

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

งาขี้ม้อน (*Perilla* : *Perilla frutescens* (L.) Britt.) มีต้นกำเนิดอยู่บริเวณประเทศจีน (Zeven and de Wet 1982; Nitta *et al.*, 2003) จากนั้นมีการกระจายพันธุ์ในบริเวณของภูเขาหิมาลัยของประเทศอินเดียและเนปาล แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่เกาหลี ญี่ปุ่น และไต้หวัน เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบการปลูกงาขี้ม้อนบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย เช่น เชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน การปลูกงาขี้ม้อนโดยทั่วไปใช้วิธีการหว่านเมล็ดโดยตรง หรือ การย้ายต้นกล้าจากโรงเพาะชำเพื่อนำไปปลูกในแปลงปลูกต่อไป การจำแนกพันธุ์ของงาขี้ม้อนแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามการใช้งาน คือ พันธุ์ *P. frutescens* โดยใช้เป็นพืชน้ำมัน และพันธุ์ *P. crispata* ใช้ในการทำยาจีน (Nagai, 1935; Honda *et al.*, 1990; Honda *et al.*, 1994) และจากการสำรวจของ Nitta *et al.* (2003) พบว่าในบางประเทศที่มีการปลูกงาขี้ม้อนมีการใช้ประโยชน์แตกต่างกัน สำหรับประเทศญี่ปุ่นนิยมบริโภคเมล็ด โดยนำไปใช้ในการปรุงเป็นอาหารพื้นบ้าน เช่น ข้าวและบดเมล็ดงาขี้ม้อนคลุกกับข้าวเหนียวบด นอกจากนี้ประเทศจีนนิยมนำเมล็ดไปบีบน้ำมัน และใช้เป็นเครื่องปรุงอาหารเพื่อแต่งกลิ่นและรสชาติ ในประเทศเกาหลี นอกจากจะบริโภคเมล็ดและน้ำมันงาขี้ม้อนแล้วยังนิยมนำใบของงาขี้ม้อนไปทำเป็นชาอีกด้วย ซึ่งในเมล็ดงาขี้ม้อนเป็นพืชที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบถึง 51 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันที่พบในเมล็ดงาขี้ม้อนนั้นประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่มีกรดแอลฟาไลโนเลนิก (alpha-linolenic acid) อยู่เป็นจำนวนมาก และเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

งาขี้ม้อน (*Perilla frutescens* (L.) Britt.) จัดอยู่ในตระกูล Lamiaceae และชื่อสามัญ คือ perilla และมีชื่อเรียกในภาษาไทยคือ งาขี้ม้อน หรือ งาเจียง โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น โดยทางภาคเหนือ เรียกว่า งาขี้ม้อน งามน หรือนอ (ชาวกะเหรี่ยง จังหวัดแม่ฮ่องสอน) ภาคกลาง แ่งนอง และภาคอีสานนิยมเรียก ผักโตเกี้ยว (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2559) ซึ่งงาขี้ม้อนมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่สำคัญ ดังนี้

ลำต้น มีลักษณะตั้งตรง และเป็นทรงพุ่ม มีขนอ่อนละเอียดขึ้นบริเวณลำต้นและมีกิ่งก้านแตกแขนง ลำต้นมีลักษณะเป็นสันสี่เหลี่ยม มีร่องตามยาว มีความสูงประมาณ 60 – 120 เซนติเมตร สีของลำต้นมีทั้งสีเขียวและสีแดงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ของงาช้างม่อน

ใบ เป็นใบเดี่ยวรูปไข่เรียงตรงข้ามกัน มีปลายใบแหลมและฐานใบกลมเล็กน้อยหรือเล็กเรียว ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย ใบกว้าง 3 – 5 เซนติเมตร มีความยาวประมาณ 6 – 10 เซนติเมตร บริเวณผิวใบมีขนอ่อน มีสีใบเป็นสีเขียว ม่วง หรือเขียวอมม่วง มีกลิ่นหอมเมื่อขยี้ใบ

ดอก งาช้างม่อนมีช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อยที่มีก้านดอกเรียงตัวกันแบบแกนกลางที่ยาว (raceme) มีลักษณะช่อดอกคล้ายโหระพาหรือกะเพรา หรือมีลักษณะเป็นช่อฉัตรโดยมีความยาวของช่อดอกประมาณ 6 – 10 เซนติเมตร ประกอบด้วยดอกย่อยเป็นชั้น ๆ ที่มีกลีบ 5 กลีบ มีทั้งสีม่วง ขาวอมม่วง และขาว ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช กลีบดอกเชื่อมติดกันเป็น 2 ส่วนซึ่งมีแฉกเท่ากัน ปลายแยกเป็นสองปาก มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ มีทั้งสีเขียวและเขียวอมม่วง ถือเป็นดอกสมบูรณ์เพศที่มีเกสรตัวผู้ 4 อันเท่ากับกลีบดอก เกสรตัวเมียมีรังไข่ที่อยู่สูงกว่ากลีบเลี้ยง กลีบดอกและเกสรตัวผู้แบ่งเป็น 4 ส่วน

ผลและเมล็ด มีจำนวนเมล็ด 1 – 4 เมล็ดต่อดอกย่อย โดยเมล็ดที่เก็บมาใหม่ๆจะมีสีน้ำตาลอ่อนและจะกลายเป็นสีน้ำตาลแดงเมื่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ลดลง และเมล็ดมีขนาดเล็กประมาณ 1 – 3 มิลลิเมตร มีผิวเปลือกที่ขรุขระคล้ายตาข่าย (ศิริวรรณ, 2551; เพิ่มศักดิ์และคณะ, 2546)

2.2 การปลูกและเก็บเกี่ยวงาช้างม่อน

งาช้างม่อนมีการปลูกในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย เช่น เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน แพร่ และน่าน เป็นต้น โดยปลูกในพื้นที่สูง 300 – 1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล หรือพื้นที่ดอนอาศัยน้ำฝน และพบว่าพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่จะตอบสนองต่อแสง (เพิ่มศักดิ์และคณะ, 2546) เกษตรกรส่วนใหญ่จะเริ่มเพาะปลูกงาช้างม่อนในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคมถึงมิถุนายน) ในพื้นที่ว่างหลังบ้านโดยมีระยะปลูกที่ไม่แน่นอน และมีวิธีการปลูกแบบหว่านเมล็ดโดยตรง หรือย้ายต้นกล้าไปปลูกในแปลง (Nitta *et al.*, 2003) เนื่องจากเมล็ดงาช้างม่อนมีขนาดเล็กจึงควรมีการเตรียมดินโดยการไถดินอย่างน้อย 1 - 2 ครั้ง และมีการพรวนดินอีก 1 ครั้ง เพื่อให้หาเจริญเติบโตได้อย่างสม่ำเสมอและช่วยลดวัชพืชอีกด้วย (จันทนาและรัชชัย, ม.ป.ป.) สามารถแบ่งการปลูกของเกษตรกรออกเป็น 2 แบบ คือ

2.2.1 การปลูกในสวนหลังบ้าน ได้แก่ เกษตรกรที่อาศัยอยู่บนพื้นที่สูงไม่มากนัก เช่น คนเมืองไทยใหญ่ และลื้อ

2.2.2 การปลูกร่วมกับการปลูกข้าวไร่ในระบบไร่หมุนเวียน ได้แก่ เกษตรกรที่อาศัยอยู่บนพื้นที่สูง เช่น กะเหรี่ยง และมูเซอ

โดยทั่วไปเกษตรกรจะทำการปลูกงาจี๋ม่อนปีละ 1 ครั้งเรียกว่างาปี งาจี๋ม่อนที่ปลูกในประเทศไทยจะเริ่มออกดอกในช่วงต้นฤดูหนาว จากการทดลองของวิสิทธิ์ศักดิ์ (2553) พบว่างาจี๋ม่อนมีระยะสุกแก่พร้อมเก็บเกี่ยวที่ 120 วันหลังออกดอก และจะมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงกลางถึงปลายฤดูหนาว (พฤศจิกายนถึงธันวาคม) (นริศและสิทธิชัย, 2554) เกษตรกรส่วนใหญ่เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่องาจี๋ม่อนมีการสุกแก่โดยการตัดโคนต้นแล้วทำการมัดพาดกับต้นตอตากให้แห้งสนิท แล้วนำมาฟาดหรือเคาะเพื่อให้เมล็ดร่วงลงมาสักภาชนะ แล้วทำความสะอาดเมล็ดโดยการพัดเอาเศษใบงา เศษพงต่างๆ ออกเหลือแต่เมล็ดที่สะอาดแล้ว ยกเว้นในบางพื้นที่เช่น อำเภอยะรังมีการปลูกงาจี๋ม่อนอายุสั้นในช่วงปลายฝนเรียกว่า งาดอ

2.3 ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดพันธุ์งาจี๋ม่อน

เมล็ดพันธุ์งาจี๋ม่อนเป็นเมล็ดที่มีขนาดเล็กโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร ขึ้นไป โดยมีการจำแนกสายพันธุ์ของงาจี๋ม่อนออกเป็นพันธุ์ปลูก (cultivated type) และพันธุ์ป่า (weedy type) และสามารถจำแนกชนิดของงาจี๋ม่อนตามประเภทการใช้งานเป็น *P. frutescens* นิยมใช้เป็นพืชน้ำมัน และ *P. crispa* นิยมใช้เป็นพืชสมุนไพร จากการทดลองของ Lee and Ohnishi (2001) ได้ศึกษาถึงลักษณะของเมล็ดพันธุ์งาจี๋ม่อนพบว่างาจี๋ม่อนที่พบในบริเวณทวีปเอเชียตะวันออก (จีน เกาหลี และญี่ปุ่น) พบว่าเป็นเมล็ดงาจี๋ม่อนชนิด *P. frutescens* ซึ่งเป็นพันธุ์ปลูก เป็นเมล็ดที่มีขนาดเล็กโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.43 มิลลิเมตร และสีของเปลือกมีสีขาว เทา น้ำตาลและน้ำตาลเข้มตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Kyu *et al.* (2012) เมล็ดพันธุ์งาจี๋ม่อนที่พบบริเวณประเทศเกาหลีและญี่ปุ่น ชนิด *P. frutescens* ที่เป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็กโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2.08 ถึง 2.96 มิลลิเมตร และสีของเปลือกมีสีขาว เทา และสีน้ำตาลไปจนถึงสีน้ำตาลเข้ม นอกจากนี้ Pandey and Bhatt (2008) ได้ศึกษาถึงลักษณะของเมล็ดพันธุ์งาจี๋ม่อนที่อยู่ในบริเวณเทือกเขาหิมาลัย ประเทศอินเดียและเนปาล พบว่าเมล็ดงาจี๋ม่อน ชนิด *P. frutescens* เป็นพันธุ์ที่มีเปลือกเมล็ดลักษณะคล้ายดาบและผิวหยาบ เมล็ดขนาดเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 มิลลิเมตร ขึ้นไป ส่วนสีของเปลือกมีสีน้ำตาลและน้ำตาลอ่อน จากการทดลองของปานนท์ (2556) กล่าวถึงลักษณะของเมล็ดพันธุ์งาจี๋ม่อนที่พบในประเทศไทยเป็นเมล็ดมีลักษณะกึ่งกลมอวบ และขนาดเล็กโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1 – 3 มิลลิเมตร สีของเปลือกมีสีน้ำตาลอ่อนเมื่อเก็บมาใหม่ ๆ แต่เมื่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงจะกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลแดง ส่วนผิวของเปลือกหุ้มเมล็ดมีลักษณะคล้ายดาบ

นอกจากนี้ยังพบว่างาจี๋มีไขมันเป็นองค์ประกอบในเมล็ด จากการทดลองของ Longvah and Deosthale (1991) พบว่าเมล็ดงาจี๋มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบถึง 51 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีนในเมล็ด 17 เปอร์เซ็นต์ โดยในน้ำมันงาจี๋มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดไลโนเลนิก (linolenic acid) หรือกรดไขมันในกลุ่มโอเมกา-3 ร้อยละ 55-60 และกรดแอลฟาไลโนเลอิก (alpha-linoleic) หรือกรดไขมันในกลุ่มโอเมกา-6 (omega-6 fatty acid) ร้อยละ 18-20 นอกจากนี้ยังพบกรดโอเลอิก (oleic acid) ในน้ำมันงาจี๋อีกด้วย (Asif, 2011) จากการทดลองของสิริภัทรและคณะ (2558) พบว่าเมล็ดงาจี๋ที่อุบบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยมีปริมาณไขมันรวมเฉลี่ยเท่ากับ 42.7 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นด้วยองค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวจึงมีผลต่อความมีชีวิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์งาจี๋ที่ต้องการใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ในฤดูกาลต่อไป ทั้งนี้ความมีชีวิตของเมล็ดจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายปัจจัย

2.4 ปัจจัยของเมล็ดที่มีผลต่อการเก็บรักษาพันธุ์

2.4.1 ความชื้น

ความชื้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ความชื้นในเมล็ด (seed moisture) และความชื้นในอากาศ (air humidity) ความชื้นของเมล็ดหรือน้ำในเมล็ดอยู่ในรูปที่ถูกดูดซับไว้ด้วยแรงต่าง ๆ เช่น ในรูปน้ำอิสระ (free water) เป็นน้ำที่อยู่ระหว่างโมเลกุลขององค์ประกอบต่าง ๆ ของเมล็ด จะถูกยึดเหนี่ยวด้วยแรงแคพิลลารี (capillary forces) ทำให้สามารถระเหยออกจากเมล็ดได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีน้ำอีกรูปหนึ่งคือ น้ำไม่อิสระ (bound water) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรโทพลาสซึม (protoplasm) และสารประกอบอื่น ๆ ในเมล็ด และถูกยึดด้วยแรงยึดเหนี่ยวทางเคมี (chemical bond) เป็นแรงยึดเหนี่ยวที่สูงมากจึงทำให้น้ำในรูปดังกล่าวแยกออกจากเมล็ดได้ยาก ส่วนความชื้นในอากาศทั่วไปจะแสดงให้เห็นในรูปของค่าความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมล็ดที่ถูกเก็บไว้ภายใต้สภาพความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิคงที่ในระยะเวลาหนึ่งจะมีการแลกเปลี่ยนความชื้นระหว่างความชื้นในเมล็ดกับความชื้นในอากาศ (วันชัย, 2542) โดยเมล็ดพันธุ์มีคุณสมบัติไฮโกรสโคปิก (hygroscopic) ซึ่งเมล็ดจะดูดหรือคายความชื้นในบรรยากาศรอบๆ จนกว่าจะถึงจุดสมดุล คือเมล็ดมีอัตราการดูดหรือคายน้ำเท่ากันและทำให้ความชื้นของเมล็ดคงที่ หากมีสภาพการเก็บรักษาเมล็ดแบบเปิดนั้นเมล็ดยังสามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศรอบๆ เมล็ด ซึ่งทำให้ความชื้นของเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงไปตามความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ แต่ในสภาพการเก็บรักษาแบบปิดความชื้นของเมล็ดจะเป็นตัวกำหนดความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศภายในภาชนะที่เก็บ (จวงจันท์, 2529) โดยที่ความชื้นมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เนื่องจากเมล็ดที่มีความชื้นสูงจะทำให้มีอัตราการหายใจสูงส่งผลให้เกิดการสะสมความร้อน และมีการเข้าทำลายของแมลงและเชื้อจุลินทรีย์โดยเมล็ดเกิดการ

เสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเพื่อให้ปลอดภัยต่อการเก็บรักษาควรมีความชื้นต่ำ จากการทดลองของ สุปรานี (2554) เมื่อทำการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สับดำในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่าความชื้นของเมล็ดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยเมล็ดที่เก็บในถุงผ้าจะมีความชื้นเพิ่มขึ้นจากก่อนเก็บรักษาที่ 5.4 เป็น 8.6 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 12 เดือน และเมล็ดที่มีความชื้นสูงจะทำให้มีการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดอย่างรวดเร็ว

2.4.2 ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์

องค์ประกอบทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ได้แก่ เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ (pure seed) หรือเมล็ดพันธุ์สุทธิ เมล็ดพันธุ์ชนิดอื่น (other crop seed) เมล็ดวัชพืช (weed seed) และสิ่งเจือปน (inert materials) ซึ่งเป็นการระบุองค์ประกอบของเมล็ดพันธุ์ในแต่ละกอง โดยมีปริมาณเล็กน้อยเพียงใด และมีส่วนประกอบทางกายภาพใดบ้างดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น (จวงจันทร์, 2529) นอกจากนี้ วันชัย (2542) ได้ให้ความหมายของความบริสุทธิ์เมล็ดพันธุ์ โดยแยกออกเป็นสองความหมายคือ ความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic purity) หมายถึง ต้นพืชที่มีลักษณะตรงตามพันธุ์ ไม่มีต้นที่มีลักษณะต่างๆ ผิดไปจากลักษณะประจำพันธุ์ และความบริสุทธิ์ทางกายภาพ (physical purity) คือ เมล็ดพันธุ์ที่ปราศจากสิ่งเจือปน เมล็ดวัชพืชและเมล็ดพืชชนิดอื่น โดยเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ คือเมล็ดพันธุ์ที่ดี ไม่มีกมวด หิน ดิน ทราข และไม่มีเมล็ดพืชชนิดอื่น นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ (purity test) ซึ่งเป็นวิธีที่จำเป็นต่อการรับรองคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เมล็ดที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ จะมีการปนเปื้อนของโรคและแมลงต่าง ๆ เนื่องจากสิ่งเจือปนที่มากับเมล็ดพันธุ์เป็นแหล่งสะสมเชื้อโรค จึงทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ต่ำลง ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ที่มีความบริสุทธิ์สูงทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพสูงขึ้น และจากการทดลองของสมชาย (2543) เมื่อทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 และ เชียงใหม่ 60 ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์นั้นมีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกัน (87.5 และ 86.5 เปอร์เซ็นต์) แต่เมื่อเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้งสองพันธุ์ผ่านกระบวนการปรับปรุงสภาพ พบว่าเมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (88 เปอร์เซ็นต์ทั้งสองสายพันธุ์) เนื่องจากกระบวนการปรับปรุงสภาพนี้เป็นการกำจัดสิ่งเจือปนต่าง ๆ ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์

2.4.3 ความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

วันชัย (2542) ได้ให้ความหมายของความมีชีวิตหรือความงอกของเมล็ด คือ เมล็ดที่ยังมีชีวิต และสามารถงอกและเจริญเติบโตกลายเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ อากาศ ความชื้นและแสงที่เหมาะสมกับเมล็ดพันธุ์ชนิดนั้นๆ โดยมีการทดสอบความมีชีวิตหรือความงอกของเมล็ดพันธุ์ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการเพาะทดสอบความงอกมาตรฐาน และวิธีทางชีวเคมี เช่นการตรวจสอบความมีชีวิตด้วยวิธีเตตราโซเลียม เป็นต้น โดยมีรายงานของละออวง

และคณะ (2554) ที่ทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดและความสามารถในการเก็บรักษาพบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดเริ่มต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 89 – 94 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ไปเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลดลงไปตามอายุการเก็บรักษาทั้งในสภาพห้องปกติและห้องควบคุมอุณหภูมิ และพบว่าพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเริ่มต้นสูงยังคงมีค่าสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเริ่มต้นต่ำกว่า เมื่อมีการเก็บรักษานานขึ้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าคุณภาพเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์มีผลต่อความสามารถในการเก็บรักษานั้นเอง นอกจากนี้ยังได้ให้ความหมายของคำว่า ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ หมายถึง ความสามารถของเมล็ดพันธุ์ที่แสดงออกเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ด โดยที่เมล็ดพันธุ์สามารถงอกและเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าปกติได้ มีการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์หลายวิธี เช่น วิธีทางกายภาพ วิธีทางสรีรวิทยา และวิธีทางชีวเคมี โดยการวัดระดับความแข็งแรงนี้ทำขึ้นเพื่อประเมินความสามารถในการเก็บรักษา และมีวิธีการตรวจสอบความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ จากการทดลองของชนิดา (2550) เมื่อทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองโดยวิธีการเร่งอายุหลังการเก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดผนึกสุญญากาศภายใต้สภาพที่มีระดับความชื้นแตกต่างกัน เป็นเวลา 120 วัน พบว่า ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยวันที่ 0 ของการเก็บรักษาพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดหลังการเร่งอายุ คือ 77 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อถึงระยะการเก็บรักษาที่ 30 วัน พบว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเร่งอายุลดลงเหลือ 48 เปอร์เซ็นต์

2.4.4 ขนาดและน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์

จวงจันทร (2529) กล่าวว่า ขนาดของเมล็ดพันธุ์มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดแตกต่างกันจะมีคุณสมบัติเกี่ยวข้องกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน เมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่มีแนวโน้มทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ขนาดเล็กซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพืช เนื่องจากเมล็ดขนาดใหญ่จะมีการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ทำให้มีอาหารสะสมอยู่ในเมล็ดมากกว่าเมล็ดขนาดเล็ก เมล็ดขนาดใหญ่จึงมีคุณภาพของเมล็ดพันธุ์สูงกว่า นอกจากนี้ น้ำหนักของเมล็ดยังมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะความแข็งแรง ความมีชีวิตและอัตราเร็วในการงอก ปกติแล้วเมล็ดพันธุ์ที่มีน้ำหนักมากจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง ความมีชีวิตสูง สามารถเก็บรักษาได้นานและยังมีความเร็วในการงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีน้ำหนักน้อยอีกด้วย

2.4.5 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพืชทุกชนิดมีอาหารเก็บสะสมในเมล็ด เพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตจากต้นอ่อน กลายเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ โดยชนิดและปริมาณของอาหารที่สะสมในเมล็ดจะแตกต่างกันตามชนิดของพืช พันธุ์ และสถานที่ปลูก โดยทั่วไปอาหารสะสมที่พบในเมล็ดคือ ไขมัน แป้งหรือคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะพบแป้งในเมล็ดธัญพืชและพืชตระกูลหญ้า ส่วนในเมล็ดพืชน้ำมันจะพบไขมันที่สะสมอยู่ในรูปของกลีเซอไรด์ (glycerides) สูงและยังพบโปรตีนสูงอีกด้วย เนื่องจากอาหารที่สะสมในเมล็ด เช่น แป้งและไขมัน นั้นมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ คือ เมล็ดพันธุ์ที่มีองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่เป็นแป้ง เช่น ข้าวโพด จะสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานกว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ เช่น ถั่วเหลือง และงา เป็นต้น (จงจันทร์, 2529) โดยที่โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพและความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (วันชัย, 2542) ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดพืชน้ำมันจะมีขบวนการออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (lipid peroxidation) ที่เกิดขึ้นได้เอง และกลายเป็นกรดไขมันอิสระตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยที่น้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจนและน้ำในอากาศ (นิธิยา, 2548) ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ระหว่างการเก็บรักษา จากการทดลองของปรัชญา (2548) พบว่าภายหลังการให้คลื่นวิทยุ (radio frequency) ที่ความยาวคลื่น 27.12 เมกกะเฮิร์ต ที่อุณหภูมิ 5 ระดับ คือ 60, 70, 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 180 วินาที แก่เมล็ดพันธุ์งา พบว่าระดับอุณหภูมิที่ให้แก่เมล็ดพันธุ์งา และความชื้นเริ่มต้นมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระในเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หากแต่ระดับอุณหภูมิที่ให้แก่เมล็ดและความชื้นเมล็ดพันธุ์เริ่มต้นไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน โดยการเพิ่มขึ้นของระดับอุณหภูมิมีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระในเมล็ดเพิ่มขึ้น โดยเมล็ดที่มีความชื้นเริ่มต้นกว่าจะมีปริมาณกรดไขมันเพิ่มขึ้นสูงตามไปด้วย เนื่องจากในเมล็ดที่มีความชื้นเริ่มต้นสูงเมื่อได้รับอุณหภูมิสูงจะกระตุ้นการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ lipase และ peroxidase ซึ่งทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระในเมล็ดเพิ่มขึ้น จากการทดลองของภักวีไลและคณะ (2558) เมื่อทำการศึกษาถึงสภาพและระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสมต่อเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชิงใหม่ 2 เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 10, 25 และ อุณหภูมิห้อง พบว่า สภาพการเก็บรักษาและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันถั่วเหลือง โดยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เมล็ดจะมีการเสื่อมสภาพมากขึ้น

2.5 สภาพการเก็บรักษาที่มีผลต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

เนื่องจากการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นั้นไม่สามารถป้องกันการเสื่อมคุณภาพได้ แต่เป็นการลดอัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เพื่อให้เมล็ดมีคุณภาพสำหรับการเพาะปลูกต่อไป (Copeland, 1976) โดยที่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อลดอัตราการเสียหายของคุณภาพเมล็ดระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้ก่อนทำการเก็บรักษาจึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไม่สามารถเพิ่มคุณภาพของเมล็ดได้ทำได้เพียงลดอัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดเท่านั้น โดยมีปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดังต่อไปนี้

2.5.1 ความชื้นสัมพัทธ์

เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นต่ำเป็นเมล็ดที่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ในทางตรงกันข้ามถ้าหากเมล็ดมีความชื้นสูงจะเกิดการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้นสูงและความชื้นสูงเป็นปัจจัยกระตุ้นให้เกิดเชื้อรา ซึ่งทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดีและผลิตสารพิษออกมาและเกิดอันตรายต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ นอกจากเกิดการทำลายของเชื้อราแล้วยังมีการเข้าทำลายของแมลงอีกด้วย (อารมย์, 2555) โดยความชื้นจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้เนื่องจากเมล็ดมีคุณสมบัติไฮโกรสโคปิก (Hygroscopic) คือ สามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศรอบๆ เมล็ดได้ จนเมล็ดถึงจุดสมดุลที่มีแรงดันไอน้ำภายในเมล็ดเท่ากับแรงดันไอน้ำของอากาศ ซึ่งจะทำให้เมล็ดมีความชื้นคงที่ ทั้งนี้เมล็ดยังคงสามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับอากาศได้ จึงทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเป็นตัวกำหนดความชื้นของเมล็ด ถ้าหากมีความชื้นสัมพัทธ์สูงจะทำให้ความชื้นของเมล็ดสูงขึ้นไปด้วย (จวงจันท์, 2529) จากการทดลองของเพ็ญสวาท (2540) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง (สง. 4) ในถุงพลาสติกที่ระดับความชื้นเมล็ดดังต่อไปนี้ 8, 9, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ โดยเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 เดือน พบว่าระดับความชื้นที่ 9 และ 8 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพดีที่สุด โดยมีความงอกเฉลี่ยเท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ แต่ในระดับความชื้นที่ 12 เปอร์เซ็นต์นั้นคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยมีความงอกลดลงเหลือ 49.75 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา โดยสอดคล้องกับการทดลองของ Gladly *et al.* (2013) ที่ทำการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองใน 3 สภาพ คือ เก็บในสภาพเย็น (cold storage) มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการเก็บรักษา เท่ากับ 59.60 เปอร์เซ็นต์ และ 10.40 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (warm storage) มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการเก็บรักษา เท่ากับ 31.20 เปอร์เซ็นต์ และ 25.40 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาในสภาพโรงเก็บ (warehouse) มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการเก็บรักษา เท่ากับ 59.70 เปอร์เซ็นต์และ 14.90 องศาเซลเซียส พบว่าสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมต่อการ

เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง คือ การเก็บในสภาพเย็น มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 59.60 เปอร์เซ็นต์และ 10.40 องศาเซลเซียส) โดยมีความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยสูงถึง 92 เปอร์เซ็นต์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้การเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง พบว่ามีผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ลดลงถึง 78 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเก็บในสภาพโรงเก็บ มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 59.70 เปอร์เซ็นต์ และ 14.90 องศาเซลเซียส ส่งผลให้มีความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลงมากที่สุด (เกือบถึง 0 เปอร์เซ็นต์)

2.5.2 อุณหภูมิ

เป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ โดยสามารถจำแนกปัจจัยที่สำคัญออกเป็น 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิ และความชื้นของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งปัจจัยทั้งสองนี้มีผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ (Bewley *et al.*, 2013) อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาควรเป็นอุณหภูมิต่ำ โดยระดับอุณหภูมินั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเมล็ดพันธุ์ หากระหว่างการเก็บรักษามีอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดกิจกรรมทางชีวเคมีต่างๆภายในเมล็ด ยกตัวอย่างเช่น เกิดการหายใจสูงจึงทำให้เมล็ดสูญเสียความงอกอย่างรวดเร็ว ดังนั้นควรมีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิต่ำเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของเมล็ดต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Robert and Bewley (1980) ที่พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผ่านการเร่งอายุที่อุณหภูมิสูง (45 องศาเซลเซียส) และความชื้นสัมพัทธ์สูงจะส่งผลเสียต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ที่แสดงให้เห็นในผลของเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ลดลงนั่นเอง สอดคล้องกับการทดลองของ Somkid *et al.* (2009) พบว่าเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ง้าม่อนที่อุณหภูมิ 4 - 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อการลดลงของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ แต่เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ส่งผลให้คุณภาพของเมล็ดลดลง หรือ ทำให้เมล็ดตายทั้งหมด

2.5.3 สภาพการเก็บรักษา

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในระบบปิด เป็นวิธีการเก็บรักษาในภาชนะที่ปิดสนิทหรือสามารถป้องกันการแลกเปลี่ยนความชื้นเมล็ดกับบรรยากาศภายนอกภาชนะได้ ยกตัวอย่างเช่น กระป๋อง ขวดแก้ว ถุงพลาสติก และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (aluminum foil) ซึ่งมีความสามารถในการป้องกันการแทรกซึมของไอน้ำแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความหนาของวัสดุนั้น ๆ (อารมย์, 2550) จากการทดลองของรุจิรา (2548) เมื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ชม. 60 ในถุงพลาสติก 4 ชนิด คือ ถุงพลาสติกชนิด Metallized polyethylene terephthalate (MPET) ถุงพลาสติกชนิด Nylon ถุงพลาสติกชนิด โพลีเอทิลีน (Polytetelene; PE) และถุงพลาสติกสาน พบว่าสำหรับถุงพลาสติก 3 ชนิดแรกสามารถรักษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองได้เป็นเวลา 4 เดือน โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ แต่สำหรับถุงพลาสติกแบบสานสามารถรักษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้

เพียง 3 เดือน เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นพบว่าส่งผลให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง เนื่องจากเมล็ดยังคงมีการเสื่อมสภาพลงอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับการทดลองของสุลิพร (2549) ได้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเชิงใหม่ 60 ในภาชนะ 3 ชนิด คือ ถุงพลาสติกชนิดสาน, โพลีเอทิลีน, Metallized film และ อลูมิเนียมฟอยล์ พบว่าถุงพลาสติกที่สามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ดีกว่า คือ ถุงพลาสติกชนิด Metallized film และ Aluminum foil โดยช่วยรักษาระดับความชื้นและค่าวอเตอร์แอกทีวิตี (water activity) ของเมล็ดพันธุ์ให้อยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้ยังทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงในระดับที่สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับภาชนะบรรจุชนิดอื่นๆ เนื่องจากสามารถป้องกันการแลกเปลี่ยนความชื้นได้ดีกว่า ทั้งนี้ความชื้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยความชื้นในระดับที่สูงจะมีส่วนทำให้เกิดกิจกรรมทางชีวเคมีของเมล็ด ทำให้เมล็ดมีการหายใจเพิ่มขึ้นและมีการเผาผลาญอาหารที่สะสมไว้อย่างรวดเร็ว (Bewley *et al.*, 2013) ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพบรรยากาศที่มีความชื้นสูงจึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลให้เมล็ดเกิดการเสื่อมคุณภาพได้ง่ายขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุปราณี (2554) พบว่าเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สับดำในภาชนะ 2 ชนิด คือ ถุงผ้าและถุงพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์) เปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 42 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 เดือน พบว่าสภาพการเก็บรักษาและภาชนะบรรจุมีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ คือ เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์จะลดลงตามอายุการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.5.4 การดัดแปลงสภาพบรรยากาศ

เมล็ดพันธุ์ที่มีชีวิตย่อมมีการหายใจ และการหายใจของเมล็ดพันธุ์จะส่งผลทำให้เมล็ดเกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังส่งเสริมให้เชื้อโรคและแมลงต่าง ๆ เข้าทำลายเมล็ดได้ง่าย ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพนั้นควรมีการเก็บรักษา ดังนี้ ควรมีความชื้นต่ำ อุณหภูมิต่ำ และเมล็ดถูกเก็บในสภาพแบบปิด (sealed storage) (วันชัย, 2542) หรือมีวิธีการเก็บอยู่ในสภาพที่ควบคุมบรรยากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถลดอัตราการหายใจของเมล็ดพันธุ์ได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของรัชชัยและสนอง (2544) ที่ได้ทดลองเรื่องการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในบรรจุภัณฑ์แบบอากาศดัดแปลง หรือ modified atmosphere packaging โดยเป็นวิธีการควบคุมปริมาณก๊าซ 3 ชนิด คือ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจน ภายในบรรจุภัณฑ์ ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 120 วัน พบว่าสำหรับก๊าซออกซิเจนที่มีปริมาณ 0 เปอร์เซ็นต์ตลอดการทดลองสามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) กับสารประกอบต่าง ๆ รวมถึงการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และแมลงภายในถุงบรรจุ ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจน สามารถแปรผันอัตราส่วนในช่วง 0 – 100 เปอร์เซ็นต์ และยังคงสอดคล้องกับการทดลองของ

โอริกันและอัญชลี (2557) พบว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพที่ควบคุมสภาพอากาศและความชื้นพบว่าปริมาณของออกซิเจนลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวพบว่าสามารถควบคุมการหายใจของเมล็ดพันธุ์ที่จัดเก็บอยู่และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ยาวนานขึ้น

2.6 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ หมายถึง การที่คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง ภายหลังที่เมล็ดได้ผ่านการมีคุณภาพเมล็ดสูงสุดมาแล้ว เมื่อเมล็ดสูญเสียคุณภาพนี้แล้วจะ不会再มีการหวนกลับได้อีก (Abdul-Baki and Anderson, 1972) เมื่อเมล็ดเริ่มมีการเสื่อมสภาพเป็นเพราะเมล็ดยังคงมีการหายใจและเผาผลาญอาหารที่ถูกเก็บสะสมไว้ โดยที่ไม่มีการสะสมอาหารเข้ามาใหม่ นอกจากนี้อัตราการเสื่อมคุณภาพจะเกิดขึ้นช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ และความชื้น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ดังนี้

2.6.1 การเสื่อมสภาพของเมมเบรน

เมื่อเมล็ดพันธุ์เริ่มมีการเสื่อมสภาพปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นคือ การเสื่อมสภาพของเมมเบรน กล่าวคือ เมมเบรนของเซลล์ และเมมเบรนอื่น ๆ ภายในเซลล์ ในเมล็ดพันธุ์จะสูญเสียคุณสมบัติในการเก็บกักสารต่าง ๆ ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ที่เก่า หรือเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพจึงมีการรั่วไหลของสารต่าง ๆ ออกมาจากเมล็ดพันธุ์เมื่อเมล็ดสัมผัสกับน้ำ

2.6.2 กิจกรรมของเอนไซม์ลดลง

เมล็ดพันธุ์ที่มีชีวิตจะมีเอนไซม์ (enzyme) หลายชนิดในเมล็ด เมื่อเมล็ดมีการเสื่อมสภาพ ทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ของเอนไซม์ลดลง เอนไซม์เหล่านี้ได้แก่ ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase enzyme) กลูตามิก แอซิด ดีคาร์บอกซิเลส (glutamic acid decarboxylase) อะมัยเลส (amylase) แคทาเลส (catalase) เพอรอกซิเดส (peroxidase) ฟีนอลเลส (phenolase) เป็นต้น เมื่อเมล็ดมีการเสื่อมสภาพ จึงทำให้กิจกรรมของเอนไซม์เหล่านี้ลดลง

2.6.3 อัตราการหายใจลดลง

การหายใจเป็นการแสดงออกของกิจกรรมของเอนไซม์ต่าง ๆ ที่ร่วมกันในการย่อยสลายอาหารที่สะสมในเมล็ด อัตราการหายใจของเมล็ดพันธุ์ลดลงเรื่อย ๆ ในขณะที่เมล็ดมีการเสื่อมสภาพ จากการศึกษาพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ดูดซึมเข้าไปมีความสัมพันธ์กับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ นั่นคือ เมื่อเมล็ดเสื่อมสภาพจะมีการใช้ออกซิเจนน้อยลงโดยค่าสัดส่วนการหายใจ (respiration

quotient) หรือค่าอาร์คิว (R.Q.) เป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงการเสื่อมคุณภาพ ทั้งนี้ค่า R.Q. หมายถึง สัดส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เมล็ดปลดปล่อยออกมาต่อปริมาณของออกซิเจนที่เมล็ดดูดซับไปใช้ เมล็ดที่เก็บรักษาเป็นเวลานานจะมีค่า R.Q. เพิ่มขึ้น

2.6.4 กรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น

เมื่อเมล็ดเริ่มมีการเสื่อมคุณภาพจะมีปริมาณของกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) เพิ่มขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส (lipase enzyme) ทำหน้าที่ย่อยสลายไขมันสะสม (storage lipid) ให้อยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ของกรดไขมันให้เป็นกลีเซอรอล (glycerol) และกรดไขมันอิสระ หากเมล็ดพันธุ์มีกรดไขมันอิสระสูงถึง 2 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพค่อนข้างสูง ซึ่งจะมิกกล่าวถึงรายละเอียดต่อไปในหัวข้อ 2.7

2.6.5 เมล็ดพันธุ์งอกได้ในสภาพแวดล้อมที่จำกัด

ปกติเมล็ดพันธุ์พืชทั่วไปจะสามารถงอกได้เมื่อได้รับปัจจัยต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการงอกอยู่ช่วงใดช่วงหนึ่ง ตั้งแต่ช่วงต่ำสุดไปจนถึงสูงสุด แต่เมื่อเมล็ดพันธุ์เริ่มมีการเสื่อมคุณภาพ ทำให้ช่วงของปัจจัยต่าง ๆ นั้นแคบลง คือ เมล็ดพันธุ์จะงอกได้เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างจำกัด

2.6.6 อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง

เมล็ดพันธุ์ที่เริ่มมีการเสื่อมคุณภาพและยังไม่ถึงขั้นร้ายแรง จะยังคงงอกได้ตามปกติ เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์จะไม่ลดลง แต่อัตราเร็วในการงอกของเมล็ดจะลดลง นั่นคือ เมล็ดพันธุ์จะงอกได้ช้าลงนั่นเอง เมื่อการเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้นมาก อัตราการงอกของเมล็ดก็จะช้าลงตามไปเรื่อย ๆ

2.6.7 ความสามารถในการเก็บรักษาลดลง

เมื่อเมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพส่งผลให้ความสามารถในการเก็บรักษาลดลง เนื่องจากคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะมีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษาของเมล็ด กล่าวคือ เมื่อเมล็ดพันธุ์มีคุณภาพเริ่มต้นก่อนเก็บรักษาสูงจะส่งผลให้มีระยะเวลาการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น โดยมีวิธีการวัดความสามารถในการเก็บรักษาซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ วิธีการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ (accelerated aging test) เป็นวิธีการที่สามารถประเมินค่าความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ (seed storability) ของเมล็ดทุกชนิด นอกจากนี้ยังสามารถเปรียบเทียบความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดชนิดเดียวกันแต่มาจากกลุ่มหรือกองต่างกัน (lots) ได้อีกด้วย

2.6.8 อัตราการเจริญเติบโตและพัฒนาของต้นกล้าลดลง

เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพไม่มากยังสามารถงอกตามปกติในสภาพไร่นา แต่การพัฒนาและการเจริญเติบโตของต้นกล้าจะค่อนข้างช้ากว่าต้นกล้าที่งอกจากเมล็ดพันธุ์ที่ยังไม่เสื่อมคุณภาพ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการออกดอกและติดผลหรือเมล็ดลดลงอีกด้วย

2.6.9 สูญเสียความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน

เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพเมื่องอกเป็นต้นกล้าแล้ว แต่ไม่สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติ เช่น การขาดน้ำ (water stress) และความแปรปรวนของอุณหภูมิ เป็นต้น

2.6.10 ความสม่ำเสมอของต้นกล้าในไร่นาลดลง

เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพนอกจากจะงอกช้ากว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เสื่อมคุณภาพแล้ว ยังส่งผลทำให้ต้นกล้ามีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติลดลง นั่นคือสาเหตุที่ทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่ไม่สม่ำเสมอ เช่น การออกดอกไม่พร้อมกันและการสุกแก่ของผลไม่พร้อมกัน เป็นต้น

2.6.11 เมล็ดพันธุ์เปลี่ยนสี

เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพมาก สีของเมล็ดจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมล็ดที่มีสีสดใสมือเสื่อมคุณภาพสีจะมัวหมองลง ส่วนใหญ่เมล็ดพันธุ์ที่เก่าจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล โดยทั่วไปหากเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้แสดงว่าเมล็ดพันธุ์นั้นมีการเสื่อมคุณภาพค่อนข้างสูง

2.6.12 ผลผลิตลดลง

เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพแม้จะสามารถงอกได้ตามปกติจนถึงระยะออกดอกและติดเมล็ดแล้วก็ตาม พบว่าผลผลิตที่ได้จะต่ำกว่าผลผลิตที่ได้จากเมล็ดพันธุ์ที่ยังไม่เสื่อมคุณภาพ นอกจากนี้ยังส่งผลทำให้คุณภาพของผลผลิตลดลงอีกด้วย

2.6.13 ความงอกในไร่ลดลง

เมล็ดพันธุ์เสื่อมสภาพมากจะแสดงออกถึงความสามารถในการงอกในไร่ลดลง

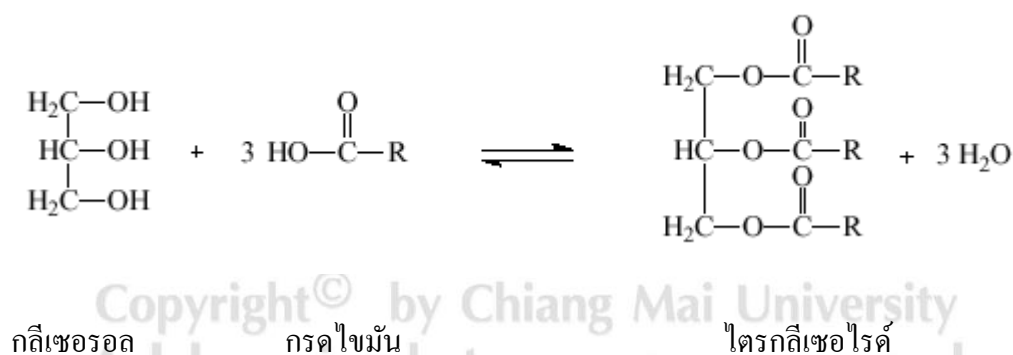
2.6.14 ต้นกล้าผิดปกติเพิ่มมากขึ้น

ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพจะมีความผิดปกติมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี เนื่องจากเนื้อเยื่อบางส่วนในเมล็ดเกิดการเสื่อมสภาพหรือตายไป จึงทำให้มีความผิดปกติทางสัณฐานวิทยา (morphology) เช่น การเจริญของรากชะงัก (stunt root) การที่ส่วนยอด (hypocotyl) ไม่ยืดตัวจึงไม่สามารถโผล่พ้นผิวดินได้ (จวงจันทร, 2529)

2.7 การเปลี่ยนแปลงของไขมันในเมล็ดพันธุ์

ไขมันที่พบในพืชจะอยู่ในส่วนของเมล็ดที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบและถูกสะสมในรูปของไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) และกรดไขมัน นอกจากนี้ยังพบไขมันในรูปอื่นๆ เช่น ฟอสโฟลิพิด (phospholipid) แอลกอฮอล์ (alcohol) และแว็กซ์ (wax) (จวงจันทร, 2529) โดยมีตัวอย่างของเมล็ดพันธุ์ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบดังต่อไปนี้ ถั่วเหลือง งา และงาขี้ม่อน ซึ่งพบน้ำมันในเมล็ดงาขี้ม่อนประมาณ 51 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น

ไขมัน (fats) คือ เอสเทอร์ (ester) ของกรดไขมัน 3 โมเลกุลกับกลีเซอรอล 1 โมเลกุล เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ โดยไขมันจะมีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ส่วนน้ำมัน (oils) จะมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง โดยส่วนใหญ่ไขมันที่พบ คือ ไตรกลีเซอไรด์ โดยแต่ละโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์จะประกอบด้วยกลีเซอรอล (glycerol) และ กรดไขมัน (fatty acid) และมีโครงสร้างของไขมันดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของไขมันและน้ำมัน

ที่มา นิธิยา (2548)

2.7.1 กรดไขมัน (Fatty acid)

กรดไขมันเป็นกรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีองค์ประกอบหลักคือ ไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) ที่เชื่อมต่อกันเป็นสายยาวโดยมีหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group) 1 หมู่เป็นหมู่ฟังก์ชัน และมีสูตร

โมเลกุลเป็น R-COOH โดย R- คือ หมู่แอลคิล (alkyl) ที่อยู่ในโมเลกุลของกรดไขมันและหมู่คาร์บอกซิล หมู่ R- มีสมบัติเป็นไฮโดรโฟบิก (hydrophobic alkyl chain) โดยชอบละลายในน้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดที่ไม่มีโพลาไร นอกจากนี้หมู่คาร์บอกซิลยังมีความเป็นไฮโดรฟิลิก (hydrophilic) ทำให้กรดไขมันสามารถแตกตัวออกเป็นประจุลบ จากคุณสมบัติทั้งสองที่กล่าวมาทำให้กรดไขมันมีทั้งส่วนที่ละลายในน้ำและน้ำมัน กรดไขมันแยกออกเป็นกลุ่มย่อย ดังนี้

1) กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด โดยมีสูตรเคมีคือ $C_nH_{2n}O_2$ เนื่องจากมีพันธะเดี่ยวทั้งหมดทำให้ไม่สามารถรับไฮโดรเจนอะตอมได้อีก

2) กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีการเรียงตัวแบบ cis-configuration และมีพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลอยู่ในบางตำแหน่ง จึงทำให้มีการเติมไฮโดรเจนอะตอมเข้าไปในกรดไขมันได้อีก แยกออกเป็น

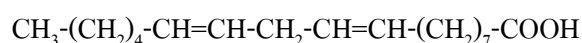
2.1) กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ในโมเลกุลเพียง 1 อัน (monounsaturated หรือ monoethenoid acids)

เช่น กรดโอเลอิก (oleic) กรดปาล์มิโตเลอิก (palmitic) โดยมีสูตรเคมี คือ $C_nH_{2n-2}COOH$ จะพบกรดไขมันชนิดดังกล่าวในน้ำมันและไขมันทั่วไป

2.2) กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 อัน (polyunsaturated หรือ polyethenoid acids)

ส่วนใหญ่จะมีจำนวนคาร์บอนอะตอมในโมเลกุล 18 – 22 อะตอม และมีพันธะคู่ 2 – 6 อัน เช่น

2.2.1) กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 2 อัน มีสูตรทางเคมี คือ $C_nH_{2n-3}COOH$ เช่น กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) มีพันธะคู่อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 9 และ 12 และมีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุล 18 อะตอม โดยมีสูตรดังนี้



9, 12-octadecadienoic acid (18:2)

กรดลิโนเลอิกพบมากในน้ำมันพืช ดังต่อไปนี้ น้ำมันงา น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันเมล็ดทานตะวัน

2.2.2) กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 3 อัน มีสูตรทางเคมี คือ

$C_nH_{2n-5}COOH$ เช่น กรดลิโนเลนิก (linolenic acid) มีพันธะคู่อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 9, 12 และ 15 และมีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุล 18 อะตอม โดยมีสูตรดังนี้



9, 12, 15-octadecatrienoic acid (18:3)

กรดลิโนเลนิกพบมากที่สุดในน้ำมันถั่วเหลือง และพบเล็กน้อยในน้ำมันลินซีด (lin seed) น้ำมันตับปลาและน้ำมันจากปลาทะเลต่าง ๆ

2.2.3) กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 4 ตำแหน่ง มีสูตรเคมี คือ

$C_nH_{2n-7}COOH$ เช่น กรดอะราคิโดนิค (Arachidonic acid) มีพันธะคู่อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 5, 8, 11 และ 14 โดยมีสูตรดังนี้



5, 8, 11, 14-eicosatetraenoic acid (20:4)

กรดไขมันดังกล่าวพบมากในน้ำมันตับปลาและปลาทะเลชนิดต่าง ๆ แต่พบน้อยในน้ำมันถั่วลิสง (นิธิยา, 2548)

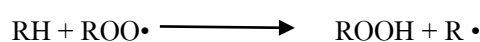
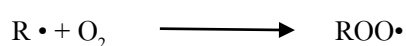
2.7.2 การเสื่อมสภาพของไขมัน

ปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ระหว่างออกซิเจนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของลิพิด (lipid) หรืออาหารที่มีลิพิด จึงทำให้อาหารนั้นเสื่อมคุณภาพ (deterioration) และเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันไปอย่างต่อเนื่อง เมื่อลิพิดสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ จะทำให้อัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชันเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระอย่างต่อเนื่อง (free-radical chain reaction) โดยที่เป็นกลไกที่เกิดขึ้น สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่

(1) Initiation หรือ ขั้นเริ่มต้น เป็นขั้นตอนของการเกิดอนุมูลอิสระ (free radical) โดยมีการเกิดปฏิกิริยาของออกซิเจนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่มีพันธะคู่ไม่แข็งแรง ทำให้เกิดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (hydroperoxide) โดยคาร์บอนที่ตำแหน่งพันธะคู่ จะสูญเสียไฮโดรเจนอะตอมไป ทำให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระ หรือไฮโดรคาร์บอน ($R\cdot$) ที่เป็นอะตอมอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น และเป็น unpaired electron ซึ่งไวต่อปฏิกิริยา จากนั้นออกซิเจนจะเข้าไปทำปฏิกิริยาที่พันธะคู่เกิดเป็น diradical ดังนี้

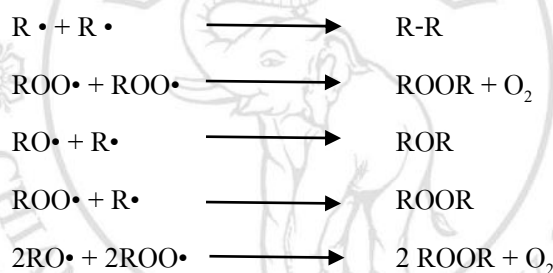


(2) Propagation หรือ ขั้นเพิ่มจำนวน เป็นปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระอย่างต่อเนื่อง ดังสมการ



โดยในขั้นตอนนี้จะเป็นปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระกับออกซิเจนที่ตำแหน่งพันธะคู่ จะได้อนุมูลเพอร์ออกไซด์ (peroxy radical; ROO•) ไฮโดรเพอร์ออกไซด์ (hydroperoxide; ROOH) และอนุมูลไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon radical, R•) เป็นอนุมูลที่เกิดขึ้นใหม่ และจะเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ไฮโดรเพอร์ออกไซด์ก็แตกตัวให้อนุมูลอิสระได้อีกด้วย ดังสมการ จะทำให้จำนวนของอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นในน้ำมัน และจะดูดซึมเอาออกซิเจนจากอากาศจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องไปเรื่อยๆ โดยที่เพอร์ออกไซด์หรือไฮโดรเพอร์ออกไซด์ ที่เกิดขึ้นจะเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นต้นที่ไม่มีกลิ่นหรือรสชาติ แต่จะมีการแตกตัวต่อไปได้พวกแอลดีไฮด์ คีโตน กรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์ต่าง ๆ เมื่อผสมกันจะทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติไม่พึงประสงค์แก่อาหาร

(3) Termination หรือ ขั้นยุติ เป็นปฏิกิริยาสุดท้ายที่ทำให้เกิดสารที่ไม่เป็นอนุมูล (non-radical-products) เมื่อมีการเกิดอนุมูลอิสระจำนวนมากและมาทำปฏิกิริยากันเองจะทำให้เกิดสารประกอบใหม่ที่ไม่เป็นอนุมูลอิสระและยังมีความคงตัว โดยทำให้ปฏิกิริยาที่ต่อเนื่องสามารถหยุดลงได้ (นิธิยา, 2548)



ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงของไขมันนั้นจะเกิดขึ้นในขั้นตอนที่เมล็ดพันธุ์เริ่มมีการเสื่อมคุณภาพ โดยมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุปราณี (2554) เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์สับดำในภาชนะที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่าการเก็บเมล็ดพันธุ์เป็นเวลานานขึ้นทำให้มีการเปลี่ยนแปลงจากกรดไขมันเป็นกรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น และองค์ประกอบต่าง ๆ ของไขมันลดลง คือ ปริมาณน้ำมันในเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงผ้าที่อุณหภูมิห้องจะมีปริมาณน้ำมันลดลงจาก 52.9 เป็น 52.0 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นจาก 1.6 เป็น 5.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนองค์ประกอบของไขมัน คือ palmitic stearic oleic และ linoleic acid ลดลงจาก 14.27, 6.23, 44.57 และ 33.62 เป็น 0, 2.66, 0 และ 1.66 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นไขมันในเมล็ดงาเขียวที่มีปริมาณ 51 เปอร์เซ็นต์ จึงมีความเป็นไปได้ที่มีความเสี่ยงต่อการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ดังกล่าว โดยการทดลองของ Suchada *et al.* (2015) ได้ทำการทดลองโดยให้คลื่นวิทยุ (radio frequency) แก่เมล็ดพันธุ์งาเขียวที่อุณหภูมิ 50, 60, 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1, 3, 5, 7 และ 10 นาที พบว่า ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดนั้นมียุทธศาสตร์สำคัญที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์งาเขียว โดยพบว่ามียุทธศาสตร์ไขมันและปริมาณกรด

ไขมันอิสระ ทั้งนี้พบว่าปริมาณไขมันรวมขึ้นอยู่กับความชื้นในเมล็ด เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นเมล็ดต่ำพบว่าปริมาณไขมันรวมสูง และเมื่อเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นเมล็ดสูงพบว่าปริมาณไขมันรวมลดลง ยิ่งไปกว่านั้นพบว่า เมื่อเมล็ดพันธุ์งั้มีอนที่มีความชื้นสูงส่งผลทำให้ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดไลโนเลนิก กรดแอลฟาไลโนเลนิกและกรดโอเลอิกลดลงอย่างมาก ในทางตรงกันข้ามนั้นพบว่า ปริมาณของกรดไขมันอิ่มตัว เช่น กรดปาล์มมาติก และกรดสเตอริก (stearic acid) มีค่าเพิ่มขึ้นใน ตัวอย่างทดลองชุดเดียวกัน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved