บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

มะละกอ (*Carica papaya*) อยู่ในวงศ์ Caricaceae มีชื่ออื่นๆ เช่น มะก้วยเต้ด บักหุ่ง ลอกอ และมีชื่อสามัญที่ใช้เรียกกันทั่วไปว่า Papaya ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะละกอ

กลุ่มรักเกษตร (2542) ได้อธิบายถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะละกอไว้ ดังนี้

มะละกอจัดว่าเป็นพืชที่มีอายุสั้นแต่ถ้าปลูกในสภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตจะสามารถมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 15 ปี เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีความสูง 5-10 เมตร มักไม่เกิดแขนงบนลำต้น แต่ในบางครั้งอาจพบมีแขนงออกได้ในกรณีที่เกิดรอยแผลบนต้นมะละกอหรือจุดเจริญที่ยอดเสียหายและปรากฏท่อน้ำยางในส่วนของลำต้น

1.1 ลักษณะราก มีระบบการแก้วเหมือนพืชใบเลี้ยงคู่อื่นๆ โดยจะงอกออกจากเมล็ดเป็นรากเดี่ยว ต่อจากนั้นเมื่อมะละกอมีอายุ 1 เดือน จะมีการแตกรากใหม่ เป็นรากแขนง

1.2 ลักษณะลำต้น มะละกอเป็นไม้อวบน้ำ ไม่มีแกนกลาง ต้นจะเปราะและหักง่ายเมื่อถูกลมพัดเพราะมีเนื้อเยื่อที่อ่อนนุ่ม เมื่อมีอายุมากขึ้นเนื้อเยื่อจะเหนียวและแข็ง มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 – 30 เซนติเมตร และมีความสูงประมาณ 5 – 10 เมตร

1.3 ลักษณะใบ มีลักษณะเป็นใบเดี่ยวเกิดตรงส่วนปลายยอดของลำต้น มีการเรียงตัวแบบเกลียว กว้างประมาณ 25 – 75 เซนติเมตร แผ่นใบเป็นรูปคล้ายหัวใจมี 7 – 11 แฉก ก้านใบเป็นท่อกลวงยาวประมาณ 1 เมตร

1.4 ลักษณะดอก ดอกมะละกอแบ่งได้ 3 ชนิด คือ ดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ มะละกอต้นหนึ่งอาจมีดอกชนิดเดียวกันหรือ 2 ชนิด แต่น้อยมากที่จะมี 3 ชนิด ระยะเวลาที่ต้นเดียวกันจะมีดอกมากกว่าหนึ่งชนิดมักสั้น นอกจากยีนที่ควบคุมเพศแล้ว สภาพแวดล้อมก็มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของชนิดดอกอยู่มาก เนื่องจากต้นตัวผู้ไม่ให้ผลอันเป็นประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ ชาวสวนจึงตัดต้นมะละกอตัวผู้ทิ้ง แต่ต้นตัวผู้จะมีประโยชน์ในการช่วยผสมเกสรโดยเฉพาะสวนที่มีแต่ต้นตัวเมียจะปลูกต้นตัวผู้ไว้ 1 ต้น ต่อต้นตัวเมีย 25 ต้นในแถวปลูกจะช่วยให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การติดผลของมะละกอดีขึ้น ในสวนจะคงเหลือไว้แต่ต้นตัวเมียและต้นสมบูรณ์เพศ เพราะจะให้ผลผลิตจำนวนมากโดยเฉพาะต้นสมบูรณ์เพศจะให้ผลที่มีลักษณะดี ขนาดใหญ่ ต้นสมบูรณ์เพศจะมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน สามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

1.4.1 แบบเพนเทนเดรีย (Pentendrial) เป็นดอกที่มีลักษณะคล้ายดอกตัวเมีย เพียงแต่มีเกสรตัวผู้ขนาดใหญ่ ผลที่เกิดจากดอกชนิดนี้จะมีลักษณะป้อม มีร่องลึกและรอยแผลเป็นจากกลีบดอกเห็นได้ชัดเจน

1.4.2 แบบอีลองกาตา (Elongata) เป็นดอกที่พบมากที่สุดในฤดูเกิดดอก เกสรตัวผู้มีก้านสั้นและมีจำนวน 10 อัน เกิดอยู่บนขอบของหลอดกลีบดอก รังไข่มีรูปร่างยาว ผลที่เกิดจากดอกนี้จะมีลักษณะยาว ช่องว่างภายในแคบ รอยแยกของพูรังไข่ภายในผลมีขนาดลึก

1.4.3 แบบอินเตอร์มีเดียต (Intermediat) เป็นดอกที่มีรูปร่างผิดปกติ เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่รวมตัวกันอย่างไม่เป็นระเบียบ รังไข่มีรูปร่างไม่ได้สัดส่วน ผลที่เกิดจากดอกชนิดนี้ มีลักษณะผิดปกติ ไม่มีประโยชน์ทางเศรษฐกิจ

1.5 ลักษณะผล ผลเป็นแบบผลเดี่ยว ยาวประมาณ 7–40 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 1–2 กิโลกรัม ผลที่เกิดจากต้นตัวเมียจะมีลักษณะรูปร่างรูปไข่ยาวและเกือบกลม ผลที่เกิดจากต้นสมบูรณ์เพศจะเป็นทรงกระบอกและมีร่องผลโดยทั่วไปมีเปลือกเรียบสีเขียว ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อผลสุก เนื้อสีส้มแดง มีรสหวานแล้วแต่ชนิดพันธุ์ ตรงกลางผลมีช่องว่างที่มี 5 ร่อง

1.6 ลักษณะทั่วไปของเมล็ดมะละกอ มีเมล็ดจำนวนมากเกาะติดอยู่ที่ผนังด้านในของผล ลักษณะเมล็ด แหลมหัวแหลมท้าย เมล็ดมะละกอแต่ละพันธุ์มีโครงสร้างและขนาดแตกต่างกันมาก กล่าวคือเมล็ดมีรูปร่างตั้งแต่กลมป้อมจนถึงยาวรีคล้ายรูปไข่ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 3.5 – 5.2 มิลลิเมตร และยาว 5.5 – 8.5 มิลลิเมตร มีความหนาของเปลือกแตกต่างกัน สำหรับพันธุ์แขกดำมีขนาดความกว้าง 4.5 – 5.0 มิลลิเมตร ความยาว 6.1 – 7.0 มิลลิเมตร จัดอยู่ในกลุ่มยาวรีคล้ายรูปไข่ (Purseglove, 1974) เมล็ดมีสีอ่อนขาวขุ่น มีเยื่อหุ้มเมล็ด (exotesta sarcotesta หรือ aril) ลักษณะเป็นถุงหุ้ม เมื่อเมล็ดแก่จัดเยื่อหุ้มนี้จะมีลักษณะเป็นเมือกคล้ายวุ้น (gelatinous sarcotesta) ทำให้เมล็ดมีความชื้นสูงถึง 71.98 เปอร์เซ็นต์ (Chan *et al.*, 1978) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดมะละกอ พบว่ามีสาร Benzyl isothiocyanate (BITC) อยู่ที่เมือกเยื่อหุ้มเมล็ด เนื้อของผล น้ำยางและเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชหลายชนิด (เรวัตต์, 2532) โดยจะพบ BITC อยู่ในเมล็ดใหม่ 2,910 ppm ของน้ำหนักแห้ง (Tang, 1971) และพบว่าอยู่ในส่วนของเนื้อใน หรือเอนโดสเปิร์มและเอมบริโอ 1,960 ppm ของน้ำหนักสด (Tang, 1978) ส่วนในเมล็ดที่แก่เต็มที่และผึ่งให้แห้งของพันธุ์แขกดำ มีสาร BITC อยู่ 6,800 ppm โดยน้ำหนัก ซึ่งสูงกว่าในพันธุ์โกโก้ แขกนวล และสายน้ำผึ้ง (เรวัตต์, 2532) เมื่อนำเมล็ดมะละกอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไปตากแห้ง เยื่อหุ้มเมล็ดจะเหี่ยวและเกาะติดเมล็ด แต่ถ้าล้างเอาเยื่อหุ้มเมล็ดออกจะสังเกตได้ว่าผิวของเมล็ดหรือเปลือก (mesotesta) จะมีสีน้ำตาลเข้มหรือดำ ลักษณะขรุขระเป็นสันและร่อง เมื่อผ่าเมล็ดออกตามยาวจะพบว่าส่วนของเอมบริโอวางอยู่ตรงกลางเมล็ด ใบเลี้ยง (cotyledon) มีลักษณะสีขาวขุ่นเป็นแผ่นแผ่กว้างโดยจะมีเอนโดสเปอร์มสีขาวคล้ายวุ้นเป็นเมือกมันเยิ้มล้อมรอบใบเลี้ยงก่อนถึงเปลือกหุ้มเมล็ด (Chan *et al.*, 1978) ด้วยลักษณะที่เมล็ดมะละกอมีลักษณะเปียกชื้นอยู่เสมอแม้จะมีการสุกแก่ทางสรีรวิทยาขณะอยู่บนต้นแม่แล้วก็ตาม และในสภาพการเก็บรักษาสามารถลดความชื้นในเมล็ดลงได้ระดับหนึ่ง ดังนั้นจึงเรียกได้ว่า เมล็ดมะละกอ แสดงลักษณะเป็น orthodox seed แม้จะเป็น fresh seed ในระยะแรกก็ตาม เพราะสามารถทำการลดความชื้นในเมล็ดลงได้ และสามารถเก็บรักษาได้เป็นอย่างดีภายใต้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เป็นเวลาประมาณ 3-6 ปี (Purseglove, 1974) ความงอกของเมล็ดมะละกอที่มาจากตำแหน่งต่างๆ ของผล พบว่ามะละกอมักให้เมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ (absence of embryo) ถึง 20เปอร์เซ็นต์ แม้ผลจะแก่จัดก็ตาม เมล็ดจากผลที่มีอายุมากกว่าจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าเมล็ดจากผลที่มีอายุน้อยกว่า (ชุติมา, 2526) เมล็ดบริเวณขั้วผลจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด ให้ต้นกล้าที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาได้แก่บริเวณกลางผล และเมล็ดที่มาจากบริเวณปลายผลจะให้เปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำที่สุด เนื่องจากเมล็ดในส่วนขั้วผลเป็นส่วนที่พัฒนาก่อนมีการสุกแก่ก่อนและได้รับแร่ธาตุอาหารจากกาสังเคราะห์แสงที่ใบส่งไปยังผล โดยการผ่านขั้วผลเข้าไปก่อน เมล็ดในส่วนขั้วผลจึงมีโอกาสได้รับอาหารและมีการสะสมไว้ก่อน การพัฒนาจนถึงภาวะสุกแก่ จึงเร็วกว่าเมล็ดจากส่วนอื่นๆ จึงมีความสมบูรณ์แข็งแรง พร้อมที่จะงอกได้ดี (Thomson, 1979) ดังนั้นการเก็บเกี่ยวมะละกอเพื่อทำเมล็ดพันธุ์นั้นผลจะต้องแก่จัดเต็มที่ แล้วนำมาบ่มให้สุกก่อนจึงจะผ่าผลเพื่อเอาเมล็ดพันธุ์ (Nagao and Furatani, 1986) แต่ถ้าผลสุกงอมเกินไปขณะอยู่บนต้นแม่ จะพบว่าเมล็ดอาจงอกจากภายในผลได้ (Cobley, 1976) อย่างไรก็ตามแม้จะคัดเลือกเมล็ดที่ได้จากผลสุก นำมาเพาะทันทีจะพบว่าได้เปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ (Perez *et al.*, 1980) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากเมล็ดมะละกอมีสารยับยั้งความงอกอยู่

1.7 พันธุ์ของมะละกอ

1.7.1 พันธุ์พื้นเมือง เป็นมะละกอที่ปลูกกันมานาน ไม่มีการคัดเลือกสายพันธุ์ให้ดีขึ้น ปล่อยให้มีการผสมกันเองตามธรรมชาติทุกอย่าง จึงมีลักษณะไม่ค่อยแน่นอน

1.7.2 พันธุ์แขกดำ เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมปลูกเป็นการค้ากันอย่างแพร่หลาย เป็นที่ต้องการของตลาดในปัจจุบัน ลักษณะต้นเตี้ย มีก้านสีเขียว สั้นแข็ง ใบหนา ผลขนาดพอเหมาะหัวและท้ายเกือบเท่ากัน เปลือกหนา ผลอ่อนใช้บริโภคดิบ ผลสุกมีรสหวาน เมล็ดน้อย ช่องว่างภายในผลแคบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.7.3 พันธุ์สายน้ำผึ้ง ลักษณะต้นเตี้ย ลักษณะผลทรงป้าน เนื้อเละรสชาดหวานจัด ไม่นิยมส่งออก เพราะยากแก่การขนส่งและเก็บรักษา

1.7.4 พันธุ์โกโก้ เป็นอีกพันธุ์หนึ่งที่นิยมปลูกและเป็นที่ต้องการของตลาด ผลสุกเนื้อแดงแข็ง

1.7.5 พันธุ์จำปาดะ ผลสุกเป็นสีเหลือง เนื้อบอบบาง ไม่ค่อยแน่น ไม่นิยมปลูกมากนัก

1.7.6 พันธุ์โซโล เป็นพันธุ์ที่มาจากต่างประเทศ เป็นพันธุ์มะละกอการค้าของฮาวาย ผลเล็กสีเหลือง เนื้อละเอียด

1.7.7 พันธุ์ปากช่อง1 เป็นพันธุ์ใหม่ล่าสุดที่สถานีวิจัยปากช่อง ได้ผสมพันธุ์ขึ้นจากพันธุ์ซันไรส์ โซโล ของประเทศไต้หวันนำมาผสมตัวเอง เป็นพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรคใบด่าง ซึ่งเป็นโรคที่สำคัญที่สุดของมะละกอ

2. การงอกของเมล็ดพันธุ์

การที่เมล็ดจะสามารถงอกได้ดีนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้ (Adriance and Brison, 1963)

2.1 ปัจจัยการงอก

2.1.1 เอมบริโอ ในส่วนประกอบของเมล็ดต้องมี เอมบริโอสมบูรณ์และเอมบริโอที่พร้อมจะงอกได้นั้นต้องมีขนาดใหญ่ สุกแก่เต็มที่ เมล็ดที่มีขนาดใหญ่จะสามารถงอกได้ดีกว่าเมล็ดที่มีขนาดเล็ก และ เมล็ดที่แก่จะงอกได้ดีกว่าเมล็ดที่ยังไม่สุกแก่

2 .1.2 เมล็ดต้องไม่อยู่ในระยะพักตัว การพักตัวของเมล็ดจะขัดขวางการงอกของเมล็ด ทำให้ไม่สามารถงอกได้ต้องตรวจสอบสาเหตุการพักตัวแล้วทำการแก้ไขการพักตัวเสียก่อน ในกรณีที่ พบว่ามีการพักตัวเนื่องจากมีสารยับยั้งการเจริญเติบโต จะมีวิธีแก้การพักตัวดังนี้

- การใช้วิธี Stratification โดยใช้อุณหภูมิต่ำ
- ใช้น้ำล้าง
- ใช้สารเร่งการงอกของเมล็ด เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน เอทธิลีน

2.1.3 เมล็ดต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการงอก โดยมีปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการงอก ดังนี้ คือ (จวงจันทร์, 2537)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(1) น้ำหรือความชื้น น้ำเป็นปัจจัยแรกที่เมล็ดต้องใช้ในการงอกเพื่อละลายโปรโตพลาสซึม น้ำทำให้อาหารที่เก็บสะสมไว้ในเมล็ดรูปโมเลกุลใหญ่ แตกออกเป็นโมเลกุลย่อยๆ

(2) ออกซิเจน การงอกของเมล็ดเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ที่มีชีวิตและต้องใช้พลังงาน จึงต้องใช้ออกซิเจนสำหรับการหายใจเพื่อย่อยสลายอาหารให้ได้มา ซึ่งพลังงานสำหรับการงอกทั่วไปเมล็ดพืชงอกได้ในบรรยากาศที่มี ออกซิเจน 20 เปอร์เซ็นต์

(3) อุณหภูมิ อุณหภูมิต้องพอเหมาะไม่สูงหรือต่ำจนเกินไป

(4) แสง เมล็ดพืชส่วนใหญ่ไม่ต้องการแสงในการงอกแต่ก็มีบางชนิดที่ต้องการแสงในการงอก

2.2 กระบวนการงอกของเมล็ดมะละกอ

ในการงอกของมะละกอ จะพบว่าในช่วงแรกๆ ของการดูดน้ำ เยื่อหุ้มเมล็ดจะเริ่มขยายและเหี่ยวย่น เอมบริโอเริ่มพอง Radicle จะแทงทะลุผ่านเปลือกออกมาภายนอก หลังจากที่เมล็ดได้รับความชื้นอย่างเพียงพอ โดยแทงทะลุผ่านมาทางไมโครไพล์ ต่อมาส่วนของ Hypocotyl จะเจริญเติบโตยืดตัวและค่อยๆ โค้งงอดันผิวดินให้แยกออกจากกันแล้วดึงใบเลี้ยงขึ้นมาจากผิวดิน เมื่อใบเลี้ยงโผล่ขึ้นมาเหนือผิวดินแล้วก็จะคลี่กางออกอย่างรวดเร็วทำหน้าที่สังเคราะห์แสงสร้างอาหารให้กับต้นกล้าระยะหนึ่ง จนระยะนี้ Epicotyl ที่ถูกปกป้องด้วยใบเลี้ยงจะเริ่มโผล่ออกมาและเจริญเป็นใบจริงใบแรกต่อไป เมื่อต้นกล้าเจริญเติบโตเต็มที่สร้างใบจริงสังเคราะห์แสงได้แล้ว ใบเลี้ยงจะค่อยๆ เหี่ยวและหลุดร่วงไป การงอกของมะละกอจึงถือว่าเป็นการงอกแบบ Epigeal germination (บุรุษ และ วิวัฒน์, 2518)

3. การพักตัวของเมล็ดพันธุ์

การพักตัวของเมล็ด หมายถึง สภาพที่เมล็ดมีชีวิตแต่ไม่สามารถงอกได้แม้จะได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการงอกในสภาพปกติทั่วไป ได้แก่ น้ำหรือความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน และแสง (Mayer and Poljakoff-Mayer, 1982)

3.1 สาเหตุการพักตัวของเมล็ดพันธุ์อันเนื่องมาจากมีสารยับยั้งการเจริญเติบโต

สาเหตุของการพักตัวอันเนื่องมาจากมีสารยับยั้งการเจริญเติบโต เป็นการพักตัวของเมล็ดเนื่องจากมีสารเคมีบางอย่าง ไปยับยั้งหรือป้องกัน ไม่ให้เมล็ดงอก (จวงจันทร์, 2537) สารยับยั้งการงอกของเมล็ด (germination inhibitor) นี้ มักพบในเมล็ดที่เปลือกหรือเอมบริโอที่มีการพักตัว เช่น มะเขือเทศ คอกเคิลเบอร์ (Xanthium spp.) ซึ่งมีการพักตัวเนื่องจากมีสารยับยั้งการเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บางอย่าง เมื่อนำไปล้างน้ำจะทำให้การพักตัวหมดไป เนื่องจากน้ำได้ละลายและชะล้างสารยับยั้งการเจริญเติบโตให้หมดไป (พีรเดช, 2529)

3.2 การพักตัวของเมล็ดพันธุ์มะละกอ

สำหรับเมล็ดมะละกอนั้นพบว่า มีสารยับยั้งความงอกของเมล็ด เป็นสารที่มีธาตุกำมะถันเป็นองค์ประกอบ พบมากในเมล็ดมะละกอ เนื้อของผล น้ำยาง เนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บ (Tang, 1971) พบในพืชใบเลี้ยงคู่บางชนิด เช่น พืชในวงศ์ Caricaceae และ Maringaceae (Ettlinger and Hodglins, 1956) ซึ่งเมื่อนำเมล็ดมะละกอมาวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดมะละกอ พบว่า มีสาร Benzyl isothiocyanate (BITC) มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลือง มีน้ำหนักโมเลกุล 149.22 มีจุดเดือด 243 องศาเซลเซียส ไม่ละลายน้ำ ละลายได้ดีใน ethyl alcohol (Pollock and Stevens, 1965) ซึ่งถูกสร้างมาจาก Glucosinolate โดยมีเอนไซม์ Thioglucosidase เป็นตัวช่วย ในเมล็ดแก่ของมะละกอ เอนไซม์ Thioglucosidase พบในส่วนของ Sarcotesta มากที่สุด แต่ไม่พบในส่วนของ Endosperm (Ettinger, 1986) ซึ่งตรงข้ามกับสาร Benzyl glucosinolate ที่พบใน Endosperm ส่วนใน Embryo พบทั้ง Benzyl glucosinolate และ Thioglucosidase (Chan, 1978) ในเนื้อที่ยังไม่แก่และในน้ำยาง มีสาร Benzyl glucosinolate อยู่ทั่วไป ในน้ำยางมะละกอไม่พบเอนไซม์ Thioglucosidase (Tang, 1973) ในเนื้อมะละกอขณะผลอ่อน จะมีสาร BITC มากกว่าในเนื้อของผลแก่ ส่วนในเมล็ดเมื่ออายุมากขึ้นจะมีสาร BITC สูงขึ้น (Koyama, 1951) โดยสารนี้สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชหลายชนิด (เรวัต, 2532) เมื่อทำการทดลองนำสารสกัดจากเมล็ดมะละกอพันธุ์แขกดำต่อการงอกของพืชอื่น พบว่า สารสกัดจากเมล็ดมะละกอ จะกระตุ้นการงอกของหญ้าขจรจบดอกเล็ก แต่จะยับยั้งการงอกของ ครอบจักรวาล ถั่วผีและก้นจ้ำได้ (เรวัต, 2531)

นอกจากนี้ยังพบว่า BITC ที่พบในยางมะละกอ สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา Hydrolysis ที่เกิดโดยปาเปนได้ และสาร BITC ยังสามารถยับยั้งการปล่อย Ethylene จากเนื้อมะละกอได้อีกด้วย (Tang, 1976)

3.3 การกระตุ้นการงอกในเมล็ดพันธุ์มะละกอ

เมล็ดมะละกอ นิยมขยายพันธุ์ด้วยการใช้เมล็ดเป็นส่วนใหญ่ เกษตรกรมักประสบปัญหาเกี่ยวกับการงอกของเมล็ดอยู่เสมอ การงอกของเมล็ดไปอย่างช้าๆ และไม่สม่ำเสมอ ในบางครั้งเมล็ดที่งอกแล้วให้ต้นกล้าที่ไม่สมบูรณ์ โดยปกติเมล็ดมะละกอจะสามารถงอกได้หลังจากหว่านหรือเพาะเมล็ดแล้ว 2-3 อาทิตย์ หรืออาจช้าไปกว่านี้อีก (เมืองทอง, 2523) เมล็ดมะละกอหลายสายพันธุ์จากผลสุก เมื่อนำมาเพาะทันทีจะมีความงอกไม่สม่ำเสมอ (นุชดา, 2526; Yahiro, 1979; Perez *et al*, 1980) เมล็ดมะละกอพันธุ์ Washington เมล็ดสดจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพียง 6 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (Koyama, 1951) ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดมะละกอมีสารยับยั้งความงอกอยู่ (Yahiro,1973) เมล็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
© copyright by Chiang Mai University
All rights reserved

มะละกอจะมีความงอกสูงขึ้น เมื่อล้างเยื่อหุ้มเมล็ดออกแล้วถ้านำเมล็ดไปผึ่งให้แห้งและเก็บรักษาไว้ 20 วัน ความงอกและดัชนีความงอกจะสูงขึ้น (Perez, 1980) อุณหภูมิที่ใช้กระตุ้นการงอกสำหรับเมล็ดมะละกอที่ล้างเอาเยื่อหุ้มเมล็ดออกและผึ่งให้แห้ง แล้วนำมาให้ความชื้นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปเพาะจะให้ความงอกและดัชนีความงอกสูงขึ้น การให้อุณหภูมิสูง 40-50 องศาเซลเซียส จะไม่มีผลในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดมะละกอ (Yahiro, 1979)และอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ดจะอยู่ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส (Furatani, 1987) การให้ฟองอากาศกับเมล็ดมะละกอในขณะที่แช่เมล็ดในเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดใหม่ ขณะที่ความงอกของเมล็ดเก่าเพิ่มขึ้น การให้ฟองอากาศมีผลทำให้ดัชนีการงอกของเมล็ดมะละกอเพิ่มขึ้นเมื่อนำเมล็ดมะละกอแช่ในสารละลายโปแทสเซียมไนเตรท ($KNO_3$1.5เปอร์เซ็นต์) ร่วมกับโปแทสเซียมซุปเปอร์ฟอสเฟต (KH_2PO_4 1.5 เปอร์เซ็นต์) จะทำให้เมล็ดเก่าพันธุ์ P.R. 6-65 มีความงอกลดลง แต่สามารถกระตุ้นการงอกได้ในเมล็ดใหม่ สำหรับพันธุ์ P.R. 8-65 นั้น สารทั้งสองไม่มีผลต่อการกระตุ้นการงอกของเมล็ดเก่า แต่ความงอกของเมล็ดใหม่กลับลดลง (Perez et al., 1980) นอกจากนี้ยังมีรายงานอีกว่า เมล็ดมะละกอที่ล้างเอาเยื่อหุ้มเมล็ดออกแล้วแช่ด้วย KNO_3 หรือ $CaNO_3$ ความเข้มข้น 1.0 โมลต่อลิตร เป็นเวลา 15 นาที ความงอกและดัชนีการงอกจะสูงกว่าการแช่น้ำเพียงอย่างเดียว (Nagao and Furutani, 1986)

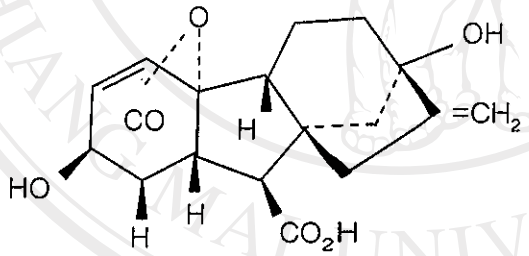
สำหรับการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตอื่นๆ เพื่อกระตุ้นการงอกของเมล็ดมะละกอนั้น มีรายงานว่า การใช้จิบเบอเรลลิก แอซิด (GA_3) ที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm สามารถเพิ่มความงอกและเร่งอัตราการงอกของเมล็ดที่ล้างเอาเยื่อหุ้มเมล็ดออกและผึ่งให้แห้งได้ แต่ถ้าผึ่งให้แห้งโดยไม่เอาเยื่อหุ้มเมล็ดออก จะต้องใช้ความเข้มข้น 500 – 1,000 ppm (Yahiro and Oryoji, 1980) ถ้าใช้ GA_3 ที่ความเข้มข้น 600 ppm จะทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีความงอกเพิ่มขึ้น แต่จะทำให้ต้นกล้าที่ได้จากการแช่เมล็ดด้วย GA_3 ยาวกว่าปกติ (Nagao and Furutani, 1986) การใช้ GA_3 ที่ความเข้มข้นที่ 50-250 ppm มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น แต่ที่ความเข้มข้นสูง 1,000 ppm จะทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกลดลง (บุรุษและวิวัฒน์, 2518) สำหรับไซโคไคนินนั้น มีรายงานว่า การใช้ไซโคไคนิน ความเข้มข้น 1 และ5 ppm มีแนวโน้มในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดสดที่ล้างเอาเยื่อหุ้มเมล็ดออก และความเข้มข้น 10 ppm สำหรับใช้ในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดแห้ง (Yahiro and Oryoji,1980) ส่วนเอทธิลีนนั้น พบว่า การใช้เอธีฟอน ความเข้มข้น 250 ppm แช่เมล็ดมะละกอสดพันธุ์แขกดำและแขกนวลที่ล้างเอาเยื่อหุ้มเมล็ดออกแล้ว เป็นเวลา 30 นาที มีแนวโน้มทำให้เมล็ดทั้งสองพันธุ์มีความงอกสูงขึ้น (นุชดา, 2526) หรือแช่เอธีฟอน 150 ppm นาน 15 นาที จะให้เปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีการงอกเพิ่มขึ้นเช่นกัน (ลินดา, 2526)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 จิบเบอเรลลิน

จิบเบอเรลลิน พบครั้งแรกในญี่ปุ่น ปี ค.ศ.1890 จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น Kurosawa ศึกษาต้นข้าวที่เจริญเป็นต้นสูงมาก มักจะไม่สามารถค้ำจุนตัวเองได้ เกิดการโค่นหักล้มตายไปเนื่องจากอ่อนแอ มีโรคและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย เรียกโรคนี้ว่า Bakanae disease สาเหตุเนื่องจากเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* เป็นระยะที่ไม่สมบูรณ์เพศของเชื้อ *Fusarium moniliforme* (นพดล, 2537) ต่อมาในปี ค.ศ.1935 นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นประสบผลสำเร็จในการสกัดสารดังกล่าวจากเชื้อรานี้ จึงเรียกชื่อสารนี้ว่า จิบเบอเรลลิน (สมบุญ, 2536) ในปี ค.ศ. 1954 นักเคมีชาวอังกฤษ สามารถแยกสารบริสุทธิ์จากอาหารเลี้ยงเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* และเรียกสารนี้ว่า กรดจิบเบอเรลลิก (ดนัย, 2537)

จิบเบอเรลลินที่พบมีมากมีมากมายถึง 80 ชนิด และตั้งชื่อเรียกเป็น GA_1 GA_2 GA_3 ต่างกันออกไปตามจำนวนและตำแหน่งของพันธะคู่ของหมู่ ไฮดรอกซิล แต่ในงานทดลองทางด้านผักและผลไม้ โดยทั่วไปมักจะใช้ GA_3 (บุรุษ, 2518) โครงสร้างจิบเบอเรลลินประกอบด้วยคาร์บอน 19 หรือ 20 อะตอม และมี carboxyl group อย่างน้อย 1 กลุ่มเป็นส่วนประกอบ มีโครงสร้างแบบ ent-gibberellane skeleton (นพดล, 2537)



สูตรโครงสร้างของกรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic acid)

3.4.1 แหล่งสังเคราะห์จิบเบอเรลลินในพืช

จิบเบอเรลลินมีการสังเคราะห์ในพืชชั้นสูงได้ บริเวณที่สำคัญที่พบได้คือ บริเวณยอดอ่อน บริเวณใบอ่อน ผลอ่อน ต้นอ่อน เมล็ดที่กำลังงอก รากพืชจะสามารถสร้าง GA ได้บ้าง แต่มีผลต่อการเจริญของรากน้อยมาก (ดนัย, 2537) นอกจากนี้ยังพบในใบแก่ ดอกและผลที่มีขนาดเล็กแต่พบในปริมาณน้อย (สมบุญ, 2536)

3.4.2 บทบาทของจิบเบอเรลลินที่มีต่อพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(1) กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชทางด้านความยาวและสูง เกิดการขยายตัวของเซลล์และการยืดยาวของลำต้น พืชจะตอบสนองต่อจิบเบอเรลลินโดยการยืดตัวของเซลล์และลำต้น (สมบุญ, 2536) แต่พืชบางชนิดก็อาจไม่สนองตอบต่อจิบเบอเรลลินที่เพิ่มให้จากภายนอก เนื่องจากภายในต้นพืชมีจิบเบอเรลลินเพียงพอแล้ว (ดนัย, 2539) GA_3 ความเข้มข้น 25 ppm ทำให้ข้าวสาลีพันธุ์สูง มีความยาวของ Coleoptile มากขึ้น การทดลองในพันธุ์พริก California Wonder 300 พบว่า เมื่อแช่เมล็ดใน GA_3 ความเข้มข้น 50 – 200 ppm นาน 24 ชั่วโมง จะทำให้ต้นกล้างอกสูงกว่าปกติ (Grezsik, 1996, อ้างโดย นพดล, 2537)

(2) การเร่งการออกดอก พืชล้มลุกมีวงจรชีวิตสั้นเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมเหมาะสมก็จะออกดอกได้ตามปกติ แต่ถ้าพืชไปอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น พืชวันยาวจะไม่ออกดอกในสภาพวันสั้น การให้จิบเบอเรลลินจะเป็นการกระตุ้นให้พืชนั้นออกดอกได้ แม้จะปลูกในสภาพพืชวันสั้นก็ตาม (พีรเดช, 2529) ในไม้ดอกบางชนิดซึ่งต้องการอุณหภูมิต่ำชักนำการออกดอก ในสภาพที่อากาศเย็นไม่เพียงพอ จิบเบอเรลลินจะมีส่วนช่วยกระตุ้นการออกดอกของพืชกลุ่มนี้ได้ (สมบุญ, 2536) แต่จิบเบอเรลลินมีผลยับยั้งการเกิดดอกของพืชในหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่เป็นไม้ยืนต้น และต้องการอากาศเย็นในการออกดอก เช่น ในมะม่วงพันธุ์ Keitt พบว่าการพ่น GA_3 ความเข้มข้น 25 50 20 ppm จะมีผลยับยั้งในการออกดอก (Tomer, 1984)

(3) การแสดงออกของเพศดอก พบว่า ในพืชตระกูลแตง จิบเบอเรลลินจะมีประสิทธิภาพในการชักนำให้เกิดการสร้างดอกตัวผู้เพิ่มมากขึ้น (สมบุญ, 2536) และ การใช้ GA_3 ความเข้มข้น 50-500 ppm จะมีผลทำให้ดอกตัวผู้ลดน้อยลง มีจำนวนดอกตัวเมียเพิ่มมากขึ้น (Oigung et al., 1985)

(4) การติดผล จิบเบอเรลลินช่วยให้พืชมีการติดผลเพิ่มมากขึ้น การทดลองในส้มเกลี้ยงพันธุ์ Nova และ Niva พบว่า เมื่อมีการฉีดพ่น GA_3 จะเพิ่มการติดผลได้ 2 หรือ 3 เท่า (Goren *et al.*, 1995 อ้างโดย, พีระเดช, 2529) ส่วนในส้ม mandarin ที่มีการให้สาร GA_3 ความเข้มข้น 10 ppm จะเพิ่มผลผลิตได้เป็น 2 เท่า (El –otmani *et al.*, 1995 อ้างโดย นพดล, 2537) จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการเกิดผลของมะเขือเทศโดยไม่ต้องมีการผสมเกสร และช่วยให้องุ่นติดผลที่ไม่มีเมล็ดซึ่งมีผลขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ ยังทำให้องุ่นหลายพันธุ์มีขนาดใหญ่ขึ้น ช่อผลขององุ่นยืดยาว และผลในช่อองุ่นโปร่งมากขึ้น (สมบุญ, 2536)

(5) การกระตุ้นการเคลื่อนย้ายของอาหารในเซลล์สะสมอาหาร จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการเคลื่อนที่ของอาหาร ในเซลล์สะสมอาหารหลังจากที่เมล็ดงอกแล้ว เพราะรากและยอดที่ยังอ่อนตัว เริ่มใช้อาหาร เช่น ไขมัน แป้ง โปรตีนจากเซลล์สะสมอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จิบเบอเรลลิน มีส่วนในการกระตุ้นให้มีการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ ให้เป็นโมเลกุลเล็ก เช่น กลูโคส และกรดอะมิโน (ดนัย, 2539) ในกล้วยไม้บางชนิด GA_3 จะกระตุ้นการทำงานของเนื้อเยื่อเจริญและส่งเสริมการเคลื่อนย้ายซูโครสจากแหล่งผลิตที่ใบไปยังส่วนของช่อดอกที่มีการสะสมอาหาร (Chen *et al.*, 1994)

(6) กระตุ้นการงอกของเมล็ดและตาที่มีการพักตัว ตาของพืชหลายชนิดที่เจริญเติบโตอยู่ในเขตอบอุ่นจะมีการพักตัวในฤดูหนาว และเมล็ดพืชหลายชนิดก็มีพฤติกรรมเช่นนี้ด้วย ซึ่งการพักตัวจะหมดไปเมื่อได้รับความเย็นเพียงพอ การพักตัวของเมล็ดและตาอันเนื่องมาจากต้องการอุณหภูมิต่ำ วันยาวและต้องการแสงสีแดงจะหมดไปเมื่อได้รับจิบเบอเรลลินอย่างเพียงพอ (ดนัย, 2539) เช่นเมล็ดของ *Cercis Canadensis* ที่แช่ใน GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm 24 ชั่วโมง อุณหภูมิห้อง จะกระตุ้นการงอกของเมล็ดได้ (Geneve, 1991) ในองุ่นพันธุ์ ไวท์มะละกาผลยาว เมื่อมีการให้สาร GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm ที่ตาหลังจากตัดแต่งกิ่ง 8 วันจะทำให้ตาขององุ่นแตกได้เร็วกว่าพวกที่ไม่ได้รับ สาร GA_3 (อัมพรรณ, 2524 อ้างโดย นพดล, 2537) และในการทดลองพ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 0.25 0.33 และ 0.5 ppm กับกิ่งองุ่นพันธุ์ไวท์มะละกาผลยาว ในขณะที่ต้นองุ่นมีการแตกตาแล้ว 50 – 55 เปอร์เซ็นต์ GA_3 ที่ความเข้มข้น 0.5 ppm จะทำให้มีการแตกตาสูงสุดเฉลี่ย 96.7 เปอร์เซ็นต์ หลังจากพ่นสารแล้ว 3 สัปดาห์ (กฤษณพันธ์, 2524 อ้างโดย พีระเดช, 2529)

4. ความชื้นของเมล็ดพันธุ์

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และการเก็บรักษา การตรวจสอบความชื้นทันทีหลังการเก็บเกี่ยว มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบถึงระดับความชื้นภายในเมล็ด เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงสภาพหรือการควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ อันจะมีผลต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ด คือ เมล็ดจะมีชีวิตได้ยาวนาน หากมีความชื้นต่ำอันเนื่องมาจากขบวนการทางชีวเคมีต่างๆ ภายในเมล็ด เช่น การหายใจจะเกิดขึ้นน้อย ทำให้ยืดระยะเวลาการมีชีวิตออกไป ถ้าความชื้นในเมล็ดสูง จะทำให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อราและเกิดความเสียหายจากแมลงเพิ่มขึ้น เมล็ดจะมีการแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศอยู่เสมอในขณะที่ไม่ได้อยู่ในภาชนะปิด การดูดและคายความชื้นจากบรรยากาศจะทำให้เมล็ดมีการเสื่อม ความชื้นของเมล็ดจึงมีความแตกต่างกันไปในแต่ละกอง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบความชื้นของเมล็ดในทันทีหลังจากการเก็บเกี่ยวเพื่อที่จะได้ทำการลดความชื้นให้ถูกต้องและเหมาะสมกับชนิดของเมล็ดพันธุ์ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในทางการค้า เมล็ดพันธุ์ แต่ละชนิดจะถูกกำหนดเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดของเมล็ดพันธุ์ (นงลักษณ์, 2528)

ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเมล็ดพันธุ์ มีดังต่อไปนี้ คือ (Copeland, 1976)

ที่ระดับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ในช่วง 45-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นความชื้นของเมล็ดขณะที่เจริญอยู่บนต้นแม่ ซึ่งเมล็ดยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ที่จะเก็บเกี่ยวได้

ที่ระดับความชื้นเมล็ดในช่วง 30-55 เปอร์เซ็นต์ เป็นช่วงที่เมล็ดมีการสุกแก่ทางสรีรวิทยา แต่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ เนื่องจากเมล็ดมีความชื้นสูงและเมล็ดมีอัตราการหายใจสูง เมื่อนำมาเก็บรวมกันจะเกิดความร้อนสูง หากไม่มีการระบายอากาศที่ดีพอ เมล็ดจะอ่อนนิ่มเกิดความเสียหายจากการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรได้ง่าย

ที่ระดับความชื้นของเมล็ดในช่วง 14-20 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดจะมีความทนทานต่อความเสียหายจากเครื่องจักรกลในการนวดและปรับปรุงสภาพโดยใช้เครื่องจักรต่างๆ แต่เมล็ดยังคงมีอัตราการหายใจสูง ซึ่งเมล็ดจะได้รับความเสียหายจากความร้อนที่เพิ่มขึ้นในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ยังมีเชื้อราและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย

ที่ระดับความชื้นเมล็ดในช่วง 10-13 เปอร์เซ็นต์ เป็นช่วงที่สามารถเก็บรักษาเมล็ดได้ดีในระยะ 6-12 เดือน แมลงรบกวนบ้างและอาจได้รับความเสียหายจากเครื่องจักรกลอยู่บ้าง

ที่ระดับความชื้นเมล็ดในช่วง 8-10 เปอร์เซ็นต์ เป็นช่วงที่สามารถเก็บรักษาเมล็ดได้ดีในระยะเวลา 1-2 ปี แมลงเข้าทำลายได้น้อย

ที่ระดับความชื้นเมล็ดในช่วง 4-8 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับความชื้นที่ปลอดภัยในการเก็บรักษาในภาชนะปิด

ที่ระดับความชื้นเมล็ดในช่วง 0-4 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดอาจเกิดการพักตัวเป็นเมล็ดแข็งได้ในพืชบางชนิด และเป็นความชื้นที่แห้งเกินไปในพืชบางชนิด ซึ่งอาจเกิดอันตรายอย่างยิ่งกับเมล็ดพันธุ์

เมล็ดจะเริ่มมีกระบวนการงอกเกิดขึ้นเมื่อดูดน้ำเข้าไปจนกระทั่งมีความชื้นประมาณ 33-60 เปอร์เซ็นต์แล้วแต่ชนิดเมล็ดพันธุ์

4.1 หลักการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์

การลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์เกี่ยวข้องกับบทบาทของความชื้น 2 บริเวณ คือ ความชื้นในเมล็ดกับความชื้นในบรรยากาศ การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์เป็นการนำเอาน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในเมล็ดให้ออกไปสู่อากาศและกลายเป็นความชื้นในอากาศ การเคลื่อนที่ของน้ำหรือความชื้นในเมล็ดออกไปสู่บรรยากาศรอบๆ เมล็ด มีปัจจัยควบคุมหลายอย่าง ได้แก่ ขนาดของเมล็ด องค์ประกอบทางเคมี อุณหภูมิ ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดและลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ด โดยปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การแลกเปลี่ยนระหว่างความชื้นในเมล็ดกับความชื้นในบรรยากาศจะเกิดขึ้นตลอดเวลา กระบวนการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์เป็นการเร่งให้ความชื้นในเมล็ดออกสู่บรรยากาศโดยเร็ว ดังนั้น จึงต้องมีการกระทำอย่างระมัดระวังหากทำการลดความชื้นลงอย่างรวดเร็วอาจทำให้เมล็ดสูญเสียคุณภาพได้และหากทำการลดความชื้นอย่างช้าเกินไปก็อาจทำให้เมล็ดสูญเสียคุณภาพและขึ้นราได้ เช่นเดียวกัน (Copeland ,1976) กล่าวว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการลดความชื้นก็เป็นสิ่งสำคัญโดยทั่วไป เมล็ดอุณหภูมิที่ปลอดภัยสำหรับการลดความชื้นในระหว่างการอบ ไม่ควรเกิน 43 องศาเซลเซียส โดยต้องพิจารณาถึงความชื้นของเมล็ดพันธุ์ก่อนอบด้วยเสมอ เพราะเมล็ดที่มีความชื้นต่างกัน จะทนต่ออุณหภูมิสูงได้แตกต่างกัน เมล็ดที่มีความชื้นสูงจะทนความร้อนได้ไม่ดีเท่าเมล็ดที่มีความชื้นต่ำ โดยเฉพาะเมล็ดชนิดเปียก ต้องใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมกับระดับความชื้นของเมล็ดเป็นสำคัญ (จวงจันทร์, 2537)

ความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศจะมีความสัมพันธ์กับการลดความชื้นด้วย โดยทั่วไป ในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ ควรมีความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงและต้องการลดความชื้นสัมพัทธ์ลงมาสามารถทำได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิของอากาศให้สูงขึ้น (วรงพงศ์, 2537)

4.2 วิธีการลดความชื้น

การลดความชื้นสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

4.2.1 การลดความชื้นโดยวิธีธรรมชาติ วิธีนี้จะอาศัยความร้อนจากแสงแดดและกระแสลมธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้เมล็ดแห้งได้เฉพาะในเวลาที่มีแสงแดดจัดและมีลมพัด แต่ไม่สามารถลดความชื้นได้ต่ำมากนัก (วรพงศ์, 2537) การลดความชื้นโดยอาศัยธรรมชาติ ได้แก่ การตากแดด ผึ่งลม วิธีนี้สภาพทางธรรมชาติจะเป็นตัวกำหนดและข้อจำกัดให้เมล็ดพันธุ์เกิดการลดความชื้นไม่มากน้อยเพียงใด การควบคุมไม่สามารถทำได้มากนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและการพัดผ่านของลม การแผ่เมล็ดพันธุ์เป็นชั้นบางๆ บนลานตาก และมีการกลับชั้นเมล็ดพันธุ์เป็นครั้งคราว จะช่วยให้การลดความชื้นได้เร็วขึ้น ลานตากที่ใช้ไม่ควรจะเป็นพื้นดินเพราะเป็นโอกาสให้น้ำใต้ดินซึมขึ้นสู่เมล็ดพันธุ์ได้ง่าย ลานตากคอนกรีตแม้ว่าจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงในระยะแรก แต่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างถาวร อย่างมีประสิทธิภาพ เกษตรกรบางท้องที่ตากเมล็ดพันธุ์พืชบนแคร่ไม้ไผ่ ซึ่งยกขึ้นสูงกว่าระดับพื้นดิน 1-2 ฟุต นับว่าเหมาะสมมากในขณะทยอยการเก็บเกี่ยวผลผลิตเข้าเก็บรักษาต่อไป (จวงจันทร์, 2537)

4.2.2 การลดความชื้นโดยวิธีกล วิธีนี้จะอาศัยการปรับสภาพอากาศคือการลดเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศโดยการเพิ่มอุณหภูมิหรือการใช้สารดูดความชื้นออกจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อากาศที่ใช้ลดความชื้นโดยมีพัดลมช่วย (วรพงศ์, 2537) ซึ่งเป็นการลดความชื้นโดยการปรุงแต่งสภาพอากาศ นับว่าเป็นการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพอย่างยิ่งและทำกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมผลิตเมล็ดพันธุ์ เพราะสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้ตามต้องการโดยการใช้วัสดุอุปกรณ์เข้าช่วย ทำให้คุณภาพของลมที่จะใช้ลดความชื้นถูกต้องกับระดับความชื้นของเมล็ดที่ต้องการ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2528)

4.3 วิธีการลดความชื้นที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

โดยทั่วไปแล้วกรรมวิธีในการลดความชื้นด้วยการตากแดดและการใช้เครื่องอบจะให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไม่ต่างกัน ถ้าเก็บรักษาในระยะสั้น แต่หากเก็บไว้ระยะยาว เมล็ดที่ลดความชื้นด้วย การตากแดดจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำกว่าเมล็ดที่อบด้วยเครื่องอบ เพราะตู้อบสามารถควบคุมอุณหภูมิไม่ให้ร้อนเกินไปได้ (Thomson, 1979) ในฤดูร้อนลานตากเมล็ดพันธุ์จะมีความร้อนสูง ถึง 50 – 60 องศาเซลเซียส นับว่าเป็นอุณหภูมิที่เป็นอันตรายต่อเมล็ดพันธุ์อย่างมาก (จวงจันทร์, 2537) การลดความชื้นด้วยอุณหภูมิสูงมากๆ จะมีผลเสียกับเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากจะทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็ว (Robert, 1973) ซึ่งการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองของเกษตรกรโดยการตากแดด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้ง อุณหภูมิของแสงแดดหรือบนลานตากมักจะสูงถึง 50 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงถึงระดับอันตรายต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่ใช้ตู้อบลดความชื้นทั่วๆ ไปคือ 43 องศาเซลเซียส เท่านั้น (นงลักษณ์, 2526)

4.4 การลดความชื้นโดยใช้สารดูดความชื้น

สารดูดความชื้นบางชนิดมีคุณสมบัติสามารถดูดความชื้นได้มาก และอาจใช้ในการลดความชื้นและการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้อย่างมีคุณภาพ ได้แก่ ซิลิกาเจล (Harrington, 1972) ปูนเผา (จิณณจาร์ และคณะ, 2533) แคลเซียมคลอไรด์ ขี้เลื่อยอาบน้ำเกลือ แท่งไม้อาบน้ำแคลเซียมคลอไรด์(Dexter et al., 1969) แป้งหรือเมล็ดพืชคั่ว-อบ (สุชาดา, 2533) นอกจากนี้สารละลายของสารบางชนิดยังมีคุณสมบัติในการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์บรรยากาศให้อยู่ในระดับต่ำได้ด้วย เช่น สารละลายอิ่มตัวของโปแทสเซียมอะซิเตทและแมกนีเซียมคลอไรด์ (พูนพงศ์ และคณะ, 2521)

ซิลิกาเจลเป็นสารดูดความชื้นที่ให้ประสิทธิภาพดี เมื่อใช้ดูดความชื้นกับเมล็ดพันธุ์ที่มีปริมาณไม่มากนัก ซิลิกาเจลนอกจากจะใช้สำหรับเป็นโหลดูดความชื้นตามห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปและบรรจุในกล่องใส่เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้วยังสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องปรับความชื้นสัมพัทธ์และใช้เป็นสารดูดความชื้นจากเมล็ดพันธุ์ได้อีกด้วย ซึ่งซิลิกาเจลเป็นสารดูดความชื้นได้ดี ไม่มีพิษ สามารถดูดความชื้นได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้งในสภาพอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากซิลิกาเจล มีพื้นผิวที่เป็น Micro

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

capillary surface จำนวนมาก จึงสามารถดูดน้ำในชั้นที่เป็น monomolecular layer ในเมล็ดออกมาได้มาก (จิณณจาร์, 2531) แต่ความสามารถในการดูดความชื้นจะลดลงในสภาพอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ลดลง น้ำที่ซิลิกาเจลดูดไว้แล้วสามารถไล่ออกไปได้โดยใช้ความร้อนที่ 175 องศาเซลเซียส (Harrington, 1972) ซิลิกาเจลที่ใส่โคบอลท์คลอไรด์จะมีสีน้ำเงินเมื่อไม่มีความชื้น และจะเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูเมื่อดูดน้ำได้ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ (Harrington, 1972)

ซิลิกาเจลนอกจากจะมีประโยชน์ในการลดความชื้นและเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์โดยตรงแล้ว ซิลิกาเจลที่มีโคบอลท์คลอไรด์สามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ (Indicator) ได้อีกด้วย (Douglas, 1975) กล่าวคือ หากนำซิลิกาเจลที่มีโคบอลท์คลอไรด์ไปผสมกับซิลิกาเจลธรรมดาแล้วนำไปใช้ลดความชื้นหรือเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ หากซิลิกาเจลที่มีโคบอลท์คลอไรด์เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพู แสดงว่าซิลิกาเจลธรรมดาได้ดูดความชื้นเข้าไปมากแล้ว

การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์จำนวนน้อยสามารถทำได้ง่ายๆ โดยการใช้ขวดปากกว้างและสารดูดความชื้น เช่น ซิลิกาเจล แคลเซียมคลอไรด์ ปูนเผา ขี้เถ้าไม้และถ่านไม้ (Grubben , 1978) สำหรับซิลิกาเจลและแคลเซียมคลอไรด์นั้น สามารถนำมาใช้ซ้ำอีกได้ โดยการอบไล่ความชื้นก่อนและหลังใช้ในแต่ละครั้ง ในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์จาก 20 เปอร์เซ็นต์ มาเป็น 6 เปอร์เซ็นต์ ต้องใช้ซิลิกาเจลในปริมาณเท่าๆ กับน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ที่จะใช้ลดความชื้น แต่ถ้าใช้วัสดุอื่นจะต้องใช้ในปริมาณที่มากกว่าซิลิกาเจล โดยจะใช้เวลาในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ประมาณ 2-7 วัน แล้วแต่ชนิดของเมล็ดพันธุ์ จะเป็นระยะเวลาที่ปลอดภัย ไม่ทำให้คุณภาพเมล็ดเสียไป หลังจากนั้นควรแยกสารดูดความชื้นออกจากเมล็ดพันธุ์ เพราะหากมีการลดความชื้นต่อไปจะเป็นอันตรายต่อเมล็ดพันธุ์ได้ (จิณณจาร์, 2531)

5. การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

ตามกฎการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์สากล (ISTA, 1999) กำหนดไว้ว่า

5.1 การตรวจสอบความชื้นเมล็ดพันธุ์

สามารถทำได้หลายรูปแบบ วิธีที่ถูกต้องและแม่นยำที่สุดคือ วิธีไตเตรตของคาร์ล ฟิชเชอร์ แต่วิธีการนี้ค่อนข้างยุ่งยาก จึงใช้วิธีรองลงมาคือ การอบด้วยลมร้อน (Hot air oven method) ซึ่งนิยมใช้กันในปัจจุบันทั่วไป เนื่องจากทำได้ง่าย สะดวก และมีความถูกต้องแม่นยำมาก การอบด้วยความร้อนนี้กระทำโดยการนำเมล็ดพันธุ์มาชั่งน้ำหนักสดแล้วนำไปลดความชื้นในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวอย่างของเมล็ดพันธุ์ ตัวอย่างที่นำมาอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จะต้องไม่น้อยกว่า 5 กรัม เมื่ออบเสร็จแล้วต้องนำตัวอย่างพร้อมภาชนะเข้าอบในโหลดูดความชื้นไม่น้อยกว่า 30 นาที จึงจะนำออกมาชั่งน้ำหนักแห้ง การรายงานผลให้รายงานเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ก่อนอบ} - \text{น้ำหนักเมล็ดพันธุ์หลังอบ})}{\text{น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ก่อนอบ}} \times 100$$

5.2 การทดสอบความงอกมาตรฐาน

การทดสอบความงอกในห้องปฏิบัติการนั้น หมายถึง การงอกของส่วนเจริญต่างๆ ที่สำคัญของ เอมบริโอและต้นอ่อนของเมล็ดชนิดนั้นๆ การแสดงความสามารถในการเป็นต้นอ่อนปกติ สามารถเจริญเติบโตได้ โดยผลของการทดสอบความงอกจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการงอกในแปลงได้เป็นอย่างดี โดยการทดสอบความงอกนั้นจะบอกได้ว่าในสภาพแวดล้อมเดียวกัน เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงจะงอกได้ดีกว่าเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำ

เมล็ดพันธุ์ที่เป็นตัวแทนต้องสุ่มมาจากเมล็ดบริสุทธิ์ ใช้อย่างน้อย 400 เมล็ด โดยแบ่งทำซ้ำละ 4 ครั้ง ครั้งละ 100 เมล็ด แต่กรณีมีเมล็ดน้อยอาจแบ่งเป็น 4 ซ้ำ ซ้ำละ 25 หรือ 50 เมล็ดได้ วัสดุที่ใช้เพาะต้องมีความชุ่มชื้น สามารถดูดน้ำได้ดีตลอดระยะเวลาการทดสอบ ในการเพาะให้เพาะเมล็ดในตู้เพาะอุณหภูมิ 20 – 30 องศาเซลเซียส วัสดุเพาะที่นิยมใช้คือ Between paper เป็นการเพาะเมล็ดระหว่างชั้นของกระดาษ 2 แผ่น ใช้กับเมล็ดขนาดเล็ก ระยะเวลาการทดสอบให้ทำ 1 หรือ 2 ครั้ง โดยมีการนับครั้งแรก และ นับครั้งหลัง แตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของเมล็ดพันธุ์

5.3 การทดสอบความมีชีวิตเมล็ดพันธุ์

กระทำโดยวิธี Tetrazolium test เป็นวิธีการที่สมาคมผู้ตรวจสอบเมล็ดพันธุ์นานาชาติยอมรับในการประเมินคุณภาพและการเสื่อมของเมล็ดพันธุ์ สารที่ใช้ในการตรวจสอบคือ 2, 3, 4 – triphenyl tetrazolium chloride (TTC) มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 6 – 8 อุณหภูมิ 30– 40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิยิ่งสูงเป็นการยิ่งเร่งปฏิกิริยาทางเคมีให้เกิดเร็วขึ้น ความเข้มข้นที่ใช้ส่วนใหญ่เป็น 0.1 และ 1 เปอร์เซ็นต์ การประเมินผลดูจากตำแหน่งการติดสีของเนื้อเยื่อและเอมบริโอเป็นหลัก

5.4 การทดสอบความแข็งแรง

การตรวจสอบความแข็งแรงโดยการเร่งอายุ (Accelerated aging test) เป็นการประเมินค่าความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์กองใดที่ผ่านการเร่งอายุแล้วมีความงอกสูง แสดงว่าเมล็ดพันธุ์นั้นๆ สามารถเก็บไว้ได้นาน เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุแล้วเปรียบเสมือนเมล็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ได้เก็บไว้ในสภาพของการเก็บรักษาที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ คือ มีอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลาประมาณ 12 – 18 เดือน ทำได้โดยนำเมล็ดพันธุ์ในแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ใส่ลงในตะแกรงเหล็กในขวดเร่งอายุที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ใส่น้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร นำไปไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิคงที่ 41 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดมาทดสอบความงอกมาตรฐานโดยเพาะเมล็ดในกระดาษเพาะเมล็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved