

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย : ระบุชื่อชุดโครงการวิจัยตามแบบ ว1-ก ที่ผ่านการอนุมัติ

2. โครงการวิจัย : การศึกษาและพัฒนาเทคนิคการเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรมพืช
กิจกรรม : ระบุชื่อกิจกรรมตามแบบ ว1-ก ที่ผ่านการอนุมัติ
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : ระบุชื่อกิจกรรมย่อยตามแบบ ว1-ก ที่ผ่านการอนุมัติ

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : อิทธิพลของระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์และอุณหภูมิที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์คั่วฝอยเพื่อการอนุรักษ์ในธนาคารเชื้อพันธุพืช

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Effect of Moisture Content and Storage Temperature of Safflower Seeds for Conservation in Department of Agriculture Genebank

4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวชลลดา สามพันพวง
สังกัดสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

ผู้ร่วมงาน : 1. นางกัญญาภรณ์ พิพิธแสงจันทร์

2. นายพิทยา วงษ์ช้าง

3. นางสาวอัสนี ส่งเสริม

4. นางสาวเสาวณี เดชะคำภู

สังกัดสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

5. บทคัดย่อ :

คำฝอย (Safflower) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carthamus tinctorius* L. เป็นพืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น ด้านอาหาร การแพทย์ และอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นพืชที่มีความสำคัญ มีศักยภาพสูง เหมาะที่จะนำมาพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ แต่เนื่องจากคำฝอยเป็นพืชที่ในเมล็ดมีปริมาณน้ำมันสูง ทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น จึงได้ทำการศึกษาอิทธิพลของระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์และอุณหภูมิที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา โดยศึกษาระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 4 ระดับ คือ 12, 8, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิในการเก็บรักษา 3 ระดับ คือ อุณหภูมิห้อง, 5 และ -10 องศาเซลเซียส พบว่าเมล็ดพันธุ์คำฝอยที่มีระดับความชื้นในเมล็ด 12 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้น้อยกว่า 2 เดือน ในขณะที่เมล็ดพันธุ์คำฝอยที่มีระดับความชื้นในเมล็ด 8, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาได้นาน 9, 18 และ 27 เดือน ตามลำดับ ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดคำฝอยที่อุณหภูมิ 5 และ -10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 27 เดือน โดยที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเมล็ดพันธุ์คำฝอยที่มีความชื้นสูงไม่สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ หากทำการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ลงจะทำให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้นตามระดับความชื้นที่ลดลง และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์คำฝอยที่อุณหภูมิ 5 และ -10 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ โดยที่ไม่ต้องทำการลดความชื้นในเมล็ดก่อนการเก็บรักษา

Abstract :

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is a multipurpose crop species which can be used as food, medicinal and industrial applications. It is an important utilized crop, and through additional research involving genetic resources, has a high potential for further expansion and development. Safflower is an oilseed with short longevity. Moisture content (MC) and storage temperature are two key factors affecting the longevity of seeds. In this study, effects of 4 MC levels (12%, 8%, 6% and 4%) with 3 storage temperature (ambient, 5°C and -10°C) were examined. The study revealed that seed contained 12% moisture and stored in ambient temperature could be stored less than 2 months. Seed with 8%, 6%, 4% MC can be stored at ambient temperature for 9, 18 and 27 months respectively. Storage temperature at 5°C and -10°C showed longer storage time which was 27 months with constant average germination percentage. Therefore, it can be concluded that safflower seeds with high moisture content can not be stored at ambient temperature while decreasing moisture content can extend storage time. Moreover, storage at 5 and -10 °C can prolong seed longevity without moisture content reduction require

6. คำนำ :

คำฝอย (safflower) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carthamus tinctorius* L. อยู่ในวงศ์ Compositae หรือ Asteraceae มีถิ่นกำเนิดแถบตะวันออกกลาง บริเวณลุ่มน้ำยูเฟรติส (Euphrates) คำฝอยเป็นพืชล้มลุก ลำต้นแตกกิ่งเป็นพุ่ม มีความสูงตั้งแต่ 30-120 เซนติเมตร (ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ วิธีการปลูก และสภาพแวดล้อม) ใบเป็นใบเดี่ยวสีเขียวเข้มเป็นมัน ไม่มีขน แต่มีหนามแหลมที่ขอบใบ เมื่อจะออกดอกจะมีใบสั้นลงและแข็งขึ้น ดอกเป็นช่อแบบกระจุก (Head) ซึ่งมีดอกย่อยเรียงตัวอยู่บนฐานรองดอกอันเดียวกันเป็นจำนวนมาก กลีบดอกมีสีเหลือง ส้ม และแดง เมล็ดมีสีขาวหรือสีน้ำตาลอ่อน รูปร่างค่อนข้างยาว ผิวเรียบ คำฝอยเป็นพืชที่มีลักษณะทรงต้น ดอก และใบสวยงาม ซึ่งมีศักยภาพที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นไม้ตัดดอก และไม้กระถางได้ ดอกมีกลิ่นหอมอ่อนๆ กลีบดอกและเมล็ดเป็นส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นด้านอาหาร การแพทย์ และอุตสาหกรรมต่างๆ กลีบดอกคำฝอยมีสารสำคัญ คือ Safflower Yellow ซึ่งเป็นสารสีเหลือง ส่วนที่เป็นสารสีแดง คือ Carthamin ซึ่งใช้ประโยชน์ในแง่ของเครื่องสำอางค์ ยาสมุนไพร ช่วยบำรุงโลหิต บำรุงหัวใจ บำรุงประสาท ขับเหงื่อ ลดไขมันในเส้นเลือด ใช้เป็นสีผสมอาหาร สีย้อมผ้า และสีผสมเครื่องสำอาง ส่วนเมล็ดคำฝอยนั้น ในเมล็ดมีน้ำมันอยู่ประมาณ 35-40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว คือ Linoleic acid อยู่ประมาณ 72 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามียูในปริมาณสูง เมื่อเทียบกับที่มีอยู่ในน้ำมันถั่วเหลือง (มีเพียง 52 เปอร์เซ็นต์) เมล็ดมีประโยชน์ในการช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด ป้องกันการอุดตันของหลอดเลือด ลดระดับน้ำตาลในเลือด นอกจากนี้ยังช่วยขับเสมหะ ขับประจำเดือน และใช้เป็นยาถ่าย เพราะมีฤทธิ์เป็นยาระบายอ่อนๆ น้ำมันจากเมล็ดใช้รักษาโรคผิวหนัง โรคไขข้ออักเสบ แก้อาการบวมพอง น้ำมันจากเมล็ดที่สกัดโดยผ่านความร้อนใช้ผสมสีทาบ้าน น้ำมันชักเงา น้ำมันชักแห้ง สบู่ และใช้เคลือบหนังเพื่อไม่ให้เปียกน้ำ ส่วนกากที่เหลือใช้เป็นอาหารสัตว์ เนื่องจากมีโปรตีนสูง ในต่างประเทศมีการปลูกและบริโภคคำฝอยมานานแล้ว ประเทศที่ปลูกคำฝอยเพื่อผลิตน้ำมันเป็นสินค้าส่งออก ได้แก่ สหรัฐอเมริกา เม็กซิโก แคนาดา และอินเดีย ปัจจุบันกระแสความตื่นตัวที่จะแสวงหาผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติเพื่อสุขภาพมีมากขึ้น จึงมีความต้องการบริโภคผลิตภัณฑ์จากคำฝอยมากขึ้น ทำให้ความต้องการเมล็ดพันธุ์คำฝอยที่มีคุณภาพเพื่อใช้ในการปลูกเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Armah-Agyeman *et al.*, 2002) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์คำฝอยให้มีความแข็งแรง คงความมีชีวิตและสามารถเก็บรักษาได้นานจึงมีความสำคัญในการผลิตเมล็ดพันธุ์ทางการค้า และการเก็บอนุรักษ์เมล็ดพันธุ์ของธนาคารเชื้อพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืชของธนาคารเชื้อพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมอนุรักษ์พันธุ์กรรมมิให้สูญหายและเป็นแหล่งรวบรวมความหลากหลายของพันธุ์กรรมพืช เพื่อใช้

เป็นฐานในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์พืช โดยทางธนาคารฯจะเก็บอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืชในส่วนของเมล็ดพันธุ์พืชเป็นส่วนใหญ่ เพราะเป็นส่วนของพืชที่สะดวกต่อการเก็บรักษามากที่สุด การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืชจึงมีความสำคัญมากเพราะจะเป็นตัวแปรสำคัญที่จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพหรือเสื่อมสภาพ คุณภาพที่ดีของเมล็ดพันธุ์นั้นจะรวมถึงคุณภาพทางพันธุกรรม สรีระวิทยา และกายภาพของเมล็ดด้วย เมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิดมีช่วงอายุในการเก็บรักษาแตกต่างกัน เนื่องจากมีพันธุกรรม รูปร่างลักษณะ โครงสร้าง และองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ในพืชชนิดเดียวกันแต่คนละสายพันธุ์ บางครั้งอาจจะมีขนาดเมล็ดพันธุ์ที่เล็กใหญ่แตกต่างกันด้วย ซึ่งจะส่งผลให้อายุในการเก็บรักษาแตกต่างกัน เมล็ดพันธุ์ที่มีความสมบูรณ์ทางกายภาพ สะอาด และมีความงอกเบื่องต้นสูง จะเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีแนวโน้มในการเก็บรักษาไว้ได้นาน ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืชนั้น ความชื้นของเมล็ด ภาชนะบรรจุ และ อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา จะมีผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา การเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงมักทำให้เมล็ดมีอัตราการหายใจสูงส่งผลทำให้เมล็ดเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ภาชนะที่ใช้บรรจุเมล็ดจะเกี่ยวข้องกับควบคุมการแลกเปลี่ยนอากาศและความชื้นของบรรยากาศภายในและ ภายนอกภาชนะ ส่วนอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อกระบวนการชีวเคมีภายในเมล็ด การเก็บเมล็ด ในสภาพอุณหภูมิต่ำจะช่วยลดกิจกรรมทางชีวเคมีต่างๆภายในเมล็ดทำให้เมล็ดเสื่อมสภาพช้าลง (บัณฑิต และคณะ, 2545) ความชื้นของเมล็ดและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ทั้งนี้เพราะเมล็ดของพืชแต่ละชนิดมีโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน เมล็ดที่มีไขมันเป็น องค์ประกอบสูงจะมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าเมล็ดที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบสูง (Copeland, 1976)

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ เป็นปัจจัยสำคัญอันดับแรกที่มีผลต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้มีชีวิตอยู่ ได้นาน (ศุภชัยวัฒกรกรรมา, 2548) เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงมักจะมีอัตราการสูญเสียความงอกอย่างรวดเร็ว ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นต่ำจะมีอัตราการสูญเสียความงอกลดลง (Hlyka and Robinson, 1954) เนื่องจากความชื้นในเมล็ดพันธุ์จะมีผลต่อการหายใจและการย่อยสลายอาหารที่สะสมไว้ในเมล็ด ทำให้เกิด ความร้อนและความชื้นเพิ่มขึ้น ความร้อนที่สะสมมากขึ้นจะทำให้เมล็ดพันธุ์ยังมีอัตราเสื่อมเร็วยิ่งขึ้น ทั้ง ความร้อนและความชื้นนอกจากจะเป็นอันตรายต่อเมล็ดโดยตรงแล้ว ยังช่วยให้เชื้อราและแมลง เจริญเติบโต ทำลายเมล็ดพันธุ์ได้เร็วขึ้นอีกด้วย (ศุภชัยวัฒกรกรรมา, 2548) สภาพที่เหมาะสมที่ทำให้ สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ได้นาน คือ เมล็ดพันธุ์ต้องมีความชื้นต่ำ ยิ่งต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ได้ยั้งดี (พีระ ศักดิ์, 2542) เมล็ดพันธุ์มีคุณสมบัติที่เรียกว่า ไฮโกรสโคปิก (Hygroscopic) คือ สามารถที่จะรับหรือ ปล่อยความชื้นให้กับบรรยากาศรอบๆ เมล็ดได้ การถ่ายเทความชื้นนี้จะเกิดขึ้นจนกว่าจะถึงจุดสมดุล ซึ่งเป็นจุดที่เมล็ดมีความชื้นคงที่ (จวงจันทร์, 2529) หากนำเมล็ดที่แห้งดีแล้วไปเก็บรักษาในสภาพที่มีความชื้น

สัมพัทธ์ของอากาศสูง เมล็ดก็จะดูดซับความชื้นเข้าไปและหากนำเมล็ดที่มีความชื้นสูงไปเก็บไว้ในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของ อากาศต่ำ เมล็ดก็จะคายความชื้นออก แต่เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพืชต่างชนิดไว้ที่สภาพความชื้นสัมพัทธ์เดียวกัน แต่ละชนิดจะมีจุดสมดุลความชื้นที่ไม่เท่ากัน ซึ่งจะเป็นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เซลลูโลส และน้ำมัน ที่เป็นองค์ประกอบในเมล็ด (ศูนย์นวัตกรรมฯ, 2548) ด้วยคุณสมบัติข้อนี้ทำให้สามารถลดความชื้นในเมล็ดได้ โดยการลดระดับความชื้นสัมพัทธ์ของห้องที่ใช้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ซึ่งถ้าความชื้นภายในห้องเก็บเมล็ดพันธุ์สูงจะทำให้อายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สั้นลงอย่างรวดเร็ว (Glenn *et al.*, 1987) ฉะนั้นเมื่อลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ได้ระดับที่ต้องการแล้ว ควรเก็บไว้ในภาชนะปิดสนิทที่ป้องกันความชื้นได้ และนำไปเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิระหว่าง 5 ถึง -10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 30 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยให้สามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้นานขึ้น (Jame, 1967) ในการเก็บเกี่ยวเมล็ดคำฝอย เพื่อไม่ให้เมล็ดได้รับความเสียหาย ควรเก็บเกี่ยวในช่วงที่อุณหภูมิสูง ความชื้นต่ำ และเมล็ดพันธุ์มีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ (Duane *et al.*, 2007) ถ้าความชื้นในเมล็ดสูงกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ควรเกี่ยวแล้วมัดฟ่อนฝ้างลมไว้ก่อน (Oelke *et al.*, 2000) เมล็ดคำฝอยเป็นเมล็ดกลุ่มออร์โธดอกซ์ (Orthodox seed) ซึ่งสามารถลดความชื้นในเมล็ดให้อยู่ในระดับต่ำได้ (Dajue and Mündel, 1996) จากการทดลองของ James *et al.* (1967) พบว่าเมล็ดคำฝอยที่มีระดับความชื้นในเมล็ด 12.2 เปอร์เซ็นต์ สูงเกินไปไม่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์คำฝอยให้มีอายุยาวนานขึ้น ควรจะมีความชื้นในเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่านี้ (Armah-Agyeman, 2002; Joseph, 2005; Oelke *et al.*, 2000) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีจะต้องมีความแข็งแรงและสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยยังคงความมีชีวิตของเมล็ดนั่นเอง เนื่องจากเมล็ดคำฝอยเป็นเมล็ดที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบสูง ทำให้มีอายุในการเก็บรักษาค่อนข้างสั้น ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์คำฝอยของธนาการเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์ยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์คำฝอยที่เหมาะสมในการเก็บรักษาไว้ในห้องเก็บอนุรักษ์ที่อุณหภูมิต่างๆ ของทางธนาการฯ รวมถึงไม่ทราบว่าจะสามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นระยะเวลาานเท่าไร เมล็ดพันธุ์คำฝอยที่เก็บอนุรักษ์ไว้จึงจะสูญเสียความมีชีวิตโดยการทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกลดลง ในการทดลองนี้จึงได้ทำการศึกษาอิทธิพลของระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์และอุณหภูมิที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์คำฝอยให้คงอยู่ในสภาพที่มีชีวิตยาวนาน ตลอดจนสามารถนำเอาเชื้อพันธุ์ที่อนุรักษ์ไว้ในธนาการเชื้อพันธุ์พืชไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้ในอนาคต

7. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์คำฝอยพันธุ์ไร้หนาม
2. ห้องลดความชื้น (Unheated seed room / seed moisture reduction room)
3. ถุงพลาสติกใส
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก
5. เครื่องบด
6. ภาชนะอลูมิเนียม (Moisture Can) พร้อมฝาปิด
7. ตู้อบความร้อนไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (Hot Air Oven)
8. โถดูดความชื้น (Desiccator)
9. ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์
10. เครื่องซีลสุญญากาศ
11. ถุงกระดาษสีน้ำตาล
12. ถุงซิปล라스틱ใส
13. กระดาษเพาะความงอก
14. กล่องพลาสติกใส
15. ดินสอเขียนกระดาษเปียก
16. ปากคีบ (forcep)
17. ตูเพาะเมล็ด
18. ตะกร้าพลาสติกพร้อมฝาปิด

- วิธีการ

1. วางแผนการดำเนินการทดลอง

แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลองย่อย ตามอุณหภูมิในการเก็บรักษา คือ

- การทดลองย่อยที่ 1 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง
- การทดลองย่อยที่ 2 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส
- การทดลองย่อยที่ 3 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส

แต่ละการทดลองย่อยวางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดให้

Main plot เป็น ระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์ มี 4 ระดับ คือ

- ความชื้นในเมล็ดพันธุ์เริ่มต้นก่อนการลดความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม)
- ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 8 เปอร์เซ็นต์

- ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 6 เปอร์เซ็นต์
- ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 4 เปอร์เซ็นต์

Sub plot เป็น ระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ มี 28 ระดับ คือ

- ระยะเวลาในการเก็บรักษาตั้งแต่เดือนที่ 0 – 27 เดือน

2. การเตรียมเมล็ดพันธุ์สำหรับการทดลอง

2.1 การลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์

ใช้ห้องลดความชื้นของธนาคารเชื้อพันธุ์พืชที่อุณหภูมิตั้งที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 15 เปอร์เซ็นต์ ลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยให้ได้ระดับที่ 8, 6, และ 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.2 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยที่ผ่านการลดความชื้นแล้วในแต่ละระดับ มาบรรจุใส่ในถุงอะลูมิเนียมพอยด์ และปิดผนึกถุง โดยก่อนการปิดผนึกถุงให้ดูดเอาอากาศที่อยู่ในถุงอะลูมิเนียมพอยด์ออก หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยที่บรรจุใส่ในถุงอะลูมิเนียมพอยด์เรียบร้อยแล้วเรียงใส่ตะกร้าพลาสติก ปิดฝา นำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิตั้งที่ 5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิตั้งที่ -10 องศาเซลเซียส

3. การตรวจสอบความชื้นเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิตั้งที่ 5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิตั้งที่ -10 องศาเซลเซียสออกมาตรวจสอบความชื้นในเมล็ดพันธุ์ทุกๆเดือน ก่อนการเพาะทดสอบความงอกเพื่อดูว่าความชื้นในเมล็ดพันธุ์ยังคงที่อยู่ในระดับเดิมหรือไม่ โดยวิธีอบด้วยความร้อน (Oven Method) ตามวิธีการของสมาคมทดสอบเมล็ดพันธุ์นานาชาติ (ISTA, 2011) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยที่ใช้ในการตรวจสอบมาคลุกเคล้าให้ทั่วกัน โดยไม่ให้เมล็ดถูกอากาศนานเกิน 3 วินาที แล้วสุ่มเมล็ดมาเพื่อบดตัวอย่างละ 8 กรัม
2. การบดเมล็ด บดเมล็ดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบด แล้วสุ่มตัวอย่างที่บดแล้ว ใส่ในภาชนะอลูมิเนียมกลม ก้นแบน ที่มีฝาปิดพอดี นำไปชั่งน้ำหนักพร้อมภาชนะ โดยใช้เครื่องชั่งที่อ่านค่าทศนิยมได้ 4 ตำแหน่ง ทำ 2 ซ้ำ
3. การอบตัวอย่าง นำตัวอย่างเข้าตู้อบความร้อนไฟฟ้า (Hot Air Oven) ที่มีช่องระบายลม และสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ โดยใช้อุณหภูมิตั้งที่ในการอบ 103 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 ± 1 ชั่วโมง โดยเอาฝาครอบรองไว้ใต้ภาชนะ เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วรีบปิดฝาทันที และนำออกจากตู้อบเก็บไว้ในโหลดูดความชื้น (Desiccator) ที่แห้งให้เย็น 30 - 45 นาที แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนักของภาชนะพร้อมทั้งเมล็ดและฝาปิดอีกครั้งหนึ่ง

4. การคำนวณผลการทดสอบ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และรายงานเพียงทศนิยมตำแหน่งเดียวเท่านั้น โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100$$

ซึ่ง M_1 คือ น้ำหนักเป็นกรัมของภาชนะและฝาปิด

M_2 คือ น้ำหนักเป็นกรัมของภาชนะและฝาปิดและเมล็ดก่อนอบ

M_3 คือ น้ำหนักเป็นกรัมของภาชนะและฝาปิดและเมล็ดหลังอบ

4. การทดสอบความงอกเมล็ดพันธุ์

เพาะทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ค่าผลโดยวิธีการเพาะระหว่างกระดาษ BP (Between paper) ตามวิธีการของสมาคมทดสอบเมล็ดพันธุ์นานาชาติ (ISTA, 2011) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเตรียมเมล็ดสำหรับเพาะทดสอบ ให้เตรียมเมล็ดที่ใช้ในการทดสอบซ้ำละ 100 เมล็ด
2. ตัดกระดาษเพาะขนาด 12 x12 นิ้ว จำนวน 4 แผ่น
3. นำกระดาษไปแช่น้ำ แล้วยกขึ้นให้สะเด็ดน้ำ
4. วางกระดาษเพาะซ้อนกัน 3 แผ่น แล้วใช้ปากคีบเรียงเมล็ดพันธุ์ จำนวน 100 เมล็ด กระจายบนกระดาษเพาะ แล้วปิดทับด้วยกระดาษเพาะอีกแผ่น
5. พับขอบกระดาษเพาะด้านล่างขึ้น 1 นิ้ว แล้วม้วนจากด้านข้างให้แน่นพอสมควร
6. ใช้ดินสอเขียนกระดาษเปียก เขียนเลขที่ตัวอย่าง ซ้ำที่ และวันที่เพาะ ไว้บนม้วนกระดาษ
7. เพาะเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างละ 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด
8. นำม้วนกระดาษที่เพาะเมล็ดแล้วทั้ง 4 ม้วน ใส่ในกล่องพลาสติก แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เพาะ ที่อุณหภูมิ 15°C ตั้งกล่องเอียง 45° ให้ม้วนกระดาษด้านที่พับขอบอยู่ข้างล่าง
9. ระยะเวลาสำหรับการทดสอบความงอก ประมาณ 14 วัน
10. การประเมินผลการทดสอบความงอก ตรวจสอบความงอกครั้งแรก (First Count) เมื่อต้นกล้ามีอายุ 7 วัน และตรวจสอบความงอกครั้งสุดท้าย (Final Count) เมื่อต้นกล้ามีอายุ 14 วัน โดยในการประเมินจะนับและแยกส่วนต่างๆ หลังการเพาะครบเวลาตามกำหนดดังต่อไปนี้
 - 10.1 ต้นอ่อนปกติ (Normal Seedling) คือต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดที่มีส่วนประกอบต่างๆ ครบถ้วน

- 10.2 ต้นอ่อนผิดปกติ (Abnormal Seedling) คือต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดที่มีส่วนประกอบต่างๆไม่สมบูรณ์หรือขาดหายไป หรือผิดปกติไปจากเดิม
- 10.3 เมล็ดแข็ง (Hard Seedling) คือเมล็ดที่มีลักษณะแข็ง ผิวเปลือกไม่ดูดน้ำ หลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบจะมีลักษณะคงเดิมทุกอย่าง
- 10.4 เมล็ดสดที่ไม่งอก (Fresh ungerminated seed) คือเมล็ดที่ดูดน้ำและขยายพองมีขนาดเมล็ดโตขึ้นแต่ไม่มีส่วนใดงอกออกมาเลย
- 10.5 เมล็ดที่ตาย (Dead seed หรือ Rotten seed) คือเมล็ดตายที่มีลักษณะเน่าเปื่อย มีราขึ้น และไม่งอก

การประเมินผลจะเริ่มทำในวันนับครั้งแรก โดยบันทึกและนับออกของต้นอ่อนปกติ และเมล็ดที่ตาย ส่วนที่เหลือจะนับไม่เกินวันนับครั้งสุดท้าย หลังจากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกจากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอก (\%)} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกปกติ} \times 100}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}}$$

- เวลาและสถานที่

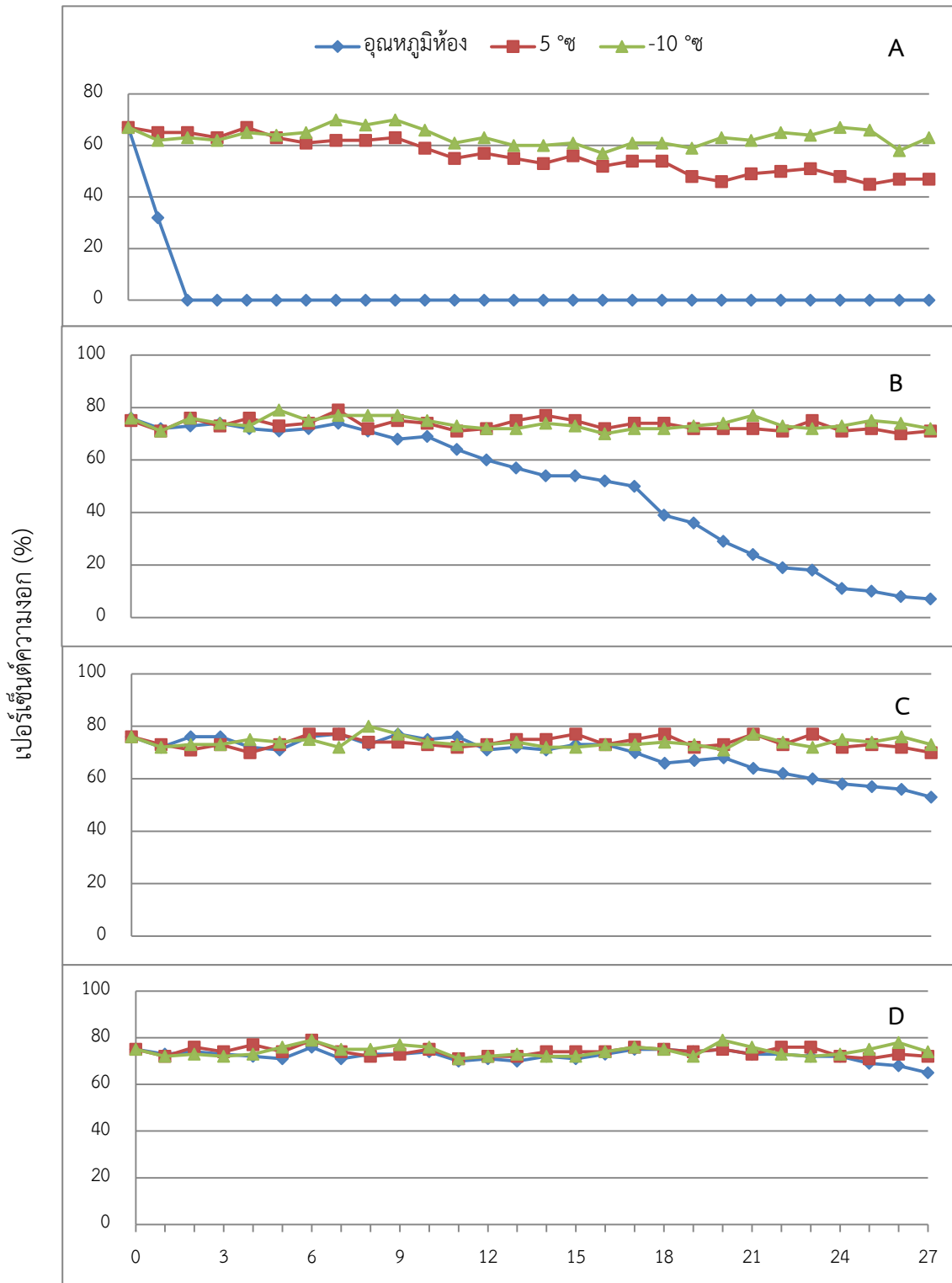
ระยะเวลาทำการทดลอง	เริ่มต้น เดือนตุลาคม 2553 สิ้นสุด เดือนกันยายน 2556
สถานที่ทำการทดลอง	ห้องปฏิบัติการอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมพืช กลุ่มวิจัยพัฒนาธนาการเชื้อพันธุพืชและจุลินทรีย์ อาคารทรัพยากรพันธุกรรมพืชสิรินธร สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์ :

จากการศึกษาอิทธิพลของระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์และอุณหภูมิที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ค้ำฝอย โดยศึกษาระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์ค้ำฝอย 4 ระดับ คือ ความชื้นในเมล็ดพันธุ์เริ่มต้นก่อนการลดความชื้น, 8, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง, 5 และ -10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 27 เดือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ค้ำฝอยที่มีความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์เป็น 0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาได้ 2 เดือน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้น 8, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยที่ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ค้ำฝอยไว้ได้นานที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์คงที่

ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 27 เดือน ในขณะที่ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 8 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์ลดลง เมื่อเก็บรักษาได้นาน 9 และ 18 เดือน ตามลำดับ (ภาพที่ 1) กล่าวคือ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยที่อุณหภูมิห้อง เมล็ดพันธุ์ค่าฝอยจะมีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น ตามระดับความชื้นในเมล็ดที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ James *et al.* (1967) พบว่าเมล็ดค่าฝอยที่มีระดับความชื้นในเมล็ด 12.2 เปอร์เซ็นต์ สูงเกินไปไม่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยให้มีอายุยาวนานขึ้น ควรจะมีความชื้นในเมล็ด 8% หรือต่ำกว่านี้ (Armah-Agyeman, 2002; Joseph, 2005; Oelke *et al.*, 2000) เมล็ดที่มีความชื้นสูง จะมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากมีอัตราการเผาผลาญอาหารสูงเพิ่มภาวะที่เป็นอันตรายกับเมล็ด ชักน้ำให้โรคและแมลงเข้าทำลายจึงเสื่อมสภาพเร็วกว่าเมล็ดที่แห้ง ดังนั้นในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์จึงเน้นการทำให้เมล็ดแห้ง โดยการลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ ซึ่งการลดความชื้นในเมล็ดลง 1 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้นเป็น 2 เท่า (ศุภยรัตน์วัตรกรรมฯ, 2548) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pratibha *et al.* (2009) ที่ศึกษาภาชนะบรรจุและความชื้นในเมล็ดที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ค่าฝอย พบว่าความชื้นในเมล็ด 6-8 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดงอกได้โดยปลอดภัยจากการเข้าทำลายของเชื้อรา ส่วนที่ความชื้นในเมล็ด 10-12 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพจากการเข้าทำลายของเชื้อรา นอกจากความชื้นในเมล็ดพันธุ์ ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุเมล็ดก็มีส่วนช่วยทำให้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยได้นานขึ้น

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยที่มีความชื้นในเมล็ดที่ระดับต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5 และ -10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยได้นาน 27 เดือน โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์คั่งที่ตลอดอายุการเก็บรักษา แต่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสที่ระดับความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ ค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานาน 27 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Neeta *et al.* (N.d.) ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยที่มีความชื้นในเมล็ด 6, 3.8 และ 1.7 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 38 เดือน พบว่าเมล็ดพันธุ์ค่าฝอยที่มีความชื้นในเมล็ด 1.7 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด คือ 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ค่าฝอยที่มีความชื้นในเมล็ด 6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพียง 1 และ 84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อุณหภูมิมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีภายในเมล็ด ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในที่ที่มีอุณหภูมิสูง มีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากอุณหภูมิสูงจะเป็นตัวเร่งกิจกรรมในเมล็ด ทำให้เมล็ดมีอัตราการหายใจสูงและสูญเสียความงอกอย่างรวดเร็ว ซึ่งการลดอุณหภูมิของโรงเก็บลง 10 องศาฟาเรนไฮต์ จะทำให้อายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า อิทธิพลของอุณหภูมิและความชื้นที่มีผลต่ออายุการรักษาสภาพสามารถชดเชยและสนับสนุนซึ่งกันและกัน ดังนั้นสภาพที่ดีที่สุดในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์คือ ความชื้นในเมล็ดต่ำ เก็บที่อากาศเย็น แห้งและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (ศุภยรัตน์วัตรกรรมฯ, 2548)



A : ความชื้นในเมล็ดพันธุ์เริ่มต้น (12%) B : ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 8%

C : ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 6% D : ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 4%

ภาพที่ 1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์คำฝอยที่มีระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์ และ อุณหภูมิในเก็บรักษาต่างๆ เป็นระยะเวลา 27 เดือน

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

จากการทำวิจัยเรื่องอิทธิพลของระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์และอุณหภูมิที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ค้ำฝอย เพื่ออนุรักษ์ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. เมล็ดพันธุ์ค้ำฝอยที่มีความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 12 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีอายุในการเก็บรักษาสั้น การลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ลงเป็น 8, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ช่วยให้เมล็ดพันธุ์ค้ำฝอยมีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้นตามระดับความชื้นที่ลดลง
2. เมล็ดพันธุ์ค้ำฝอยที่มีความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 12 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ -10 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ อายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์จะยาวนานขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาลดลง
3. เมล็ดพันธุ์ค้ำฝอยที่มีความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 8, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ มีอายุในการเก็บรักษาสั้นเมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้อง แต่อายุมีการเก็บรักษายาวนานขึ้นเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 5 และ -10 องศาเซลเซียส
4. การเก็บอนุรักษ์เมล็ดพันธุ์ค้ำฝอยในธนาคารเชื้อพันธุ์พืชฯ ควรลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำที่สุดก่อนการนำไปเก็บรักษาในห้องอนุรักษ์ระยะปานกลาง (5 °C) และระยะยาว (-10 °C) เพื่อเพิ่มอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้นานขึ้น

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

1. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำวิจัยในครั้งนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์เมล็ดพันธุ์ค้ำฝอยของธนาคารเชื้อพันธุ์พืชฯ กรมวิชาการเกษตร เพื่อเก็บรักษาในห้องอนุรักษ์ระยะปานกลาง (5 °C) และระยะยาว (-10 °C) ให้เมล็ดพันธุ์ค้ำฝอยมีชีวิตที่ยืนยาวขึ้น เพื่อลดจำนวนครั้งในการปลูกฟื้นฟู เป็นการลดค่าใช้จ่าย และแรงงาน
2. สามารถเข้าใจเทคนิคการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์กรรมพืชและนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการให้คำแนะนำกับผู้ที่ต้องการเก็บรักษาเมล็ดไว้ใช้ในการเพาะปลูกหรือเก็บเมล็ดพันธุ์เพื่อการค้า

11. คำขอบคุณ :

ขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ที่สนับสนุนงบประมาณงานวิจัย และขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน รวมถึงพี่ๆ น้องๆ กลุ่มงานวิจัยพัฒนาธนาคารเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัยในทุกขั้นตอน สุดท้ายขอขอบคุณอาจารย์สุรพล เข้าฉ่อง นักวิชาการเกษตร ชำนาญการ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) ที่กรุณาช่วยผลิตเมล็ดพันธุ์สำหรับใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้

12. เอกสารอ้างอิง :

- จวงจันท์ ดวงพัตรา. 2529. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืช ไร่ นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2542. ถั่วเหลือง, น. . ใน นพพร สายัมพล, บรรณาธิการ. **พืชเศรษฐกิจ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- บัณฑิต โพธิ์น้อย, ประพาย แก่นนาค, สมพงษ์ ภาครูป และ ณีฐากร เสมสันทัต. 2545. จำนวน เมล็ดในผล การงอก และอิทธิพลของการฝังเมล็ดต่อการเก็บรักษาเมล็ดไม้ตาเสือ. รายงาน วนวัฒนวิจัย: 192-210.
- ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2548. การเสื่อมคุณภาพของ เมล็ดพันธุ์. องค์ความรู้. แหล่งที่มา: <http://www.phtnet.org/article/view-article.asp?aID=24>, 6 กันยายน 2552.
- . 2548. การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืช. Postharvest Newsletter Online ปีที่ 4 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2548. แหล่งที่มา: http://www.phtnet.org/newsletter/issue14/pht_tips.asp, 6 กันยายน 2552.
- Armah-Agyeman, G., J. Loiland, R. Karow and A.N. Hang. 2002. Safflower, pp. 1-7. **Dryland Cropping System**. Oregon State University, USA.
- Copeland, L.O. 1976. Principles of Seed Science and Technology. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota. 369p.
- Dajue, Li and H.-Henning Mündel. 1996. **Safflower. *Carthamus tinctorius* L.** Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops7. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Duane, R. Berglund., R. Neil and B. Jerald. 2007. **Safflower Production**. Available Source: <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/crops/a870w.html>, September 5, 2009.
- Glenn, W., JR. Chapman and A.R. James. 1987. Moisture content/relative humidity Equilibrium of high-oil and Confectionery type sunflower seed. **J.stored Prod.Res.** 23(2): 115-118.

- Hlyka, I., and A. D. Robinson. 1954. Storage of Cereal Grains and their Products, pp. 1-45. *In* J.A. Anderson and A.W. Alcock, eds. **Amer. Ass. Cereal Chem.**, St Paul, Minnesota.
- ISTA. 2011. International Rules for Seed Testing. The International Seed Testing Association (ISTA), CH-8303 Bassersdorf, Switzerland. Chapter 17.
- Jame, E. 1967. Preservation of seed stocks. **Advan. Agon.** 19: 87-106.
- James, E., N.B. Louis and C.C. Dorris. 1967. Effect of Variable and Constant Storage Temperatures and Subsequent Room Storage on the Viability of Certain Seeds. **Crop Sci.** 7: 495-496.
- Joseph Smith. 2005. Safflower Oil, pp. 491-536. *In* F. Shahidi, eds. **Bailey's Industrial Oil and Fat Product.** John Wiley & Sons, Inc.
- Neeta, S.,** S.K. Anurudh and D.S. Baldev. N.d. Effect of Ultra-Drying on Ex Situ Seed Conservation. *Seed Conservation Turning Science into Practice* 41:799-805.
- Oelke, E.A., E.S. Oplinger, T.M. Teynor, D.H. Putnam, J.D. Doll, K.A. Kelling, B.R. Durgan and D.M. Noetzel. 2000. **Safflower.** *Alternative Field Crops Manual.* Available Source: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/AFCM/safflower>, September 3, 2009.
- Pratibha Parihar, S. Nema and S. Kumar. 2009. Suitability of containers and moisture content for proper storage of safflower, *Carthamus tinctorius* L. seeds. *Journal of Oilseeds Research* 26-1: 44-46.

ภาคผนวก :

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตาราง ANOVA แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์คำฝอยที่มีระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์ และอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่างๆ เป็นระยะเวลา 27 เดือน

SV	DF	SS	MS	F
LOCATION (L)	2	82130	41065	665.13 **
REPS WITHIN L	9	556	62	
MOIST (M)	3	131048	43683	1389.51 **
LxM	6	103402	17234	548.19 **
POOLED ERROR (a)	27	849	31	
TIME (T)	27	9300	344	42.54 **
LxT	54	10691	198	24.45 **
MxT	81	9568	118	14.59 **
LxMxT	162	16877	104	12.86 **
POOLED ERROR (b)	972	7871	8	
TOTAL	1343	372290		

CV (a) = 8.84 % CV (b) = 4.49 %

หมายเหตุ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
 L = อุณหภูมิในการเก็บรักษา 3 ระดับ คือ อุณหภูมิห้อง, 5 และ -10 องศาเซลเซียส
 M = ระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์ 4 ระดับ คือ 12, 8, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์
 T = ระยะเวลาในการเก็บรักษา 28 ระดับ คือ 0 - 27 เดือน

ตารางภาคผนวกที่ 2 เปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์คำฝอยที่มีระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์ และอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่างๆ เป็นระยะเวลา 27 เดือน

ความชื้น	อุณหภูมิในการเก็บรักษา											
	Room				5°C				(-10)°C			
ระยะเวลา	12%	8%	6%	4%	12%	8%	6%	4%	12%	8%	6%	4%
เริ่มต้น	67 a	76 a	76 a	75 a	67 ab	75 ab	76 a	75 a	67 abc	76 ab	76 ab	75 ab
1 เดือน	32 b	72 ab	72 abc	73 ab	65 ab	71 b	73 a	72 a	62 a-e	71 b	72 b	72 ab
2 เดือน	0 c	73 ab	76 a	74 a	65 ab	76 ab	71 a	76 a	63 a-e	76 ab	73 b	73 ab
3 เดือน	0 c	74 ab	76 ab	73 ab	63 abc	73 ab	73 a	74 a	62 a-e	74 ab	73 ab	72 ab
4 เดือน	0 c	72 ab	72 abc	72 ab	67 a	76 ab	70 a	77 a	65 a-d	73 ab	75 ab	73 ab
5 เดือน	0 c	71 abc	71 abc	71 ab	63 abc	73 ab	73 a	74 a	64 a-e	79 a	74 ab	76 ab
6 เดือน	0 c	72 ab	76 ab	76 a	61 a-f	74 ab	77 a	79 a	65 a-e	75 ab	75 ab	79 a
7 เดือน	0 c	74 ab	77 a	71 ab	62 a-e	79 ab	77 a	74 a	70 a	77 ab	72 b	75 ab
8 เดือน	0 c	71 abc	73 abc	73 a	62 a-e	72 ab	74 a	72 a	68 ab	77 ab	80 a	75 ab
9 เดือน	0 c	68 bc	77 a	73 a	63 a-d	75 ab	74 a	73 a	70 a	77 ab	77 ab	77 ab
10 เดือน	0 c	69 abc	75 ab	74 a	59 b-g	74 ab	73 a	75 a	66 a-d	75 ab	74 ab	76 ab
11 เดือน	0 c	64 cd	76 ab	70 ab	55 d-k	71 ab	72 a	71 a	61 b-e	73 ab	73 ab	71 b
12 เดือน	0 c	60 de	71 abc	71 ab	57 c-h	72 ab	73 a	72 a	63 a-e	72 ab	73 b	72 ab
13 เดือน	0 c	57 ef	72 abc	70 ab	55 c-j	75 ab	75 a	72 a	60 b-e	72 ab	74 ab	73 ab
14 เดือน	0 c	54 ef	71 a-d	72 ab	53 f-m	77 ab	75 a	74 a	60 cde	74 ab	72 b	72 ab
15 เดือน	0 c	54 ef	73 abc	71 ab	56 c-i	75 ab	77 a	74 a	61 b-e	73 ab	72 b	72 ab
16 เดือน	0 c	52 f	73 abc	73 a	52 g-m	72 ab	73 a	74 a	57 e	70 b	73 ab	74 ab
17 เดือน	0 c	50 f	70 a-e	75 a	54 f-m	74 ab	75 a	76 a	61 b-e	72 ab	73 ab	76 ab
18 เดือน	0 c	39 g	66 c-f	75 a	54 e-l	74 ab	77 a	75 a	61 b-e	72 ab	74 ab	75 ab
19 เดือน	0 c	36 g	67 c-f	74 a	48 i-m	72 ab	72 a	74 a	59 cde	73 ab	73 ab	72 ab
20 เดือน	0 c	29 h	68 b-e	75 a	46 lm	72 ab	73 a	75 a	63 a-e	74 ab	71 b	79 a
21 เดือน	0 c	24 hi	64 d-g	73 ab	49 h-m	72 ab	77 a	73 a	62 a-e	77 ab	77 ab	76 ab
22 เดือน	0 c	19 i	62 e-h	73 ab	50 h-m	71 b	73 a	76 a	65 a-e	73 ab	74 ab	73 ab
23 เดือน	0 c	18 i	60 f-i	72 ab	51 h-m	75 ab	77 a	76 a	64 a-e	72 ab	72 b	72 ab
24 เดือน	0 c	11 j	58 ghi	72 ab	48 i-m	71 ab	72 a	72 a	67 abc	73 ab	75 ab	73 ab
25 เดือน	0 c	10 j	57 ghi	69 ab	45 m	72 ab	73 a	71 a	66 a-d	75 ab	74 ab	75 ab
26 เดือน	0 c	8 j	56 hi	68 ab	47 j-m	70 b	72 a	73 a	58 de	74 ab	76 ab	78 ab
27 เดือน	0 c	7 j	53 i	65 b	47 klm	71 b	70 a	72 a	63 a-e	72 ab	73 ab	74 ab

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%