บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60 (ศุภชัย. 2537)

ลักษณะประจำพันธุ์

ต้นอ่อน มีลักษณะแตกต่างกับพันธุ์มาตรฐานอื่นๆ ทุกพันธุ์ คือ ต้นอ่อนมีสีเขียว (green colour) ส่วนพันธุ์อื่นๆ มีสีม่วง สำหรับใบเลี้ยงมีสีเขียวและจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองก่อนใบจะหลุดร่วง

ลำต้น แข็งแรงไม่ล้ม ลักษณะไม่ทอดยอด (determinate type) สูงปานกลาง การทดลองในต้นฤดูฝนใน 9 สภาพแวดล้อม ปรากฏว่าความสูงเฉลี่ย 66 เซนติเมตร โดยมีความสูงตั้งแต่ 46-94 เซนติเมตร การทดลองในปลายฤดูฝนใน 8 สภาพแวดล้อมให้ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 66 เซนติเมตร เช่นเดียวกัน และให้ความสูงตั้งแต่ 40-84 เซนติเมตร ส่วนในฤดูแล้งจาก 10 สภาพแวดล้อม ต้นมีความสูงเฉลี่ยเพียง 51 เซนติเมตร และให้ความสูงตั้งแต่ 34-64 เซนติเมตร

จำนวนข้อต่อต้น พบว่ามีจำนวนข้อตั้งแต่ 11-17 ข้อ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสูง การปลูกพันธุ์นี้ในต้นและปลายฤดูฝนให้จำนวนข้อต่อเฉลี่ยเท่ากันคือ 14 ข้อต่อต้น แต่ในฤดูแล้งปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13 ข้อต่อต้น

จำนวนกิ่งต่อต้น พบว่าเป็นพันธุ์ที่แตกกิ่งก้านน้อย โดยเฉพาะเมื่อปลูกในฤดูแล้งจะไม่แตกกิ่ง แต่ถ้าปลูกในฤดูฝนจะพบว่ามีกิ่งเพียง 1-2 กิ่งต่อต้นเท่านั้น

ใบ เช่นเดียวกับพันธุ์อื่นๆ จำนวนใบย่อย (number of leaflets) มี 3 ใบ รูปร่างใบเป็นชนิดใบกว้าง (broad leaflet shape) ขนาดของใบจัดได้ว่าเป็นใบขนาดเล็ก (small leaflet size) คือขนาดของใบเล็กกว่า 70 ตารางเซนติเมตร

ขน ขนที่ขึ้นอยู่ตามส่วนต่างๆ ของลำต้นมีสีน้ำตาล (brown pubescence colour) ความหนาแน่นของขนปานกลาง (normal density) และเป็นแบบขนตั้ง

ดอก สีของดอกแตกต่างกับพันธุ์มาตรฐานอื่นๆ คือ ดอกมีสีขาว เมื่อปลูกต้นฤดูฝนเฉลี่ยเท่ากับ 33 วัน แต่เมื่อปลูกปลายฤดูฝนจะมีอายุการออกดอกเพียง 26 วัน และเมื่อปลูกในฤดูแล้งเฉลี่ยเท่ากับ 32 วัน ยกเว้นการปลูกในเขตภาคเหนือตอนบนอากาศหนาวอายุการออดดอกยืดยาวออกไปถึง 44 วัน

ฝัก ติดฝักเป็นกระจุกตามข้อที่ลำต้น ตั้งแต่ข้อแรกจนถึงข้อสุดท้าย สีฝักเมื่อแก่ (mature pod colour) มีสีน้ำตาลค่อนข้างเข้ม จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 2-3 เมล็ด แต่จะพบ 2 เมล็ดต่อฝักมากกว่า 3 เมล็ดต่อฝัก ส่วนจำนวนฝักต่อต้นขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโต โดยมีจำนวนฝักตั้งแต่ 50-70 ฝักต่อต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมล็ด ลักษณะเมล็ดกลม มีสีเหลือง (yellow seed-coat colour) ตาเมล็ดมีสีน้ำตาล ผิวเมล็ดเป็นผิวมัน ขนาดเมล็ดปานกลางแต่ใหญ่กว่าพันธุ์ สจ.ต่างๆ เล็กน้อย คือน้ำหนัก 100 เมล็ด 15.0-15.5 กรัม องค์ประกอบของเมล็ดประกอบด้วยน้ำมันประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณโปรตีนที่ค่อนข้างสูงคือประมาณ 43.6 เปอร์เซ็นต์

อายุแก่ ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมของแหล่งปลูกหรือฤดูปลูก เช่น การปลูกในต้นฤดูฝนปรากฏว่าอายุแก่ (day of maturity) เฉลี่ยเท่ากับ 98 วัน (เฉลี่ยจาก 9 สภาพแวดล้อม) โดยมีอายุตั้งแต่ 93-108 วัน แต่ในปลายฤดูฝนอายุสั้นลงคือเฉลี่ยเท่ากับ 85 วัน (เฉลี่ยจาก 10 สภาพแวดล้อม) แตกต่างจากต้นฤดูฝนถึง 13 วัน โดยมีอายุในแต่ละสภาพแวดล้อม ตั้งแต่ 71-95 วัน ส่วนการปลูกในฤดูแล้งอายุแก่เฉลี่ยเท่ากับ 90 วัน (เฉลี่ยจาก 11 สภาพแวดล้อม) โดยมีอายุแก่สั้นที่สุดเพียง 83 วัน แต่มีอายุยาวที่สุดปลูกที่เชียงใหม่ ซึ่งมีอากาศหนาวจัดในต้นฤดูปลูก อายุแก่ยาวถึง 110 วัน

ลักษณะดีเด่น : ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60 คือ

1. มีความต้านทานต่อโรคราสนิม (soybean rust) ในกรณีที่โรคนี้ระบาดอย่างรุนแรง ผลผลิตของพันธุ์ ชม.60 ลดลงเพียง 16 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ สจ.4 และสจ.5 จะลดลงประมาณ 29 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
2. เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงประมาณ 280-360 กิโลกรัมต่อไร่
3. ตอบสนองต่อปุ๋ยอัตราต่ำได้ดีกว่าพันธุ์สจ.4 และสจ.5
4. ทนทานต่อโรครา้ำค้างและโรคแอนแทรคโนสได้ปานกลาง แต่ดีกว่าพันธุ์ สจ.4 และสจ.5
5. ทนทานต่อโรคแบคทีเรียลพัสตูล
6. สามารถปลูกได้ดีให้ผลผลิตสูงทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง แต่ถ้าปลูกในฤดูฝนจะให้ผลผลิตสูงกว่าในฤดูแล้ง
7. ปรับตัวตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้กว้างขวาง โดยเฉพาะในภาคอีสานสามารถใช้เป็นพันธุ์ปลูกได้ในทุกฤดูปลูก
8. เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีกิ่งน้อย จำนวนฝักต่อต้นมาก สามารถเพิ่มจำนวนต้นต่อไร่มากกว่า 64,000 ต้นต่อไร่ โดนลดระยะแถวปลูกให้แคบลงเหลือประมาณ 40 เซนติเมตร
9. เป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง (soybean reaper) เพราะฝักแรกอยู่เหนือระดับดิน 10 เซนติเมตร จึงลดการสูญเสียของผลผลิต

ลักษณะด้อย : ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60 คือ

1. เป็นพันธุ์ที่เสื่อมความงอก ถ้าเก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน เปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงเหลือเพียง 40 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. อ่อนแอต่อสภาพดินที่มีความชื้นสูงหรือน้ำขัง การปลูกในฤดูแล้งโดยการให้น้ำชลประทานไม่ควรให้มีน้ำขัง หรือในฤดูฝนควรระบายน้ำออกจากแปลง

คุณภาพเมล็ดพันธุ์

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์นับเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งลักษณะที่บ่งบอกคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ว่าสูงหรือต่ำอย่างไรได้แก่ ความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ (varietal purity) ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ (physical purity) ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed germination) และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (seed vigour) คุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะดีที่สุดเมื่อถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) เมื่อพ้นระยะนี้ไปแล้วเมล็ดจะเริ่มเสื่อมคุณภาพ โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆเกิดขึ้นกับเมล็ดพันธุ์ทั้งทางสรีรวิทยาและชีวเคมี (Abdul-Baki and Anderson, 1973) เมล็ดที่เสื่อมคุณภาพจะมีอัตราการหายใจ การสังเคราะห์ทางชีวเคมี การทำงานของเอนไซม์ (enzyme activity) ลดลง (Leopold and Musgrave, 1979) ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดลดลง ซึ่งระยะแรกความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะลดลงในอัตราเดียวกัน แต่ระยะหลังความแข็งแรงของเมล็ดจะลดลงในอัตราที่เร็วกว่าความงอก ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (seed storage) จึงเป็นการกระทำเพื่อชะลอการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ให้ช้าลงนั่นเอง (จวงจันทร์, 2529)

เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพคือ เมล็ดที่สะอาดปราศจากสิ่งเจือปน มีความบริสุทธิ์สูงและตรงตามสายพันธุ์ โดยไม่มีพันธุ์พืชอื่นปน เปอร์เซ็นต์ความงอกสูง งอกได้เร็วให้ต้นกล้าที่มีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี เป็นเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่เต็มที่และสมบูรณ์ดีมีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักและสีสม่ำเสมอ ไม่มีเมล็ดวัชพืช โรค และแมลงศัตรูพืชที่ติดปะปนมา เมล็ดที่มีคุณภาพดีนับเป็นปัจจัยแรกที่สำคัญที่สุดในการเพิ่มผลผลิตของพืชนั้นๆ และยังเป็นปัจจัยที่ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้ไว้ได้อย่างปลอดภัยและเป็นเวลานานนั้น เมล็ดพันธุ์ต้องมีความชื้นเมล็ดที่ต่ำ ส่วนโรงเก็บรักษานั้นต้องมีอุณหภูมิต่ำและมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำด้วย (วัลลภ, 2538) ด้วยเหตุนี้นับว่าคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิต การผลิตพืชหากใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงย่อมทำให้การดูแลและการจัดการการผลิตในเวลาต่อมาได้ง่ายและสะดวกขึ้น เป็นการเพิ่มความมั่นใจและลดการเสี่ยงด้านการลงทุนในการเพาะปลูก

สาเหตุการเสื่อมคุณภาพ

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเมื่อสุกแก่ทางสรีรวิทยาความงอกและความแข็งแรงจะสูงที่สุด หลังจากนั้นการเสื่อมคุณภาพก็จะเกิดขึ้น แล้วจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งตาย เป็นขบวนการที่ไม่สามารถยับยั้งและผันกลับได้ (จวงจันทร์, 2529) การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์นั้นเริ่มจากอาการทางสรีร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิทยา (physiological symptoms) ภายในเมล็ด การรั่วไหลของสารเคมีจากภายในเซลล์ของเมล็ดเพิ่มขึ้นจากการเสื่อมสภาพของผนังเมมเบรน การหายใจก็เป็นขบวนการที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเสื่อมสภาพ เมล็ดที่เสื่อมจะมีอัตราการหายใจลดลง กิจกรรมของเอนไซม์ลดลง โดยเฉพาะเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เนื้อเยื่อใหม่ๆ การเปลี่ยนแปลงอีกประการหนึ่ง คือ การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระ โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นสารตัวกลาง (intermediate) ของขวนการ autoxidation หรือ peroxidation เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เมล็ดเกิดการเสื่อมสภาพเพราะทำให้เกิดความเสียหายแก่ระบบต่างๆ เช่น สูญเสียการทำงานของเอนไซม์ โปรตีนเสื่อมสภาพ การหายใจลดลง เมมเบรนเสียหาย และระงับการสังเคราะห์โปรตีน เป็นต้น (Wilson and McDonald, 1992; McDonald, 1999) ในบรรดาการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเชื่อกันว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเมมเบรนเป็นปรากฏเริ่มแรกที่เกิดขึ้นในระหว่างการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งจะนำไปสู่การสูญเสียความงอกและความแข็งแรงในที่สุด (Delouche and Baskin, 1973; Halmer and Bewley, 1984; Ferguson *et al*., 1990)

ปัจจัยที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานนั้น เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีโปรตีนและไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่สูง 36-38 และ 17-22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Bewley and Black, 1978) นอกจากนี้ความแตกต่างของสายพันธุ์ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่ง ถั่วเหลืองต่างพันธุ์กัน ปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกันได้รับการดูแลเหมือนกันแต่มีคุณภาพต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากขณะที่เมล็ดกำลังพัฒนาและสุกแก่นั้น เมล็ดถั่วเหลืองต่างพันธุ์กัน มีความแตกต่างกันในแง่ของความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่างกัน ทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพต่างกันไป (วันชัย, 2538) การเสื่อมสภาพและความสามารถในการเก็บรักษาก็จะแตกต่างกันด้วย (พิมพร, 2534) วันชัย และคณะ (2539) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60และนว.1 เป็นพันธุ์ที่เสื่อมความงอกในแปลงปลูกได้เร็วกว่าพันธุ์ KUSL20004, AGS129, สจ.4, สจ.1, สท.1, สจ.2 และสจ.5 ตามลำดับ นอกจากนี้เมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ จะมีเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดต่ำ มีแนวโน้มคุณภาพต่ำและเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดสูงกว่า ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดก็มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดบางจะเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าเมล็ดที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดหนา สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์สูงและมีฝนตกในระหว่างการพัฒนาจนถึงการสุกแก่ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพเช่นกัน (TeKrony *et al*., 1980) ซึ่งสภาพเช่นนี้เหมาะแก่การเจริญของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคหลายชนิด (Wilcox *et al*., 1974; TeKrony *et al*., 1984) Franca neto *et al*. (1993) พบว่า สภาพที่อุณหภูมิสูงมากกว่า 30 องศาเซลเซียส และขาดน้ำระหว่างการพัฒนาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และมีฝนตกในระหว่างการสุกแก่จะทำให้เมล็ดพันธุ์เหี่ยว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ย่นได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ลดลง Gregg (1981) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ได้รับความเสียหายจากเครื่องจักรกลจะเสื่อมคุณภาพลงอย่างรวดเร็วและง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อราในโรงเก็บ

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเมื่อสุกแก่ทางสรีรวิทยาความงอกและความแข็งแรงจะสูงที่สุด จากนั้นการเสื่อมคุณภาพก็จะเกิดขึ้น (วันชัย, 2538) ซึ่งหากมีการเก็บรักษาที่ไม่ดีพอแล้วจะทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมสภาพเกิดผลเสียหายทั้งด้านปริมาณและคุณภาพได้ (สมบัติ, 2535) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน แต่ที่ถือว่าสำคัญและมีบทบาทมากที่สุดต่อความงอก ความแข็งแรงหรือความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ระหว่างการเก็บรักษา คือ ความชื้นของเมล็ด ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และอุณหภูมิภายในโรงเก็บ (Minor, 1982; Christensen and Kaufmann, 1974) เมล็ดพันธุ์โดยธรรมชาติมีคุณสมบัติที่เรียกว่า hygroscopic กล่าวคือสามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศรอบๆเมล็ด ถ้าบรรยากาศรอบๆเมล็ดมีความชื้นสูง เมล็ดจะดูดความชื้นจากอากาศ แต่ถ้าบรรยากาศรอบๆเมล็ดมีความชื้นต่ำ เมล็ดจะคายความชื้นให้กับอากาศ การแลกเปลี่ยนของความชื้นเมล็ดกับบรรยากาศภายนอกจะดำเนินไปเรื่อยๆจนกระทั่งมีอัตราการดูดน้ำเท่ากับอัตราการคายน้ำของเมล็ด หรืออยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium moisture content) เมล็ดจะมีความชื้นคงที่ ดังนั้นความชื้นสัมพัทธ์จะเป็นตัวกำหนดความชื้นของเมล็ด (Clark and Bass, 1975; Bass, 1975) เช่น เมล็ดถั่วเหลืองมีความชื้น 6.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 30 เปอร์เซ็นต์ จะมีการดูดความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 13 เปอร์เซ็นต์ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ (บุญนาค, 2523) ทั้งนี้การเก็บเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในสภาพบรรยากาศที่มีความชื้นสูง กิจกรรมต่างๆทางชีวเคมีภายในเมล็ดพันธุ์จะเกิดขึ้นมากกว่าปกตินั่นคือ มีการหายใจสูง อาหารสะสมถูกเคลื่อนย้ายนำไปใช้เกิดความร้อนภายในเมล็ดโรคและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย ทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว (Bass and Clark, 1974) เมื่อเก็บเกี่ยวมาใหม่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะมีความชื้นประมาณ 14-20 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดพันธุ์จะมีอัตราการหายใจที่สูง ซึ่งสามารถเกิดอันตรายได้จากความร้อนในกองเมล็ดพันธุ์ เชื้อราและแมลงก็จะเข้าทำลายได้ง่าย แต่เมื่อลดความชื้นลงมาที่ระดับ 10-13 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถเก็บรักษาได้นาน 6-12 เดือน แต่ถ้าลดลงมา 8-10 เปอร์เซ็นต์จะเก็บได้ถึง 1-2 ปี แต่จะได้รับความเสียหายจากเครื่องจักรได้ง่าย (ปาริชาติ, 2542) ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีความงอกและความแข็งแรงสูงในระยะการเก็บรักษาหนึ่งฤดูควรลดความชื้นให้เหลือประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ และเก็บในภาชนะปิดผนึก แต่เมล็ดพันธุ์โดยทั่วไปถ้าลดความชื้นลงต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ เปลือกหุ้มเมล็ดมักแตกมีรอยร้าวเห็นได้ชัดมีอายุการเก็บรักษาได้นานเพียง 3 เดือน (Halder and Gupta, 1980)

อุณหภูมิก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองระหว่างการเก็บรักษา การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง กิจกรรมต่างๆทางชีวเคมีภายในเมล็ด เช่น การหายใจ การย่อยสลายอาหารสะสม การเคลื่อนย้ายอาหารสะสมเกิดขึ้นสูง เมล็ดพันธุ์จะสูญเสียความมีชีวิตอย่างรวดเร็ว (เพ็ญสวาท, 2540) Roos and Manalo (1971) พบว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายใต้อุณหภูมิ 32.2 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ได้นาน 15 สัปดาห์ แต่ภายใน 9 สัปดาห์เมล็ดพันธุ์จะแสดงการหยุดการเจริญเติบโตเมื่อมีการทดสอบความงอกมาตรฐาน ในขณะที่มีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองได้แสดงออกเกี่ยวกับการสูญเสียความแข็งแรงหลังจาก 3 สัปดาห์ของการเก็บรักษา สนิท (2524) นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 8 เปอร์เซ็นต์ และ 12 เปอร์เซ็นต์ ความงอก 95 เปอร์เซ็นต์ บรรจุในถุงพลาสติกชนิดหนาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 เดือนพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ จะลดต่ำกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บรักษาไว้เพียง 6 เดือน ส่วนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 8 เปอร์เซ็นต์ ความงอกยังคงสูงถึง 87 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เมล็ดที่มีความชื้น 8 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ความงอกจะลดลงต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ในเดือนที่ 9 และ 7 ตามลำดับ เบญจมาภรณ์ (2543) ได้ทำการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 เดือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะยังคงมีความงอกอยู่ในระดับมาตรฐาน (72 เปอร์เซ็นต์) จนถึงเดือนที่ 4 ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง จะมีความงอกต่ำกว่าระดับมาตรฐาน (67 เปอร์เซ็นต์) ในเดือนที่ 4 ของการเก็บรักษา อีกทั้งความชื้นเมล็ด จำนวนต้นกล้าผิดปกติ จำนวนเมล็ดตาย ค่าการนำไฟฟ้าและการปนเปื้อนของเชื้อราจะมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์

อิทธิพลของภาชนะบรรจุต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อนชื้นที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงเกือบตลอดปีเป็นสิ่งที่กระทำได้ยาก ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ควรลดให้อยู่ในระดับต่ำก่อนนำไปเก็บรักษาเพื่อกิจกรรมต่างๆทางชีวเคมีในเมล็ดจะได้เป็นไปอย่างช้าๆเมล็ดจะมีชีวิตอยู่ได้นานขึ้นและปลอดภัยจากการรบกวนของโรคและแมลง (Halder and Gupta, 1980) ดังนั้นนอกจากปัจจัยของอุณหภูมิและความชื้นของเมล็ดแล้วควรต้องคำนึงถึงภาชนะบรรจุที่เหมาะสมด้วย การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อนชื้นอาจทำได้โดยควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเก็บหรือลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำเป็นพิเศษ และบรรจุในภาชนะที่กันความชื้นได้ เช่น กระป๋องขวดแก้ว ถุงพลาสติกหนา ซองอลูมิ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นัมฟลอย (aluminum foil) (Mumford and Freire, 1982) Copeland (1976) รายงานว่าการเก็บเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในภาชนะปิดเมล็ดพันธุ์จะต้องมีความชื้นต่ำกว่าเก็บไว้ในสภาพห้องปกติ เนื่องจากสภาพห้องปกติเมล็ดสามารถถ่ายเทแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศได้ แต่ในภาชนะปิดบรรยากาศในภาชนะที่บรรจุเมล็ดพันธุ์จะถูกกำหนดโดยความชื้นของเมล็ดพันธุ์ ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะที่บรรจุเมล็ดพันธุ์สูงขึ้น Justice and Bass (1978) ได้แนะนำวิธีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในเขตร้อนชื้นให้สามารถมีชีวิตอยู่ได้นาน 8-9 เดือน โดยการลดความชื้นของเมล็ดให้เหลือเพียง 12-13 เปอร์เซ็นต์ เก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิ 20-22 องศาเซลเซียสหรือน้อยกว่า แต่ถ้าหากต้องเก็บในสภาพอุณหภูมิปกติต้องลดความชื้นให้ต่ำกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ หรือน้อยกว่าปกติ 2-3 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บไว้ในภาชนะปิดสนิท

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศไทยนั้นพบว่า นิดา และคณะ (2526) ได้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองความชื้น 9.7 เปอร์เซ็นต์ ความงอก 90 เปอร์เซ็นต์ โดยบรรจุในถังพลาสติกหนา ขนาดบรรจุ 30 กิโลกรัม มีฝาเกลียวปิดสนิท ถุงพลาสติกชนิดพิเศษปิดผนึกสูญญากาศ และถุงพลาสติกปิดผนึกธรรมดาด้วยความร้อนปกติ หลังเก็บรักษาไว้นาน 10 เดือน เมล็ดพันธุ์มีความชื้น 9.6-9.9 เปอร์เซ็นต์ และมีความงอกลดลงเหลือ 70-74 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 3 วิธีการไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสลิล และคณะ (2526) ได้ทำการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองใน ถุงพลาสติกหนา ถุงพลาสติกบาง ถุงพลาสติกบาง 2 ชั้น ถุงไนลอน และถังพลาสติกเก็บรักษาในสภาพปกติ เมล็ดพันธุ์มีความงอกเริ่มต้นโดยเฉลี่ย 96 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 9 เปอร์เซ็นต์ เก็บไว้นาน 3 เดือน ความงอกสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ในทุกวิธีการ แต่หลังเก็บรักษา 6 เดือนความงอกเริ่มลดลงอยู่ระดับ 70-80 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดพันธุ์ในถังพลาสติกปิดสนิทจะยังคงมีความงอกสูงกว่าในภาชนะชนิดอื่นๆ หลังเก็บไว้นาน 9 เดือน ในปีเดียวกันอรวรรณ และคณะ (2526) ได้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4 และสจ.5 ในถุงผ้าดิบ ถุงใยพลาสติก และถุงพลาสติกหนา สามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้นาน 5, 7 และ 9 เดือน ตามลำดับ โดยยังคงมีความงอกสูงกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ และเริ่มลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งเมล็ดพันธุ์ในถุงผ้าดิบจะมีอัตราการเสื่อมสภาพเร็วที่สุด การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 8 เปอร์เซ็นต์ และ 13 เปอร์เซ็นต์ ในถุงพลาสติก ความงอกจะลดลงจาก 90 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 78 เปอร์เซ็นต์ และ 38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับหลังจากเก็บไว้นาน 3 เดือน (จวงจันทร์, 2529) ต่อมากัลยา (2536) ได้ทำการศึกษาคุณภาพของเมล็ดย่นระดับต่างๆ ในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60 และสจ.5 หลังเก็บรักษาไว้ในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้องและห้องควบคุมอุณหภูมินาน 7 สัปดาห์ พบว่าเมล็ดย่นทุกระดับในพันธุ์ สจ.5 จะลดลงในอัตราที่ช้ากว่าและมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่ามาตรฐานหลังจากเก็บรักษานาน 7 สัปดาห์ ส่วนพันธุ์ ชม.60 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่ามาตรฐานหลังเก็บรักษาได้นาน 4 สัปดาห์เท่านั้น และหลังจากนั้นความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งอกจะลดลงต่ำกว่ามาตรฐานเมื่อเก็บรักษานาน 7 สัปดาห์ และยังพบว่าเมล็ดย่นทุกระดับของพันธุ์ สจ.5 และชม.60 ที่เก็บรักษาทั้ง 2 สภาพให้ผลแตกต่างกัน ในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงได้มีการทดลองที่คล้ายกันคือ สรรเสริญ (2543) ได้ทำการนำเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่กระเทาะเปลือกแล้วมาบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ถุงพลาสติก และกระสอบปุ๋ยที่ระดับความชื้น 8 เปอร์เซ็นต์ และ 12 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษานาน 5 เดือน พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงไว้ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงความชื้นเมล็ดได้ดีที่สุดและเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงยังมีการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินน้อยที่สุดด้วย วัสดุที่ควรนำมาบรรจุเพื่อให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีความงอกและความแข็งแรงสูงตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 8 เดือนนั้นควรจะใช้ถุงพลาสติกหนา 4 มิล 2 ชั้น ถุงพลาสติกขนาด 70 ไมครอนเคลือบไนลอนขนาด 15 ไมครอน ปิดผนึกด้วยระบบสูญญากาศและถุงพลาสติกหนา 4 มิล 2 ชั้น ปิดผนึกด้วยระบบความร้อนธรรมดา ส่วนถุงพลาสติกสานก็สามารถเก็บได้เพียง 2-3 เดือนที่ระดับความชื้นเมล็ด 9 เปอร์เซ็นต์ (เพ็ญสวาท, 2540)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อราระหว่างการเก็บรักษา

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีคุณสมบัติสามารถดูดความชื้นจากบรรยากาศรอบข้างได้ตลอดเวลาในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดการเสื่อมสภาพ (Tekrony *et al.*, 1980) ซึ่งสภาพเช่นนี้เหมาะแก่การเจริญของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคหลายชนิด (Wilcox *et al.*, 1974; Tekrony *et al.*, 1984) สำหรับโรคถั่วเหลืองที่สำคัญซึ่งมีผลกระทบทำให้ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองต่ำ เช่น โรคราสนิม โรคราน้ำค้าง โรคแอนแทรกโนส โรคเมล็ดม่วง โรคใบจุด โรคแบคทีเรียพัสตูล โรคแบคทีเรียไบล์ท และโรคใบด่าง (Sinclair and Backman, 1989) เชื้อสาเหตุของโรคบางชนิดที่กล่าวมานี้ติดมากับเมล็ดและสามารถถ่ายทอดทางเมล็ดพันธุ์ ซึ่งมีส่วนทำให้คุณภาพและเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลง รวมทั้งทำให้เกิดโรคกับต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดนั้นๆ สำหรับเชื้อราที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้แก่ *Phomopsis* spp. (pod and stem blight, stem canker), *Cercospora kikuchii* (purple seed stain), *Cercospora sojina* (frog eye leaf spot), *Colletotrichum truncatum* (anthracnose), *Corynespora cassiicola* (target spot), *Alternaria* spp.(Alternaria leaf spot), *Peronospora manshurica* (downy mildew), *Septoria glycines* (brown spot) และเชื้อราที่สำคัญหลายชนิดที่สามารถแพร่ได้ทั้งทางดินและทางเมล็ดพันธุ์เช่น *Fusarium* spp. (Fusarium blight or wilt, pod and collar rot), *Sclerotinia sclerotiorum* (white mold rot), *Macrophomina phaseolina* (charcoal rot) (Henning, 1988)

เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้ในโรงเก็บมักได้รับความเสียหายอยู่เสมอ ถ้าหากมีการเก็บรักษาไม่ดีพอ จุลินทรีย์ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดผลเสียหายแก่เมล็ดพันธุ์ได้มาก จุลินทรีย์ที่พบเข้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำลายเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่ได้แก่ เชื้อรา และที่พบบ้างเป็นบางครั้งจะเป็นพวกแบคทีเรียและยีสต์บางชนิด จุลินทรีย์แต่ละชนิดเหล่านี้มีบทบาทในการเข้าทำลายเมล็ดพืชในโรงเก็บให้เสียหายได้แตกต่างกัน ในประเทศไทยได้มีผู้ศึกษาหาเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ จากหลายแหล่ง พบเชื้อราชนิดต่างๆ ดังนี้ *Alternaria porri, Cephalosporium* sp., *Cercospora kikuchii, Colletotrichum truncatum, Corynespora cassiicola, Curvularia lunata, C. clavata, C. eragrostidis, C. geniculata, C. pallescens, Drechslera halodes, D. hawaiiensis, D. rustrata, D. tetramera, Fusarium dimerum, F. equiseti, F. monoliforme, F. oxysporum, F. poae, F. semitectum, F. solani, Macrophomina phaseolina, Myrothecium roridum, M. verrucarid, Nigrospora oryzae, Pestalotia* sp., *Phoma* sp., *Phomopsis* sp. and *Trichoconis padwickii* (สมบัติ, 2544)

สมบัติ (2535) กล่าวว่า ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการทำลายของเชื้อราที่มีต่อผลิตผลต่างๆ จะมีทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เมล็ดพันธุ์หลังเก็บเกี่ยวจะได้รับความเสียหายจากเชื้อราเข้าทำลายเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ field fungi และ storage fungi โดยอาศัยความต้องการความชื้นของเมล็ดพันธุ์สำหรับการเจริญและขั้นตอนของการเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์เป็นหลัก field fungi เป็นเชื้อราที่รุกรานเข้าสู่เมล็ดพันธุ์ในขณะที่เมล็ดพันธุ์กำลังมีการพัฒนาอยู่บนต้นหรือหลังจากเมล็ดพันธุ์แก่แล้ว เชื้อราที่สำคัญในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Alternaria, Fusarium, Curvularia, Helminthosporium* และ *Cladosporium* เป็นต้น เชื้อราที่ติดมาจากในไร่ (field fungi) เหล่านี้อาจทำให้เกิดผลเสียต่อเมล็ดพันธุ์หลายอย่าง เช่น สีของเมล็ดเปลี่ยนไป ทำให้เมล็ดเหี่ยวย่น ตัพภะ (germ/embryos) อ่อนแอหรือตัพภะตาย ซึ่งทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอกและการสร้างสารพิษ (toxin) ของเชื้อราบางชนิดที่เจริญบนเมล็ด ซึ่งเป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ที่บริโภคเมล็ดพืชที่มีสารพิษเข้าไป เชื้อราในโรงเก็บ (storage fungi) กลุ่มหลักที่มักพบอยู่เสมอ ได้แก่ *Aspergillus* และ *Penicillium* ซึ่งสามารถเจริญอยู่บนหรือในเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้ในสภาพความชื้นของเมล็ดต่ำและอุณหภูมิต่ำ ความชื้นและอุณหภูมิถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการส่งเสริมให้เชื้อราในโรงเก็บเจริญได้มากหรือน้อยซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในโรงเก็บมากที่สุด เชื้อราในโรงเก็บส่วนมากเข้าทำลายตัพภะของเมล็ดพันธุ์จนทำให้เมล็ดมีการเปลี่ยนสีจากเข้มเป็นจางหรือหมองลง หรือไปฆ่าตัพภะทำให้เมล็ดตาย ไม่งอก เมล็ดเกิดการเน่าเปื่อย หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีขึ้นภายในเมล็ด เช่น แป้งหรือคาร์โบไฮเดรท เปลี่ยนเป็นกรดหรือก๊าซ โปรตีนถูกทำลาย ปริมาณน้ำตาลลดลง รวมทั้งการเกิดหืนขึ้น เนื่องจากไขมัน (storage lipid) เปลี่ยนเป็นกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ซึ่งพบมากในเมล็ดพืชน้ำมันทั่วๆไป เช่น ถั่วลิสง ฝ้าย ถั่วเหลือง และข้าวโพด เป็นต้น ผลทางอ้อมอื่นๆ ก็อาจทำให้เกิดความร้อนขึ้นในกองเมล็ด เมล็ดเหม็นอับ รวมทั้งเกิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารพิษขึ้นจากขบวนการเจริญเติบโตและเมตาบอลิซึม (metabolism) ของเชื้อราในโรงเก็บบางชนิด เชื้อราในโรงเก็บที่ทำลายความงอกของเมล็ดได้มากและรุนแรงที่สุด คือ *Aspergillus flavus* รองลงมาคือ *A. candidus, A. glaucus, A. ochraceus* และ *A. restrcitus* ตามลำดับ

การเกิดกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง (นิธิยา, 2541)

ปัจจัยที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเสื่อมสภาพลงอย่างรวดเร็วไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานนั้น เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนและไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่สูงถึง 36-38 และ 17-22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณไขมันที่สะสมจะแตกต่างกันไปตามชนิดพืชและตามส่วนต่างๆของเมล็ดพืช ไขมันที่สะสมเป็นแหล่งพลังงานของเมล็ด ซึ่งจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์และเคลื่อนย้ายไปใช้ในการงอก หรือในกรณีที่มีความเสียหายที่เกิดขึ้น เช่น เมล็ดบอบช้ำ มีเชื้อราเข้าทำลาย หรือมีความเครียดอื่นๆ ไขมันที่สะสมก็จะถูกย่อยเพื่อปลดปล่อยออกมา

ในน้ำมันถั่วเหลืองกรดไขมันที่สำคัญคือ กรดลิโนเลอิค กรดลิโนเลนิค และกรดไขมันชนิดอิ่มตัวทั้งหมด (ตารางที่ 1) ความผันแปรของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบจะทำให้ค่าไอโอดีนเปลี่ยนไป หากทราบค่าไอโอดีนของน้ำมันถั่วเหลืองจะสามารถคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันอย่างคร่าวๆได้จากสมการ ดังนี้

เปอร์เซ็นต์กรดไขมันชนิดอิ่มตัว	=	-0.045I+20.5
เปอร์เซ็นต์กรดโอเลอิค	=	-0.792I+128.3
เปอร์เซ็นต์กรดลิโนเลอิค	=	-0.669I+31.9
เปอร์เซ็นต์กรดลิโนเลนิค	=	-0.170I+17.0

การที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะทำให้เกิด autoxidation และหืนได้ง่าย มีผลทำให้ปริมาณกรดลิโนเลนิคลดลงเหลือน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนเลอิคลดลงเหลือประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ และมีกรดโอเลอิคเพิ่มสูงขึ้นถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณไขมันในเมล็ดแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช มีตั้งแต่ 2 เปอร์เซ็นต์ไปจนถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ไขมันในเมล็ดมีอยู่ 2 แบบ คือ ไขมันสะสม (storage lipid) กับไขมันที่มีหน้าที่และเป็นส่วนประกอบโครงสร้าง (functional lipid) ปริมาณไขมันสะสมจะแตกต่างไปตามชนิดพืชและส่วนต่างๆของเมล็ดพืช ประกอบด้วยไขมันที่ไม่มีขั้วประจุ (apolar lipids หรือ neutral lipids) ที่พบมากคือ triglycerides ไขมันเหล่านี้สะสมอยู่ในเมล็ดในรูปเม็ดไขมัน (oil body) ส่วนไขมันที่มีหน้าที่และเป็นส่วนประกอบโครงสร้าง อาจแบ่งกลุ่มย่อยได้หลายชนิด เช่น phospholipids, glycolipids, sterols, sterol esters, sterol ester glucosides เป็นต้น พวกนี้จะปรากฏอยู่ในผนังเมมเบรน ในอวัยวะย่อยของเซล (subcellular organelles) และในโครงสร้างต่างๆในเซล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันถั่วเหลือง

กรดไขมัน	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	
	Rang	เฉลี่ย
กรดไขมันชนิดอิ่มตัวทั้งหมด	10-19	15.0
กรดลอริค	-	0.1
กรดไมริสติค	<0.5	0.2
กรดปาลมิติค	7-12	10.7
กรดสเตียริค	2-5.5	3.9
กรดอะแรคิดิค	1.0	0.2
กรดบีฮินิค	0.5	-
กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว		
กรดปาลมิโตเลอิค	<0.5	0.3
กรดโอเลอิค	20-50	22.8
กรดลิโนเลอิค	35-60	50.8
อีโคเซโนอิค	1.0	-

ที่มา: นิธิยา, 2541

เมล็ดส่วนใหญ่จะมี phospholipids ซึ่งเป็นไขมันที่มีขั้วประจุ (polar lipids) เพียง 1-2 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น และเป็นองค์ประกอบทางโครงสร้างของผนังเมมเบรนไขมันสะสมเป็นแหล่งพลังงานของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์และเคลื่อนย้ายไปใช้ในการงอก หรือในกรณีที่มีความเสียหายเกิดขึ้น เช่น เมื่อมีเซลบอบช้ำ (bruise) มีเชื้อโรคเข้าทำลาย หรือมีความเครียด (stress) อื่นๆ ไขมันสะสมก็จะถูกย่อยเพื่อปลดปล่อยพลังงานออกมา โดยทั่วไปแล้วเมล็ดพันธุ์ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบหลักจะเสื่อมสภาพเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก (วันชัย, 2538) เหตุที่ปริมาณไขมันสะสมในเมล็ดลดลงในระหว่างการเก็บรักษานั้น ก็เนื่องจากกิจกรรมเมตาบอลิซึมของเมล็ด และในบางสภาพอาจมีกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ร่วมด้วย ในสภาพความชื้นเมล็ดสูง กิจกรรมเมตาบอลิซึมจะเกิดมากทำให้เกิดการสูญเสียอาหารสะสมต่างๆ รวมทั้งไขมัน โดยการย่อยทำลายของเอนไซม์ ความเสียหายนี้เรียก hydrolytic damage และเอนไซม์ที่ย่อยไขมัน เรียก lipolytic enzyme เช่น lipases และ phospholipases กิจกรรมการย่อยสลายอาหารสะสมจะเกิดสูงขึ้นเมื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ในสภาพอุณหภูมิสูง และในสภาพเช่นนี้กิจกรรมของจุลินทรีย์จะมีบทบาทสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ร่วมทำลายเมล็ดด้วยการย่อยสลายไขมันในเมล็ด ซึ่งส่วนใหญ่เป็น triacylglycerols โดย enzyme lipases ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระซึ่งจะสะสมมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์

lipases

Lipid ----------> glycerol + free fatty acid

hydrolyzed

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในโรงเก็บและความชื้นของเมล็ดจะทำให้เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น การพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระมีความสัมพันธ์กับการลดลงของความงอกของเมล็ด (Priestley, 1986) Nakayama *et al.* (1981) พบว่าการเก็บเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์ ไว้ในที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือนจะสูญเสียน้ำมันไป 15 เปอร์เซ็นต์ และสูญเสีย phospholipids ไป 45 เปอร์เซ็นต์ และเชื่อว่าการลดลงของไขมันสะสมจะกระทบกระเทือนต่อความงอกของเมล็ดน้อยกว่าการลดลงของ phospholipids จวงจันทร์ (2529) พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมสภาพจะมีขบวนการออโต้ออกซิเดชั่นของไขมันขึ้น (lipids autoxidation) และเกิดได้อย่างรวดเร็วถ้ามีอุณหภูมิสูงและมีออกซิเจน ซึ่งส่วนใหญ่ขบวนการนี้เกิดในเมล็ดที่มีความชื้นต่ำ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นพืชน้ำมันที่มีส่วนประกอบของน้ำมันและโปรตีนสูง ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ทรงเชาว์, 2545) ซึ่งไขมันจะถูกออกซิไดซ์เป็นกรดไขมันอิสระได้ง่าย (Ching, 1973) จึงทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว ปริมาณไขมันในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีค่าลดลงเมื่อระยะการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากกระบวนการย่อยสลายไขมันให้เป็นกรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น และการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระนี้มีผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ โดยทำให้การงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง (David, 1984) กรดไขมันอิสระนี้ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการเข้าทำลายของเชื้อราและมักปรากฏในเมล็ดพืชที่มีการเก็บรักษาที่ความชื้นมากกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ (Delouche and Baskins, 1973)

ปริมาณกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นในขณะที่เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พบว่ามีความสัมพันธ์ต่อการเกิดเชื้อราในโรงเก็บ ซึ่ง enzyme lipase ที่ผลิตจากเชื้อราจะไปย่อยสลายไขมัน ซึ่งอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ของกรดไขมันให้เป็น กลีเซอรอล (glycerol)และได้กรดไขมันอิสระ นอกจากนี้ enzyme lipase ยังเป็นสาเหตุที่ทำให้เมล็ดเกิดการเหม็นหืน (Magan and Evans, 2000) เชื้อราในโรงเก็บที่มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันอิสระ ได้แก่ *Aspergillus amslelodami, A. flavus, A. candidus* และ *Penicillium solitum* อย่างไรก็ตามถ้าเมล็ดพืชใดที่มีกรดไขมันอิสระเกิดขึ้นสูงถึง 2 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป แสดงว่ามีการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดนั้นๆ ค่อนข้างสูง (จวงจันทร์, 2529)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาชนะบรรจุ

การเลือกใช้ฟิล์มพลาสติกโดยทั่วไปพิจารณารายละเอียดของฟิล์มที่ใช้ดังนี้ (สุจินดา และคณะ, 2543)

1. สามารถป้องกันความชื้นได้

ความชื้นที่เพิ่มขึ้นจะช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีต่างๆในอาหารให้เกิดเร็วขึ้น เช่น การเกิดปฏิกิริยาของออกซิเจนกับไขมันให้เกิดกรดไขมันอิสระ หรือทำให้เกิดการเจริญของเชื้อราได้ ดังนั้นฟิล์มพลาสติกที่ใช้ทำถุงบรรจุ จึงต้องมีคุณสมบัติป้องกันความชื้นได้ดี ตัวอย่างของพลาสติกที่มีคุณสมบัติป้องกันความชื้นได้ดี เช่น PE (Polyethylene), PP (Polypropylene), Ionomer, Saran และ PET (Polyethylene Terephthalate) เป็นต้น

2. สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้

ก๊าซออกซิเจนที่อยู่ในอากาศสามารถทำปฏิกิริยากับไขมันในอาหารทำให้เกิดกลิ่นหืน ปฏิกิริยานี้จะเกิดแบบต่อเนื่องตลอดเวลาและจะเกิดเร็วขึ้นถ้าอยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง ความชื้นสูง ถูกแสงแดดและมีโลหะ เช่น ทองแดงหรือตะกั่ว ดังนั้นควรเลือกใช้ฟิล์มพลาสติกที่มีค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนต่ำ ในขณะเดียวกันก็ไม่ควรเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในที่ที่มีแสงแดด อุณหภูมิ และความชื้นสูง ตัวอย่างของพลาสติกที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนต่ำ เช่น Saran, Nylon และ PET เป็นต้น

คุณสมบัติของพลาสติกชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง (ปุ่น และสมพร, 2541; งามทิพย์, 2540; สุจินดา และคณะ, 2543) มีดังต่อไปนี้

1. โพลิเอทิลีน (Polyethylene, PE) เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติป้องกันน้ำและความชื้นได้ สามารถใช้กับเครื่องจักรได้ดี ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ ทนอุณหภูมิได้ทั้งร้อนและเย็น มีราคาถูก นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบันนี้ แต่มีข้อเสียคือ อากาศหรือก๊าซออกซิเจนซึมผ่านได้ กลิ่นของอาหารที่บรรจุภายในถุงออกมาได้ และไม่ทนต่อไขมัน มีความใสแต่มีความมันเงาน้อย แบ่งเป็น 3 ประเภท ตามความหนาแน่น ดังนี้

1) Low Density Polyethylene หรือ LDPE ความหนาแน่น 0.910-0.925 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

2) Medium Density Polyethylene หรือ MDPE ความหนาแน่น 0.926-0.940 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

3) High Density Polyethylene หรือ HDPE ความหนาแน่น 0.941-0.965 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. โพลิอามีด (Polyamide, PA) โดยทั่วไปเรียกไนลอน (Nylon) เป็นพลาสติกที่ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่เป็นอันตราย มีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของไขมัน ก๊าซออกซิเจน และกลิ่นต่างๆได้ดี สามารถทนความร้อนได้สูง จึงปิดผนึกด้วยความร้อนได้ แต่ต้องใช้อุณหภูมิสูงมาก จึงไม่นิยมใช้เป็นชั้นปิดผนึกด้วยตัวเอง แต่นิยมใช้ทำฟิล์มหลายชั้นที่ต้องการความแข็งแรงและการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำได้ดี ต้านทานแรงดึงและแรงฉีกขาดได้ดี สามารถยืดตัวและบิดพับงอได้ แต่มีข้อเสียคือ ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้น้อยและดูดซับความชื้นได้ ความแข็งแรงและการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซลดลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของก๊าซเพิ่มขึ้น

3. โพลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate, PET) เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติเด่นทางด้านความใสแววับเป็นประกาย จึงนิยมใช้ทำขวดที่ต้องการความใสและป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี เช่น ขวดน้ำอัดลม ขวดน้ำมัน ขวดน้ำดื่ม เป็นต้น และยังนิยมใช้ทำถุงสำหรับการบรรจุภายใต้สูญญากาศหรือบรรยากาศพิเศษได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ กลิ่น และไขมันได้ดี สามารถต้านทานแรงดึงและแรงทิ่มทะลุได้ดี แต่มีข้อเสียคือ ยอมให้ความชื้นผ่านได้พอควร และปิดผนึกด้วยความร้อนไม่ได้ นอกจากจะเคลือบด้วย PVDC หรือ PE ซึ่งจะช่วยเพิ่มการป้องกันก๊าซและความชื้นด้วย พลาสติกชนิดนี้เมื่อถูกเคลือบด้วยแผ่นเมทัลไลซ์ (Metallized film หรือ Metallized aluminium) ซึ่งจะหนาเพียง 30 นาโนเมตร หรือ 30×10^{-6} นิ้ว เรียกว่า MPET (Metallized Polyethylene Terephthalate) วิธีนี้จะปรับปรุงคุณสมบัติของพลาสติกให้ดีขึ้น แผ่นเมทัลไลซ์มีคุณสมบัติดังนี้ ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี ทั้งในสภาวะที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดีเลิศ ทึบแสงจึงช่วยป้องกันแสงผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุซึ่งมีผลโดยตรงต่อผลิตภัณฑ์ ทนทานต่อไขมันหรือน้ำมัน ต้านทานการกัดกร่อนสูง ไม่เป็นพิษ ราคาถูก สามารถเคลือบกับพลาสติกชนิดอื่นๆได้เพื่อเพิ่มความมันวาวให้ดูสวยงาม ดึงดูดผู้บริโภคได้ดี

4. โพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) เป็นพลาสติกที่มีความใสและป้องกันความชื้นได้ดี มีความเหนียว ทนทานต่อสารเคมี มีจุดหลอมเหลวสูงทำให้นิยมใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับบรรจุอาหารที่ร้อนจัดได้ ใช้ทำซองบรรจุอาหารแห้ง และอาหารที่มีไขมันมีอายุการเก็บรักษาไม่นาน บรรจุภัณฑ์ขนส่งอีกประเภทหนึ่งที่มีการใช้ PP อย่างมาก คือ ถุงพลาสติกสาน (Woven Sacks) ซึ่งทนทานต่อการใช้งาน แต่ก็มีข้อเสียคือ การป้องกันการซึมผ่านของก๊าซยังไม่ดีเท่าพลาสติกบางชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved