอกบาน เมล็ดเปลี่ยนเป็นสีดำทั้งหมด และเมล็ดอายุ 60-65 วันหลังดอก-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บาน เมล็ดพัฒนาอย่างสมบูรณ์ ซึ่งเป็นระยะแก่ทางสรีรวิทยา เมล็ดมีความชื้น 35.31 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นเมล็ดลดลงจนต่ำสุดเมื่อ 80 วันหลังดอกบานและมีน้ำหนักสดน้อยที่สุด (ปราณี, 2552)

2. การพักตัวของเมล็ด

การพักตัวของเมล็ด (seed dormancy) หมายถึง เมล็ดพันธุ์ที่มีชีวิตแต่ไม่สามารถงอกได้ แม้อยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการงอก ซึ่งการพักตัวของเมล็ดพันธุ์มีหลายชนิด เช่น การพักตัวแบบปฐมภูมิ (primary dormancy) เป็นการพักตัวที่เกิดขึ้นตั้งแต่เมล็ดอยู่บนต้นแม่ เนื่องจากโครงสร้างของเมล็ดไม่เอื้ออำนวยต่อการงอกของเมล็ด เช่น เปลือกเมล็ดไม่ยอมให้น้ำผ่านหรือส่วนห่อหุ้มเอมบริโอไม่ยอมให้อากาศผ่าน เอมบริโอเจริญไม่สมบูรณ์หรืออาจมีสาเหตุจากสารยับยั้งการงอกของเมล็ด นอกจากนี้ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมมีส่วนชักนำให้เมล็ดมีการพักตัวแบบทุติยภูมิ (secondary dormancy) ซึ่งเป็นการตอบสนองของเมล็ดต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาพอากาศที่ร้อน หนาวจัด หรือแห้งแล้ง (Copeland and Mcdonald, 2001)

3. ชนิดของการพักตัว

Bradbeer (1988) แบ่งการพักตัวของเมล็ด ดังนี้

3.1 การพักตัวที่เกิดจากส่วนห่อหุ้มเมล็ดหรือส่วนห่อหุ้มเอมบริโอ (coat-imposed dormancy) เช่น เปลือกเมล็ด ผนังผลกับเปลือกเมล็ด หรือเอนโดสเปิร์ม (endosperm) และ เพอริสเปิร์ม (perisperm) ขัดขวางการงอกของเมล็ด แบ่งได้ดังนี้

3.1.1 การขัดขวางการดูดซึมน้ำ (restriction of water uptake by embryo coverings)

เมล็ดที่มีส่วนห่อหุ้ม เช่น เปลือกเมล็ดไม่ยอมให้น้ำผ่านเข้าออก ทำให้เมล็ดเกิดการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง (hardseededness) พบมากในเมล็ดพืชวงศ์ Fabaceae เช่น ถั่วเหลือง (Keim *et al.*, 1990) กระถิน (ISSG, 2010) อัลฟัลฟ่า (Albrecht and Undersander, 2009) และอาจพบในเมล็ดพืชอีกหลายวงศ์ เช่น Cucurbitaceae ได้แก่ บวบหอม (ปราณี, 2552) บวบงู (ภัคศจี, 2552) แตงโม (Grange *et al.*, 2003) วงศ์ Convolvulaceae เช่น ผักบุ้ง และวงศ์ Malvaceae เช่น กระเจี๊ยบ (จวงจันทร์, 2529) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพักตัวที่เกิดจากส่วนห่อหุ้มเมล็ดไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านอาจเกิดจากการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยตรงหรือจากสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง รวมถึงโครงสร้างทางสรีรวิทยาและองค์ประกอบของเปลือกเมล็ด (Rolston, 1978) โดยสาเหตุการพักตัว มีดังนี้

ก. ลักษณะพันธุกรรม

สารพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากชั่วอายุหนึ่งไปยังอีกชั่วอายุหนึ่งได้ โดยมีจีน (gene) เป็นตัวควบคุม (ประดิษฐ์, 2546) มีรายงานการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองโดยใช้ต้นแม่เป็นสายพันธุ์ที่ไม่มีการพักตัวแบบเมล็ดแข็งผสมสลับกับต้นพ่อที่เป็นสายพันธุ์ที่มีการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง ทำให้การแสดงออกของลักษณะเมล็ดแข็งแตกต่างกันและเมล็ดมีแนวโน้มในการพักตัวเพิ่มขึ้น (รังสฤษดิ์, 2525) โดย major gene และ minor gene เป็นตัวควบคุมการถ่ายทอดลักษณะเมล็ดแข็งในถั่วเหลืองเช่นเดียวกับการศึกษาเมล็ดที่ไม่ยอมให้น้ำผ่านเข้าภายในเมล็ด (impermeable seed) ของถั่วเหลือง พบว่าการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมนั้นถูกควบคุมด้วยจีน 3 คู่ ซึ่งอาจมี major gene รวมอยู่ด้วย (Kilen and Hartwig, 1978; Verma and Ram, 1987) ในพืชวงศ์แตง เช่น การผสมเมล็ดแตงโมโดยใช้พันธุ์ Charleston Gray x PI 560006 และ Calhoun Gray x PI 490383W โดยพันธุ์ PI 560006 กับ พันธุ์ PI 490383W มีจีนด้อย (single recessive gene) คือ *eg* เป็นตัวควบคุมการถ่ายทอดลักษณะ เมื่อผลพัฒนาได้ 2-3 สัปดาห์พบว่าเปลือกหุ้มเมล็ดแตงโม (fleshy pericarp) มีลักษณะหนา ซึ่งเรียกเมล็ดแตงโมนี้ว่า Egugi seed (Gusmini, 2004) หรือเมล็ดแตงโมทริพลอยด์ (3n) มีเปลือกเมล็ดที่แข็งและหนา ลักษณะทางกายภาพนี้เป็นสิ่งขัดขวางการแทงรากออกจากเปลือกเมล็ด (Maynard, 1989) เช่น พันธุ์ Tri x 313 และ Tri x Sunrise มีเปลือกเมล็ดชั้นใน (endotesta) หนากว่าเมล็ดแตงโมดิพลอยด์ (2n) เช่น พันธุ์ Allsweet กับ Sugarlee (Grange, 2003)

นอกจากนี้ขนาดของเมล็ดยังมีผลต่อการเกิดลักษณะเมล็ดแข็ง โดยเมล็ดในวงศ์ Fabaceae สายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็กจะเกิดเมล็ดแข็งได้มากกว่าสายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ วันชัย (2525) ศึกษาการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 3 พันธุ์ในสภาพแปลง คือ สจ.1 สจ.2 และ สจ.4 นำมาคัดแยกขนาดเมล็ด ได้แก่ ขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 3 พันธุ์ที่มีขนาดเล็ก มีปริมาณเมล็ดแข็งมากกว่าเมล็ดขนาดกลางและขนาดใหญ่ ตามลำดับ โดยเฉพาะพันธุ์ สจ. 4 มีปริมาณเมล็ดแข็งมากถึง 55.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดขนาดใหญ่ของทุกพันธุ์ไม่มีเมล็ดแข็ง เช่นเดียวกับ Hill *et al.* (1986) รายงานว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่มีขนาดใหญ่ 9 สายพันธุ์ มีปริมาณเมล็ดแข็งน้อยกว่าเมล็ดที่มีขนาดเล็ก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข. สภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดการพักตัวของเมล็ด

การจัดการการผลิตในแปลงปลูก ตลอดจนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ย่อมมีผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (วันชัย, 2542) ความชื้นเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง โดยความชื้นในดินสูงระหว่างการพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลือง อาจทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดปริแตก ดังนั้นปริมาณเมล็ดแข็งจึงลดลง (Hill *et al.*, 1986) การปลูกถั่วเหลืองในสภาพดินที่ขาดน้ำอาจมีผลต่อความหนาและองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเมล็ด ซึ่งการตอบสนองต่อการขาดน้ำ อาจทำให้เกิดเมล็ดแข็งได้ (Nooden *et al.*, 1985) แต่การให้น้ำในช่วงติดเมล็ดของถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่มีเมล็ดแข็งมาก ทำให้ความงอกของเมล็ดสูงขึ้น (Heatherly and Kenty, 1995)

นอกจากนี้ความชื้นภายในเมล็ดเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการพักตัวแบบเมล็ดแข็งของเมล็ดพืชวงศ์ Convolvulaceae เช่น เมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนที่อายุ 41 วันหลังดอกบาน มีความชื้นภายในเมล็ด 12.96 เปอร์เซ็นต์ มีการพักตัวแบบเมล็ดแข็งเพียง 3 เปอร์เซ็นต์ แต่การเก็บเกี่ยวเมล็ดที่อายุ 77 วันหลังดอกบาน เมล็ดมีความชื้นลดลงเป็น 9.87 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนเมล็ดแข็งเพิ่มขึ้นเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเมื่อความชื้นภายในเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ชั้นของเซลล์ที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกเมล็ดอัดเรียงตัวกันแน่น อีกทั้งมีการสะสมคิวทิน (cutin) ลิกนิน (lignin) และ ซูเบอริน (suberin) ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านนอก (outer epidermis) และ palisade layer (อรพรรณ, 2534)

อุณหภูมิในระหว่างการพัฒนาของเมล็ดถั่วฮามาตา (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) ในสภาพแปลงมีผลต่อการเกิดเมล็ดแข็ง โดยอุณหภูมิสูงในระหว่างการพัฒนาของเมล็ด มีผลทำให้ปริมาณลิกนินใน counter palisade cell มีมากกว่าในเมล็ดปกติ จึงทำให้มีปริมาณเมล็ดแข็งเพิ่มขึ้น (Argel and Humpherys, 1983a, 1983b) นอกจากนี้ธาตุอาหารยังมีผลต่อสรีรวิทยาของเมล็ด โดยพบว่าธาตุโมลิบดีนัม (Mo) เกี่ยวข้องกับการพักตัวของเมล็ดข้าวสาลี (Cairns and Kritzinger, 1992) การขาดธาตุโมลิบดีนัมในระหว่างเมล็ดพัฒนาอยู่บนต้นแม่ มีผลทำให้ความเข้มข้นของแป้ง น้ำตาล โปรตีน และสารประกอบไนโตรเจนของเมล็ดข้าวสาลีลดลง ดังนั้นเมล็ดจึงไม่มีระยะพักตัว ทำให้เกิดการงอกคาต้น (ยงยุทธ, 2552) นอกจากนี้การเพิ่มอัตราการฉีดพ่นธาตุโมลิบดีนัมทางใบในระยะใบธงของข้าวสาลี ทำให้เมล็ดข้าวสาลีมีการพักตัวเพิ่มมากขึ้น และมีปริมาณกรดแอบไซซิกในปริมาณสูง ดังนั้นการเพิ่มธาตุโมลิบดินัม มีผลให้ปริมาณกรดแอบไซซิกสูงขึ้น ทำให้เมล็ดมีการพักตัว แต่หากขาดธาตุโมลิบดินัมทำให้เมล็ดข้าวสาลีไม่มีการพักตัวและเกิดการงอกคาต้นอาจเนื่องมาจากการสังเคราะห์กรดแอบไซซิกในเมล็ดลดลง (Modi and Cairn, 1994)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สภาพการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มีผลทำให้การพักตัวของเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงได้ โดยความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษามีผลต่อการคลายการพักตัวของเมล็ด (วันชัย, 2542) โดยการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเหลืองที่มีการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง ในสภาพห้องเย็นอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์สูง (85.3/89.2 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 3 เดือน มีผลทำให้ปริมาณเมล็ดแข็งลดลงจาก 31 เปอร์เซ็นต์เป็น 1.6-3.6 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การเก็บรักษาในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (32.8-33.6 เปอร์เซ็นต์) ไม่มีผลต่อปริมาณเมล็ดแข็ง แสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเมล็ดแข็งน้อยกว่าความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ (วันชัย และคณะ, 2530) นอกจากนี้การเก็บเกี่ยวเมล็ด Lucerne วงศ์ Fabaceae จากฝักอายุ 75 วันหลังดอกบาน ความชื้นของเมล็ด 14 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเมล็ดแข็งเพียงเล็กน้อย ในขณะที่เมล็ดเก็บเกี่ยวจากฝักอายุ 10-55 วันหลังดอกบาน ไม่พบเมล็ดแข็ง แต่การนำเมล็ดที่เก็บเกี่ยวจากฝักอายุ 34 วันหลังดอกบานไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12-24 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 42-70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 เดือน ทำให้เมล็ดที่เก็บเกี่ยวจากฝักอายุ 34 วันหลังดอกบาน มีเมล็ดแข็ง 45 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดที่เก็บเกี่ยวจากฝักที่มีอายุ 55-75 วัน มีเมล็ดแข็งเพิ่มขึ้นเป็น 79 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งขณะนั้นเมล็ดมีความชื้นประมาณ 9-10 เปอร์เซ็นต์ อายุและความชื้นของเมล็ดมีผลต่อปริมาณเมล็ดแข็ง (Kowithayakorn and Hill, 1982)

ค. โครงสร้างทางสรีรวิทยาและองค์ประกอบของเปลือกเมล็ด

บทบาทของเปลือกเมล็ดของพืชบางชนิดที่ประกอบด้วยชั้นเซลล์แพลิเซด (palisade cell) ที่อัดเรียงตัวกันแน่นรวมถึงการสะสมสารประกอบฟีโนลิค (phenolic compound) หรือสารประกอบที่ป้องกันการซึมผ่านของน้ำ เช่น ซูเบอริน ลิกนิน และคิวทิน เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง โดยโครงสร้างของเมล็ดบวบหอมประกอบด้วยเปลือกเมล็ดที่มีลักษณะหนาและแข็ง บนเปลือกเมล็ดมีสารป้องกันการซึมผ่านของน้ำเคลือบบริเวณผิวเปลือกเมล็ด เช่น เพกทิน (pectin) และขี้ผึ้ง (wax) ทำให้น้ำไม่สามารถซึมผ่านเข้าสู่ภายในเมล็ดได้ (ปราณี, 2552) หรือเมล็ดฟักทองมีเปลือกเมล็ดหนา โดยเปลือกเมล็ดชั้นนอกประกอบด้วยเซลล์ผิว (epidermal cell) เรียงตัวติดต่อกับเซลล์ชั้นรองจากเซลล์ผิว (hypodermis) สเกลอรีด (sclereids) และ แอเรงคิมา (aerenchyma) เป็นชั้นเรียงต่อเนื่องกัน ส่วนเปลือกเมล็ดชั้นในมีเนื้อเยื่อหลายชั้นประกอบด้วยเซลล์คลอเรงคิมา (chlorenchyma) ขนาดใหญ่ (Singh and Dathan, 1998) เปลือกเมล็ดพันธุ์แฟงและฟักเขียว เนื้อเยื่อชั้นใน (inner layer) มีเซลล์สเกอเรงคิมา (sclerenchyma) เรียงตัวกันอย่างหนาแน่น อีกทั้งมีสารขี้ผึ้งและซูเบอรินสะสมอยู่ในส่วนเนื้อเยื่อชั้นในและเปลือกเมล็ดชั้นนอกช่วยป้องกันการซึมผ่านของน้ำ (เดือนเต็ม และคณะ, 2552) โครงสร้างเปลือกเมล็ดมะระในส่วนของชั้นคลอเรงคิมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(chlorenchyma) มีลักษณะหนาและมีการสะสมของเซลลูโลส (cellulose) และเพกทิน ทำให้รากแทงออกจากเปลือกเมล็ดได้ยาก (Pinmanee, 2001) นอกจากนี้ Chinnasamy and Bal (2003) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาของเมล็ด beach pea (*Lathyrus maritimus*) วงศ์ Fabaceae ที่ระยะการเจริญเติบโต 6 ระยะ พบว่า การเก็บเกี่ยวเมล็ดที่ระยะ S1-S3 ฝักมีสีม่วงเขียว ทำให้เมล็ดไม่สามารถงอกได้ เนื่องจากเป็นเมล็ดอ่อนและการสะสมอาหารภายในเมล็ดไม่เพียงพอ เมล็ดเริ่มงอกที่ระยะ S4 ฝักเริ่มเปลี่ยนเป็นสีขาว มีความงอก 32.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเข้าสู่ระยะ S5 และ S6 ฝักเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและมีเมล็ดแข็งเกิดขึ้น 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากชั้นของเซลล์แพลิเซดเรียงตัวกันอย่างหนาแน่น

Baker *et al.* (1987) รายงานว่าเมล็ดถั่วเหลืองประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นนอก (palisade) ชั้นกลาง (hour-glass) และชั้นใน (parenchyma) โดยชั้นเซลล์แพลิเซดจัดเป็นชั้นที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงและการให้น้ำซึมผ่านอีกทั้งมีการสะสมของคิวทิน ลิกนิน ซูเบอริน และสารฟีโนลิค (phenolic substances) ทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดมีลักษณะที่ไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Duangpatra (1976) พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่มีลักษณะเมล็ดแข็งจะมีเนื้อเยื่อแพลิเซดใต้บริเวณ hilum มีการสะสมซูเบอริน ที่เป็นรูปแท่งภายในชั้นเซลล์แพลิเซด มีผลทำให้ขัดขวางการดูดซึมน้ำของเมล็ดได้ ส่วนเมล็ดที่ไม่พักตัวมีการสะสมซูเบอริน เป็นรูปหยดน้ำ (droplets) ทำให้มีช่องว่างเกิดขึ้นภายในเซลล์ น้ำสามารถซึมผ่าน ดังนั้นเมล็ดจึงงอกได้ นอกจากนี้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ป่าในชั้นของเซลล์แพลิเซดมีการสะสมสารจำพวกขี้ผึ้งที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ (ลิลลี่, 2546) เมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ TC 1966 มีเยื่อหุ้มเมล็ดหนากว่าพันธุ์ มอ.1 เนื่องจากพันธุ์ TC 1966 มีการเรียงตัวของเซลล์สเกลอรีดยาว (macrosclerid cell) ที่แน่นและมีการสะสมซู-เบอริน ลิกนิน และ คิวทิน ในชั้นเซลล์แพลิเซด ทำให้เยื่อหุ้มของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ TC 1966 ดูดซึมน้ำได้ยากกว่าพันธุ์ มอ.1 (สุวิมล, 2538)

นอกจากนี้การพักตัวแบบเมล็ดแข็งยังเกิดจากบทบาทของช่องเปิดธรรมชาติที่มีในเปลือกเมล็ด เช่น ไมโครไพล์ (micropyle) hilum และ pleurogram ทำหน้าที่ควบคุมการเข้าออกของน้ำและความชื้น โดยเนื้อเยื่อบริเวณ hilum ของเมล็ดพืชวงศ์ถั่วจะทำหน้าที่เป็นประตูเปิด-ปิดน้ำทางเดียว โดยเซลล์แมลพิเกียน (malpighian cell) ของ hilum layer ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อแพลิเซดของเซลล์สเกลอรีดยาว และ couter-palisade เมื่อความชื้นในบรรยากาศสูงกว่าความชื้นภายในเมล็ด couter-palisade จะดูดน้ำและพองตัวปิดช่องของ hilum ทำให้น้ำภายในเมล็ดไม่สามารถออกมาได้ ในขณะที่ความชื้นในบรรยากาศลดลงน้อยกว่าความชื้นของเมล็ด ทำให้น้ำภายในเมล็ดจึงเคลื่อนย้ายออกมาสู่บรรยากาศทำให้เมล็ดงอกไม่ได้ (สุเทวี, 2549) เมล็ดไวท์โคล-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เวอร์ (white clover) เป็นพืชวงศ์ถั่ว พบว่าบริเวณขั้วเมล็ดมีรอยแยก (fissure) เป็นลิ้นปิด-เปิดเพื่อควบคุมการแลกเปลี่ยนความชื้น (hygroscopic valve) เมื่อความชื้นในบรรยากาศสูงลิ้นจะปิดลงและเปิดเมื่อความชื้นในบรรยากาศต่ำ (วันชัย, 2553) การนำเมล็ดแข็งไปเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ส่งผลให้เมล็ดสูญเสียน้ำหรือความชื้นออกไป ในขณะที่ความชื้นในบรรยากาศสูงขึ้น เมล็ดแข็งกลับไม่ยอมให้น้ำหรือความชื้นเข้าสู่เมล็ดได้อีก (Hyde, 1954) ส่วนช่องเปิดธรรมชาติ pleurogram ของเมล็ดกระถิน (*Leucaena* sp.) ทำหน้าที่เปิด-ปิดตามสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ (Gardner *et al*., 1985) โดยเมล็ดที่มีการพักตัวแบบเมล็ดแข็งจะมี light line หนาและประกอบด้วยเซลลูโลสและสารประเภท lipodal nature ขัดขวางการซึมผ่านของน้ำเข้าสู่ภายในเมล็ด (Serrato - Valenti *et al*., 1994)

3.1.2 การขัดขวางการเข้าออกของอากาศ (restriction of gas by the embryo coverings)

ส่วนห่อหุ้มเอมบริโอขัดขวางการใช้ออกซิเจนของเอมบริโอหรือกีดกันการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากเอมบริโอ แต่น้ำสามารถซึมผ่านส่วนห่อหุ้มเอมบริโอเข้าไปได้ การพักตัวของเมล็ดคอกเคิลเบอร์ (*Xanthium pennsylvanicum*) วงศ์ Asteraceae ซึ่งภายในผลมีเมล็ด 2 แบบ คือ เมล็ดล่างและเมล็ดบน โดยเมล็ดล่างที่แก่เต็มที่จะสามารถงอกได้ตามปกติ ในขณะที่เมล็ดบนเป็นเมล็ดที่มีการพักตัว เนื่องจากสาเหตุส่วนห่อหุ้มเอมบริโอไม่ยอมให้อากาศผ่าน ซึ่งการเพิ่มความดันออกซิเจนจะทำให้เมล็ดงอกได้ (Porter and Wareing, 1974) การพักตัวชนิดนี้อาจเกิดจากลักษณะทางกายภาพหรือทางชีวเคมีของเนื้อเยื่อไปขัดขวางการแลกเปลี่ยนอากาศ ในทางกายภาพของเมล็ดพืชวงศ์แตงมีเยื่อเพอริสเปิร์ม (perisperm) หรือนิวเซลลัสห่อหุ้มเอมบริโอทำให้อากาศไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ เช่น เปลือกเมล็ดของบวบเหลี่ยมในส่วนของนิวเซลลัส (nucellus) มีลิกนิน และคิวทินสะสมอยู่ ทำให้ออกซิเจนไม่สามารถผ่านเข้าสู่ภายในเมล็ดได้ (ศรีมกุฎ, 2527) เมล็ดแตงโมทริพลอยด์ (3n) มีเปลือกเมล็ดที่หนา เนื่องจากมีเปลือกเมล็ดชั้นใน (endotesta) หนาและมีช่องว่างรอบแกนของเอมบริโอมาก เป็นสิ่งขัดขวางการแลกเปลี่ยนออกซิเจน ถึงแม้จะอยู่ในสภาพความชื้นสูง แต่น้ำสามารถซึมผ่านเนื้อเยื่อรอบเอมบริโอเข้าไปได้ (Grange, 2003) หรือเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) ของเปลือกเมล็ดแมงลักมีสารเมือก (mucilage) ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งเคลือบอยู่บนเปลือกเมล็ด เมื่อเมล็ดได้รับน้ำหรือความชื้นจะเปลี่ยนสภาพเป็นสารเหนียวและขยายตัวปิดช่องว่างภายในเปลือกเมล็ด ทำให้อากาศไม่สามารถเข้าไปถึงเอมบริโอได้ (สุเทวี, 2549) ส่วนการพักตัวที่เกิดจากทางชีวเคมีของเนื้อเยื่อสามารถเกิดได้จากองค์ประกอบทางเคมีบนเปลือกเมล็ดมีการใช้ออกซิเจนไปก่อนที่จะผ่านเข้าไปในเอมบริโอ เช่น เมล็ดข้าวบาร์เลย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีสารพวกฟีโนลิคอยู่บนเปลือกเมล็ด หรือเอนไซม์บนเปลือกเมล็ดที่มีคุณสมบัติทำปฏิกิริยากับออกซิเจนก่อนไปถึงเอมบริโอ เช่น เพอออกซิเดส (peroxidase) ไซโทโครม ออกซิเดส (cytochrome oxidase) และฟอสโฟกลีเซอเรต ดีไฮโดรจีเนส (phosphoglycerate dehydrogenase) ซึ่งกิจกรรมของเอมไซม์เหล่านี้จะลดลงเมื่อเมล็ดผ่านระยะแก่ทางสรีรวิทยา (สุนันทา, 2549)

3.1.3 การขัดขวางการเจริญเติบโตของเอมบริโอ (mechanical restriction of embryo growth)

เมล็ดเกิดการพักตัวเนื่องจากมีการขัดขวางของส่วนห่อหุ้มเอมบริโอที่ไม่ยอมให้รากอ่อน (radicle) และ ยอดอ่อน (plumule) แทงทะลุผ่านส่วนห่อหุ้มที่แข็งและหนา จึงทำให้เอมบริโอไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เช่น พุทรา (jujube) ท้อ (peach) และถั่วเปลือกแข็ง (nut) เป็นต้น (สุเทวี, 2549) นอกจากนี้สาเหตุการพักตัวอาจเกิดจากเนื้อเยื่อที่อยู่รอบเอมบริโอขัดขวางการเจริญของเอมบริโอ เช่น เมล็ดแตงกวาและแตงเทศมีเพอริสเปิร์มและเอนโดสเปิร์มเป็นส่วนห่อหุ้มเอมบริโอ โดยเอนโดสเปิร์มเป็นเซลล์ชั้นเดียว ซึ่งเนื้อเยื่อชั้นนอกเคลือบด้วยไขมันเป็นชั้นบางและมีแคลโลส (callose) หนา ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการแทงของราก ความงอกของเมล็ดเกิดขึ้นได้ยาก (Salanenka *et al.*, 2009; Yim and Bradford, 1998) หรือเมล็ดผักกาดหอมมีชั้นของเอนโดสเปิร์มที่ห่อหุ้มเอมบริโอเป็นเซลล์ที่มีผนังหนาและแข็ง แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดผักกาดหอมที่มีการพักตัวและเมล็ดไม่พักตัว พบว่าเอนโดสเปิร์มไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นการพักตัวอาจเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงต้านของเปลือกเมล็ด (coat resistant) กับแรงดันของเอมบริโอ (embryo push) โดยเอมบริโอไม่มีประสิทธิภาพในการแทงผ่านส่วนห่อหุ้มออกมาได้ (Bewley and Black, 1994) ในกรณีของเมล็ดยูคาลิปตัสที่มีการพักตัว กระบวนการงอกของเมล็ดจะดำเนินไปจนกระทั่งเกิดแรงต้านของเปลือกเมล็ดทำให้การงอกหยุดลงทันที (Bachelard, 1967) เมล็ดที่มีการพักตัวแบบส่วนห่อหุ้มขัดขวางการเติบโตของเอมบริโอนี้ เมื่อนำเมล็ดไปเพาะจะพบลักษณะเอมบริโอบวมน้ำแต่ไม่สามารถงอกได้ (วันชัย, 2553)

3.1.4 สารยับยั้งในส่วนห่อหุ้มเอมบริโอ (inhibitors in the embryo coverings)

สารยับยั้งที่อยู่ในส่วนเปลือกเมล็ดหรือส่วนห่อหุ้มเอมบริโอ มีผลไปขัดขวางกระบวนการงอกของเมล็ด เช่น การดูดน้ำ การสังเคราะห์เอนไซม์ การหายใจ การสังเคราะห์และย่อยสลายสารอาหาร รวมถึงการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ (มนทนา, 2536) สารยับยั้งการงอกของเมล็ด เช่น กรดแอบไซซิก สารประกอบฟีโนลิค และคอมาริน (caumarin) เป็นต้น เมล็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แตงกวาที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ๆ มีกรดแอบไซซิกปริมาณมาก ทำให้ยับยั้งการงอกของเมล็ด สารคล้ายกรดจิบเบอเรลลิค (GA_s) และกรดแอบไซซิกเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่เมล็ดกำลังพัฒนา เมื่อเมล็ดแก่ทางสรีรวิทยา (31 วันหลังดอกบานขึ้นไป) มีปริมาณสารคล้ายกรดจิบเบอเรลลิคมากกว่ากรดแอบไซซิก แต่สารยับยั้งการทำงานของกรดแอบไซซิก คือ ไซโทคินิน (cytokinin) มีปริมาณต่ำ กรดแอบไซซิกจึงมีบทบาทมากกว่าสารคล้ายกรดจิบเบอเรลลิค ทำให้เมล็ดแตงกวามีความงอกต่ำ (อนันตกร, 2536) การลอกเปลือกเมล็ดข้าวโอ็ตป่าออกทั้งหมดหรือลอกเพียงบางส่วน ทำให้เมล็ดงอกได้เร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ลอกเปลือกเมล็ด แต่มีการดูดน้ำเข้าไปในปริมาณเท่ากัน เนื่องจากเมล็ดพัก-ตัวเกิดจากส่วนห่อหุ้มเมล็ดขัดขวางการแพร่กระจายออกของสารยับยั้งในเอมบริโอ (สุนันทา, 2549) การแกะผนังผล (pericarp) และเปลือกเมล็ดชั้นนอก (testa) ของเมล็ดฮาเซลออก ทำให้เมล็ดงอกได้ แต่เมื่อนำผนังผลและเปลือกเมล็ดชั้นนอกไปใส่ในจานแก้วที่มีเมล็ดที่แกะส่วนห่อหุ้มเมล็ดออก พบว่า เมล็ดไม่สามารถงอกได้ แสดงว่า ผนังผลและเปลือกเมล็ดชั้นนอก มีสารยับยั้งที่ละลายน้ำได้ สามารถแพร่ไปในน้ำ และยับยั้งการงอกของเอมบริโอได้ สารยับยั้ง คือ กรดแอบไซซิก ซึ่งพบได้ทุกส่วนของเมล็ดฮาเซลและมีมากที่สุดในเปลือกเมล็ด (วันชัย, 2553)

3.2 การพักตัวจากเอมบริโอ (embryo dormancy หรือ true dormancy)

เมล็ดพืชหลายชนิดที่เมื่อแยกต้นอ่อนมาเพาะแล้วไม่สามารถงอกได้ แสดงว่าเมล็ด-พันธุ์มีการพักตัวเกิดขึ้นในส่วนของต้นอ่อน การพักตัวชนิดนี้อาจเกิดจากต้นอ่อนทั้งต้นมีการพักตัว หรือเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นอ่อนพักตัว ส่วนมากพบในเมล็ดของไม้ผลยืนต้นชนิดต่าง ๆ เช่น แพร์ (*Pyrus grossularia* L.) องุ่น (*Vitis* sp.) และอาจพบในเมล็ดของพืชล้มลุกบางชนิด เช่น ข้าว (*Oryza sativa*) โอ๊ตป่า (*Avena fatua*) ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea*) ผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum*) การพักตัวของต้นอ่อนในเมล็ดนี้โดยส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากบทบาทของสารยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibitor) ที่พบ คือ กรดแอบไซซิก (วันชัย, 2553) เช่น เมล็ดมะเขือเทศที่กำลังพัฒนาอยู่บนต้นแม่จะมีกรดแอบไซซิกอยู่ในเอมบริโอและเอนโดสเปิร์ม ซึ่งกรดแอบไซซิกมีผลยับยั้งการยืดตัวของเซลล์ของรากแรกเกิด (radicle) ทำให้เมล็ดไม่งอก เป็นสาเหตุสำคัญทำให้เมล็ดมะเขือเทศเกิดการพักตัว (Groot and Karssen, 1992) Ketring and Morgan (1972) รายงาน เมล็ดถั่วลิสงที่ได้รับกรดแอบไซซิก มีผลทำให้ความงอกลดลงและการสังเคราะห์เอธิลีน (ethylene) ในเมล็ดลดลงด้วย ซึ่งเอธิลีนอาจมีบทบาทในการทำลายการพักตัวของเมล็ดถั่วลิสง (Toole *et al.*, 1964; Bailey and Bear, 1973) นอกจากนี้เมล็ดถั่วลิสงที่มีการพักตัวภายในเอมบริโอจะมีสารคล้ายจิบเบอเรลลิน น้อยกว่าเมล็ดที่ไม่มีการพักตัว ซึ่งสารจิบเบอ-เรลลินสามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดถั่วลิสงได้ จึงทำให้เมล็ดมีความงอกสูงขึ้น (Sreeramulu

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

and Rao, 1969, 1972) นอกจากนี้การพักตัวของเอมบริโออาจเกิดจากการพัฒนาขององค์ประกอบภายในเมล็ดยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ในขณะหลุดร่วงจากต้นแม่ ต้องอาศัยระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้เมล็ดพัฒนาจนสมบูรณ์ จึงสามารถงอกเป็นต้นอ่อนได้ตามปกติ เช่น เมล็ดแตงกวาพันธุ์พวงและพันธุ์เจ็ดใบ การพักตัวของเมล็ดเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของเอมบริโอ คือ เอมบริโอยังอ่อนและมีการเจริญพัฒนาทางสรีรวิทยาไม่เต็มที่ การเลียนแบบสภาพการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานาน 2 วัน ช่วยกระตุ้นให้มีการพัฒนาของเมล็ดและเมล็ดมีความงอกสูงขึ้น (ชวนพิศ, 2540)

การพักตัวของเมล็ดพันธุ์เป็นกลไกการอยู่รอดตามธรรมชาติของพืช ซึ่งจะช่วยดำรงพันธุ์พืช เนื่องจากการพักตัวของเมล็ดช่วยให้เมล็ดพันธุ์สามารถอยู่รอดได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาพที่หนาวเย็น แห้งแล้ง หรือไฟป่า ทั้งนี้ยังช่วยป้องกันเมล็ดงอกคาต้น (vivipary) ซึ่งลดการสูญเสียในการผลิตเมล็ดพันธุ์ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของเมล็ด อีกทั้งเมล็ดสามารถเก็บรักษาได้นานและคงคุณภาพของเมล็ดไว้ แต่ในทางกลับกันการพักตัวของเมล็ดกลับทำให้เกิดปัญหาในทางการเกษตรส่งผลกระทบต่อการจัดการแปลงปลูก รวมถึงลดปริมาณของผลผลิตเนื่องจากเมล็ดพันธุ์งอกไม่พร้อมกัน ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำลายการพักตัวของเมล็ด (วันชัย, 2553)

4. การพักตัวของเมล็ดบวบหอม

เมล็ดพันธุ์บวบหอมเป็นพืชวงศ์แตงที่มีเปลือกเมล็ดที่แข็งและหนา ผิวเรียบมีสีดำเป็นมัน เปลือกเมล็ดมีสารเพกทินและขี้ผึ้ง ส่งผลให้น้ำไม่สามารถซึมผ่านเข้าภายในเมล็ดได้ (Doijode, 2001) จึงเกิดการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง (Bradbeer, 1988) หรือเกิดจากเซลล์พาลิเสดชั้นเดียวหรือหลายชั้น ซึ่งไม่ยอมให้น้ำผ่าน เรียกว่า การพักตัวทางกายภาพ หรือ physical dormancy (Baskin and Baskin, 2004) เนื่องจากเปลือกเมล็ดของบวบหอม มีเซลล์ผิว (epidermal cell) เรียงตัวติดต่อกับเซลล์ชั้นรองจากเซลล์ผิว (hypodermis) และเซลล์แพลิเซดที่คล้ายคลึงกับสเกลอรีดรูปกระดูก (osteosclereids) ต่อเนื่องกันในแนวตั้ง (Singh and Dathan, 1998) และพบว่าพืชวงศ์แตงชั้นในจะมีเพอริสเปิร์ม และเอมบริโอตั้งตรง ใบเลี้ยงมีลักษณะอวบและเส้นใบ (nerve) ปรากฏชัดเจนบนใบเลี้ยงทั้ง 2 ใบ รากอ่อนสั้นอยู่ด้านปลายที่เรียวแหลม ไม่มีเอนโดสเปิร์ม (สุเทวี, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การทำลายการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง

วิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ที่มีการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง โดยการทำให้เปลือกเมล็ดยอมให้น้ำซึมผ่านเข้าสู่ภายในเมล็ดได้ มีหลายวิธี ดังนี้

5.1 การใช้วิธีกล (Mechanical scarification)

วิธีการนี้ทำลายการพักตัวของเมล็ดโดยทำให้ส่วนของเปลือกหรือเยื่อหุ้มเมล็ดขาดหรือบางลงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดแข็งได้ (วัลลภ, 2540) เช่น การตัดบางส่วนของเปลือกเมล็ด (บวบหอม ชมจันทร์) การแกะเปลือกเมล็ด (แตงโม แตงเทศ ฟักเขียว) การขัดเมล็ดด้วยกระดาษทราย (ถั่ว) ซึ่งต้องระวังไม่ให้ส่วนของเอมบริโอได้รับอันตราย การสะกิดเปลือกเมล็ดของบวบหอมทางด้านตรงข้ามกับเอมบริโอมีผลทำให้เมล็ดงอกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (ปราณี, 2552) การตัดเปลือกเมล็ดชมจันทร์ ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงที่สุด (100 เปอร์เซ็นต์) (วิริยา, 2554) หรือแกะเปลือกเมล็ดแตงโมที่เป็นเมล็ดแก่ ทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นจาก 86 เป็น 99 เปอร์เซ็นต์ (Nerson, 2002) นอกจากนี้การแกะเปลือกเมล็ดฟักเขียวและการแกะเปลือกเมล็ดร่วมกับการลอกเพอริสเปิร์ม ทำให้เมล็ดมีการแทงรากแรกเกิด (radicle emergence) เพิ่มขึ้นจาก 80 เปอร์เซ็นต์ (control) เป็น 93 และ 95.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (เดือนเต็ม และคณะ, 2552) การขัดเมล็ด *Vigna* พันธุ์ป่า 5 ชนิด ได้แก่ *Vigna membranacea*, *V. oblongifolia*, *V. racemosa*, *V. schimperi* และ *V. vexillata* ด้วยกระดาษทราย เป็นเวลา 2 นาที ทำให้เมล็ดมีความงอกเฉลี่ยทั้ง 5 ชนิดเพิ่มขึ้นจาก 36 เปอร์เซ็นต์ เป็น 81 เปอร์เซ็นต์ (Wang *et al*., 2011) การขัดเมล็ดชมจันทร์ด้วยเครื่อง scarifier ด้วยกระดาษทรายละเอียด ที่ความเร็ว 80 และ 100 รอบต่อนาที เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นจาก 25.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 35.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัวมีความงอก 21 เปอร์เซ็นต์ (พรวดี, 2555) การขัดเมล็ดบวบหอมด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 20 รอบต่อนาทีไม่สามารถเพิ่มความงอกของเมล็ดได้ (พัชรินทร์, 2553) วิธีนี้สามารถทำเป็นการค้าเมื่อต้องการเมล็ดพันธุ์ปริมาณมากในการเพาะปลูก การทำลายการพักตัวด้วยวิธีกลอาจทำให้ส่วนของต้นอ่อนภายในเมล็ดได้รับความกระทบกระเทือนหรือถูกทำลายได้ อีกทั้งเมล็ดที่ผ่านการทำลายการพักตัวแล้วมักเก็บรักษาได้ไม่นาน ดังนั้นจึงควรปฏิบัติด้วยความระมัดระวัง โดยไม่ให้ส่วนของต้นอ่อนได้รับความเสียหายและควรเพาะเมล็ดทันทีหลังจากผ่านการทำลายการพักตัว (มนทนา, 2536)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 การใช้กรด (Acid scarification)

เมล็ดพันธุ์ที่มีเปลือกเมล็ดแข็ง หนา หรือมีสารกั้นการซึมผ่านของน้ำเคลือบบนเปลือกเมล็ด เช่น เพกทิน ลิกนิน และขี้ผึ้ง ทำให้น้ำไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ เช่น เมล็ดพืชในวงศ์ถั่ว (Fabaceae) วงศ์กระเจี๊ยบ (Malvaceae) (Baskin and Baskin, 2004) การแช่เมล็ดในกรดเพื่อกัด-กร่อนเปลือกเมล็ดให้บางลงหรือไปทำลายสารกั้นน้ำการซึมผ่านของที่เคลือบบนเปลือกเมล็ด ทำให้น้ำสามารถซึมผ่านเข้าสู่ภายในเมล็ดได้ เปลือกเมล็ดอ่อนนุ่ม ทำให้กระบวนการงอกเกิดขึ้น กรดที่นิยมใช้ในการทำลายการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง คือ กรดไนตริก (nitric acid; HNO_3) กรดซัลฟิวริก (sulfuric acid; H_2SO_4) นาน 10-20 นาที หลังจากแช่เมล็ดในกรดแล้วต้องล้างเมล็ดผ่านน้ำไหลจนหมดฤทธิ์กรด (สุเทวี, 2549; มนทนา, 2536) การแช่เมล็ดปอ (*Corchorus tridens*) ในกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 98 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงถึง 99.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำลายการพักตัวมีความงอกเพียง 0.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแช่เมล็ดปอในกรดไนตริกความเข้มข้น 65 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที มีผลทำให้เมล็ดมีความงอกเพียง 0.8 เปอร์เซ็นต์ (Emongor *et al*., 2004) อย่างไรก็ตามการทำลายการพักตัวของเมล็ดโดยการใช้กรดในเชิงการค้ายังไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากอาจเกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ง่ายและต้องระมัดระวังระยะเวลาในการแช่เมล็ด เนื่องจากการแช่เมล็ดนานเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายกับเมล็ด มีผลทำให้ความงอกลดลง (มนทนา, 2536)

5.3 การใช้ความร้อนแห้ง (Dry heat treatment)

การใช้ความร้อนแห้งเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถทำลายการพักตัวที่เกิดจากเปลือกเมล็ดไม่ยอมให้น้ำและอากาศซึมผ่านได้ ซึ่งความร้อนแห้งมีผลทำให้เปลือกเมล็ดสูญเสียน้ำ และเพอริสเปิร์มขาด ดังนั้นการซึมผ่านของน้ำและอากาศสามารถเข้าสู่เมล็ดได้เร็วขึ้น (Khan, 1980) การใช้ความร้อนแห้งโดยการอบเมล็ดพันธุ์สามารถกระตุ้นให้เมล็ดมีความงอกสูงขึ้นได้ ทั้งนี้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการใช้ความร้อนแห้งแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์พืช โดยพืชในเขตร้อนและกึ่งร้อนควรใช้อุณหภูมิในการอบเมล็ดประมาณ 40-50 องศาเซลเซียส (ISTA, 2010) ภัค-ศจี (2552) รายงานการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดพันธุ์บวบงูมีความงอกเพิ่มขึ้นจาก 74 เปอร์เซ็นต์ (control) เป็น 81 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้ความร้อนแห้งอบเมล็ดบวบหอมที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำให้เมล็ดมีความงอก 62.67 เปอร์เซ็นต์ แต่หากใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้น 80 องศาเซลเซียส และลดระยะเวลาการใช้ความร้อนลงเป็น 5 นาที ทำให้เมล็ดสามารถงอกได้สูงถึง 74.67 เปอร์เซ็นต์ (พัชรินทร์, 2553) การ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใช้ความร้อนแห้งอบเมล็ดพันธุ์บวบหอม ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เพิ่มระยะเวลาจาก 1 เป็น 4 ชั่วโมง มีผลทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นจาก 56.25 เป็น 63.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ชโรบล, 2553) การอบเมล็ดพันธุ์บวบหอมด้วยความร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง สามารถทำลายการพักตัวให้เมล็ดมีความงอกจาก 91 เป็น 99 เปอร์เซ็นต์ (ปราณี, 2552) แต่ถ้าใช้ความร้อนแห้งอบเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิสูงและใช้ระยะเวลานานจนเกินไป คือ ที่อุณหภูมิ 80 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทำให้เมล็ดพันธุ์บวบหอมมีความงอกลดลงเป็น 24 เปอร์เซ็นต์ (พิมล-รัตน์, 2554) การใช้ความร้อนช่วยลดจำนวนเมล็ดแข็งและยังสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ แต่การอบเมล็ดนานเกินไป มีผลทำให้เมล็ดมีความงอกลดลง (วัลลภ, 2540)

การตัดเปลือกเมล็ดเป็นวิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมได้ดีที่สุด (ปราณี, 2552) ยังไม่สามารถทำในเชิงการค้าได้ เนื่องจากเมล็ดที่ผ่านการทำลายการพักตัวนี้เก็บรักษาไว้ได้ไม่นาน (มนทนา, 2536) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการขัดเปลือกเมล็ดและความร้อนแห้ง เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และสามารถทำได้ในปริมาณมาก เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในธุรกิจการผลิตเมล็ดพันธุ์ รวมถึงเกษตรกรบางรายที่มีเครื่องมือนำไปประยุกต์ใช้ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดพันธุ์บวบหอมที่มีการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง 3 ล็อต คือ ล็อตที่ 1 2 และ 3 ที่มีความชื้นเมล็ด 8.4 7.1 และ 8.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ น้ำหนัก 100 เมล็ด 9.71 11.26 และ 9.32 กรัม ตามลำดับ และมีความหนาของเปลือกเมล็ด 0.256 0.252 และ 0.245 มิลลิเมตร ตามลำดับ มาทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์เบื้องต้น ดังนี้

1. ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ (Seed viability)

ทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์บวบหอม 3 ล็อตด้วยวิธี Tetrazolium test (TZ test) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 25 เมล็ด โดยนำเมล็ดแช่ในน้ำ Reverse Osmosis (RO) ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.3 และค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC) 48 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จากนั้นแกะเปลือกเมล็ดและลอกเพอริสเปิร์ม (perisperm) ออก แล้วนำมาย้อมสีโดยแช่เมล็ดในสารละลายเกลือเตตราโซเลียม (2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride) ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ในที่มืดเป็นเวลา 18 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นประเมินความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ตามหลักการประเมินของ International Seed Testing Association โดยเมล็ดที่มีชีวิตจะติดสีแดงทั่วทั้งเมล็ด ส่วนเมล็ดที่ไม่มีชีวิตจะมีการติดสีแดงของส่วนของใบเลี้ยง (cotyledon) น้อยกว่า 33.33 เปอร์เซ็นต์ หรือเอมบริโอ (embryo) ติดสีแดงน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์หรือไม่ติดสีแดง (ISTA, 2010)

2. ความงอกมาตรฐาน (Standard germination)

นำเมล็ดพันธุ์บวบหอม 3 ล็อต จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด มาทดสอบความงอกมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธีการเพาะทราย ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นประเมินผลความงอกตามหลักการประเมินของ International Seed Testing Association โดยนับครั้งแรก (first count) 4 วันหลังเพาะเมล็ด ตรวจนับเฉพาะต้นอ่อนปกติ และนับครั้งสุดท้าย (final count) 14 วันหลังเพาะเมล็ด โดยตรวจนับจำนวนต้นอ่อนปกติ ต้นอ่อนผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก เมล็ดแข็ง และเมล็ดตาย (ISTA, 2010) นำข้อมูลมาคำนวณความงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{ความงอก (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนต้นอ่อนปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 1 ศึกษาวิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอม

นำเมล็ดพันธุ์บวบหอม 3 ล็อตมาศึกษาวิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีต่างๆ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ดังนี้

เมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 มี 20 ทรีทเมนต์ ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control)

ทรีทเมนต์ที่ 2 ตัดเปลือกเมล็ด (clipping)

ทรีทเมนต์ที่ 3-5 ขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที

ทรีทเมนต์ที่ 6-10 ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์ที่ 11-15 ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์ที่ 16-20 ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง

เมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 มี 19 ทรีทเมนต์ ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control)

ทรีทเมนต์ที่ 2 ตัดเปลือกเมล็ด (clipping)

ทรีทเมนต์ที่ 3-5 ขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที

ทรีทเมนต์ที่ 6 ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์ที่ 7-14 ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 5 6 7 และ 8 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์ที่ 15 ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง

เมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 มี 10 ทรีทเมนต์ ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control)

ทรีทเมนต์ที่ 2 ตัดเปลือกเมล็ด (clipping)

ทรีทเมนต์ที่ 3-5 ขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที

ทรีทเมนต์ที่ 6-10 ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตัดเปลือกเมล็ด (ทรีทเมนต์ที่ 2) ทำโดยตัดเปลือกเมล็ดบริเวณด้านตรงข้ามกับเอมบริโอ ด้วยกรรไกรตัดเล็บ ส่วนการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier (ทรีทเมนต์ที่ 3-5) นำเมล็ดบวบหอมใส่ในเครื่องขัดเมล็ดแบบหมุนด้วยมือโดยใช้กระดาษทรายหมายเลข 80 ที่ความเร็วรอบ 40 70 และ 100 รอบต่อนาที ส่วนการใช้ความร้อนแห้ง ทำโดยนำเมล็ดใส่ในกระป๋องโลหะ จากนั้นปิดฝา แล้วอบด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดนำเมล็ดที่ผ่านการอบด้วยความร้อนไปใส่ในโหลดูดความชื้น (desiccator) นานประมาณ 30 นาที จากนั้นนำไปทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่อไป

การบันทึกข้อมูล

1.1 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 เช่นเดียวกับข้อ 2

1.2 เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 (Mean germination time; MGT)

เพาะเมล็ดพันธุ์บวบหอมเช่นเดียวกับวิธีการทดสอบความงอกมาตรฐาน ตรวจนับต้นอ่อนปกติที่งอกในแต่ละวันเป็นเวลา 14 วัน นำข้อมูลมาคำนวณหาเวลาเฉลี่ยในการงอก จากสูตร (Ellis and Roberts, 1980)

$$MGT = \frac{(G_1D_1) + (G_2D_2) + (G_3D_3) + \ldots + (G_nD_n)}{\text{Total germination}}$$

$G_{1,2,\ldots,n}$ คือ จำนวนต้นอ่อนปกติที่งอกในวันที่ 1, 2,…, n (n=14)
$D_{1,2,\ldots,n}$ คือ จำนวนวันที่ 1, 2,…, n (n=14) นับหลังจากวันเพาะเมล็ด

1.3 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 2 เช่นเดียวกับข้อ 2

1.4 เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 2 เช่นเดียวกับข้อ 1.2

1.5 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 3 เช่นเดียวกับข้อ 2

1.6 เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 3 เช่นเดียวกับข้อ 1.2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2 โครงสร้างของเมล็ดพันธุ์บวบหอม

นำเมล็ดพันธุ์บวบหอมทั้ง 3 ล็อต มาศึกษาโครงสร้างของเปลือกเมล็ด วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 เมล็ด โดยเปรียบเทียบโครงสร้างเปลือกเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัวกับเมล็ดของแต่ละล็อตที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีการต่างๆ แล้วได้ความงอกสูงที่สุด ได้แก่ การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที และการใช้ความร้อนแห้ง โดยเมล็ดพันธุ์ล็อต 1 ที่ผ่านการใช้ความร้อนแห้งอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง เมล็ดพันธุ์ล็อต 2 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง และเมล็ดพันธุ์ล็อต 3 ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำเมล็ดมาผ่าตามความยาวของเมล็ด บันทึกลักษณะของโครงสร้างเปลือกเมล็ดประกอบด้วยเซลล์ชั้นต่าง ๆ ได้แก่ epidermal cell, hypodermis และ sclerenchymatous main mechanical layer และวัดความหนาของเปลือกเมล็ด โดยเปลือกเมล็ดชั้นนอกวัดจากชั้น epidermal cell จนถึง hypodermis และเปลือกเมล็ดชั้นในวัดความยาวของ sclerenchymatous main mechanical layer (Singh and Dathan, 1998) ด้วยกล้องจุลทรรศน์ดิจิทอล (Digital microscope (Dino-lite)) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

การบันทึกข้อมูล

2.1 โครงสร้างของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1

2.2 โครงสร้างของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2

2.3 โครงสร้างของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยตาราง ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) และ Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ก. 505 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร โดยทำการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

คุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์บวบหอม

เมล็ดพันธุ์บวบหอมมีเปลือกเมล็ดหนาและแข็ง การพักตัวของเมล็ดเกิดจากเปลือกเมล็ดไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านเข้าสู่ภายในเมล็ด (Doijode, 2001) ซึ่งเมล็ดแต่ละล็อตมีระดับความลึกในการพัก-ตัวแตกต่างกัน จากการประเมินความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์โดยพิจารณาจากความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์และความงอกในห้องปฏิบัติการ พบว่า

1. ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ (seed viability)

ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์บวบหอมด้วยวิธีการทดสอบ Tetrazolium test (TZ test) พบว่าเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 2 และ 3 ติดสีแดงอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งเมล็ด (ภาพที่ 1) ซึ่งเมล็ดมีความมีชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน (ตารางที่ 1) แสดงว่า เมล็ดพันธุ์บวบหอมทั้ง 3 ล็อตมีความสามารถงอกเป็นต้นอ่อนได้ ทั้งนี้เซลล์ของเมล็ดที่มีชีวิตจะมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีวเคมีของเอนไซม์ dehydrogenase ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจ โดยเซลล์ที่มีชีวิตจะมีการปลดปล่อย H^+ ทำปฏิกิริยากับสารละลายเกลือเตตราโซเลียม ทำให้เปลี่ยนเป็นสาร formazan ที่มีสีแดง ส่วนเมล็ดที่ไม่มีชีวิตจะไม่เกิดกระบวนการหายใจ จึงไม่ปลดปล่อย H^+ ออกมา เซลล์จึงไม่ติดสี (สุเทวี, 2551)

2. ความงอกมาตรฐาน (standard germination)

ความงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 2 และ 3 มีความแตกต่างกันโดยเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 มีความงอก 56.0 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เมล็ดพันธุ์บวบหอมในล็อตที่ 2 มีความงอกเพียง 6.0 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดพันธุ์บวบหอมในล็อตที่ 3 มีความงอก 42.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) โดยเมล็ดที่สามารถงอกได้จะมีการเปลี่ยนแปลงจากต้นอ่อนที่อยู่ในภาวะเงียบ (resting or quiescent embryo) ไปเป็นต้นอ่อนที่มีแมแทบอลิซึมสูง จนกระทั่งมีการเจริญเติบโตปรากฏให้เห็น (วันชัย, 2553) เมล็ดพันธุ์บวบหอมที่ไม่งอกของทุกล็อตส่วนใหญ่เป็นเมล็ดแข็ง โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 2 มีเมล็ดแข็งมากที่สุด คือ 91.0 เปอร์เซ็นต์ และมีการดูดน้ำเพียง 14.34 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 มีการดูดน้ำเข้าไปในปริมาณสูงกว่า คือ 51.08 เปอร์เซ็นต์ (ภาพผนวกที่ 2 และ 3) ส่วนเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 และ 3 มีเมล็ดแข็ง 35.5 และ 49.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปลือกเมล็ดพันธุ์ในล็อตที่ 2 ป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ในล็อตอื่น ๆ กล่าวได้ว่าเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 2 มีระดับการพักตัวลึกมากกว่าเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 และ 3 ซึ่งความแตกต่างระหว่างล็อตนี้เป็นลักษณะพันธุกรรม ชไรบล (2553) รายงานไว้เช่นกันว่าเมล็ดพันธุ์บวบหอม 4 หมายเลข ได้แก่ 01 02 03 และ 04 มีความมีชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความงอกแตกต่างกัน คือ 76.8 79.8 27.6 และ 32.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเมล็ดแข็ง 21.6 18.4 68.4 และ 63.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเมล็ดพันธุ์บวบหอมทั้ง 4 หมายเลขมีระดับการพักตัวที่แตกต่างกัน

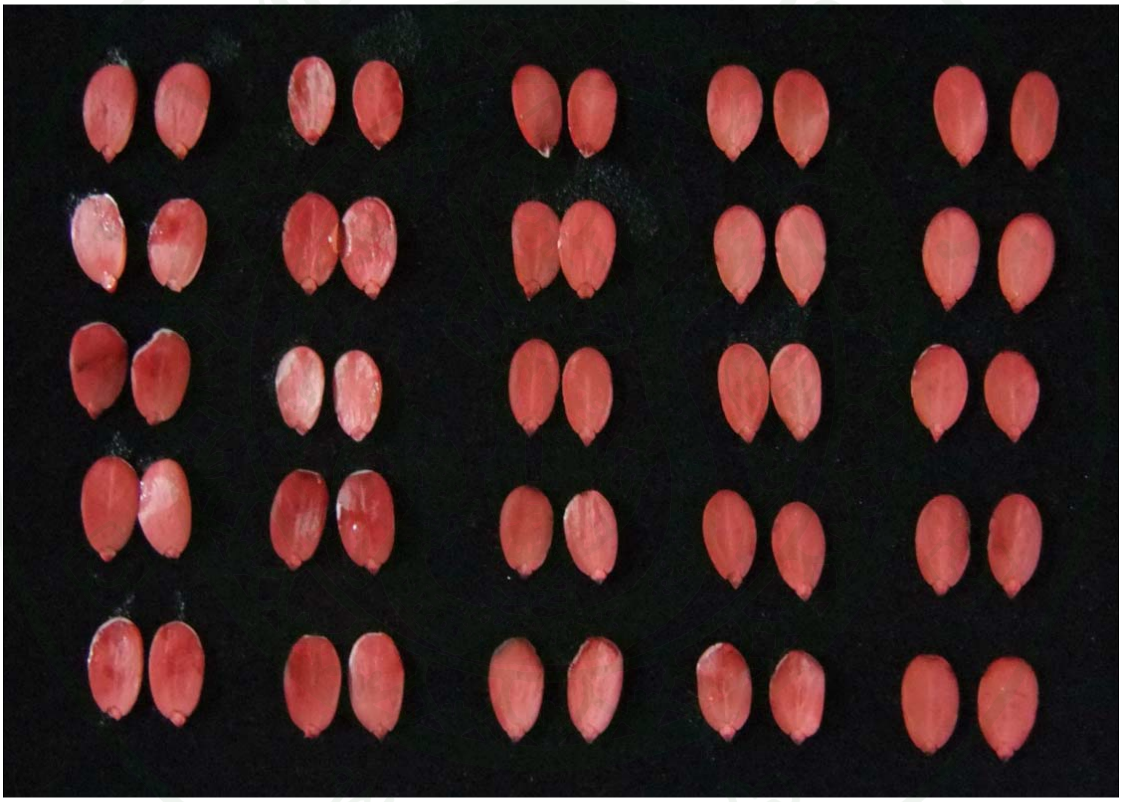
เมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 และ 3 มีต้นอ่อนผิดปกติ 3.0 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยต้นอ่อนผิดปกติของบวบหอมล็อตที่ 1 มีเชื้อราเข้าทำลาย โดยเชื้อรามีเส้นใยสีขาวและสปอร์มีรูปร่างกลมและสีดำ (ภาพผนวกที่ 1B) เมล็ดพันธุ์ล็อตนี้อาจเก็บเกี่ยวและเก็บ-รักษาไว้นานกว่าเมล็ดพันธุ์ล็อตอื่น จึงทำให้เชื้อราเข้าไปปะปนกับกองเมล็ดพันธุ์ เมื่อสุ่มเมล็ดมาทดสอบ ทำให้พบต้นอ่อนมีลักษณะผิดปกติดังกล่าว ต้นอ่อนผิดปกติของล็อตที่ 3 มีเปลือกเมล็ดไม่หลุดจากใบเลี้ยง รากแก้วกุด และต้นอ่อนผิดปกติที่เกิดจากเมล็ดงอกช้า มีลำต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) สั้น (ภาพผนวกที่ 1C และ 1D) ส่วนเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 2 ไม่พบลักษณะต้นอ่อนผิดปกติ ขณะที่เมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 2 และ 3 มีเมล็ดสดไม่งอก 3.5 1.0 และ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมล็ดสดไม่งอกเป็นเมล็ดที่เมล็ดมีการดูดน้ำเข้าไปแต่ยังไม่งอก เมล็ดมีลักษณะอ่อนนุ่ม และขนาดใหญ่กว่าเมล็ดแข็ง (ภาพผนวกที่ 1F) แสดงว่าเมล็ดสามารถงอกเป็นต้นอ่อนได้ แต่ไม่งอกเป็นเพราะเมล็ดดูดน้ำเข้าไปได้น้อย หรือดูดน้ำช้า ทำให้เมล็ดไม่งอก เมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 และ 2 มีเมล็ดตาย 2.0 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน โดยเนื้อเยื่อภายในเมล็ดเน่าเละและมีกลิ่น (ภาพผนวกที่ 1G)

คุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์บวบหอมทั้ง 3 ล็อตมีความแตกต่างกัน โดยมีปริมาณเมล็ดแข็งมาก-น้อยแตกต่างกัน ซึ่งเป็นสาเหตุการพักตัวของเมล็ดทำให้เมล็ดงอกได้น้อยและไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นการศึกษาวิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดจึงมีความแตกต่างกันในแต่ละล็อต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ความมีชีวิตและความงอกเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์บวบหอม 3 ล็อต

ล็อตที่	ความมีชีวิตของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	ความงอก	ต้นอ่อนผิดปกติ	เมล็ดสดไม่งอก	เมล็ดแข็ง	เมล็ดตาย
		(เปอร์เซ็นต์)				
1	100	56.0	3.0	3.5	35.5	2.0
2	100	6.0	0.0	1.0	91.0	2.0
3	100	42.5	4.5	3.5	49.5	0.0



ภาพที่ 1 การติดสีแดงของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 แสดงความมีชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 1 ศึกษาวิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอม

เมื่อนำเมล็ดพันธุ์บวบหอม 3 ล็อตที่มีระดับการพักตัวที่แตกต่างกันมาทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

1.1 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1

วิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมในล็อตที่ 1 ด้วยการตัดเปลือกเมล็ด การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง พบว่าความงอกของเมล็ด-พันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยการตัดเปลือกเมล็ดทำให้เมล็ด-พันธุ์บวบหอมมีความงอกสูงที่สุด 100.0 เปอร์เซ็นต์ วิธีนี้ทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นถึง 44 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบเปรียบกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (56 เปอร์เซ็นต์) โดยต้นอ่อนปกติของบวบหอม (ภาพผนวกที่ 1A) ต้องมีระบบรากแก้วที่สมบูรณ์ ลำต้นตั้งตรง ใบเลี้ยง (cotyledon) มีลักษณะสมบูรณ์ ซึ่งการตัดเปลือกเมล็ดเป็นการเปิดช่องทางให้น้ำและอากาศสามารถซึมผ่านเข้าสู่ภายในเมล็ดได้เร็วกว่าวิธีต่าง ๆ เมล็ดเกิดกระบวนการงอกได้ดีที่สุด แต่วิธีนี้ไม่เหมาะสมในเชิงการค้า เนื่องจากทำลายการพักตัวเมล็ดได้ในปริมาณน้อย สิ้นเปลืองแรงงานและต้องใช้เวลามาก เมล็ดเก็บรักษาได้ไม่นาน ควรนำไปเพาะทันที เนื่องจากเมล็ดมีบาดแผลทำให้ความชื้นสัมพัทธ์จากภายนอกเข้าไปภายในเมล็ดได้ง่าย มีผลทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพได้เร็วขึ้น (สุเทวี, 2551; Evans and Blazich, n.d.)

วิธีทำลายการพักตัวที่ได้ผลดีรองลงมา คือ การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศา-เซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เมล็ดมีความงอก 80.5 และ 80.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 4 5 และ 1 ชั่วโมง การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง เมล็ดมีความงอก 78.0 77.5 75.0 74.0 และ 73.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที ทำให้เมล็ดมีความงอก 75.5 เปอร์เซ็นต์ ทรีทเมนต์มีผลทำให้เมล็ดแข็งลดลงเหลือเพียง 7.5-17.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control) มีความงอกเพียง 56.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณเมล็ดแข็งสูงที่สุด คือ 35.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) โดยเมล็ดแข็งเป็นเมล็ดที่ไม่ดูดน้ำ ทำให้เมล็ดไม่งอก (ภาพผนวกที่ 1E) การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง เมล็ดมีความงอกต่ำที่สุด (9.5 เปอร์เซ็นต์) และมีเมล็ดแข็ง 13.5 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาความงอกของเมล็ดล็อตที่ 1 ขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็วรอบ 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที (ตารางที่ 2) พบว่า ความงอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้น คือ 63.0 67.0 และ 75.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณเมล็ดแข็ง คือ 20.0 23.5 และ 16.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงว่าการขัดเมล็ดที่ความเร็วรอบเพิ่มขึ้นสามารถทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้น 7-19.5 เปอร์เซ็นต์และมีปริมาณเมล็ดแข็งลดลง 12-19 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว การเพิ่มความเร็วรอบอาจทำให้เปลือกเมล็ดเกิดรอยแผลมากขึ้นและสารกั้นน้ำที่เคลือบบนเปลือกเมล็ดถูกทำลาย น้ำและอากาศจึงสามารถซึมผ่านเข้าสู่ภายในเมล็ดได้มากขึ้น ทำให้เมล็ดงอกดีขึ้น ทั้งนี้การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ต้องระมัดระวังอย่าให้ส่วนของแกนเอมบริโอ (embryonic axis) ได้รับความกระทบกระเทือน ซึ่งเมล็ดที่ผ่านการขัดเปลือกเมล็ดจะเก็บรักษาได้ไม่นาน อย่างไรก็ตามวิธีนี้เหมาะสำหรับทำลายการพักตัวของเมล็ดที่มีปริมาณมาก (จวงจันทร์, 2529)

เมื่อพิจารณาความงอกของเมล็ดล็อตที่ 1 ที่ใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียสนาน 1 ถึง 5 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) พบว่า การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศา-เซลเซียส เมื่อเพิ่มระยะเวลาจาก 1 เป็น 5 ชั่วโมง มีแนวโน้มทำให้เมล็ดมีความงอกสูงขึ้นจาก 66.0 เป็น 80.5 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดแข็งลดลงจาก 22 เป็น 12.5 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ถึง 5 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้น 10-24.5 เปอร์เซ็นต์และมีปริมาณเมล็ดแข็งลดลง 13.5-23 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว ส่วนการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1-5 ชั่วโมง เมล็ดมีความงอก 74-80 เปอร์เซ็นต์ โดยการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง มีแนวโน้มทำให้เมล็ดงอกได้สูงที่สุด คือ 80 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนเมล็ดแข็งเพียง 11 เปอร์เซ็นต์และมีการดูดน้ำเพียง 14.34 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 มีการดูดน้ำเข้าไปในปริมาณสูงกว่า คือ 51.08 เปอร์เซ็นต์ (ภาพผนวกที่ 2 และ 3) แสดงว่าการใช้ความร้อนแห้งมีผลทำให้เปลือกเมล็ดเกิดรอยร้าว น้ำ และอากาศสามารถผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ เมล็ดจึงสามารถงอกได้ดีขึ้น (Khan, 1980) ส่วนการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอกลดลงเหลือเพียง 26.5 22.5 21.0 และ 9.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงว่าอุณหภูมิสูงและระยะเวลาการใช้ความร้อนแห้งนานจนเกินไป ทำให้ความงอกลดลงและมีเมล็ดตายเพิ่มขึ้นมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4) ดังนั้นการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3 ชั่วโมง มีความเหมาะสมสำหรับทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 เพื่อใช้ในเชิงการค้ามากกว่าการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการอบเมล็ดไม่นานมากและเมล็ดมีความงอกสูง ทั้งนี้การใช้ความร้อนแห้งเป็นวิธีการที่เหมาะสำหรับทำลายการพักตัวของเมล็ดในปริมาณมาก แต่ต้องคำนึงถึงอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อนแห้งแก่เมล็ดอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเมล็ดพันธุ์ (นงลักษณ์, 2528; จวงจันทร์, 2529)

เมื่อพิจารณาต้นอ่อนผิดปกติของล็อตที่ 1 พบว่า การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทำให้มีต้นอ่อนผิดปกติมากที่สุด คือ 8.5 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2) ลักษณะต้นอ่อนผิดปกติที่พบในเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 เกิดจากเชื้อราเข้าทำลาย ซึ่งเชื้อรามีเส้นใยสีขาวและสปอร์มีลักษณะกลม สีดำ (ภาพผนวกที่ 1B) นอกจากนี้การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ถึง 5 ชั่วโมง ทำให้มีเมล็ดตายมากขึ้น คือ 66.0-73.5 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4) แสดงว่าการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง ไม่เหมาะสมกับการทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ทั้งนี้การอบเมล็ดที่อุณหภูมิสูงเกินไป เมล็ดเกิดภาวะเครียด (stress) และเกิดการแตกร้าว ซึ่งเป็นอันตรายต่อความมีชีวิตของเมล็ด (วันชัย, 2542) ส่วนเมล็ดสดไม่งอกพบมากที่สุดเมื่อขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที (10.5 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 3) แสดงว่า การขัดเมล็ดมีผลทำให้เมล็ดดูดน้ำได้ดีขึ้น แต่ยังไม่เพียงพอที่ทำให้เมล็ดนั้นงอกได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

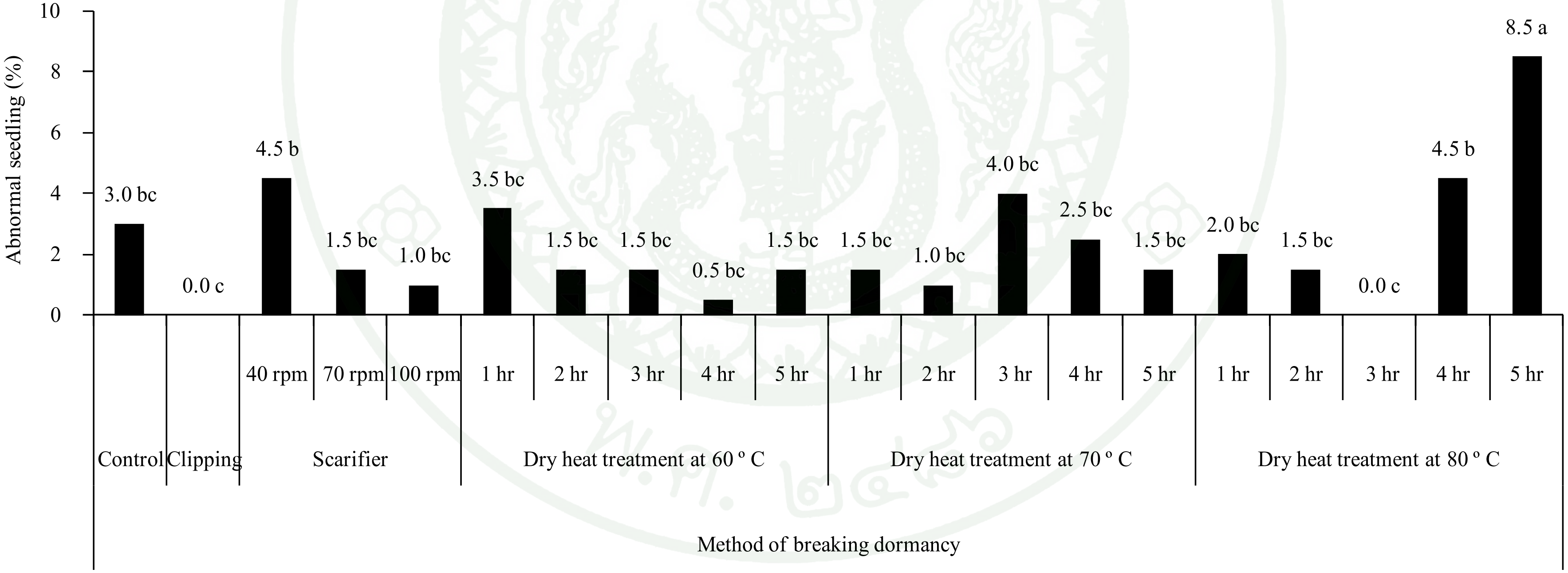
ตารางที่ 2 ความงอกและเมล็ดแข็งของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ทรีทเมนต์	ความงอก (%)	เมล็ดแข็ง (%)
1. เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control)	56.0 h[1/]	35.5 a
2. ตัดเปลือกเมล็ด (clipping)	100.0 a	0.0 j
3. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที	63.0 gh	20.0 bcd
4. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาที	67.0 efg	23.5 b
5. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	75.5 bcd	16.5 bcdef
6. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	66.0 fg	22.0 bc
7. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	68.5 defg	19.5 bcde
8. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	71.5 cdef	18.5 bcdef
9. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง	73.0 bcdef	17.5 bcdef
10. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	80.5 b	12.5 defgh
11. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	74.0 bcdef	17.5 bcdef
12. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	78.0 bc	11.5 efghi
13. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	80.0 b	11.0 fghi
14. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง	77.5 bc	7.5 hi
15. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	75.0 bcde	13.0 defgh
16. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	70.0 cdefg	15.5 cdefg
17. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	26.5 i	4.0 ij
18. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	22.5 i	4.0 ij
19. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง	21.0 i	8.5 ghi
20. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	9.5 j	13.5 defgh
F-test	*	*
C.V. (%)	8.03	36.45

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

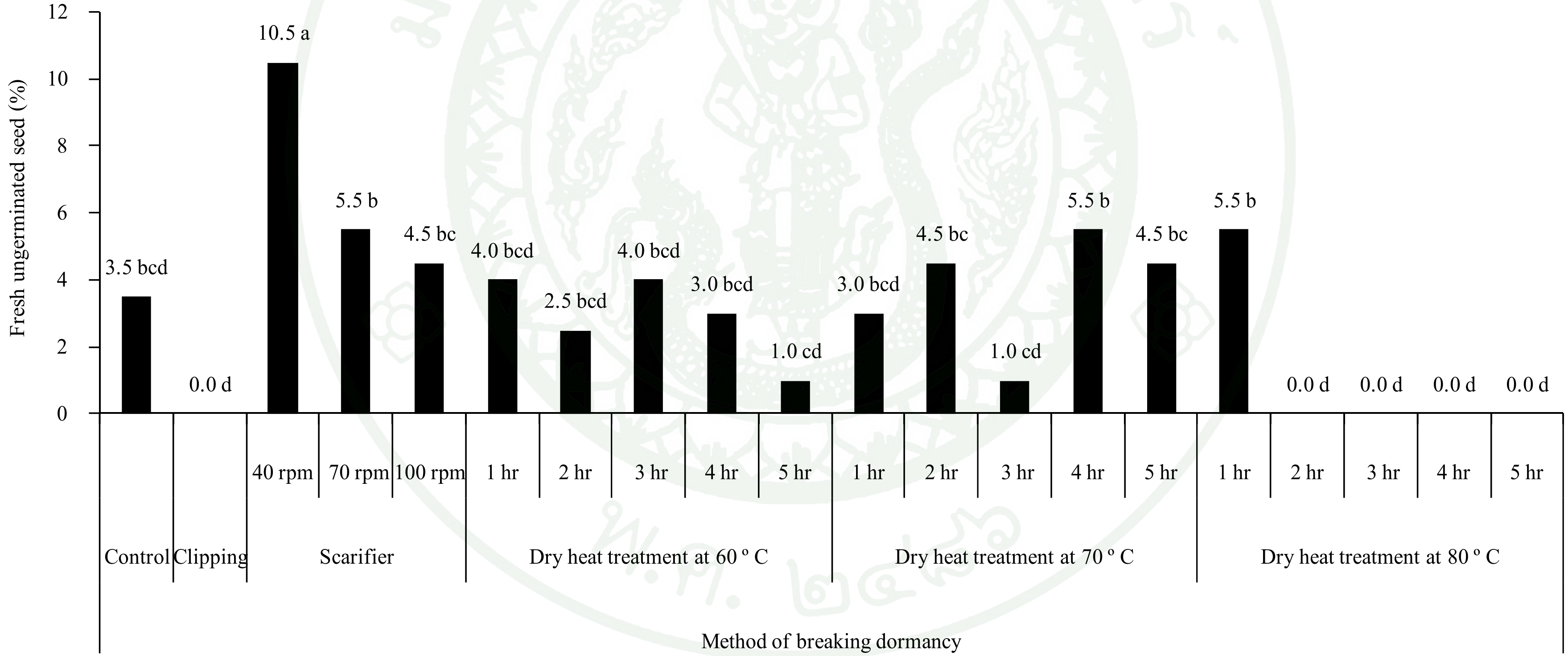
* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



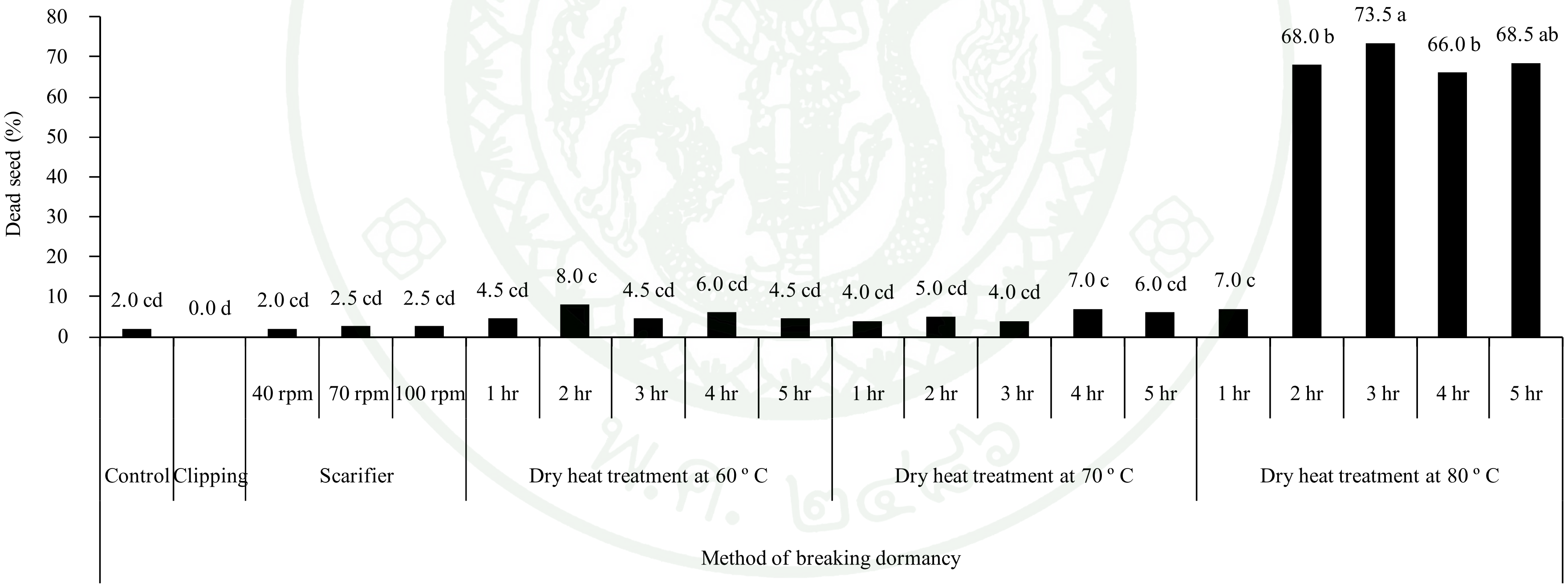
ภาพที่ 2 ต้นอ่อนผิดปกติของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 3 เมล็ดสดไม่งอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 เมล็ดตายของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1

เวลาเฉลี่ยในการงอกบ่งบอกถึงความเร็วในการงอกของเมล็ด หากเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดมีค่าน้อย แสดงว่า เมล็ดสามารถงอกได้เร็วและมีความแข็งแรงสูง (สุเทวี, 2551) จากการศึกษาวิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 พบว่า เวลาเฉลี่ยในการงอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) โดยการตัดเปลือกเมล็ดมีเวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด คือ 3.58 วัน และมีความงอกสูงที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) แสดงว่าเมล็ดงอกได้เร็วและมีความงอกสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที และการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง เมล็ดมีเวลาเฉลี่ยในการงอก 5.43 และ 4.87 วัน ตามลำดับ เมล็ดงอกได้ช้าลง 1-2 วัน แสดงว่าการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier และการใช้ความร้อนแห้งสามารถทำลายการพักตัวได้เพียงบางส่วน ซึ่งน้ำและอากาศสามารถซึมผ่านเข้าสู่ผ่านในเมล็ดได้มากขึ้น แต่ยังน้อยกว่าการตัดเปลือกเมล็ดที่น้ำและอากาศเข้าสู่เมล็ดได้โดยตรง ส่วนการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง มีเวลาเฉลี่ยในการงอกช้าที่สุด คือ 8.20 วัน และมีความงอกเพียง 9.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) แสดงว่า เมล็ดพันธุ์บวบหอม 9.5 เปอร์เซ็นต์ มีความอ่อนแอมาก เมล็ดจึงงอกช้ากว่าปกติ ซึ่งงอกช้ากว่าการตัดเปลือกเมล็ดถึง 5 วัน

เมื่อพิจารณาการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที พบว่าการเพิ่มความเร็วรอบในการขัดเมล็ดมีแนวโน้มทำให้เวลาเฉลี่ยในการงอกลดลงจาก 5.92 เป็น 5.43 วัน แสดงว่าการเพิ่มความเร็วรอบในการขัดเมล็ดมีผลทำให้เปลือกเมล็ดบางลงและน้ำซึมเข้าสู่เมล็ดได้เร็วขึ้น เมล็ดจึงสามารถงอกได้เร็วขึ้น ทั้งนี้มีรายงานการขัดเมล็ดบวบหอมด้วยเครื่องขัดเมล็ด (seed scarifier) ที่ความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาทีเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ใช้วิธีการใด ๆ ไม่มีผลทำให้เวลาเฉลี่ยในการงอกแตกต่างกัน คือ 6.48 และ 6.85 วัน ตามลำดับ (พัชรินทร์, 2553)

เมื่อพิจารณาการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ถึง 5 ชั่วโมง พบว่าการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ถึง 5 ชั่วโมง มีเวลาเฉลี่ยในการงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง มีแนวโน้มงอกได้เร็วที่สุด (4.67 วัน) ขณะที่การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 และ 5 ชั่วโมง มีแนวโน้มเวลาเฉลี่ยในการงอกลดลง (4.77 และ 5.11 วัน ตามลำดับ) ส่วนการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 2 และ 3 ชั่วโมง มีเวลาเฉลี่ยในการงอกไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แตกต่างกันทางสถิติ คือ 6.45 6.41 และ 6.87 วัน ตามลำดับ และมีความงอก 70 26.5 และ 22.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาการใช้ความร้อนแห้งเป็นเวลา 4 และ 5 ชั่วโมง ทำให้เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดช้าลงเป็น 8.16 และ 8.20 วัน ตามลำดับ และมีความงอกเพียง 9.5-21.0 เปอร์เซ็นต์ โดยเมล็ดที่ไม่งอกส่วนใหญ่เป็นเมล็ดตาย (ตารางที่ 2 และภาพที่ 4) แสดงว่าการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2-5 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอกต่ำและงอกช้าลง อาจเป็นเพราะอุณหภูมิสูงและใช้ระยะเวลานานเกินไป จึงส่งผลโดยตรงต่อปฏิกิริยาเคมีและทำให้กิจกรรมทางเมตาบอลิซึมภายในเมล็ดหยุดชะงักชั่วคราวหรือถาวร (วัลลภ, 2540) ดังนั้นการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง และการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เมล็ดมีแนวโน้มงอกได้เร็วที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่างๆ

ทรีทเมนต์	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)
1. เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control)	5.17 efg[1/]
2. ตัดเปลือกเมล็ด (clipping)	3.58 h
3. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที	5.92 cde
4. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาที	5.45 defg
5. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	5.43 defg
6. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	4.67 g
7. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	5.38 defg
8. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	5.37 defg
9. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง	4.95 fg
10. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	4.87 g
11. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	4.77 g
12. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	5.75 cdef
13. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	6.02 cd
14. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง	6.58 bc
15. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	5.11 efg
16. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	6.45 bc
17. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	6.41 bc
18. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	6.87 b
19. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง	8.16 a
20. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	8.20 a
F-test	*
C.V. (%)	9.03

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 2

วิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมในล็อตที่ 2 ด้วยการตัดเปลือกเมล็ด การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 5 6 7 และ 8 ชั่วโมง การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง มีผลทำให้ความงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) โดยพบว่าวิธีการตัดเปลือกเมล็ดทำให้มีความงอกสูงที่สุด (100 เปอร์เซ็นต์) และมีเมล็ดแข็งน้อยที่สุด (0 เปอร์เซ็นต์) แสดงว่าการตัดเปลือกเมล็ดสามารถทำลายการพักตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ ปราณี (2552) รายงานการตัดเปลือกเมล็ดบวบหอมเป็นวิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดได้ดีที่สุด โดยมีความงอก 100 เปอร์เซ็นต์

วิธีทำลายการพักตัวที่ทำให้ความงอกสูงรองลงมาแต่มีความงอกเพียง 34-37 เปอร์เซ็นต์ คือ การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง เมล็ดมีความงอก 34.5 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดแข็ง 62.0 เปอร์เซ็นต์ การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 4 และ 5 ชั่วโมง เมล็ดมีความงอก 34-37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความงอกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีปริมาณเมล็ดแข็ง 57.5-59.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าทรีทเมนต์ดังกล่าวยังไม่สามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ได้ เพราะอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบเมล็ดยังไม่เพียงพอที่ทำให้เปลือกเมล็ดเกิดรอยร้าวได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้พบว่าเปลือกเมล็ดชั้นในเซลล์สเกลอเรงคิมายังมีการเรียงตัวของเซลล์อย่างเป็นระเบียบมากกว่าเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 และ 3 อย่างไรก็ตามเซลล์สเกลอเรงคิมามีลักษณะคล้ายฉีกขาดเมื่ออบเมล็ดด้วยความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง (ภาพที่ 12C) เมล็ดเกิดรอยร้าวได้บางส่วน น้ำเข้าสู่เมล็ดได้บางเมล็ด เมล็ดงอกได้มากขึ้นแต่ยังคงมีความงอกต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัวมีความงอกต่ำที่สุด 6 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดแข็งสูงที่สุด คือ 91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที เมล็ดมีความงอก 7.5 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดแข็ง 91 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

เมื่อพิจารณาความงอกของเมล็ดที่ขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็วรอบ 40 70 และ 100 รอบต่อนาที (ตารางที่ 4) พบว่าความงอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้น คือ 7.5 15.5 และ 24.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณเมล็ดแข็งลดลง คือ 91.0 82.5 และ 73.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้ความเร็วรอบเพิ่มขึ้นสามารถเพิ่มความงอกของเมล็ดบวบหอมได้แต่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยังคงมีความงอกน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็วรอบดังกล่าวยังไม่เหมาะสมสำหรับเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 2 ทั้งนี้อาจเพิ่มความเร็วรอบในการขัดเมล็ดหรือเพิ่มระยะเวลาในการขัดเมล็ดให้นานขึ้น เพื่อให้เปลือกเมล็ดบางลงจนน้ำสามารถซึมผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ อย่างไรก็ตามการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็วรอบเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับเมล็ดพันธุ์บวบหอมในล็อตที่ 1

เมื่อพิจารณาความงอกของเมล็ดที่ใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 5 6 7 และ 8 ชั่วโมง และการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง (ตารางที่ 4) พบว่าการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เมล็ดมีความงอก 11 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนเมล็ดแข็ง 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง มีความงอก 12 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดแข็ง 86.5 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาที่นานมากขึ้นจาก 1 เป็น 5 ชั่วโมง มีแนวโน้มทำให้ความงอกเพิ่มขึ้นจาก 12 เป็น 34.5 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาจาก 6 เป็น 8 ชั่วโมง ส่งผลให้ความงอกลดลงจาก 29 เป็น 23.5 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าการอบเมล็ดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลานานเกินไปมีผลทำให้เมล็ดงอกได้น้อยลง การอบเมล็ดทำให้เมล็ดสูญเสียน้ำจากผิวเมล็ด ความชื้นของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็ว การระเหยเป็นไอเกิดขึ้นน้อยทำให้อุณหภูมิของเมล็ดสูงขึ้น สภาวะดังกล่าวจึงเป็นอันตรายต่อเมล็ด (Hill and Johnstone, 1985) ไม่สอดคล้องกับ ปราณี (2552) รายงานว่าเมล็ดบวบหอมที่อบด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง เมล็ดมีความงอกสูงขึ้น คือ 94 97 99 และ 93 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ปกติ (control) มีความงอกเพียง 9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพิ่มระยะเวลาในการอบเมล็ดจาก 1 เป็น 5 ชั่วโมง มีผลทำให้ความงอกเพิ่มขึ้นจาก 18.5 เป็น 34.0 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาดังกล่าวยังไม่สามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดได้อย่างเหมาะสม โดยเมล็ดยังคงมีความงอกน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิระดับต่างๆ และการเพิ่มระยะเวลาที่เหมาะสมอาจทำให้เมล็ดงอกได้เพิ่มขึ้น เช่น การใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง หรือ การใช้ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดบวบหอมมีความงอกสูง 90-99 เปอร์เซ็นต์ โดยเมล็ดพันธุ์ปกติ (control) มีความงอกเพียง 9 เปอร์เซ็นต์ (ปราณี, 2552)

นอกจากการตัดเปลือกเมล็ดทำให้เมล็ดบวบหอมมีความงอกสูงที่สุด แล้วยังไม่มีวิธีใดที่เหมาะสมในการทำลายการพักตัวของเมล็ด แสดงให้เห็นว่าเมล็ดบวบหอมล็อตที่ 2 มีการพักตัวลึก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื่องจากเปลือกเมล็ดที่ห่อหุ้มส่วนภายในมีความแข็งแรงป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้เป็นอย่างดี โดยเปลือกเมล็ดชั้นในของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 มีการจัดเรียงตัวของเซลล์สเกลอเรงคิมาอย่างหนาแน่นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 และ 3 (ภาพที่ 12A)

เมื่อพิจารณาต้นอ่อนผิดปกติของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 พบว่า การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที มีต้นอ่อนผิดปกติมากที่สุด (2.5 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง และการทำลายการพักตัวด้วยวิธีอื่น ๆ มีต้นอ่อนผิดปกติน้อยที่สุด (0-1 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 5) โดยต้นอ่อนผิดปกติ เนื่องจากเปลือกเมล็ดไม่หลุดออกจากใบเลี้ยงและรากแก้วกุด (ภาพผนวกที่ 1D) ส่วนเมล็ดสดไม่งอกพบมากที่สุดเมื่อใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง และ การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง (3.5-5.0 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 5 3 และ 4 ชั่วโมง การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาที และเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัวมีเมล็ดสดไม่งอก (1.0-2.5 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 6) ขณะที่การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ทำให้มีเมล็ดตายมากที่สุด (10.5 เปอร์เซ็นต์) การตัดเปลือกเมล็ด และการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที ไม่พบเมล็ดตาย (ภาพที่ 7) แสดงว่าการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิทั้ง 2 ระดับและระยะเวลายังไม่เหมาะสมสำหรับการทำลายการพักตัวของเมล็ด ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้สูงเกินไปจึงไปมีผลต่อปฏิกิริยาเคมีและกิจกรรมทางเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นภายในเมล็ดหยุดชะงักชั่วคราวหรือถาวร (วัลลภ, 2540)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

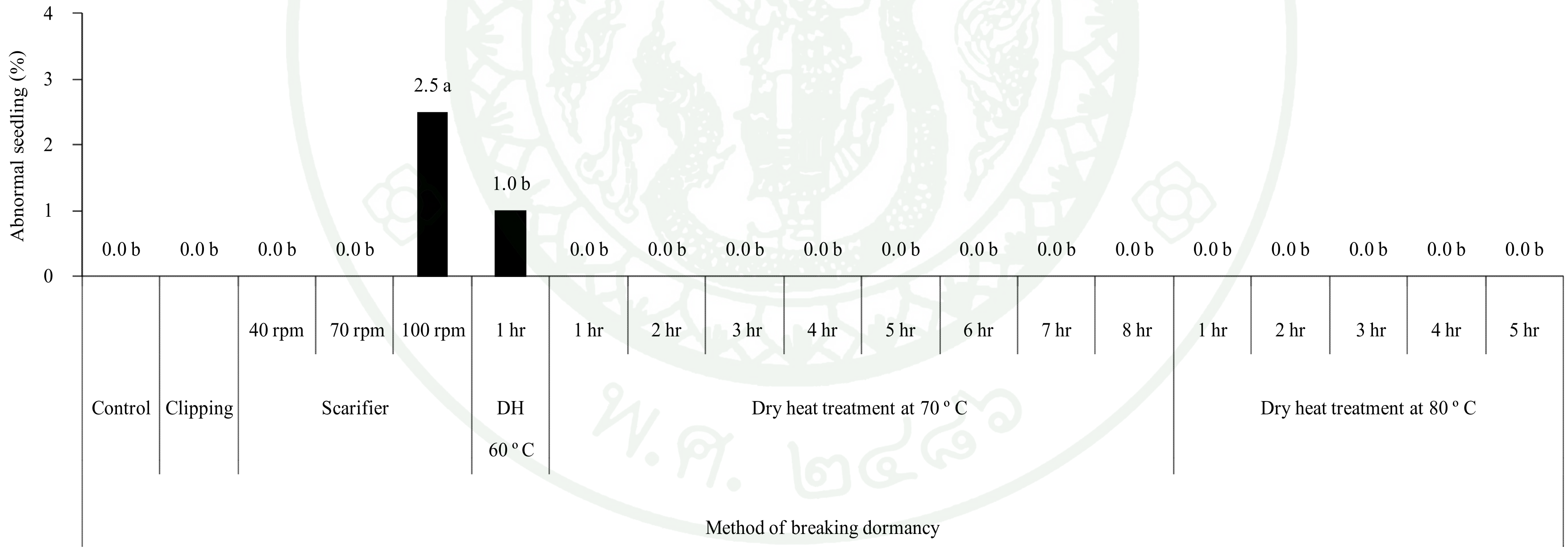
ตารางที่ 4 ความงอกและเมล็ดแข็งของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ทรีทเมนต์	ความงอก (%)	เมล็ดแข็ง (%)
1. เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control)	6.0 l[1/]	91.0 a
2. ตัดเปลือกเมล็ด (clipping)	100.0 a	0.0 j
3. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที	7.5 l	91.0 a
4. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาที	15.5 jk	82.5 bc
5. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	24.0 ghi	73.0 def
6. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	11.0 kl	80.0 bcd
7. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	12.0 kl	86.5 ab
8. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	19.5 ij	77.0 cd
9. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	28.0 efg	69.5 efg
10. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง	30.5 cdef	67.0 efg
11. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	34.5 bcd	62.0 hi
12. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง	29.0 defg	66.5 fgh
13. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง	21.5 hij	74.5 de
14. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง	23.5 ghi	66.0 fgh
15. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	18.5 ij	77.0 cd
16. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	27.0 fgh	64.0 ghi
17. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	37.0 b	57.5 i
18. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง	36.0 bc	58.0 i
19. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	34.0 bcde	59.0 i
F-test	*	*
C.V. (%)	14.95	6.51

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test

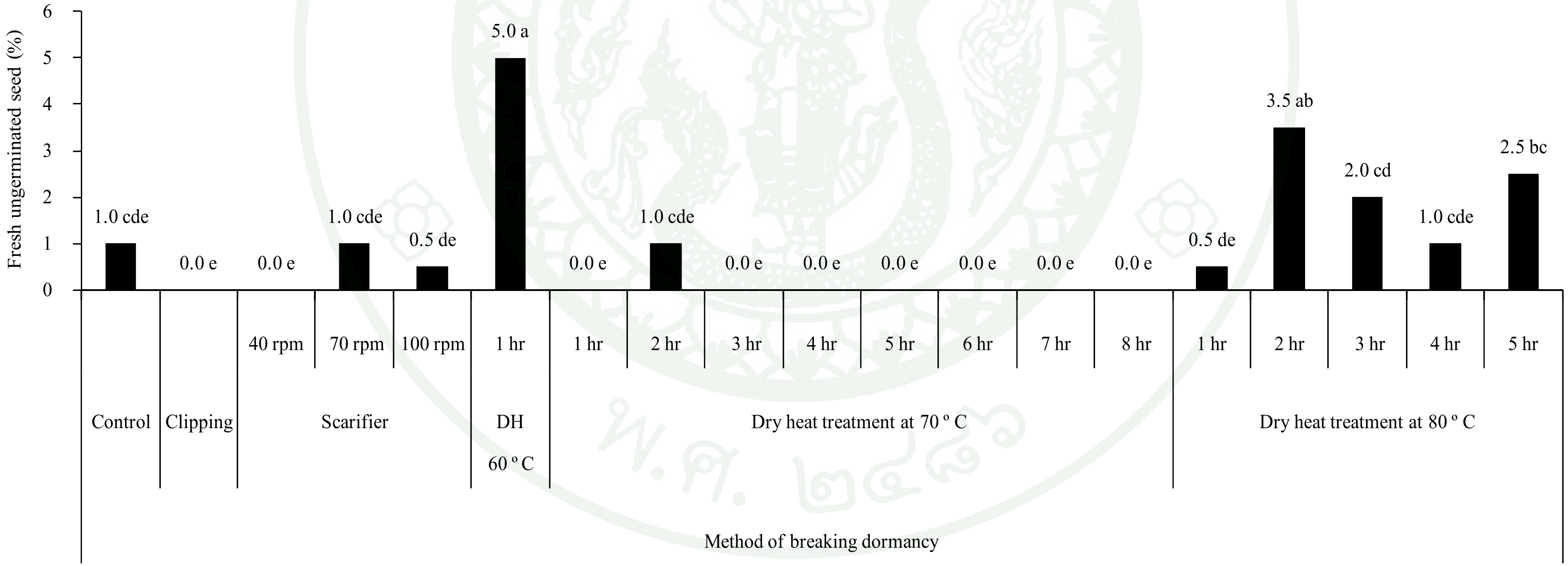
* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



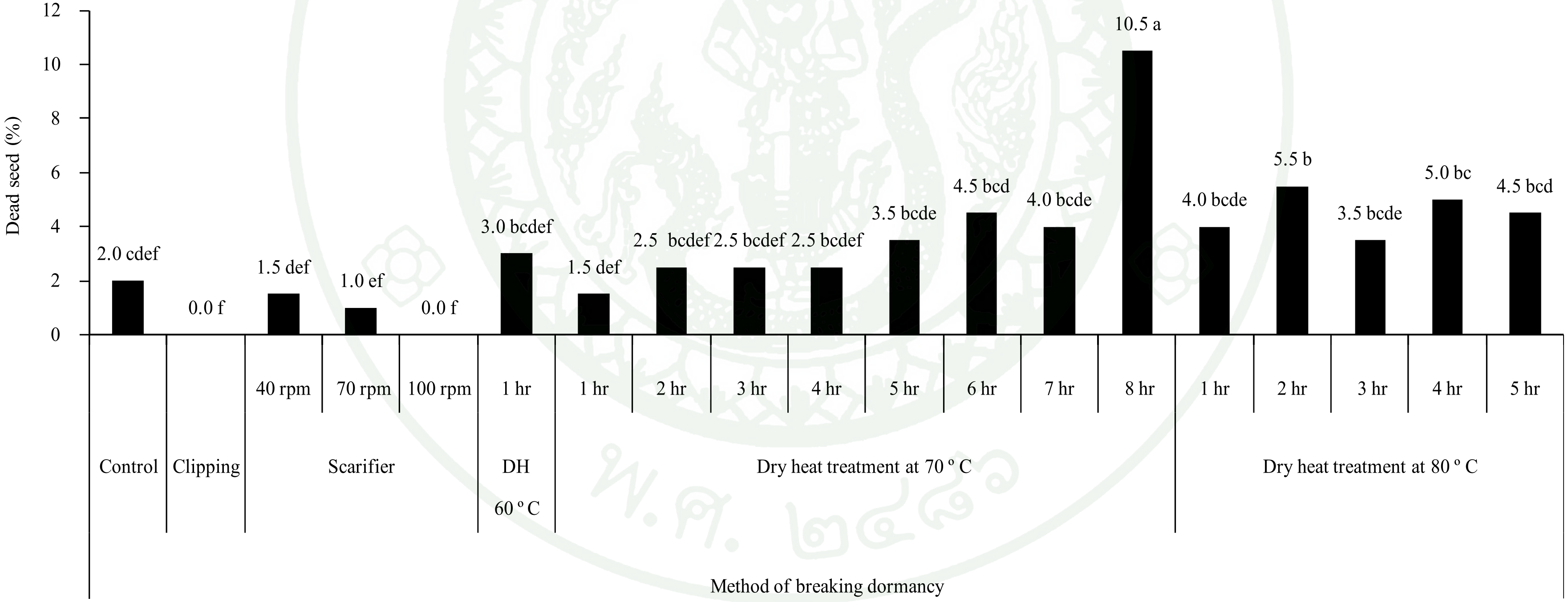
ภาพที่ 5 ต้นอ่อนผิดปกติของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 เมล็ดสดไม่งอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 เมล็ดตายของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 2

จากการศึกษาวิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 พบว่า เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) โดยการตัดเปลือกเมล็ดมีผลทำให้มีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุด คือ 3.01 วัน ไม่แตกต่างกับการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1-8 ชั่วโมง มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 3.88-4.29 วัน แต่มีความงอกต่ำ 12-34.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) ซึ่งเมล็ดส่วนใหญ่ยังมีการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง โดยเวลาเฉลี่ยในการงอกเป็นค่าที่ได้จากเมล็ดที่งอกเป็นต้นอ่อนปกติเท่านั้น ส่วนเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัวมีเวลาเฉลี่ยในการงอก 6.17 วัน

เมื่อพิจารณาการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที พบว่า มีเวลาเฉลี่ยในการงอก คือ 6.54 7.52 และ 6.67 วัน ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control) มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 6.17 วัน (ตารางที่ 5) แสดงว่าการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที ไม่มีผลทำให้เมล็ดล็อตที่ 2 งอกได้เร็วขึ้น แต่ทำให้เมล็ดงอกได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 7.5-24.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control) มีความงอกเพียง 6 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

เมื่อพิจารณาความงอกของเมล็ดที่ใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1-8 ชั่วโมง และการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1-5 ชั่วโมง พบว่าการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศา-เซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง มีเวลาเฉลี่ยในการงอกช้าที่สุด (7.23 วัน) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 4 และ 5 ชั่วโมง (6.05 และ 6.57 วัน) ขณะที่การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 และ 8 ชั่วโมง มีแนวโน้มเวลาเฉลี่ยในการงอกลดลง (3.88-4.54 วัน) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว แสดงว่าการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 และ 8 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น 2 วัน ส่วนการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 4 และ 5 ชั่วโมง มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 5.59 6.05 และ 6.57 วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว แสดงว่าการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลานี้ ไม่ทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตามเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดไม่สามารถเปรียบเทียบความเร็วในการงอกของเมล็ดบวบหอมล็อตที่ 2ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากความงอกของเมล็ดมีน้อย และเมล็ดส่วนใหญ่ยังมีการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ทรีทเมนต์	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)
1. เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control)	6.17 bcd[1/]
2. ตัดเปลือกเมล็ด (clipping)	3.01 g
3. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที	6.54 abc
4. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาที	7.52 a
5. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	6.67 abc
6. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	7.23 ab
7. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	3.90 fg
8. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	4.03 fg
9. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	4.27 efg
10. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง	4.38 ef
11. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	4.54 ef
12. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง	3.88 fg
13. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง	4.21 fg
14. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง	4.29 efg
15. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	5.08 def
16. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	5.13 def
17. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	5.59 cde
18. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง	6.05 bcd
19. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	6.57 abc
F-test	*
C.V. (%)	16.03

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 3

วิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมในล็อตที่ 3 ด้วยการตัดเปลือกเมล็ด การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง พบว่า มีผลทำให้ความงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) โดยการตัดเปลือกเมล็ดและการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 100 และ 95.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเมล็ดแข็งน้อยที่สุด คือ 0.0 และ 3.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การตัดเปลือกเมล็ดและการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที เป็นวิธีที่ทำให้โครงสร้างภายในของเมล็ดได้รับน้ำและออกซิเจนที่เพียงพอต่อการงอก โดยวิธีตัดเปลือกเมล็ด ทำให้เกิดบาดแผลเป็นช่องเปิด น้ำสามารถเข้าสู่เมล็ดได้โดยตรง ส่วนการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที ทำให้โครงสร้างของเปลือกเมล็ดชั้นนอกบางลง และเปลือกเมล็ดชั้นใน เซลล์สเกลอเรงคิมาฉีกขาดออกจากกัน (ภาพที่ 13B) แสดงว่าทั้งสองวิธีสามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 3 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบจากเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว สอดคล้องกับการทำลายการพักตัวของเมล็ดชมจันทร์ด้วยการตัดเปลือกเมล็ดและการขัดด้วยกระดาษทรายมีความงอกสูงที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 100 และ 98 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดแข็งน้อยที่สุด คือ 0 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (วิริยา, 2554)

วิธีการทำลายการพักตัวที่ได้ผลดีรองลงมา คือ การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาที นาน 1 นาที การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 4 และ 5 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอก 78.0 73.5 และ 71.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีปริมาณเมล็ดแข็งลดลงเหลือเพียง 15.5 24.0 และ 25.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัวมีความงอกต่ำที่สุด คือ 42.5 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดแข็งมากที่สุด 49.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที นาน 1 นาที มีความงอกของเมล็ด 43.0 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดแข็ง 42.5 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าความเร็วรอบและระยะเวลาในการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ยังไม่เหมาะสมกับการทำให้เปลือกเมล็ดบางลง

เมื่อพิจารณาความงอกของเมล็ดที่ขัดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที (ตารางที่ 6) พบว่า ความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้น ทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นจาก 43 เป็น 95.5 เปอร์เซ็นต์ และมีผลทำให้ปริมาณเมล็ดแข็งลดลงจาก 42.5 เป็น 3.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื่องจากการขัดเมล็ดเป็นวิธีแก้การพักตัวของเมล็ดที่มีเปลือกเมล็ดแข็ง ซึ่งวิธีการนี้ช่วยให้ความชื้นเคลื่อนเข้าสู่เมล็ดได้ง่ายขึ้น (สุเทวี, 2549)

เมื่อพิจารณาการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง พบว่าการเพิ่มระยะเวลาการใช้ความร้อนแห้งจาก 1 เป็น 5 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นจาก 57.5 เป็น 73.5 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดแข็งลดลงจาก 42 เป็น 24 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับ ชโรบล (2553) รายงานการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 2 3 และ 4 ชั่วโมงในการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอม การเพิ่มระยะเวลาในการอบเมล็ด ทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นและจำนวนเมล็ดแข็งลดลง

เมื่อพิจารณาต้นอ่อนผิดปกติ พบว่า การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที มีต้นอ่อนผิดปกติมากที่สุด คือ 7.0 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 8) นอกจากนี้การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที ทำให้มีเมล็ดสดไม่งอกมากขึ้น (7.5 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control) (3.5 เปอร์เซ็นต์) การขัดเมล็ดที่ความเร็วรอบดังกล่าว ทำให้เปลือกเมล็ดบางลงแต่เมล็ดดูดน้ำไม่เพียงพอสำหรับการงอกของเมล็ด จึงทำให้มีเมล็ดสดไม่งอกเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 9) การทำลายการพักตัวของเมล็ดด้วยวิธีการต่างๆ ทำให้มีเมล็ดตายน้อย (0.0-1.0 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 10)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

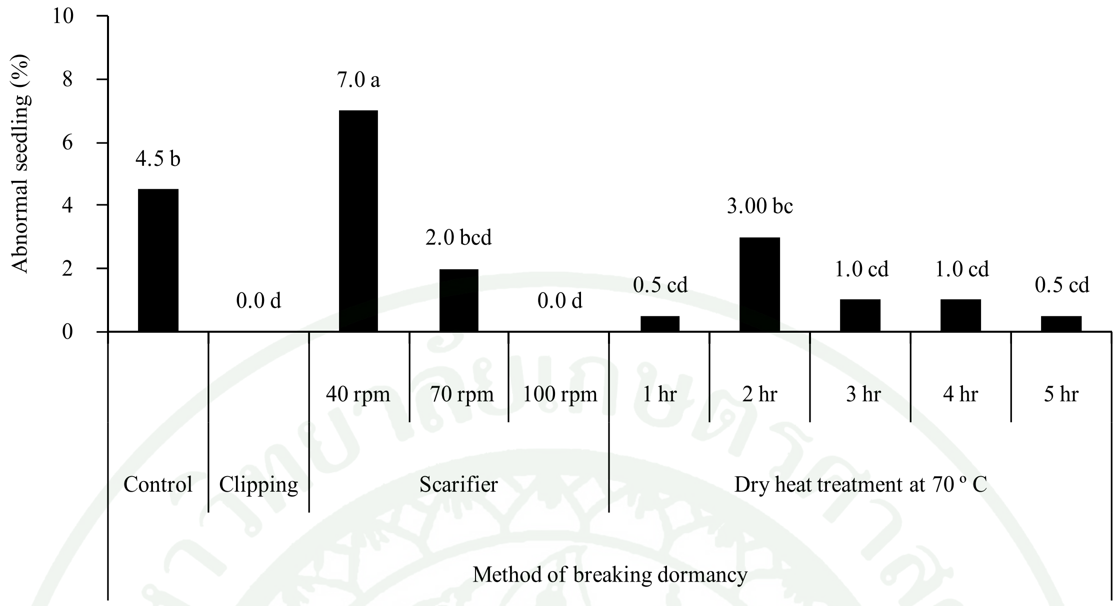
ตารางที่ 6 ความงอกและเมล็ดแข็งของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ทรีทเมนต์	ความงอก (%)	เมล็ดแข็ง (%)
1. เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control)	42.5 f[1/]	49.5 a
2. ตัดเปลือกเมล็ด (clipping)	100.0 a	0.0 e
3. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที	43.0 f	42.5 a
4. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาที	78.0 b	15.5 d
5. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	95.5 a	3.0 e
6. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	57.5 e	42.0 a
7. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	61.0 de	34.5 b
8. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	66.0 cd	31.5 bc
9. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง	73.5 bc	24.0 c
10. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	71.0 bc	25.0 c
F-test	*	*
C.V. (%)	7.34	18.90

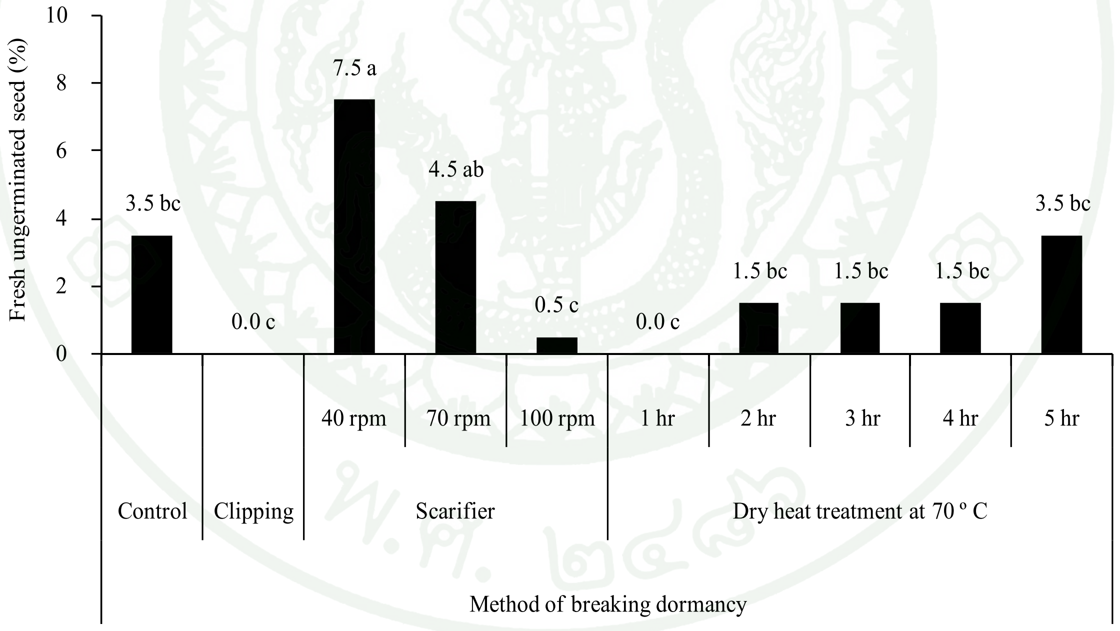
หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

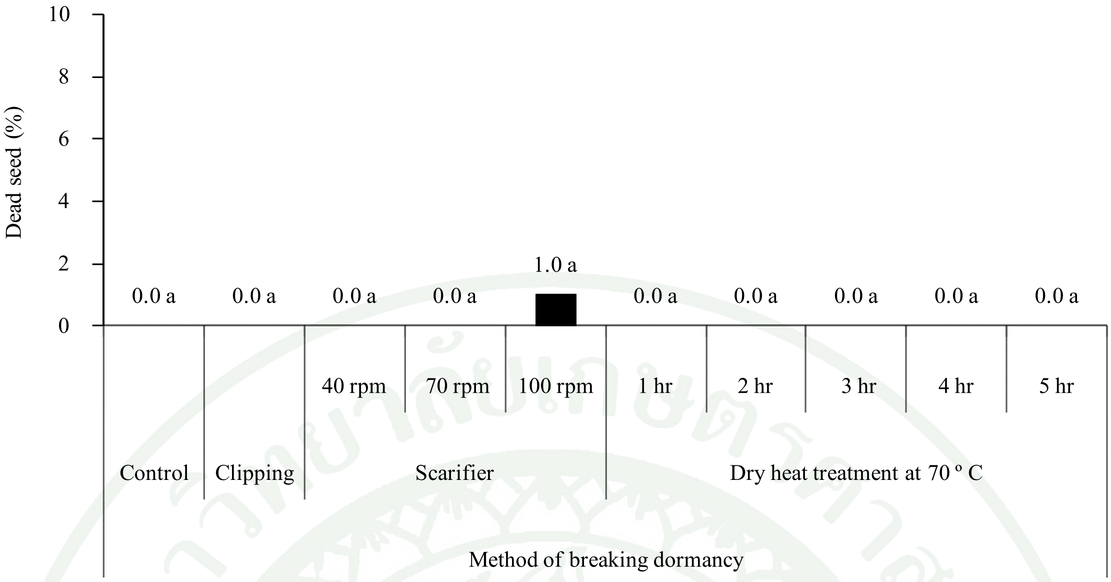


ภาพที่ 8 ต้นอ่อนผิดปกติของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ



ภาพที่ 9 เมล็ดสดไม่งอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 เมล็ดตายของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.6 เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 3

จากการศึกษาวิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 พบว่า เวลาเฉลี่ยในการงอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) โดยการตัดเปลือกเมล็ดมีผลทำให้มีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุด คือ 3.03 วัน แสดงว่าเมล็ดงอกได้เร็วที่สุดและงอกได้เร็วขึ้น 5 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control) มีเวลาเฉลี่ยในการงอกช้าที่สุด คือ 8.36 วัน

เมื่อพิจารณาการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 40 70 และ 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที พบว่ามีเวลาเฉลี่ยในการงอก คือ 7.65 7.58 และ7.52 วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 8.36 วัน การขัดเมล็ดมีผลทำให้เปลือกเมล็ดบวบหอมบางลง น้ำซึมผ่านเมล็ดได้เร็วขึ้น เมล็ดสามารถดูดน้ำไปใช้ในการงอกได้ ซึ่งมีผลทำให้เมล็ดงอกดีขึ้น แต่ไม่ทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น

เมื่อพิจารณาการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 4 และ 5 ชั่วโมง พบว่า การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง มีเวลาเฉลี่ยในการงอก (5.22-6.71 วัน) ขณะที่การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง มีเวลาเฉลี่ยในการงอกช้าลง คือ 7.93 วัน จะเห็นได้ว่า การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ถึง 4 ชั่วโมง ทำให้เวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วขึ้น ทั้งนี้การอบเมล็ดด้วยความร้อนอาจมีผลทำให้เปลือกเมล็ดเกิดรอยร้าว ทำให้น้ำและอากาศสามารถผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ เมล็ดจึงงอกได้ดีขึ้น (Khan, 1980) แต่การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง ระยะเวลาในการอบนานเกินไป อาจมีผลทำให้กิจกรรมทางเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นภายในเมล็ดหยุดชะงักชั่วคราว สอดคล้องกับ ชโรบล (2553) รายงานการเพิ่มความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ถึง 4 ชั่วโมง มีแนวโน้มทำให้เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดบวบหอมลดลงจาก 6.23 วัน เป็น 5.04 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

ทรีทเมนต์	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)
1. เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control)	8.36 a[1/]
2. ตัดเปลือกเมล็ด (clipping)	3.03 e
3. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที	7.65 ab
4. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาที	7.58 ab
5. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	7.52 ab
6. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	6.71 bc
7. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง	6.04 cd
8. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	5.22 d
9. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง	6.38 c
10. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	7.93 a
F-test	*
C.V. (%)	10.51

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2 โครงสร้างของเมล็ดพันธุ์บวบหอม

2.1 โครงสร้างของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1

จากการศึกษาความหนาและโครงสร้างของเปลือกเมล็ดบวบหอมล็อตที่ 1 ด้วยการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที และการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control) มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8) โดยการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที มีความหนาของเปลือกเมล็ดชั้นนอก ชั้นใน และความหนาของเปลือกเมล็ดรวมน้อยที่สุด คือ 0.023 0.199 และ 0.222 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง มีความหนาของเปลือกเมล็ดชั้นนอก ชั้นใน และความหนาของเปลือกเมล็ดรวมมากที่สุดซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว โดยการใช้ความร้อนแห้ง 60 องศา-เซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง มีความหนาของเปลือกเมล็ดชั้นนอก ชั้นใน และความหนาของเปลือกเมล็ดรวม คือ 0.038 0.220 และ 0.258 มิลลิเมตร และเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control) มีความหนาของเปลือกเมล็ดชั้นนอก ชั้นใน และความหนาของเปลือกเมล็ดรวม คือ 0.045 0.211 และ 0.256 มิลลิเมตร ตามลำดับ

โครงสร้างของเปลือกเมล็ดล็อตที่ 1 ที่ไม่ผ่านการทำลายการพักตัว เปลือกเมล็ดชั้นนอกสุดมีสีดำ โดยที่เปลือกเมล็ดชั้นในมีการจัดเรียงตัวของเซลล์อย่างเป็นระเบียบ ป้องกันการซึมผ่านของน้ำ (ภาพที่ 11A) การขัดเมล็ดทำให้เซลล์ของเปลือกเมล็ดชั้นนอกหลุดออกแต่ยังไม่ถึงบริเวณเปลือกเมล็ดชั้นใน เปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1บางลง (ภาพที่ 11B) เมล็ดดูดน้ำเพื่อใช้การงอกของเมล็ดได้มากขึ้น ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงขึ้น (56 เป็น 75.5 เปอร์เซ็นต์) McKee *et al.* (1977) ศึกษาความสามารถในการดูดน้ำของเมล็ด *Coronilla varia* โดยใช้ไมโครเทคนิคเจาะเปลือกเมล็ดแข็งด้วยเข็มที่ระดับความลึกบริเวณเปลือกเมล็ดชั้นนอก (outer integument) ช่วยให้เมล็ดดูดน้ำได้ดีขึ้น แต่ถ้าเจาะเข้าไปถึงชั้น osteosclereid บริเวณเปลือกเมล็ดชั้นใน (inner integument) ทำให้การดูดน้ำสูงขึ้นเท่ากับเมล็ดปกติ ดังนั้นถ้าเพิ่มความเร็วรอบในการขัดเมล็ดบวบ-หอมจนถึงบริเวณเปลือกเมล็ดชั้นใน ความงอกของเมล็ดบวบหอมอาจมากกว่า 75.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความร้อนแห้งทำให้เซลล์ชั้น sclerenchymatous main mechanical layer หดตัว เกิดช่องว่างระหว่างเซลล์ การจัดเรียงตัวของเซลล์ไม่เป็นระเบียบ คล้ายเซลล์ฉีกขาด (ภาพที่ 11C) ซึ่งการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เปลือกเมล็ดสูญเสียน้ำและเกิดรอยร้าว น้ำสามารถเข้าสู่บริเวณรอบเมล็ดและเมล็ดดูดน้ำได้เร็วขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ความหนาของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่าง ๆ

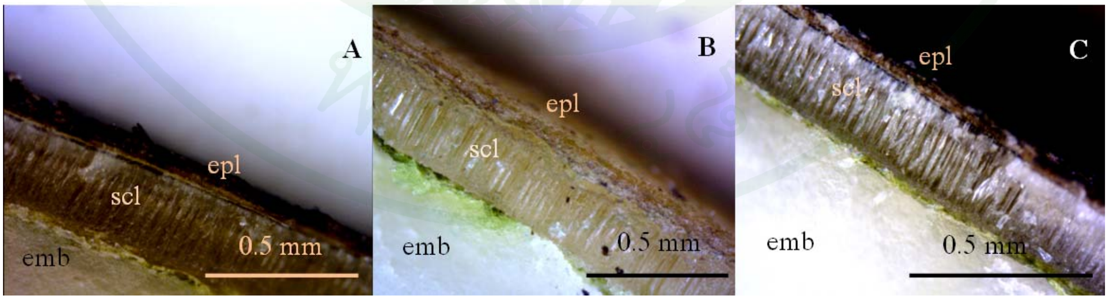
ทรีทเมนต์	ความหนาของเปลือกเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	ชั้นนอก[2/]	ชั้นใน[3/]	ผลรวม
1. เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control)	0.045 a[1/]	0.211 ab	0.256 a
2. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	0.023 b	0.199 b	0.222 b
3. ความร้อนแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	0.038 a	0.220 a	0.258 a
t-test	*	*	*
C.V. (%)	12.40	3.86	3.43

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Least Significant Difference

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[2/] ชั้นนอก คือ เปลือกเมล็ดชั้นนอก ประกอบด้วยเซลล์ชั้น epidermal cell จนถึง hypodermis

[3/] ชั้นใน คือ เปลือกเมล็ดชั้นใน ประกอบด้วยเซลล์ชั้น sclerenchymatous main mechanical layer



ภาพที่ 11 โครงสร้างของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 ที่ไม่ผ่านการทำลายการพักตัว (A) การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที (B) การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง (C)

emb = embryo, scl = sclerenchymatous main mechanical layer, epl =epidermal cell

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 โครงสร้างของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2

จากการศึกษาความหนาและโครงสร้างของเปลือกเมล็ดบวบหอมล็อตที่ 2 ด้วยการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที และการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control) มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9) โดยการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที มีความหนาของเปลือกเมล็ดชั้นนอก ชั้นใน และความหนาของเปลือกเมล็ดรวมน้อยที่สุด คือ 0.017 0.201 และ 0.218 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศา-เซลเซียส นาน 3 ชั่วโมงและเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว มีความหนาของเปลือกเมล็ดชั้นนอก ชั้นใน และความหนาของเปลือกเมล็ดรวมมากที่สุดซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง มีความหนาของเปลือกเมล็ดชั้นนอก ชั้นใน และความหนาของเปลือกเมล็ดรวม คือ 0.036 0.222 และ 0.258 มิลลิเมตร และเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control) มีความหนาของเปลือกเมล็ดชั้นนอก ชั้นใน และความหนาของเปลือกเมล็ดรวม คือ 0.041 0.211 และ 0.252 มิลลิเมตร ตามลำดับ

โครงสร้างของเปลือกเมล็ดล็อตที่ 2 ที่ไม่ผ่านการทำลายการพักตัวเปลือกเมล็ดชั้นในประกอบด้วยเซลล์สเกลอเรงคิมาเรียงตัวอย่างหนาแน่นมากกว่าในเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 และ 3 อีกทั้งเปลือกเมล็ดชั้นนอกสุดมีสีดำมัน โครงสร้างของเปลือกเมล็ดป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้เป็นอย่างดี (ภาพที่ 12A) ทั้งนี้การขัดเมล็ดไปมีผลทำให้เปลือกเมล็ดชั้นนอกบางลง (ภาพที่ 12B) แต่การขัดเมล็ดไม่ลึกพอถึงชั้นเซลล์แพลิเซด ซึ่งเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 มีการพักตัวในระดับลึก ดังนั้นวิธีการนี้จึงทำลายการพักตัวได้เพียงเล็กน้อย (24 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 4) การใช้ความร้อนแห้งมีผลในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเปลือกเมล็ดชั้นใน เซลล์สเกลอเรงคิมายังคงมีการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบมากกว่าเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 และ 2 เซลล์มีลักษณะคล้ายฉีกขาด (ภาพที่ 12C) ดังนั้นการซึมผ่านของน้ำและอากาศเข้าภายในเมล็ดจึงเกิดขึ้นได้น้อย ซึ่งวิธีการนี้ทำให้เมล็ดมีความงอกเพียง 37 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ความหนาของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่างๆ

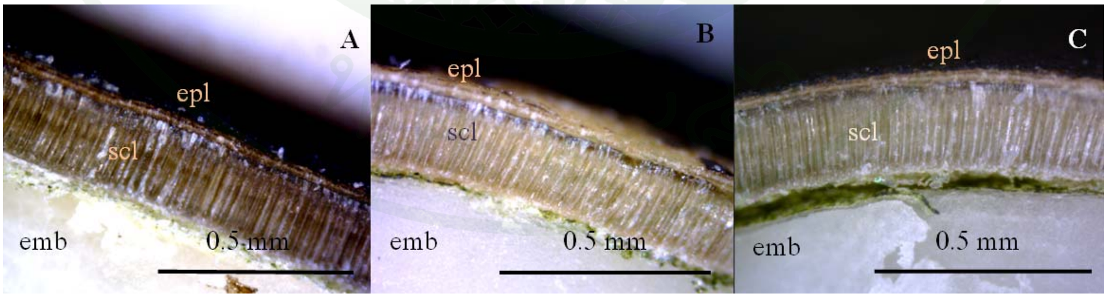
ทรีทเมนต์	ความหนาของเปลือกเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	ชั้นนอก[2/]	ชั้นใน[3/]	ผลรวม
1. เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control)	0.041 a[1/]	0.211 ab	0.252 a
2. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	0.017 b	0.201 b	0.218 b
3. ความร้อนแห้ง 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง	0.036 a	0.222 a	0.258 a
t-test	*	*	*
C.V. (%)	10.92	4.77	4.31

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Least Significant Difference

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[2/] ชั้นนอก คือ เปลือกเมล็ดชั้นนอก ประกอบด้วยเซลล์ชั้น epidermal cell จนถึง hypodermis

[3/] ชั้นใน คือ เปลือกเมล็ดชั้นใน ประกอบด้วยเซลล์ชั้น sclerenchymatous main mechanical layer



ภาพที่ 12 โครงสร้างของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 ที่ไม่ผ่านการทำลายการพักตัว (A) การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที (B) การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง (C)

emb = embryo, scl = sclerenchymatous main mechanical layer, epl =epidermal cell

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 โครงสร้างของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3

จากการศึกษาความหนาและโครงสร้างของเปลือกเมล็ดของบวบหอมล็อตที่ 3 ด้วยการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที และการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control) มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) โดยการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที มีความหนาของเปลือกเมล็ดชั้นนอก ชั้นใน และความหนาเปลือกเมล็ดรวมน้อยที่สุด คือ 0.015 0.197 และ 0.212 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมงและเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว มีความหนาของเปลือกเมล็ดชั้นนอก ชั้นใน และความหนาของเปลือกเมล็ดรวมมากที่สุดซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง มีความหนาของเปลือกเมล็ดชั้นนอก ชั้นใน และความหนาของเปลือกเมล็ดรวม คือ 0.038 0.205 และ 0.243 มิลลิเมตร และเมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control) มีความหนาของเปลือกเมล็ดชั้นนอก ชั้นใน และความหนาของเปลือกเมล็ดรวม คือ 0.043 0.202 และ 0.245 มิลลิเมตร ตามลำดับ

โครงสร้างของเปลือกเมล็ดล็อตที่ 3 ที่ไม่ผ่านการทำลายการพักตัว เปลือกเมล็ดชั้นในเซลล์สเกลอเรงคิมาจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ เปลือกเมล็ดชั้นนอกสุดมีสีดำมันช่วยป้องกันการซึมผ่านของน้ำ (ภาพที่ 13A) การขัดเมล็ดทำให้เปลือกเมล็ดชั้นนอกบางลง และทำให้เซลล์สเกลอเรงคิมาของเปลือกเมล็ดชั้นในเกิดการฉีกขาด (ภาพที่ 13B) น้ำและอากาศจึงซึมผ่านเข้าสู่ภายในเมล็ดได้ง่ายกว่าเมล็ดพันธุ์ในล็อตที่ 1 และล็อตที่ 3 เมล็ดจึงมีความงอกสูงถึง 95.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) ส่วนการใช้ความร้อนแห้งมีผลทำให้เปลือกเมล็ดสูญเสียความชื้น เซลล์บริเวณเปลือกเมล็ดชั้นใน (sclerenchymatous main mechanical layer) เกิดการหดตัว มีช่องว่างระหว่างเซลล์และเนื้อเยื่อบางส่วนมีลักษณะคล้ายเซลล์ฉีกขาด (ภาพที่ 13C) การซึมผ่านของน้ำและอากาศเกิดขึ้นได้ง่าย เมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อต 3 จึงมีความงอกสูงขึ้นจาก 42.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 71.0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ความหนาของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ผ่านการทำลายการพักตัวด้วยวิธีต่างๆ

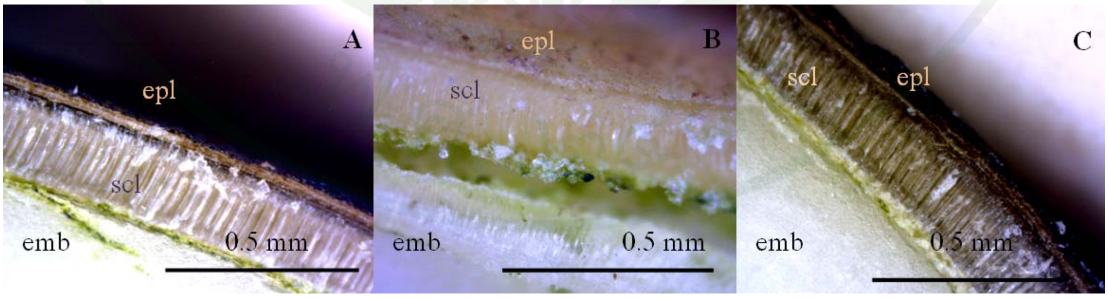
ทรีทเมนต์	ความหนาของเปลือกเมล็ด (มิลลิเมตร)		
	ชั้นนอก[2/]	ชั้นใน[3/]	ผลรวม
1. เมล็ดที่ไม่ทำลายการพักตัว (control)	0.043 a[1/]	0.202 ab	0.245 a
2. ขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที	0.015 b	0.197 b	0.212 b
3. ความร้อนแห้ง 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง	0.038 a	0.205 a	0.243 a
t-test	*	*	*
C.V. (%)	16.14	2.16	3.27

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Least Significant Difference

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[2/] ชั้นนอก คือ เปลือกเมล็ดชั้นนอก ประกอบด้วยเซลล์ชั้น epidermal cell จนถึง hypodermis

[3/] ชั้นใน คือ เปลือกเมล็ดชั้นใน ประกอบด้วยเซลล์ชั้น sclerenchymatous main mechanical layer



ภาพที่ 13 โครงสร้างของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 3 ที่ไม่ผ่านการทำลายการพักตัว (A) การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที (B) การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง (C)
emb = embryo, scl = sclerenchymatous main mechanical layer, epl =epidermal cell

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาการทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมทั้ง 3 ล็อต สรุปได้ดังนี้

1. เมล็ดพันธุ์บวบหอมทั้ง 3 ล็อต มีความมีชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความงอกแตกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 มีความงอก 56.0 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 2 มีความงอกเพียง 6.0 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 3 มีความงอก 42.5 เปอร์เซ็นต์ โดยเมล็ดที่ไม่งอกส่วนใหญ่เป็นเมล็ดแข็ง

2. วิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมทั้ง 3 ล็อตที่เหมาะสม ได้แก่

เมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 2 และ 3 การตัดเปลือกเมล็ดทำให้มีความงอกสูงที่สุด และมีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุด

เมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 1 การขัดเมล็ดด้วย scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 4 และ 5 ชั่วโมง และการใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ถึง 5 ชั่วโมง การใช้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง มีแนวโน้มทำให้เมล็ดงอกได้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์

เมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 2 วิธีทำลายการพักตัวทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นแต่เมล็ดงอกไม่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

เมล็ดพันธุ์ล็อตที่ 3 การตัดเปลือกเมล็ดและการขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที ทำให้มีความงอกสูงที่สุด (100 และ 95.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่การตัดเปลือกเมล็ดทำให้เวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ความหนาและโครงสร้างของเปลือกเมล็ดของบวบหอมทั้ง 3 ล็อต

การขัดเมล็ดด้วยเครื่อง scarifier ที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที นาน 1 นาที มีผลทำให้เปลือกเมล็ดชั้นนอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมทั้ง 3 ล็อตบางลง

การใช้ความร้อนแห้งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาของเปลือกเมล็ดพันธุ์บวบ-หอมทั้ง 3 ล็อต แต่เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเปลือกเมล็ดชั้นใน คือ เซลล์สเกลอเรงคิมามีลักษณะเซลล์ไม่เป็นระเบียบและคล้ายเซลล์ฉีกขาด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มจำนวนรอบหรือระยะเวลาในการขัดเมล็ดพันธุ์บวบหอมในล็อตที่ 2 และเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบเมล็ดพันธุ์ทั้ง 3 ล็อต อาจทำให้ความงอกของเมล็ดมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์เพื่อใช้ในเชิงการค้า

2. ศึกษาอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดที่ผ่านการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอมเพื่อคาดคะเนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2552. **ประเมินสถานภาพการผลิตและใช้เมล็ดพันธุ์ของไทยในปัจจุบัน.** วารสารข่าวเมล็ดพันธุ์พืช. แหล่งที่มา: http://www.seed.or.th/newsletter2552.htm, 1 มกราคม 2556.

กรมวิชาการเกษตร. 2555. **ข้อมูลวิสาหกิจชุมชน/เครือข่ายวิสาหกิจชุมชน.** วิสาหกิจชุมชนปลูกบวบหอม. แหล่งที่มา: http://smce.doae.go.th/ProductCategory/managecontent.php?smce_id=441030610019, 1 มกราคม 2556.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล, สุเทวี ศุขปราการ, กัลยา พูนทรัพย์ และ ประเทือง ดอนสมไพร. 2540. การศึกษาการพักตัวและการแก้ไขการพักตัวของเมล็ดพันธุ์แตงกวาพันธุ์พื้นเมือง. **รายงานผลการวิจัยประจำปี 2540.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 23 หน้า.

ชโรบล สินวิริยะนนท์. 2553. **ผลของการใช้ความร้อนแห้งต่อการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอม.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ. 2546. **พืชผักผลไม้ไทยที่มีคุณค่าเป็นทั้งอาหารและยา.** ประโยชน์ของบวบหอม. แหล่งที่มา: http://natres.psu.ac.th/radio/radio_article/radio45-46/45-460043.htm, 1 กุมภาพันธ์ 2556.

ดาวัลย์ ฉิมภู่. 2551. **ชีวเคมี.** พิมพ์ครั้งที่ 3. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เดือนเต็ม ลอยมา, ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย, ภานุมาศ ฤทธิไชย และ กนก รัตนะกนกชัย. 2552. ผลของ scarification ต่อการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ *Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn. **ว. วิทย์. กษ.** 40 (1) พิเศษ: 333-336.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นงลักษณ์ ประกอบบุญ. 2528. **การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ. 2546. **พันธุศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปราณี แสนวงค์. 2552. **การพัฒนาของเมล็ดพันธุ์และการทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

พรวดี ภักดีไพบูลย์. 2555. **การทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ชมจันทร์ (*Ipomoea alba* Linn.) ด้วยวิธี scarification**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัชรินทร์ อินทร์ช่วย. 2553. **การปรับปรุงความงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมด้วยวิธีการต่างๆ.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิมลรัตน์ อินทร์ภักดี. 2554. **ผลการใช้ความร้อนแห้งต่อการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอม '361'.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภัคศจี ศรีสำราญ. 2552. **การทำลายการพักตัวของเมล็ดบวบงูโดยการใช้สาร GA_3 KNO_3 และการใช้ความร้อน.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนทนา รุจิระศักดิ์. 2536. **วิทยาการเมล็ดพันธุ์พืชไร่.** ภาควิชาพืชศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์นครศรีธรรมราช, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. **ธาตุอาหารพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รักษ์ พฤกษชาติ. 2554. **ผักพื้นบ้าน ครบเครื่องเรื่องผักพื้นบ้าน ทั้งการปลูกและการตลาด.** พิมพ์ครั้งที่ 5. บริษัท ก.พล (1996) จำกัด, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ. 2525. **การถ่ายทอดลักษณะ “เมล็ดแข็ง” (hard seed) ในถั่วเหลือง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิลลี่ กาวีต๊ะ. 2546. **การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานและพัฒนาการของพืช.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2525. **อิทธิพลขนาดเมล็ดที่มีต่อลักษณะบางประการของเมล็ดพันธุ์และผลผลิตของถั่วเหลือง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_______. 2542. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_______. 2553. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์ ปรับปรุงใหม่ พ.ศ. 2553.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_______, จวงจันทร์ ดวงพัตรา และ อนงค์ รัตนอุบล. 2530. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเมล็ดแข็งและความงอกของเมล็ดถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา, น. 344-356. *ใน* **รายงานการสัมมนาการวิจัยและการพัฒนาพืชโปรตีนสูง ประจำปี พ.ศ. 2526 และ 2527.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัลลภ สันติประชา. 2540. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาพืชศาสตร์. คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

วิทย์ เที่ยงบูรณะธรรม. 2548. **พจนานุกรมสมุนไพรไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 6. โรงพิมพ์อักษรพิทยา, กรุงเทพฯ.

วิริยา หนูทอง. 2554. **การทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ชมจันทร์ (*Ipomoea alba* Linn.) ด้วยวิธี scarification.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศรีมกุฎ วิชชวุต. 2527. **การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดบวบเหลี่ยม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัจจะ ประสงค์ทรัพย์, ไพโรจน์ อ่อนบุญ และ สุรศักดิ์ กาสา. 2548. **บวบหอม.** สถาบันวิจัยพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. แหล่งที่มา: http://as.doa.go.th/hort/database/framehome_files/vegetable/bobhom.htm, 26 มกราคม 2556.

สุเทวี ศุขปราการ. 2549. **เอกสารคำสอนวิชาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชสวน.** ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_______. 2551. **การทดสอบเมล็ดพันธุ์พืชสวน.** ปรับปรุงครั้งที่ 10. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุนันทา จันทกูล. 2549. **เอกสารคำสอนวิชา 003581 สรีรวิทยาของเมล็ด**. ภาควิชาพืชไร่นา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุวิมล ถนอมทรัพย์. 2538. **พัฒนาการของเยื่อหุ้มเมล็ดและผลของความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อการเกิดลักษณะเมล็ดแข็งในถั่วเขียว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนันตกร เทพหัสดิน ณ อยุธยา. 2536. **การเปลี่ยนแปลงของสารคล้าย GAs และสาร ABA ระหว่างการพัฒนาและเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์แตงกวา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรพรรณ ศังขจันทรานนท์. 2534. **พัฒนาการและความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Albrecht, B. and D. Undersander. 2009. **Contribution of alfalfa hard seed to stand and yield in the field**. Alfalfa hard seed. Available Source: http://www.plantmanagement-network.org/pub/fg/research/2009/alfalfa/, January 14, 2013.

Argel, P.J. and L.R. Humphreys. 1983a. Environmental effects on seed development and hardseededness in *Stylosanthes hamata* cv. Verano. I. Temperature. **Aust. J. Agric. Res.** 34: 261-270.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Argel, P.J. and L.R. Humphreys. 1983b. Environmental effects on seed development and hardseededness in *Stylosanthes hamata* cv. Verano. III. Storage humidity and seed characteristics. **Aust. J. Agric. Res.** 34: 279-287.

Bachelard, E.P. 1967. Role of seed coat in dormancy of *Eucalyptus pauciflora* and *E. delegatensis* seeds. **Aust. J. Biol. Sci.** 20: 1237-1240.

Bailey, W.K. and J.E. Bear. 1973. Search for a practical procedure for breaking dormancy of peanut seeds, *Arachis hypogaea* L. **J. Amer. Peanut Res. Educ. Assoc.** 5: 20-25.

Baker, D.M., H.C. Minor and B.G. Cumbie. 1987. Scanning electron microscropy examination of soybean testa development. **Can. J. Bot.** 65: 2420-2424.

Bal, K.J., B.K.C. Hari, K.T. Radha, G. Madhusudan, R.S. Bhuwon and P.U. Madhusudan. 2004. **Descriptors for Sponge Gourd [*Luffa cylindrica* (L.) Roem.].** NARC, LIBRTD&IPGRI.

Baskin, J.M. and C.C. Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. **Seed Sci. Res.** 14: 1-16.

Bewley, J.D. and M. Black. 1994. **Seeds: Physiology of Development and Germination.** 2nd ed. Plenum Press, New York.

Bradbeer, J.W. 1988. **Seed Dormancy and Germination.** Springer, Germany.

Cairns, A.L.P. and J.H. Kritzinger. 1992. The effect of molybdenum on seed dormancy in wheat. **Plant and Soil** 145: 295-297.

Chinnasamy, G. and A.K. Bal. 2003. The pattern of seed development and maturation in beach pea (*Lathyrus maritimus*). **Can. J. Bot.** 81: 531-540.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 2001. **Principles of Seed Science and Technology.** 4th ed. Kluwer Academic, Massachusetts.

Doijode, S.D. 2001. **Seed Storage of Horticultural Crops.** Food Products Press, New York.

Duangpatra, J. 1976. **Some Characteristics of the Impermeable Seed Coat in Soybeans [*Glycine max* (L.) Merr.].** Ph.D. Thesis, Mississippi State University.

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

Emongor, V.E., T. Mathowa and S. Kabelo. 2004. The effect of hot water, sulphuric acid, nitric acid, gibberellic acid and ethephon on the germination of corchorus (*Corchorus tridens*) seed. **J. Agron.** 3(3): 196-200.

Evans, E. and F.A. Blazich. n.d. **Overcoming seed dormancy: Trees and Shrubs.** Overcoming seed dormancy. Available Source: http://www.ces.ncsu.edu/hil/hil-8704.html, May 5, 2013.

Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.C. Mitchell. 1985. **Physiology of Crop Plants**. Iowa State University Press, Ames. *Cited* E. Olvera, S.H. West and W.G. Blue. 1982. Leucaena Research Reports 3: 88.

Grange, S., D.I. Leskovar, L.M. Pike and B.G. Cobb. 2003. Seed coat structure and oxygen-enhanced environments affect germination of triploid watermelon. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 128: 253-259.

Groot, S.P.C. and C.M. Karssen. 1992. Dormancy and germination of abscisic acid-deficient tomato seeds: Studies with the sitiens mutant. **Plant Physiol.** 99: 952-958.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Gusmini, G., T.C. Wehner and R.L. Jarret. 2004. Inheritance of Egusi seed type in watermelon. **J. Hered.** 95(3): 268-270.

Heatherly, L.H. and M.M. Kenty. 1995. Irrigation during seed fill and germinability of soybean with impermeable seed coat character. **Crop Sci.** 35: 205-208.

Hill, H.J., S.H. West and K. Hinson. 1986. Soybean seed size influences expression of the impermeable seed coat trait. **Crop Sci**. 26: 634-637.

Hill, M.J. and C.R. Johnstone. 1985. Heat damage and drying effects on seed quality, pp. 53-57. *In* M.D. Hare and J.L. Brock, eds. **Producing Herbage Seeds.** *Grassland research and practice series no.* 2. Palmerston North, New Zealand.

Hyde, E.O.C. 1954. The function of the hilum in some Papilionaceae in relation to the ripening of the seed and the permeability of the testa. **Ann. Bot.** 18: 241-256.

International Seed Testing Association. 2010. **International Rules for Seed Testing.** Bassersdorf, Switzerland.

Invasive Species Specialist Group. 2010. ***Leucaena leucocephala* (tree).** *Leucaena leucocephala*. Available Source: http://www.issg.org/database/species ecology.asp?si=23&fr, January 14, 2013.

Keim, P., B.W. Diers and R.C. Shoemaker. 1990. Genetic analysis of soybean hard seededness with molecular markers. **Theor. Appl. Genet.** 79: 465-469.

Ketring, D.L. and P.W. Morgan. 1972. Physiology of oil seeds. IV. Role of endogenous ethylene and inhibitory regulators during natural and induced after ripening of dormant Virginia type peanut seeds. **Plant Physiol.** 50: 382-387.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Khan, A.A. 1980. **The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination**. 2nd ed. Elsevier, Netherlands.

Kilen, T.C. and E.E. Hartwig. 1978. An inheritance study of impermeable seed in soybeans. **Field Crops Res.** 1: 65-70.

Kowithayakorn, L. and M.J. Hill. 1982. A study of lucerne seed development and some aspects of hard seed content. **Seed Sci. & Technol.** 10: 179-186.

Maynard, D. 1989. Triploid watermelon seed orientation affects seedcoat adherence on emerged cotyledons. **HortScience** 24: 603-604.

McKee, G., R.A. Pfeiffer and N.M. Mohsenin. 1997. Seed coat structure in *Coronilla varia* and its relations to hard seed. **Agron. J.** 69: 53-58.

Modi, A.T. and A.L.P. Cairns. 1994. Molybdenum deficiency in wheat results in lower dormancy levels via reduced ABA. **Seed Sci Res.** 4: 329-333.

Nerson, H. 2002. Effect of seed maturity, extraction practices and storage duration on germinatibility in watermelon. **Sci. Hort.** 93: 245-256.

Newton, A. 2006. **More on how to grow a luffa.** Luffa, how to. Available Source: http://www.groovygreen.com/groove/?p=710, February 28, 2013.

Nooden, L.D., K.A. Blakley and J.M. Grzybowski. 1985. Control of seed coat thickness and permeablility in soybean. **Plant Physiol.** 79: 543-545.

Oboh, I.O. and E.Q. Aluyor. 2009. *Luffa cylindrica*-an emerging cash crop. **AJAR.** 4: 684-688.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pinmanee, S., S. Vearasilp, S. Suriyong, S. Thanapornpoonpong, N. Krittigamas and E. Pawalzik. 2001. Optimization the germination requirements for *Momordica charantia* Linn. *In* **Conference on International Agricultural Research for Development.** 9-11 October 2001. Deutscher Tropentag, Bonn.

Porter, N.G. and P.F. Wareing. 1974. The role of the oxygen permeability of the seed coat in the dormancy of seed of *Xanthium pennsylvanicum* Wallr. **J. Exp. Bot.** 25: 583-594.

Porterfield, W.N. 1955. Loofah-the sponge gourd**. Econ. Bot.** 9: 211-223.

Rolston, M.P. 1978. Water impermeable seed dormancy. **Bot. Rev.** 44: 365-396.

Salanenka, Y.A., M.C. Goffinet and A.G. Tayloy. 2009. Structure and Histochemistry of the micropylar and chalazal regions of the perisperm–endosperm envelope of cucumber seeds associated with solute permeability and germination. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 134: 479-487

Serrato-Valenti, G., L. Cornara, P. Ghisellini and M. Ferrando. 1994. Testa structure and histochemistry related to water uptake in *Leucaena leucocephala* Lam. (De Wit). **Ann. Bot.** 73: 531-537.

Siemonsma, J.S. and K. Piluek. 1993. **Plant Resources of South-East Asia No.8.** Vegetables. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia.

Singh, D. and A.S.R. Dathan. 1998. Morphology and embryology, pp. 67-95. *In* N.M. Nayar and T.A. More, eds. **Cucurbits.** Science Publishers, Inc., India.

Sreeramulu, N. and I.M. Rao. 1969. Growth and endogenous gibberellin content of dormant groundnut embryonic-axes as influenced by leaching and GA_3. **Physiol. Plant.** 22: 1134-1138.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sreeramulu, N. and I.M. Rao. 1972. Changes in respiration, carbohydrate fractions and ascorbic acid during the after-ripening of the dormant seeds of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Indian J. Agri. Sci.** 42: 706-708.

Toole, V.K., W.K. Bailey and E.H. Toole. 1964. Factors influencing dormancy of peanut seeds. **Plant Physiol.** 39: 822-832.

Verma, V.D. and H.H. Ram. 1987. Genetics of impermeability in soya bean. **J. Agri. Sci.** 108: 305-310.

Wang, Y.R., X.Q. He, J. Hanson and Y.W. Mariam. 2011. Breaking hard seed dormancy in diverse accessions of five wild *Vigna* species by hot water and mechanical scarification. **Seed Sci. & Technol.** 39: 12-20.

Yim, K.O. and K.J., Bradford. 1998. Callose deposition is responsible for apoplastic semipermeability of the endosperm envelope of muskmelon seeds. **Plant Physiol.** 118: 83–90.

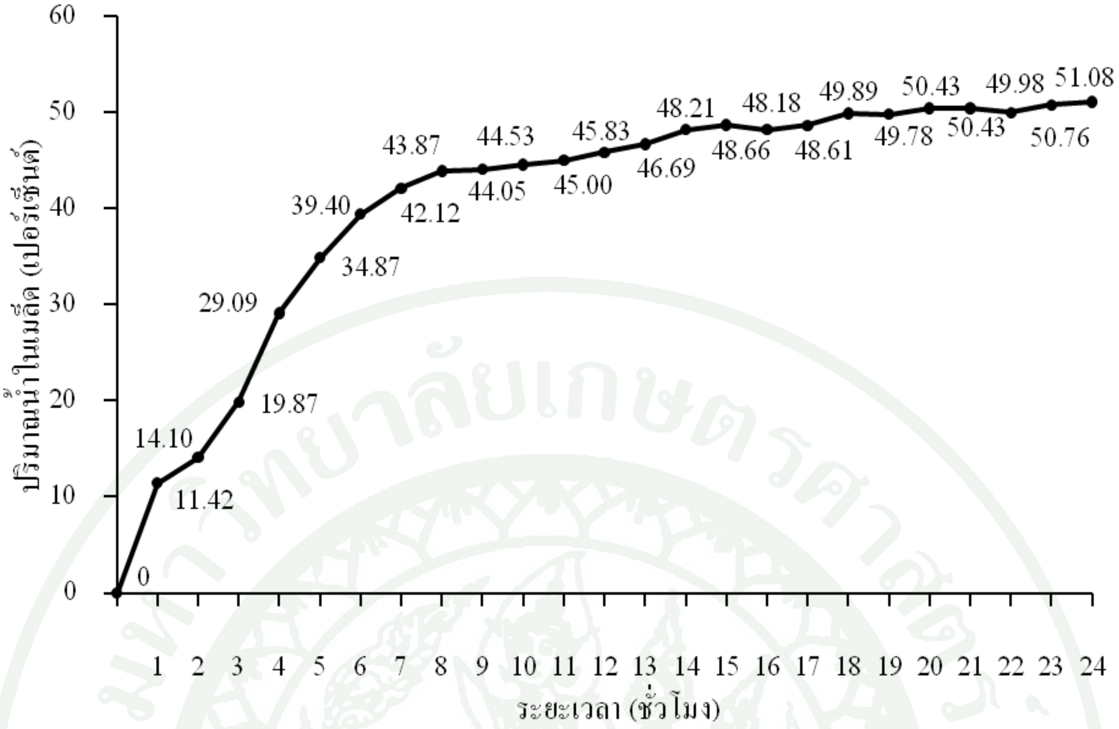
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

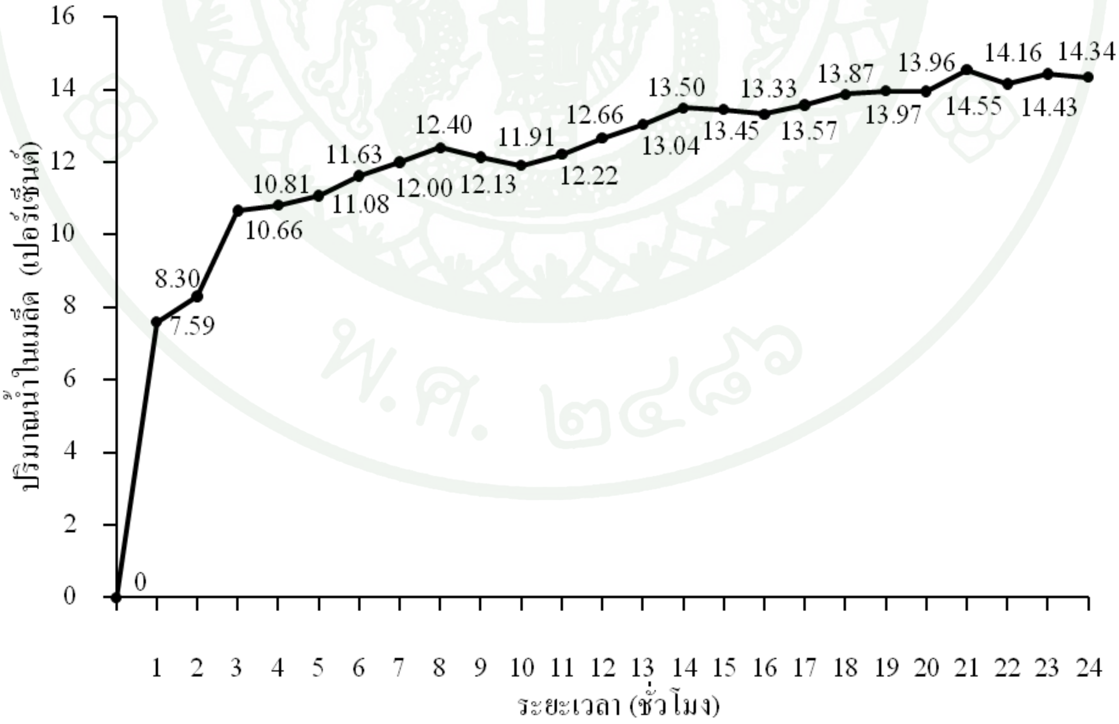
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 1 ต้นอ่อนปกติ (A) ต้นอ่อนผิดปกติ เชื้อราเข้าทำลาย (B) ต้นอ่อนผิดปกติ เปลือกเมล็ดไม่หลุดจากใบเลี้ยงและรากแก้วกุด (C) ต้นอ่อนผิดปกติ เกิดจากเมล็ดงอกช้า มีลำต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) สั้น (D) เมล็ดแข็ง (E) เมล็ดสดไม่งอก (F) และเมล็ดตาย (G)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 2 การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 1 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



ภาพผนวกที่ 3 การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์บวบหอมล็อตที่ 2 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นางสาวศจี เชาว์ดำริห์กุล

เกิดวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2528

สถานที่เกิด จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา วท.บ. (วิทยาศาสตร์เกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำแหน่งปัจจุบัน -

สถานที่ทำงานปัจจุบัน -

ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ -

ทุนการศึกษาที่รับ

- ทุนสนับสนุนงานวิจัยจากโครงการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ศูนย์วิทยาการขั้นสูงเพื่อเกษตรและอาหาร (CASAF)
- ทุนนิสิตแลกเปลี่ยน โครงการ “Student Exchange Support Program” จากองค์การสนับสนุนนักศึกษาแห่งประเทศญี่ปุ่น หลักสูตร “Course of the center and conduct research on protected horticulture and plant factory” ณ มหาวิทยาลัย Chiba ประเทศญี่ปุ่น ระหว่างเดือน ตุลาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์