บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

สถานการณ์การผลิตถั่วเหลืองในประเทศไทย

ความต้องการใช้ถั่วเหลืองภายในประเทศไทยมีปริมาณการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้ภายในประเทศไทย จึงยังไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ ในแต่ละปีต้องนำเข้าถั่วเหลืองจากต่างประเทศในรูปเมล็ดสูงถึง 1.36 ล้านตันโดยนำเข้าจาก สหรัฐอเมริกาและบราซิล สูงถึง 60-70 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเมล็ดนำเข้าทั้งหมด คิดเป็นมูลค่านำเข้าสูงถึงกว่าหมื่นล้านบาท ถั่วเหลืองจึงเป็นพืชหนึ่งที่รัฐบาลพยายามส่งเสริมให้มีการปลูกแหล่งผลิตถั่วเหลืองของประเทศไทยอยู่ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมากได้แก่ สุโขทัย เชียงใหม่และกำแพงเพชร การปลูกถั่วเหลืองในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ฤดูปลูก คือ ฤดูฝนและฤดูแล้ง จังหวัดที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดในฤดูฝนคือ สุโขทัย และจังหวัดที่มีการปลูกมากที่สุดในฤดูแล้งคือ จังหวัดเชียงใหม่(อภิพรรณ, 2546)

ลักษณะประจำพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60 (ศุภชัย, 2537)

ต้นอ่อน มีลักษณะแตกต่างกับพันธุ์มาตรฐานอื่นๆ ทุกพันธุ์ คือ ต้นอ่อนมีสีเขียว ส่วนพันธุ์อื่นๆ มีสีม่วง สำหรับใบเลี้ยงมีสีเขียวและจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองก่อนใบจะหลุดร่วง

ลำต้น แข็งแรงไม่ล้ม ลักษณะไม่ทอดยอด สูงปานกลาง การทดลองในต้นฤดูฝนความสูงเฉลี่ย 66 เซนติเมตร โดยมีความสูงตั้งแต่ 46 จนถึง 94 เซนติเมตร ในปลายฤดูฝนความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 66 เซนติเมตรเช่นเดียวกัน และให้ความสูงตั้งแต่ 40 จนถึง 84 เซนติเมตร ต้นมีความสูงเฉลี่ยเพียง 51 เซนติเมตร และให้ความสูงตั้งแต่ 34 จนถึง 64 เซนติเมตร

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

จำนวนกิ่งต่อต้น เป็นพันธุ์ที่แตกกิ่งก้านน้อย โดยเฉพาะเมื่อปลูกในฤดูแล้งจะไม่แตกกิ่ง แต่ถ้าปลูกในฤดูฝนจะพบว่ามีกิ่งเพียง 1-2 กิ่งต่อต้นเท่านั้น

ใบ เช่นเดียวกับพันธุ์อื่นๆ จำนวนใบย่อย มี 3 ใบ รูปร่างใบเป็นชนิดใบกว้าง ขนาดของใบจัดได้ว่ามีใบขนาดเล็ก คือ ขนาดของใบเล็กกว่า 70 ตารางเซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ขน ขนที่ขึ้นอยู่ตามส่วนต่างๆของลำต้นมีสีน้ำตาล ความหนาแน่นของขนปานกลาง และเป็นแบบขนตั้ง

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

ฝัก ติดฝักเป็นกระจุกตามข้อที่ลำต้น ตั้งแต่ข้อแรกจนถึงข้อสุดท้าย สีฝักเมื่อแก่มีสีน้ำตาลค่อนข้างเข้ม จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 2-3 ฝัก แต่จะพบ 2 เมล็ดต่อฝักมากกว่า 3 เมล็ด ส่วนจำนวนฝักต่อต้นขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโต โดยมีจำนวนฝักตั้งแต่ 50-70 ฝักต่อต้น

เมล็ด ลักษณะเมล็ดกลม มีสีเหลือง ตาเมล็ดมีสีน้ำตาล ผิวเมล็ดเป็นผิว มัน ขนาดเมล็ดปานกลางแต่ใหญ่กว่าพันธุ์ สจ. ต่างๆ เล็กน้อย คือน้ำหนัก 100 เมล็ด 15.0-15.5 กรัม องค์ประกอบของเมล็ดประกอบด้วยน้ำมันประมาณ 20.0 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนที่ค่อนข้างสูงคือประมาณ 43.6 เปอร์เซ็นต์

การสุกแก่ ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมของแหล่งปลูกหรือฤดูปลูก เช่น การปลูกในต้นฤดูฝนปรากฏว่าอายุแก่ เฉลี่ยเท่ากับ 98 วัน แต่ในปลายฤดูฝนอายุสั้นลงคือเฉลี่ยเท่ากับ 85 วัน ส่วนการปลูกในฤดูแล้งอายุแก่เฉลี่ยเท่ากับ 90 วัน โดยมีอายุแก่สั้นที่สุดเพียง 83 วัน แต่มีอายุยาวที่สุดปลูกที่เชียงใหม่ ซึ่งมีอากาศหนาวจัดในต้นฤดูปลูก อายุแก่ยาวถึง 110 วัน

ลักษณะดีเด่น

1. มีความต้านทานต่อโรคราสนิม ในกรณีที่โรคนี้ระบาดอย่างรุนแรง ผลผลิตของพันธุ์ ชม.60 ลดลงเพียง 16 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ สจ.4 และสจ.5 จะลดลงประมาณ 29 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
2. เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงประมาณ 280-360 กิโลกรัม/ไร่
3. ตอบสนองต่อปุ๋ยอัตราต่ำได้ดีกว่าพันธุ์สจ.4 และสจ.5
4. ทนทานต่อโรคราน้ำค้าง และโรคแอนแทรคโนส ได้ดีกว่าพันธุ์ สจ.4 และ สจ.5
5. ทนทานต่อโรคใบจุดนูน
6. ให้ผลผลิตสูงทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง แต่ถ้าปลูกในฤดูฝนจะให้ผลผลิตสูงกว่าในฤดูแล้ง
7. ปรับตัวตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้กว้างขวาง โดยเฉพาะในภาคอีสานสามารถใช้เป็นพันธุ์ปลูกได้ในทุกฤดูปลูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

8. เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีกิ่งน้อย จำนวนฝักต่อต้นมาก สามารถเพิ่มจำนวนต้นต่อไร่มากกว่า 64,000 ต้น/ไร่ โดยลดระยะแถวปลูกให้แคบลงเหลือประมาณ 40 เซนติเมตร
9. เป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง เพราะฝักแรกอยู่เหนือระดับดิน 10 เซนติเมตร จึงลดการสูญเสียของผลผลิตได้

ลักษณะด้อย

1. เป็นพันธุ์ที่ความงอกลดลงอย่างรวดเร็ว ถ้าเก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิห้องภายในระยะเวลา 6 เดือน เปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงเหลือเพียง 40 เปอร์เซ็นต์
2. เนื่องจากอ่อนแอต่อสภาพดินที่มีความชื้นสูงหรือน้ำขัง ในฤดูฝนควรระบายน้ำออกจากแปลง การปลูกในฤดูแล้งโดยการให้น้ำชลประทานไม่ควรให้มีน้ำขัง

คุณภาพและสาเหตุการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีนับเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่สุดในการเพิ่มผลผลิตของพืช หากใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงย่อมทำให้การดูแลและการจัดการการผลิตในเวลาต่อมาสามารถทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น เป็นการเพิ่มความมั่นใจและลดการเสี่ยงด้านการลงทุนในการเพาะปลูกได้ เช่น ลดค่าใช้จ่ายในการป้องกันกำจัดโรคและแมลง ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ โดยเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี คือ ต้องเป็นเมล็ดที่สะอาดปราศจากสิ่งเจือปน มีความบริสุทธิ์สูงและตรงตามสายพันธุ์โดยไม่มีพันธุ์พืชอื่นปน เปอร์เซ็นต์ความงอกสูง งอกได้เร็วและให้ต้นกล้าที่มีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี เป็นเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่เต็มที่และสมบูรณ์ดีมีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักและสีสม่ำเสมอ ไม่มีเมล็ดวัชพืช โรคและแมลงศัตรูพืชที่ติดปะปนมาโดยทั่วไปคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะดีที่สุดเมื่อถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) เมื่อพ้นระยะนี้ไปแล้วเมล็ดจะเริ่มเสื่อมคุณภาพ โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆเกิดขึ้นกับเมล็ดพันธุ์ทั้งทางสรีวิทยาและชีวเคมี เมล็ดที่เสื่อมคุณภาพจะมีอัตราการหายใจการสังเคราะห์ทางชีวเคมี การทำงานของเอนไซม์ (enzyme activity) ลดลง (Leopold and Musgrave, 1979) ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดลดลง ซึ่งระยะแรกความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะลดลงในอัตราเดียวกัน แต่ระยะหลังความแข็งแรงของเมล็ดจะลดลงในอัตราที่เร็วกว่าความงอก ดังนั้นการเก็บรักษาจึงเป็นการกระทำเพื่อชะลอการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ให้ช้าลงนั่นเอง(จวงจันทร์, 2529)

เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเมื่อสุกแก่ทางสรีรวิทยาความงอกและความแข็งแรงจะสูงที่สุด หลังจากนั้นการเสื่อมคุณภาพก็จะเกิดขึ้น(Delouche, 1974) แล้วจะดำเนินต่อไป เป็นขบวนการที่ไม่สามารถยับยั้งและผันกลับได้ การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์นั้นเริ่มจากอาการทางสรีรวิทยา (physiological symptoms) การรั่วไหลของสารเคมีจากภายในเซลของเมล็ดเพิ่มขึ้นเนื่องจากการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เสื่อมสภาพของผนังเมมเบรน การหายใจก็นับว่าเป็นขบวนการที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเสื่อมสภาพ โดยเมล็ดที่เสื่อมจะมีอัตราการหายใจลดลง กิจกรรมของเอนไซม์ลดลง โดยเฉพาะเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เนื้อเยื่อใหม่ๆ และเนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่สูง(Bewley and Black, 1983) การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระ โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นสารตัวกลางของขบวนการ autoxidation หรือ peroxidation เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เมล็ดเกิดการเสื่อมสภาพเพราะทำให้เกิดความเสียหายแก่ระบบต่างๆ เช่น สูญเสียการทำงานของเอนไซม์ โปรตีนเสื่อมสภาพ การหายใจลดลง เมมเบรนเสียหาย และระงับการสังเคราะห์โปรตีน เป็นต้น(Wilson and McDonald, 1986; McDonald, 1999) ในบรรดาการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเชื่อกันว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเมมเบรนเป็นปรากฏเริ่มแรกที่เกิดขึ้นในระหว่างการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ซึ่งจะนำไปสู่การสูญเสียความงอกและความแข็งแรงในที่สุด(Delouche and Baskin, 1973; Halmer and Bewley, 1984; Ferguson *et al*., 1990)

ปัจจัยที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานนั้น ความแตกต่างของสายพันธุ์ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่ง เนื่องจากขณะที่เมล็ดกำลังพัฒนาและสุกแก่นั้น เมล็ดถั่วเหลืองต่างพันธุ์กัน ถึงแม้ปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกันได้รับการดูแลเหมือนกันแต่ก็ยังมีคุณภาพต่างกันทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพต่างกันไป เพราะมีความแตกต่างกันในแง่ของความทนทานต่อสภาพแวดล้อม(วันชัย, 2538) ส่งผลถึงการเสื่อมสภาพและความสามารถในการเก็บรักษาก็จะแตกต่างกันด้วย (พิมพร, 2534) จากการศึกษาของวันชัยและคณะ (2539) พบว่าถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60 และนว.1 เป็นพันธุ์ที่เสื่อมความงอกในแปลงปลูกได้เร็วกว่าพันธุ์อื่นๆ เช่น KUSL20004, AGS129, สจ.4, สจ.1, สท.1, สจ.2 และสจ.5 ตามลำดับ โดยเมล็ดที่มีขนาดใหญ่จะมีเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดต่ำ มีแนวโน้มเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกเร็วกว่าเมล็ดที่มีขนาดเล็ก ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดสูงกว่า นอกจากนี้ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดก็มีก็มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ด โดยเมล็ดที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดบางมีแนวโน้มเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าเมล็ดที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดหนา ส่วนสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์สูงในระหว่างการพัฒนาจนถึงการสุกแก่ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วเช่นกัน(TeKrony *et al*., 1980) ซึ่งสภาพเช่นนี้เหมาะแก่การเจริญของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคหลายชนิด(Wilcox *et al*., 1974; TeKrony *et al*., 1984) จากการศึกษาของ Franca *et al*. (1993) พบว่าสภาพที่อุณหภูมิสูงมากกว่า 30 องศาเซลเซียส และขาดน้ำระหว่างการพัฒนาเมล็ด และมีฝนตกในระหว่างการสุกแก่จะทำให้มีเมล็ดย่นได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้คุณภาพเมล็ดลดลง Gregg (1981) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ได้รับความเสียหายจากเครื่องจักรกลจะเสื่อมคุณภาพลงอย่างรวดเร็วและง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อราในโรงเก็บ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้ไว้ได้อย่างปลอดภัยและเป็นเวลานานนั้น เมล็ดพันธุ์จะต้องมีความชื้นเมล็ดที่ต่ำ ส่วนโรงเก็บรักษานั้นต้องมีอุณหภูมิต่ำและมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำด้วย(วัลลภ, 2538) สำหรับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเมื่อสุกแก่ทางสรีรวิทยาความงอกและความแข็งแรงจะสูงที่สุด จากนั้นการเสื่อมคุณภาพก็จะเกิดขึ้น (วันชัย, 2538) ซึ่งหากมีการเก็บรักษาที่ไม่ดีพอแล้วจะทำให้เมล็ดเสื่อมสภาพเกิดผลเสียหายทั้งด้านปริมาณและคุณภาพได้ (สมบัติ, 2535) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน แต่ที่ถือว่าสำคัญและมีบทบาทมากที่สุดต่อความงอก ความแข็งแรงหรือความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ระหว่างการเก็บรักษา คือ ความชื้นของเมล็ด ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและอุณหภูมิภายในโรงเก็บ (Minor, 1982; Christensen and Kaufmann, 1974) เมล็ดพืชโดยธรรมชาติมีคุณสมบัติที่เรียกว่า hygroscopic กล่าวคือสามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศรอบๆเมล็ด ถ้าบรรยากาศรอบๆเมล็ดมีความชื้นสูง เมล็ดจะดูดความชื้นจากอากาศ แต่ถ้าบรรยากาศรอบๆเมล็ดมีความชื้นต่ำ เมล็ดจะคายความชื้นให้กับอากาศ การแลกเปลี่ยนของความชื้นเมล็ดกับบรรยากาศภายนอกจะดำเนินไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมีอัตราการดูดน้ำเท่ากับอัตราการคายน้ำของเมล็ด หรืออยู่ในภาวะสมดุล(equilibrium moisture content; EMC) เมล็ดจะมีความชื้นคงที่ ดังนั้นความชื้นสัมพัทธ์จะเป็นตัวกำหนดความชื้นของเมล็ด (Clark and Bass, 1975; Bass, 1975) เช่น เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีความชื้น 6.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 30 เปอร์เซ็นต์ จะมีการดูดความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 13 เปอร์เซ็นต์ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ (บุญนาค, 2523) ทั้งนี้การเก็บเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในสภาพบรรยากาศที่มีความชื้นสูง กิจกรรมต่างๆทางชีวเคมีภายในเมล็ดจะเกิดขึ้นมากกว่าปกตินั่นคือ มีการหายใจสูง อาหารสะสมถูกเคลื่อนย้ายนำไปใช้ ทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว(Bass and Clark, 1974) เมื่อเก็บเกี่ยวมาใหม่ๆเมล็ดถั่วเหลืองจะมีความชื้นประมาณ 14-20 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดพันธุ์จะมีอัตราการหายใจที่สูง และสามารถเกิดอันตรายได้จากความร้อนในกองเมล็ด เชื้อราและแมลงก็จะเข้าทำลายได้ง่าย แต่เมื่อลดความชื้นลงมาที่ระดับ 10-13 เปอร์เซ็นต์จะสามารถเก็บรักษาได้นาน 6-12 เดือน และถ้าลดลงมา 8-10 เปอร์เซ็นต์จะเก็บรักษาได้นานถึง1-2 ปี แต่จะได้รับความเสียหายจากเครื่องจักรได้ง่าย(ปาริชาติ, 2542) ซึ่งเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ได้รับความเสียหายจากเครื่องจักรกลนั้น จะเสื่อมคุณภาพลงอย่างรวดเร็วและง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อราในโรงเก็บ(Gregg, 1981) แต่เมล็ดพืชโดยทั่วไปถ้าลดความชื้นลงต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ เปลือกหุ้มเมล็ดมักแตกมีรอยร้าวอย่างเห็นได้ชัด และมีอายุการเก็บรักษาได้นานเพียง 3 เดือน (Halder and Gupta, 1980) ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีความงอกและความแข็งแรงสูงในระยะการเก็บรักษาหนึ่งฤดู ควรลดความชื้นให้เหลือประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ และเก็บในภาชนะปิดสนิท(ปาริชาติ, 2542)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ ในเขตร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงตลอดปี นับว่าเป็นอุปสรรคต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงส่งผลเร่งกิจกรรมต่างๆทางชีวเคมีภายในเมล็ด เช่น การหายใจ การย่อยสลายอาหารสะสม การเคลื่อนย้ายอาหารสะสมเกิดขึ้นสูง เมล็ดสูญเสียความมีชีวิตอย่างรวดเร็ว (เพ็ญสวาท, 2540) จากงานทดลองของ Roos and Manalo (1971) ที่ได้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายใต้อุณหภูมิ 32.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 15 สัปดาห์ พบว่าภายใน 9 สัปดาห์เมื่อมีการทดสอบความงอกมาตรฐาน เมล็ดจะแสดงการหยุดการเจริญเติบโต และระยะเวลา 3 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษาเมื่อทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสูญเสียความแข็งแรงลงอย่างมาก ในปี 2524 สนิทได้ทดลองนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 8 เปอร์เซ็นต์ และ 12 เปอร์เซ็นต์ ความงอกเริ่มต้น 95 เปอร์เซ็นต์ บรรจุในถุงพลาสติกชนิดหนาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 เดือนพบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 6 เดือน ความงอกของเมล็ดที่มีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ ลดลงต่ำกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้น 8 เปอร์เซ็นต์ ความงอกยังคงสูงถึง 87 เปอร์เซ็นต์ เบญจมาภรณ์ (2543) ได้ทำการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 เดือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 เดือน ยังคงมีความงอกอยู่ในระดับมาตรฐาน (72 เปอร์เซ็นต์) ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง(29±1 องศาเซลเซียส) มีความงอกต่ำกว่าระดับมาตรฐาน (67 เปอร์เซ็นต์) โดยเมล็ดพันธุ์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามีความชื้นเมล็ด จำนวนต้นกล้าผิดปกติ จำนวนเมล็ดตาย ค่าการนำไฟฟ้าและการปนเปื้อนของเชื้อราในปริมาณสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เท่ากัน ดังนั้น ในเขตร้อนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี เช่น ประเทศไทย การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ควรเก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 20-22 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นเมล็ด 12-13 เปอร์เซ็นต์ ไว้ได้เป็นเวลานาน 8-9 เดือน (Delouche, 1974) และเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง หากต้องการรักษาความงอกและความแข็งแรงสูงในระยะการเก็บรักษาหนึ่งฤดู ควรลดความชื้นให้เหลือประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ก่อนเก็บรักษา (ปาริชาติ, 2542)

อิทธิพลของภาชนะบรรจุต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

นอกจากอุณหภูมิและความชื้นของเมล็ดเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แล้ว ควรต้องคำนึงถึงภาชนะบรรจุที่เหมาะสมด้วย เพราะการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อนชื้นที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงเกือบตลอดปีเป็นสิ่งที่กระทำได้ยาก นอกจากความชื้นของเมล็ดควรลดให้อยู่ในระดับต่ำก่อนนำไปเก็บรักษาเพื่อกิจกรรมต่างๆทางชีวเคมีในเมล็ดจะได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นไปอย่างช้าๆเมล็ดจะมีชีวิตอยู่ได้นานขึ้นและปลอดภัยจากการรบกวนของโรคและแมลง (Halder and Gupta, 1980) ประกอบกับควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเก็บหรือลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำ และบรรจุในภาชนะที่กันความชื้นได้ เช่น กระป๋อง ขวดแก้ว ถุงพลาสติกหนา ถุงอลูมินั่ม ฟอยล์(aluminum foil) เป็นปัจจัยที่ช่วยรักษาความมีชีวิตไว้ได้นานยิ่งขึ้น (Mumford and Freire, 1982) โดยต้องลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาภายในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทให้ต่ำ เนื่องจากสภาพห้องปกติเมล็ดพันธุ์ยังคงสามารถถ่ายเทแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศได้ แต่ในภาชนะปิดบรรยากาศในภาชนะที่บรรจุเมล็ดจะถูกกำหนดโดยความชื้นของเมล็ด ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะที่บรรจุเมล็ดสูงขึ้น โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในเขตร้อนชื้นให้สามารถมีชีวิตอยู่ได้นาน 8-9 เดือน ต้องลดความชื้นของเมล็ดให้เหลือเพียง 12-13 เปอร์เซ็นต์ เก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิ 20-22 องศาเซลเซียสหรือน้อยกว่า แต่ถ้าหากต้องเก็บในสภาพอุณหภูมิปกติต้องลดความชื้นให้ต่ำกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ หรือน้อยกว่าปกติ 2-3 เปอร์เซ็นต์ ก่อนเก็บไว้ในภาชนะปิดสนิท(Delouche , 1973; Justice and Bass, 1978) ในปี 1980 Nagju *et al.* ได้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 7, 10 และ 13 เปอร์เซ็นต์ ไว้ในภาชนะปิดผนึกเก็บรักษาในโรงเก็บธรรมดานาน 7 เดือน เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้น 7 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีความงอกสูงมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดที่มีความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์หลังเก็บรักษาเพียง 3 เดือน ความงอกของเมล็ดลดเหลือเพียง 65 เปอร์เซ็นต์ ขณะเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์ ความงอกของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่เดือนที่ 3 และเมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอกทั้งหมดในเดือนที่ 6 ของการเก็บรักษา

จากงานทดลองของนิดา และคณะ (2526) ได้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองความชื้น 9.7 เปอร์เซ็นต์ ความงอกเริ่มต้น 90 เปอร์เซ็นต์ โดยบรรจุถังพลาสติกหนาขนาดบรรจุ 30 กิโลกรัม มีฝาเกลียวปิดสนิท ถุงพลาสติกชนิดพิเศษปิดผนึกสุญญากาศ และถุงพลาสติกปิดผนึกด้วยความร้อน หลังเก็บไว้นาน 10 เดือน เมล็ดมีความชื้น 9.6-9.9 เปอร์เซ็นต์ และมีความงอกลดลงเหลือ 70-74 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 3 วิธีการไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปีเดียวกันสลิล และคณะ (2526) ได้ทำการเก็บถั่วเหลืองในถุงพลาสติกหนา ถุงพลาสติกบาง ถุงพลาสติกบาง 2 ชั้น ถุงไนลอนและถังพลาสติก โดยเก็บรักษาในสภาพปกติ เมล็ดมีความงอกเริ่มต้นโดยเฉลี่ย 96 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นเมล็ด 9 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บรักษานาน 3 เดือน เมื่อทำการตรวจวัดความงอก พบว่ายังคงสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ในทุกกรรมวิธี แต่หลังจากเก็บรักษาไว้นาน 6 เดือน ความงอกเมล็ดเริ่มลดลงอยู่ระดับ 70-80 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังเก็บไว้นาน 9 เดือน เมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในถังพลาสติกปิดสนิทจะยังคงมีความงอกสูงกว่าภาชนะชนิดอื่นๆ ต่อมาในปี 2536 กัลยาได้ทำการศึกษาคุณภาพของเมล็ดย่นระดับต่างๆในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ที่บรรจุในถุงกระดาษที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้องและห้องควบคุมอุณหภูมินาน 7 สัปดาห์ พบว่าเมล็ดย่นทุกระดับในพันธุ์ ชม.60 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่ามาตรฐานหลังเก็บรักษาได้นาน 4 สัปดาห์เท่านั้น และเมื่อเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

นาน 7 สัปดาห์ความงอกจะลดลงต่ำกว่ามาตรฐาน ในเมล็ดพืชน้ำมันชนิดอื่นได้มีการศึกษาเช่นเดียวกัน เช่น การศึกษาในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง โดยในปี 2543 สรรเสริญได้นำถั่วลิสงที่กระเทาะเปลือกที่มีความชื้นเมล็ด 8 และ 12 เปอร์เซ็นต์ บรรจุในถุงอลูมินั่ม ฟอยล์ ถุงพลาสติกและถุงพลาสติกสาน โดยเก็บรักษานาน 5 เดือน พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในถุงอลูมินั่ม ฟอยล์ สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงความชื้นเมล็ดได้ดีที่สุด และตรวจพบการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซิน(aflatoxin)น้อยที่สุดด้วย จากการศึกษาของเพ็ญสวาท ในปี 2540 พบว่าวัสดุที่ควรนำมาบรรจุเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เพื่อให้มีความงอกและความแข็งแรงสูงอยู่ในมาตรฐานตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 8 เดือน ควรจะใช้ถุงพลาสติกหนา 4 มม. 2 ชั้น ถุงพลาสติกขนาด 70 ไมครอนเคลือบไนลอนขนาด 15 ไมครอน ที่ปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศ และถุงพลาสติกหนา 4 มม. 2 ชั้น ปิดผนึกด้วยระบบความร้อน ส่วนถุงพลาสติกสานสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้มีความงอกอยู่ในมาตรฐานได้เพียง 2-3 เดือนที่ระดับความชื้นเมล็ด 9 เปอร์เซ็นต์ (เพ็ญสวาท, 2540)

Water Activity

Water Activity (A_w) หมายถึง อัตราส่วนของความดันย่อยของน้ำในอาหาร(p) ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณภูมิเดียวกัน (p_o)

$$A_w = p/ p_o$$

ค่า A_w เป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุม และป้องกันการเสื่อมสภาพและเน่าเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร การลดความชื้นในผลิตภัณฑ์ลง จะทำให้ค่า A_w ลดลงจึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากค่า A_w เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ เราสามารถใช้ค่า A_w ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสีย ตลอดจนใช้ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ค่า A_w ที่จำกัด โดยจะทำให้อาหารมีค่า A_w ต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ตัวอย่าง เช่น แบคทีเรียเกือบทุกชนิด ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่า A_w ต่ำกว่า 0.9 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า A_w ต่ำกว่า 0.7 (รุ่งนภา และไพศาล,2545) ปริมาณความชื้นเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเน่าเสียของอาหาร ดังนั้นวิธีการดั้งเดิมที่ใช้ในการถนอมอาหาร ไม่ว่าจะเป็นวิธีการทำให้ข้นและการทำแห้ง ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่ทำให้ปริมาณความชื้นในอาหารลดลง การเชื่อมโดยการเติมน้ำตาล หรือการหมักดองโดยการเติมเกลือลงไปในอาหาร ความจริงแล้ววิธีการดังกล่าวทั้งหมดเป็นวิธีการที่อาศัยหลักของการลดค่า A_w แต่ส่วนมากมักเข้าใจว่าเป็นการลดความชื้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหารทั้งหมดประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของน้ำที่เกาะติดกับอาหาร หรือถูกใช้ไปในการสร้างพันธะต่าง ๆ เช่น พันธะไอออนิก พันธะไฮโดรเจน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

และอีกส่วนคือ ปริมาณน้ำอิสระที่ไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการเกิดพันธะใดๆ และจะอยู่ภายในช่องว่างของอาหาร ปริมาณความชื้น(moisture content) เป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหาร คือ รวมทั้งสองส่วนดังกล่าว ในขณะที่ A_w เป็นโมเลกุลของน้ำที่พร้อมจะเปลี่ยนสภาวะจากของเหลวไปเป็นไอ ซึ่งเป็นส่วนของน้ำอิสระเท่านั้น ซึ่งในการทำให้ข้นหรือการทำแห้งเป็นการระเหยน้ำอิสระออกไป ส่วนการเติมเกลือ น้ำตาลหรือส่วนผสม(Ingredient)อื่น ๆ ลงไป โมเลกุลของสารเหล่านั้นจะไปจับพันธะกับน้ำอิสระทำให้ค่า A_w ลดลงไปด้วย (Harris, 2004)

ความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นและค่า Water Activity

ความชื้น (moisture content) และค่า A_w มีความสัมพันธ์กันแต่เป็นเรื่องที่ซับซ้อน แต่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น และค่า A_w ของผลิตภัณฑ์หนึ่ง ๆ ได้ จากการทดลองวัดค่าความชื้นและค่า A_w ของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ณ อุณหภูมิที่คงที่ค่าหนึ่งเท่านั้น แล้วบันทึกค่าทั้งสองเปรียบเทียบกันในรูปกราฟ เรียกกราฟความสัมพันธ์ที่ได้ว่า Moisture Sorption Isotherms(MSI) วิธีการหากราฟความสัมพันธ์สามารถทำได้โดยนำอาหารไปใส่ในภาชนะที่ทราบค่าความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้สารละลายเกลืออิ่มตัวชนิดต่าง ๆ ใส่ลงไปในภาชนะแต่ละใบ โดยภาชนะที่ใช้ต้องสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้เป็นอย่างดี เพื่อให้มีความชื้นสัมพัทธ์ ณ จุดต่าง ๆ จากนั้น ตั้งอาหารทิ้งไว้จนเข้าสู่สภาวะสมดุล ซึ่ง ณ จุดสมดุลนี้จะทราบค่า A_w จากนั้นวัดค่าปริมาณความชื้นแล้วนำค่าทั้งสองไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ พบว่าเมื่อค่าความชื้นเพิ่มขึ้น ค่า A_w มักเพิ่มขึ้นด้วย แต่เป็นการเพิ่มแบบไม่เป็นเส้นตรง นอกจากนี้กราฟ MSI ของผลิตภัณฑ์ต่างชนิดจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความดันไอของโมเลกุลของน้ำในช่องว่างเหนือผลิตภัณฑ์ และพลังงานของการจับพันธะของน้ำในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด (Food Science Australia, 2002)

ความสำคัญของค่า Water Activity ต่อการเก็บรักษา

ในระหว่างการแปรรูป การขนส่ง และการเก็บรักษาอาหารหรือผลผลิตจะเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะและคุณภาพ เช่น อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะและคุณภาพ ซึ่งรวมถึงสี กลิ่น รส รูปร่าง ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร และคุณค่าทางโภชนาการ ผลจากกลไกเหล่านี้อาจก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหาร ทำให้อาหารมีอายุการเก็บสั้นลง คุณภาพของอาหารเปลี่ยนไปอยู่ในระดับที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหรืออาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เช่น จากการศึกษาของ Sadeghipour and Bhatla (2003) พบว่าในการเก็บรักษาเมล็ดทานตะวันเมื่อค่า A_w เพิ่มขึ้น นอกจากมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดลดลง และกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นแล้ว ยังพบสารพิษ Aflatoxin B1 เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นการศึกษาและหาสาเหตุที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียกับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด เพื่อทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การออกแบบและควบคุมกระบวนการผลิตและเก็บรักษา เช่น การควบคุมอุณหภูมิ เวลา ให้มีมาตรฐานเพื่อให้ สามารถควบคุมป้องกันการเสื่อมเสียของคุณลักษณะและคุณภาพ และเพื่อให้สามารถประเมินอายุการเก็บของอาหารให้ได้ตามระยะเวลาที่กำหนดจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง การเสื่อมเสียของอาหารโดยส่วนใหญ่เกิดจากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเป็นแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและส่วนประกอบที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน และเนื่องจากค่า A_w เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร ดังนั้นวิธีการควบคุมค่า A_w จึงเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร โดยการควบคุมให้อาหารมีระดับค่า A_w ต่ำกว่าค่าที่เชื้อจุลินทรีย์ชนิดนั้น ๆ จะเจริญเติบโตได้ สิ่งสำคัญของการป้องกันการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์คือการป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษได้ เช่น *Clostridium botulinum* จะไม่สามารถเจริญได้ที่ระดับค่า A_w ต่ำกว่า 0.93 โดยทั่วไปแล้วอาหารที่มีค่า A_w สูงได้แก่ อาหารสด เช่น เนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้ รวมทั้งอาหารบางชนิดที่ผ่านกระบวนการแปรรูป เช่น soft cheese และผลิตภัณฑ์เนื้อรมควัน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็นควบคู่ไปด้วย แต่สำหรับกลุ่มอาหารบางชนิดสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ โดยการควบคุมระดับ A_w เรียกว่า Semi-moist food รวมทั้งเค้กผลไม้ พุดดิ้ง ช็อคโกแลต และคาราเมล เมื่ออาหารเหล่านี้เกิดการเสื่อมเสีย มักเป็นการเสียจากการเจริญของเชื้อราที่ผิวหน้า ซึ่งราโดยส่วนมากจะหยุดการเจริญที่ค่า A_w ต่ำกว่า 0.8 แต่จะมีเชื้อราบางชนิดสามารถเติบโตได้อย่างช้า ๆ ที่ค่า A_w ระดับนี้ ดังนั้นจึงควรควบคุมให้ค่า A_w ของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ให้มีค่าไม่เกิน 0.75 แต่ยังคงไม่สามารถป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้สมบูรณ์ เพราะยังคงมียีสต์และราบางชนิดสามารถเจริญได้ที่ค่า A_w ต่ำกว่านี้ ทั้งนี้อาจพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ เช่น ลูกกวาดต้องการให้มีอายุการเก็บมากกว่า 12 เดือนขึ้นไป อาจต้องทำให้มีค่า A_w ต่ำกว่า 0.6 นอกจากการควบคุมค่า A_w แล้ว สภาวะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ต่างกัน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ยังส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอายุการเก็บรักษาของเค้กกับค่า A_w เมื่อเก็บที่สภาวะอุณหภูมิต่างกัน ถ้าเค้กมีค่า A_w เท่ากับ 0.81 จะสามารถป้องกันการเจริญของเชื้อราได้นาน 14 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 27^0 C และ 24 วันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 21^0C แต่ถ้าเค้กมีค่า A_w เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเป็น 0.85 จะพบว่าอายุการเก็บรักษาจะลดลงจากเดิมมากเหลือเพียง 8 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 27^0C และ 12 วันเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 21^0C (Marsili, 1993)

ค่า A_w ต่ำสุดสำหรับการเจริญของเชื้อรา เช่น *Aspergillus flavus* ที่ A_w 0.78, *A. parasiticus* ที่ A_w 0.82 , *A. orchraceus* ที่ A_w 0.83 และ *Penicillium citrinum* ที่ A_w 0.80 เป็นต้น นอกจากการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์แล้ว A_w ยังเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์บางชนิด โดยส่วนใหญ่แล้วเมื่อค่า A_w ลดลงต่ำกว่า 0.8 ปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ จะลดลง(Decagon, 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเกิดเชื้อราในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองระหว่างการเก็บรักษา

เมล็ดพืชที่เก็บรักษาไว้ในโรงเก็บมักได้รับความเสียหายอยู่เสมอ ถ้าหากมีการเก็บรักษาไม่ดีพอ จุลินทรีย์ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดผลเสียหายแก่เมล็ดพืชได้มาก จุลินทรีย์ที่พบเข้าทำลายเมล็ดพืชส่วนใหญ่ได้แก่เชื้อรา และที่พบบ้างเป็นบางครั้งจะเป็นพวกแบคทีเรียและยีสต์บางชนิด จุลินทรีย์แต่ละชนิดเหล่านี้มีบทบาทในการเข้าทำลายเมล็ดพืชในโรงเก็บให้เสียหายได้แตกต่างกัน เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีคุณสมบัติสามารถดูดความชื้นจากบรรยากาศรอบข้างได้ตลอดเวลา ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เมล็ดเกิดการเสื่อมสภาพ (Tekrony *et al.,* 1980) ซึ่งสภาพเช่นนี้เหมาะแก่การเจริญของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคหลายชนิด (Wilcox *et al*., 1974; Tekrony *et al.,* 1984) สำหรับโรคของถั่วเหลืองที่สำคัญซึ่งมีผลกระทบทำให้ผลผลิตต่ำและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลง เช่น โรคราสนิม โรคราน้ำค้าง โรคแอนแทรกโนส โรคเมล็ดสีม่วง โรคใบจุด โรคแบคทีเรียพัสตูล โรคแบคทีเรียไบล์ท และโรคใบด่าง (Sinclair and Backman, 1989) เชื้อสาเหตุของโรคบางชนิดที่กล่าวมานี้ติดมากับเมล็ดและสามารถถ่ายทอดทางเมล็ดพันธุ์ ซึ่งมีส่วนทำให้คุณภาพและเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง รวมทั้งทำให้เกิดโรคกับต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดนั้นๆ สำหรับเชื้อราที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้แก่ *Phomopsis* spp. (pod and system blight, stem canker), *Cercospora kikuchii* (purple seed stain), *Cercospora sojina* (frog eye leaf spot), *Colletotrichum truncatum* (antracnose), *Corynespora cassiicola* (target spot), *Alternaria* spp. (Alternaria leaf spot), *Peronospora manshurica* (downy mildew), *Septoria glycines* (brown spot) และเชื้อราที่สำคัญหลายชนิดที่สามารถแพร่ได้ทั้งทางดินและทางเมล็ดพันธุ์ เช่น *Fusarium* spp. (Fusarium blight or wilt, pod and collar rot), *Sclerotinia sclerotiorum* (white mold rot) และ *Macrophomina phaseolina* (charcoal rot) (Henning, 1988) ในประเทศไทยได้มีรายงาน เชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆจากหลายแหล่ง พบเชื้อราชนิดต่างๆ ดังนี้ *Alternaria porri, Cephalosporium* sp., *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum dematium, Corynespora cassiicola, Curvularia lunata, C. clavata, C. eragrostidis, C. geniculata, C. pallescens, Drechslera halodes, D. hawaiiesis, D. rustrata, D. tetramera, Fusarium dimerum, F. equiseti, F. moniliforme, F. oxysporum, F. poae, F. semitectum, F. solani, Macrophomina phaseolina, Myrothecium roridum, M. verrucarid, Nigrospora oryzae, Pestalotia* sp., *Phoma* sp., *Phomopsis* sp. และ *Trichoconis padwickii* (สมบัติ, 2544)

ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการทำลายของเชื้อราที่มีต่อผลิตผลต่างๆ จะมีทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เมล็ดหลังเก็บเกี่ยวจะได้รับความเสียหายจากเชื้อราเข้าทำลายเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแบ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ field fungi และ storage fungi โดยอาศัยความต้องการความชื้นของเมล็ดสำหรับการเจริญและขั้นตอนของการเข้าทำลายเมล็ดพืชเป็นหลัก เชื้อราในกลุ่ม field fungi เป็นเชื้อราที่เข้าสู่เมล็ดในขณะที่เมล็ดกำลังมีการพัฒนาอยู่บนต้นหรือหลังจากเมล็ดแก่แล้ว เชื้อราที่สำคัญในกลุ่มนี้ได้แก่ *Alternaria, Fusarium, Curvularia, Helminthosporium* และ *Cladosporium* เป็นต้น field fungi เหล่านี้อาจทำให้เกิดผลเสียต่อเมล็ดพืชหลายอย่าง เช่น สีของเมล็ดเปลี่ยนไป ทำให้เมล็ดเหี่ยวย่น คัพภะ(embryo) อ่อนแอหรือคัพภะตาย ซึ่งทำให้เมล็ดสูญเสียความงอกและการสร้างสารพิษ (toxin) ของเชื้อราบางชนิดที่เจริญบนเมล็ด ซึ่งเป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ที่บริโภคเมล็ดพืชที่มีสารพิษเข้าไป ส่วนstorage fungi เป็นเชื้อราที่เข้าทำลายเมล็ดในโรงเก็บหรือเมล็ดที่ผ่านการเก็บเกี่ยวมาแล้ว เชื้อราในโรงเก็บกลุ่มหลักที่มักพบอยู่เสมอ ได้แก่ Aspergillus และ Penicillium ซึ่งสามารถเจริญอยู่บนหรือในเมล็ดพืชที่เก็บรักษาไว้ในสภาพความชื้นของเมล็ดต่ำและอุณหภูมิต่ำ ความชื้นและอุณหภูมินับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการส่งเสริมการเจริญของเชื้อราในโรงเก็บเจริญ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเก็บรักษาเมล็ดพืชในโรงเก็บมากที่สุด เชื้อราในโรงเก็บส่วนมากจะเข้าทำลายคัพภะ ของเมล็ดจนทำให้เมล็ดสีจางหรือหมองลง หรือไปทำลายคัพภะทำให้เมล็ดตาย ไม่งอก เมล็ดเกิดการเน่าเปื่อย หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีขึ้นภายในเมล็ด เช่น แป้งหรือคาร์โบไฮเดรท เปลี่ยนเป็นกรดหรือก๊าซ โปรตีนถูกทำลาย ปริมาณน้ำตาลลดลง รวมทั้งการเกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยวหรือหืนขึ้น เนื่องจากไขมัน (storage lipid) เปลี่ยนเป็นกรดไขมันอิสระ(free fatty acid) ซึ่งมักพบมากในเมล็ดพืชน้ำมันทั่วๆไป เช่น ถั่วลิสง ฝ้าย ถั่วเหลือง และข้าวโพด เป็นต้น ผลทางอ้อมอื่นๆ ก็อาจทำให้เกิดความร้อนขึ้นในกองเมล็ด เมล็ดมีกลิ่นเหม็นอับ รวมทั้งเกิดสารพิษขึ้นจากขบวนการเจริญเติบโตและเมตาบอลิซึม (metabolism) ของเชื้อราในโรงเก็บบางชนิด เชื้อราในโรงเก็บที่ทำลายความงอกของเมล็ดได้มากและรุนแรงที่สุด คือ *A. flavus* รองลงมาคือ *A. candidus, A. glaucus, A. orchraceus* และ *A. restirctus* ตามลำดับ (สมบัติ, 2535)

การเกิดกรดไขมันอิสระในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง (นิธิยา, 2541)

ถั่วเหลืองเป็นพืชน้ำมันที่สำคัญ น้ำมันถั่วเหลืองเป็นน้ำมันที่มีปริมาณการผลิตมากที่สุดในโลก สกัดได้มาจากเมล็ดถั่วเหลืองซึ่งมีน้ำมันประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง และเป็นน้ำมันพืชที่มีกรดลิโนเลอิคสูงที่สุด โดยมีอยู่ประมาณ 43-56 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนเลนิคประมาณ 5-11 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันชนิดอิ่มตัวประมาณ 11-26 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด (ตารางที่ 1) การที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะทำให้เกิด autoxidation และหืนได้ง่าย มีผลทำให้ปริมาณกรด ลิโนเลนิคลดลงเหลือน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนเลอิคลดลงเหลือประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ และมีกรดโอเลอิคเพิ่มสูงขึ้นถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในธรรมชาติจะพบกรดไขมันเป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ที่อยู่ในไขมัน น้ำมัน และฟอสโฟกลีเซอไรด์ (phosphoglyceride) เป็นส่วนใหญ่ ที่พบในรูปของกรดไขมันอิสระมีน้อยมาก พันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลของกรดไขมันมีทั้งที่เป็นพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ กรดไขมันที่มีพันธะเดี่ยวทั้งหมดเรียกว่า กรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acids) ส่วนกรดไขมันที่มีพันธะคู่ 1 อัน หรือมากกว่า 1 อันเรียกว่า กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids) (นิธิยา, 2539)

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

ในการสกัดน้ำมันในพืชนั้น นิธิยา(2541)กล่าวว่าการสกัดไขมันหรือน้ำมันออกจากวัตถุดิบด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก ใช้สกัดน้ำมันออกจากเมล็ดพืชที่มีปริมาณน้ำมันต่ำหรือสกัดจากกากที่เหลือจากการบีบด้วยเครื่องอัด ตัวทำละลายที่ใช้จะต้องไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ได้แก่ เฮกเซน(hexane) คาร์บอนไดซัลไฟด์(carbon disulphide) และไดเอธิลอีเทอร์ (diethylether) แต่ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ เฮกเซน วิธีการสกัดทำได้โดยให้ตัวทำละลายไหลซึมผ่าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมล็ดที่บดละเอียด น้ำมันที่อยู่ในเมล็ดจะละลายออกมากับตัวทำละลาย เมื่อน้ำมันละลายออกมาหมดแล้วนำไปกลั่นแยกเอาตัวทำละลายออก สารละลายของน้ำมันในตัวทำละลายบางทีเรียกว่า **miscella** การใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายจะได้ปริมาณน้ำมันสูงกว่าวิธีอื่น เมล็ดพืชบางชนิดใช้วิธีการบีบร่วมกับการสกัดด้วยตัวทำละลาย อย่างไรก็ดีการสกัดด้วยตัวทำละลายจะเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธีอื่น ๆ เพราะตัวทำละลายมีราคาแพง ถึงแม้จะกลั่นแยกเอาตัวทำละลายกลับมาใช้ได้อีกก็ตาม แต่ก็มีบางส่วนที่ระเหยหายไปด้วย

น้ำมันที่ได้ออกมาเป็นน้ำมันที่ไม่บริสุทธิ์ เรียกว่า **crude oil** มักมีสารประกอบต่าง ๆปนอยู่มากมาย ต้องนำไปผ่านกระบวนการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ต่อไป ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการสกัดไขมันและน้ำมันได้แก่

1. ปริมาณของตัวทำละลาย ถ้าใช้ปริมาณตัวทำละลายในการสกัดมาก จะทำให้สกัดน้ำมันออกมาได้มากและมีน้ำมันเหลืออยู่ในกากน้อย แต่ถ้าใช้ตัวทำละลายมากก็ต้องใช้เวลานานในการกลั่นแยกเอาตัวทำละลายออก ทำให้สูญเสียตัวทำละลายที่ระเหยออกไปมากขึ้นด้วย ดังนั้นตัวทำละลายที่ใช้ควรมีปริมาณที่เหมาะสม โดยปกติการสกัดน้ำมันจากเมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดนุ่น และเมล็ดฝ้าย จะใช้ตัวทำละลายต่อน้ำหนักของเมล็ดพืชที่สกัดในอัตราส่วนหนึ่งต่อหนึ่ง

2. ชนิดของตัวทำละลาย ตัวทำละลายหลายชนิดที่ใช้ในการสกัดน้ำมันได้และตัวทำละลายแต่ละชนิดจะมีสมบัติแตกต่างกันออกไป ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของเมล็ดพืชและไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ตัวทำละลายที่นิยมใช้มากที่สุด คือ เฮกเซน

3. อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด การสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลายต้องใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 60 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยทำให้น้ำมันละลายออกมาจากเมล็ดพืชได้ง่าย

4. ความหนาของแผ่นเมล็ดพืชอัด เมล็ดพืชก่อนมาสกัด จะถูกบดให้แตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ อัดให้เป็นแผ่น แล้วปล่อยให้ตัวทำละลายไหลซึมเข้าไปสัมผัสกับแผ่นเมล็ดพืชอัด ถ้าเมล็ดพืชถูกบดให้ละเอียดเกินไปจะอัดกันแน่น ตัวทำละลายจะซึมผ่านเข้าไปได้ยาก ความหนาของแผ่นเมล็ดถั่วเหลืองที่เหมาะสมประมาณ 0.014 นิ้ว

5. ความชื้นของเมล็ดพืช เมล็ดพืชที่นำมาสกัดน้ำมันควรมีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ และตัวทำละลายจะต้องไม่มีน้ำหรือความชื้นปนอยู่เพราะจะทำให้สกัดน้ำมันออกได้ยาก

6. เวลาที่ใช้ในการสกัด การสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย ต้องใช้เวลานานพอสมควรเพื่อให้ตัวทำละลายสามารถสกัดเอาน้ำมันออกมาให้ได้มากที่สุด โดยทั่วๆไปจะใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง ตามปกติไขมันและน้ำมันที่มีอยู่ในพืชน้ำมันมีสมบัติที่ไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่นปิโตรเลียมอีเทอร์(petroleum ether) ไดเอธิลอีเทอร์ คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (carbontetrachloride) คลอโรฟอร์ม(chloroform) และเฮกเซน เป็นต้น จึงต้องสกัดไขมันและน้ำมันออกจากพืชด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ แล้วระเหยเอาตัวทำละลายออก ไขมันหรือน้ำมันที่สกัดได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้วยตัวทำละลายนี้ เรียกว่า crude fat หรือ crude oil ดังที่กล่าวข้างต้น ถ้าใช้ตัวทำละลายที่เป็นอีเทอร์ อาจเรียกว่า ether extract ก็ได้ สารที่สกัดได้ทั้งหมดนอกจากมีไขมันและน้ำมันซึ่งเป็นไตรกลีเซอร์ไรด์แล้ว ยังอาจมีไขหรือแวกซ์(wax) สารสี ไฮโดรคาร์บอนสเตอรอยด์(hydrocarbonsteroid) และกรดไขมันอิสระปนออกมาด้วย ซึ่งปริมาณไขมันและน้ำมันในอาหารแต่ละชนิดจะผันแปรเป็นช่วงกว้าง เช่น ผัก และผลไม้ส่วนใหญ่มีไขมันต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น อะโวคาโดมีไขมัน 26 เปอร์เซ็นต์ มะกอกมีน้ำมัน 17 เปอร์เซ็นต์ น้ำนมมีไขมัน 3.6 เปอร์เซ็นต์ เนยมีไขมันนม 82 เปอร์เซ็นต์ และพวกนัทต่าง ๆ มีไขมันและน้ำมันประมาณ 35-70 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น วิธีการสกัดไขมันและน้ำมันทำได้ดังนี้

1. วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันและน้ำมันโดยวิธี gravimetric มีขั้นตอนดังนี้ (Pomeranz and Maloan, 1978 อ้างโดย ลักขณา และนิธิยา, 2531)บดตัวอย่างอาหารให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน อาจร่อนผ่านตะแกรงเพื่อให้อนุภาคมีขนาดใกล้เคียงกัน ซึ่งจะทำให้สกัดไขมันออกได้ง่ายขึ้น ชั่งตัวอย่างอาหารที่ผ่านการอบแห้ง (ปราศจากน้ำ) 3 กรัม ใส่ใน flask ขนาด 125 มิลลิลิตรที่มีจุกปิดได้ (ถ้าตัวอย่างอาหารเป็นของเหลวใช้ separating flask) เติมตัวทำละลายเช่น อีเธอร์ลงไป 30 มิลลิลิตร ปิดจุก เขย่าให้เข้ากันประมาณ 30 นาที กรองของเหลวผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ที่พับเป็นจีบ (pleated) ใส่ลงใน evaporating disk ที่สะอาด ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักแล้ว นำกากที่เหลือ บนกระดาษกรองใส่คืนลงใน สกัดซ้ำอีก 2-3 ครั้ง และล้าง flask ด้วยตัวทำละลายเพียงเล็กน้อย นำ evaporating disk ไปวางบน water bath หรือปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้องให้ตัวทำละลายระเหยออกไป แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 98-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30 นาที ปล่อยให้เย็นใน descicator ชั่งหาน้ำหนักไขมันหรือน้ำที่สกัดได้ a กรัมคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ crude fat หรือ crude oilในตัวอย่างอาหาร

วิธีคำนวณ ตัวอย่างอาหาร 3 กรัม มี crude fat a กรัม

$$\text{ตัวอย่างอาหาร 100 กรัม มี crude fat} = \frac{a \times 100}{3} \text{ กรัม}$$

$$\%\ \text{crude fat} = \frac{\text{น้ำหนักของไขมันที่สกัดได้ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างอาหารแห้งที่ใช้ (กรัม)}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. วิธีการสกัดโดยใช้ Soxhlet (Pomeranz and Maloan, 1978 อ้างโดย ลักขณา และนิธิยา, 2531) ชั่งตัวอย่างอาหารที่บดละเอียดและผ่านการอบแห้งจำนวน 10 กรัม ใส่ลงใน Soxhlet thimble ปิดด้านบนด้วยสำลี (หรืออาจใช้วิธีการห่อตัวอย่างอาหารด้วยกระดาษกรองก็ได้) ชั่งน้ำหนัก thimble ทั้งหมดนำ thimble ใส่ลงในชุดสกัดแบบ Soxhlet นำ flask สกัดไปชั่งน้ำหนัก

ก่อนเติมตัวทำละลายลงไป เติมตัวทำละลายลงไปประมาณ 30-50 มิลลิลิตร (ปิโตรเลียมอีเทอร์จุดเดือด 50-70 องศาเซลเซียส) สกัดนาน 2 ชั่วโมง แล้วกลั่นไล่เอาตัวทำละลายออกจนหมด นำ flask ไปชั่งหาน้ำหนักของไขมันหรือน้ำมันที่สกัดได้ ส่วน thimble นำไปอบให้แห้ง แล้วชั่งหาน้ำหนักที่หายไป ซึ่งจะเท่ากับน้ำหนักของไขมันหรือน้ำมันที่ถูกสกัดออกมาด้วยตัวทำละลายเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของไขมันและน้ำมันในตัวอย่างอาหารดังกล่าวในข้อ 1.

การใช้ตัวทำละลายชนิดที่ไม่มีโพลาร์หรือมีโพลาร์ต่ำ เช่น ปิโตรเลียมอีเธอร์และไดเอธิลอีเทอร์จะสกัดได้เฉพาะ free lipid เท่านั้น ส่วนลิปิดที่จับอยู่กับโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต เช่น phospholipid หรือ glycolipid ต้องสกัดด้วยตัวทำละลายที่เป็นโพลาร์(polar) ดังนั้นปริมาณของ lipid ที่สกัดได้อาจทำการ hydrolize ด้วยสารเคมีชนิดอื่นเพื่อทำลายพันธะเสียก่อนก็ได้ ดังนั้นปริมาณของ lipid ที่สกัดได้อาจผันแปรไปตามวิธีการสกัดไขมันและน้ำมันที่ใช้ และรูปของไขมันและน้ำมันที่อยู่ในอาหารที่นำมาวิเคราะห์ วิธีการที่ดีคือใช้ตัวทำละลายชนิดโพลาร์ผสมกับชนิดไม่มีโพลาร์ เช่น ใช้คลอโรฟอร์มผสมกับเมธานอล(methanol) ในอัตราส่วน 2:1 เป็นต้น แต่มีข้อเสีย คือจะสกัดได้น้ำและสารที่ละลายได้ในน้ำปนออกมาด้วย ดังนั้นเมื่อระเหยไล่ตัวทำละลายออกไปหมดแล้วต้องเติมแอนไฮดรัสโซเดียมซัลเฟต(anhydrous sodiumsulphate) ลงไปช่วยดูดน้ำออกและสกัดไขมันและน้ำมันซ้ำด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์อีกครั้งหนึ่ง เมธีลีนคลอไรด์ (methylenechloride) สามารถนำมาใช้ผสมกับเมธานอลแทนการใช้คลอโรฟอร์มให้ผลในการสกัดไขมันและน้ำมันในอาหารได้ดีเช่นเดียวกัน ในกรณีที่อาหารมีน้ำปนอยู่อาจกำจัดน้ำออกได้ โดยการบดตัวอย่างอาหารด้วยแคลเซียมซัลเฟต(calcium sulphate) หรือแอนไฮดรัสโซเดียมซัลเฟต แล้วจึงนำไปใส่ใน soxhlet thimble ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้สกัดไขมันได้รวดเร็วและให้ผลถูกต้องออกมาจำหน่าย ตัวอย่างเช่น Foss-Let Fat Analyser เป็นเครื่องมือที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้สกัดน้ำมันจากพืชน้ำมัน และ Tecator Soxtec Apparatus เป็นเครื่องมือสกัดชนิด semi-automatic

นอกจากนี้ ลักขณา และนิธิยา(2531) ยังได้กล่าวอีกว่าในการวิเคราะห์ไขมันในธัญพืช เช่น ในแป้งข้าวสาลีสามารถวิเคราะห์ได้โดยการสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์ หรือไดเอธิลอีเทอร์หลังจากทำไฮโดรไลซิสด้วยกรดแล้ว ปริมาณไขมันที่สกัดได้จะผันแปรขึ้นอยู่กับวิธีการสกัดด้วย ปริมาณไขมันที่ได้จากการสกัดโดยตรงเป็นไขมันอิสระ(free fat) เท่านั้น ส่วนในข้าวนั้น Juliano (1985) ได้กล่าวว่าโดยทั่ว ๆ ไปไขมันในข้าวจะอยู่ในรูปของ nonstarch lipid ซึ่งการสกัดเอา nonstarch lipid จากข้าวนั้น จะใช้ตัวทำละลายที่เป็นแบบ nonpolar solvent อย่างเช่น ไดเอธิลอีเทอร์ ปิโตรเลียมอีเทอร์ และ คลอโรฟอร์ม:เมธานอล (2:1, v/v) หลังจากนั้นจึงสกัดซ้ำด้วย water-saturated butanol (WSB) นาน 30-60 นาที ที่อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส จากนั้นเม็ดแป้งจะถูกย่อยและปล่อย starch lipid ออกมาผสมกับ nonstarch lipid ในสารละลาย WSB แต่ในข้าวที่สีแล้วจะมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนของ lipid ที่อยู่ในรูปของสารประกอบ protein ซึ่งประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ของไขมันจะอยู่ในรูปของสาร nonstarch lipid และประมาณ 84 เปอร์เซ็นต์จะสกัดได้โดยใช้ คลอโรฟอร์ม:เมธานอล (2:1, v/v) นาน 8 ชั่วโมง ดังที่กล่าวแล้ว และอีก 11 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือสกัดได้โดยใช้ WSB ที่เย็น โดยใช้เวลาในการสกัดนาน 5 นาที

ปริมาณไขมันในเมล็ดแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช มีตั้งแต่ 2 เปอร์เซ็นต์ไปจนถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ไขมันในเมล็ดมีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ ไขมันสะสม (storage lipid) กับไขมันที่มีหน้าที่และเป็นส่วนประกอบโครงสร้าง (functional lipid) ปริมาณไขมันสะสมจะแตกต่างไปตามชนิดพืชและไปตามส่วนต่างๆของเมล็ดพืช ประกอบด้วยไขมันที่ไม่มีขั้วประจุ (apolar lipids หรือ neutral lipids) ที่พบมากคือ triacylglycerols (หรือ triglycerides) ไขมันเหล่านี้สะสมอยู่ในเมล็ดในรูปเม็ดไขมัน (oil body) ส่วนไขมันที่มีหน้าที่และเป็นส่วนประกอบโครงสร้าง อาจแบ่งกลุ่มย่อยได้หลายชนิด เช่น phospholipids, glycolipids, sterols, sterol esters, sterol ester glucosides เป็นต้น กลุ่มไขมันเหล่านี้จะปรากฏอยู่ในผนังเมมเบรน ในอวัยวะย่อยของเซลล์ (subcellular organelles) และในโครงสร้างต่างๆในเซลล์ เมล็ดส่วนใหญ่จะมี phospholipids ซึ่งเป็นไขมันที่มีขั้วประจุ (polar lipids) เพียง 1-2 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น และเป็นองค์ประกอบทางโครงสร้างของผนังเมมเบรน

ปัจจัยที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเสื่อมสภาพลงอย่างรวดเร็วไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานนั้น เนื่องจากเมล็ดพันธุ์มีปริมาณโปรตีนและไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่สูงถึง 36-38 และ 17-22 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ปริมาณไขมันที่สะสมจะแตกต่างกันไปตามชนิดพืชและตามส่วนต่างๆของเมล็ดพืช ไขมันที่สะสมเป็นแหล่งพลังงานของเมล็ด ซึ่งจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์และเคลื่อนย้ายไปใช้ในการงอก หรือในกรณีที่มีความเสียหายที่เกิดขึ้น เช่นเมล็ดบอบช้ำ มีเชื้อราเข้าทำลายหรือมีความเครียด (stress) อื่นๆ ไขมันที่สะสมก็จะถูกย่อยเพื่อปลดปล่อยออกมา ไขมันสะสมเป็นแหล่งพลังงานของเมล็ด ซึ่งจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ โดยทั่วไปแล้วเมล็ดที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบหลักจะเสื่อมสภาพเร็วกว่าเมล็ดที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก (วันชัย, 2538) เหตุที่ปริมาณไขมันสะสมในเมล็ดลดลงในระหว่างการเก็บรักษานั้น ก็เนื่องจากกิจกรรมเมตาบอลิซึมของเมล็ดและในบางสภาพอาจมี กิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ร่วมด้วย ในสภาพความชื้นเมล็ดสูงกิจกรรมเมตาบอลิซึมจะเกิดมากทำให้เกิดการสูญเสียอาหารสะสมต่างๆรวมทั้งไขมัน โดยการย่อยทำลายของเอนไซม์ ความเสียหาย นี้เรียก hydrolytic damage และเอนไซม์ที่ย่อยไขมัน เรียก lipolytic enzyme เช่น lipases และ phospholipases กิจกรรมการย่อยสลายอาหารสะสมจะเกิดสูงขึ้นเมื่อเก็บเมล็ดในสภาพอุณหภูมิสูง และในสภาพเช่นนี้กิจกรรมของจุลินทรีย์จะมีบทบาทสำคัญร่วมทำลายเมล็ดด้วยการย่อยสลาย ไขมันในเมล็ด ซึ่งส่วนใหญ่เป็น triacylglycerols โดย lipases จะทำให้เกิดกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ซึ่งสะสมมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษาของเมล็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

lipases

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

hydrolyzed

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในโรงเก็บและความชื้นของเมล็ดจะทำให้เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระจะมีความสัมพันธ์กับการลดลงของความงอกของเมล็ด (Priestley, 1986) Nakayama *et al.* (1981) พบว่าการเก็บเมล็ดถั่วเหลืองความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์ ไว้ในที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือนจะสูญเสียน้ำมันไป 15 เปอร์เซ็นต์ และสูญเสียphospholipidsไป 45 เปอร์เซ็นต์ และเชื่อว่าการลดลงของไขมันสะสมจะกระทบกระเทือนต่อความงอกของเมล็ดน้อยกว่าการลดลงของ phospholipids จากการศึกษาของจวงจันทร์(2529) พบว่าเมล็ดที่เสื่อมสภาพจะมีขบวนการออโตออกซิเดชั่นของไขมัน(lipids autoxidation) ขึ้น และจะเกิดได้อย่างรวดเร็วถ้ามีอุณหภูมิสูงและมีออกซิเจน ซึ่งส่วนใหญ่ขบวนการนี้จะเกิดในเมล็ดที่มีความชื้นต่ำ ซึ่งไขมันจะถูกออกซิไดซ์เป็นกรดไขมันอิสระได้ง่าย (Ching, 1973) จึงทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว ปริมาณไขมันในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีค่าลดลงเมื่อระยะการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากกระบวนการย่อยสลายไขมันให้เป็นกรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น และการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระนี้มีผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ โดยจะทำให้การงอกของเมล็ดลดลง(David, 1984) กรดไขมันอิสระนี้ส่วนใหญ่จะเป็นผลมาจากการเข้าทำลายของเชื้อราและมักปรากฏในเมล็ดพืชที่มีการเก็บรักษาที่ความชื้นมากกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ (Delouche and Baskins, 1973)

ปริมาณกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นในขณะที่เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พบว่ามีความสัมพันธ์ต่อการเกิดเชื้อราในโรงเก็บ lipase ที่ผลิตจากเชื้อราจะไปย่อยสลายไขมัน ซึ่งอยู่ในรูปของ ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ของกรดไขมันให้เป็นกลีเซอรอล (glycerol) และได้กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) นอกจากนี้ lipase ยังเป็นสาเหตุที่ทำให้เมล็ดเกิดการเหม็นหืน เชื้อราในโรงเก็บที่มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันอิสระ ได้แก่ *A. amslelodami, A. flavus, A. candidus* และ *Penicillium solitum* อย่างไรก็ตามถ้าเมล็ดพืชใดมีกรดไขมันอิสระเกิดขึ้นสูงถึง 2 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป แสดงว่าเมล็ดพืชนั้นมีการเสื่อมคุณภาพของ ค่อนข้างสูง (Magan and Evans, 2000)

การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด Acid Value (A.V.) หรือกรดไขมันอิสระ Free Fatty Acid (FFA) value (Pomeranz and Maloan, 1978 อ้างโดย ลักขณา และนิธิยา, 2531)ของไขมันหรือน้ำมัน คือจำนวนมิลลิกรัมของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน 1 กรัม เป็นกลางพอดี ผลการทดลองอาจจะคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันอิสระได้ค่า Acid value ที่วิเคราะห์ได้ใช้เป็นตัวชี้บ่งว่าไตรกลีเซอไรด์ที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมันถูกทำลายด้วย lipase เป็นกรดไขมันอิสระมากน้อยเพียงใด ถ้าค่า A.V. สูงแสดงว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ไตรกลีเซอไรด์ถูกทำลายได้เป็นกรดไขมันอิสระมาก แสดงว่ามีการหืนชนิด hydrolytic rancidity เกิดขึ้นแก่ไขมันหรือน้ำมันนั้นความร้อนและแสงช่วยให้การหืนเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อรักษาคุณภาพอาหาร

ในปัจจุบันนี้การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อรักษาคุณภาพอาหาร นิยมบรรจุลงในถุงพลาสติก การจะเลือกใช้วัสดุใดนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของฟิล์มที่ต้องสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น และสัมพันธ์กับคุณสมบัติของอาหาร แต่ส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันและความชื้นเป็นหลัก โดยทั่วไปจะพิจารณารายละเอียดของฟิล์มพลาสติกที่ใช้ดังต่อไปนี้

1. ต้องสามารถป้องกันความชื้นได้

เนื่องจากความชื้นที่เพิ่มขึ้นจะช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีต่างๆในอาหารให้เกิดเร็วขึ้น เช่น การเกิดปฏิกิริยาของออกซิเจนกับไขมันให้เกิดกรดไขมันอิสระ หรือทำให้เกิดการเจริญของเชื้อราได้ ดังนั้นฟิล์มพลาสติกที่นำมาใช้ทำถุงบรรจุฟิล์มพลาสติกที่ใช้ทำถุงบรรจุ จึงต้องมีคุณสมบัติป้องกันความชื้นได้ดี ตัวอย่างของพลาสติกที่มีคุณสมบัติป้องกันความชื้นได้ดี ควรมีค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำประมาณ 0.4 กรัม/1.6 ตร.ซม./24 ชั่วโมง ที่ 37.7 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศร้อยละ 95 (Stanley *et al.,* 1980; ปุ่น และสมพร, 2541) เช่น ฟิล์มพลาสติก Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polyethylene Terephthalate (PET) และ Saran เป็นต้น

2. ต้องสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้

เนื่องจากก๊าซออกซิเจนในอากาศสามารถทำปฏิกิริยากับไขมันทำให้เกิดกลิ่นหืน ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นเองแบบต่อเนื่องตลอดเวลา เมื่อไขมันและน้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นเองแบบต่อเนื่องตลอดเวลา และจะเกิดเร็วขึ้นถ้าอยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง ความชื้นสูง กระทบแสง และมีโลหะ เช่น ทองแดง(นิธิยา, 2541) ยังทำให้คุณค่าทางโภชนาการของไขมันและน้ำมันลดลง เนื่องจากเป็นการสูญเสียกรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย รวมถึงวิตามินต่าง ๆ ที่ละลายไขมันและน้ำมันอีกด้วย(Hartman *et al*, 1994) จึงควรเลือกใช้ฟิล์มที่มีค่าอัตราการซึมผ่านของออกซิเจนต่ำ ในขณะเดียวกันก็ไม่ควรเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงและถูกแสงแดด เช่น Saran, Nylon, PET เป็นต้น ในปัจจุบันมีการนำฟิล์มพลาสติกหลายชนิดมาใช้ซึ่งก็ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ เช่น CPP (Cast Polypropylene), OPP/Metallized CPP (OPP/VMCPP) (สุจินดา และคณะ, 2543), OPP/PE/VMPET/PE/CPP(สุภาวิณี และคณะ, 2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือที่เรียกว่าถุง Metallized เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าถุง Metallized สามารถใช้บรรจุโดยให้ผลทดแทนการใช้ระบบสุญญากาศได้เป็นอย่างดี (ประไพพักตร์ และคณะ, 2546) ทำให้ช่วยลดต้นทุนในการบรรจุและเก็บรักษาลงได้

จากการศึกษาของมยุรี(2541) เกี่ยวกับภาชนะบรรจุมันฝรั่งอบเนยโดยใช้ถุงพลาสติก 2 ชนิด ได้แก่ ถุง CPP ชนิดบาง และถุง Metallized (OPP/VMCPP) สรุปได้ว่า การที่จะเลือกใช้ภาชนะบรรจุชนิดใดนั้น ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษาหรือจัดจำหน่าย หากสามารถจำหน่ายหมดภายใน 1-3 สัปดาห์ก็สามารถใช้ถุง CPP ได้ แต่หากต้องการยืดอายุการเก็บรักษาให้นานถึง 6 เดือน เพื่อให้สามารถจัดจำหน่ายทั่วประเทศก็ควรใช้ถุง Metallized ในการบรรจุ เนื่องจากถุงพลาสติกที่ผ่านการพ่นเคลือบด้วยไออะลูมิเนียม เช่น ถุงพลาสติก OPP/VMCPP อะลูมิเนียมที่พ่นเคลือบจะหนาเพียง 30 นาโนเมตรจะเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติของพลาสติกให้ดีขึ้น ดังนี้

- ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี ทั้งในสภาวะที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง
- ป้องกันการซึมผ่านของความชื้น
- ทึบแสง ป้องกันแสงผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุ
- เพิ่มความมันวาว ให้ความสวยงาม
- ต้านทานการกัดกร่อน
- ทนทานต่อไขมัน หรือน้ำมัน
- สามารถเคลือบกับพลาสติกชนิดอื่นๆได้
- พิมพ์ได้สีสวยงาม ดึงดูดผู้บริโภค
- ราคาถูก น้ำหนักเบา ทำให้ประหยัดค่าขนส่ง

สุจินดา และคณะ (2543) ทำการทดลองเพื่อหาภาชนะบรรจุที่เหมาะสมสำหรับบรรจุข้าวเกรียบฟักทองพบว่า ภาชนะบรรจุ CPP หนา 2 มม. มีคุณภาพดีเทียบเท่า OPP/VMCPP(Oriented Polypropylene หนา 20 ไมครอน ประกบกับ Cast Polypropylene หนา 25 ไมครอนพ่นเคลือบด้วยไออะลูมิเนียม) สามารถเก็บรักษาข้าวเกรียบได้นาน 9 สัปดาห์ ที่ 32-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ และราคาถูกกว่า แต่หากต้องการยืดอายุการเก็บรักษาให้นานกว่า 9 สัปดาห์ควรใช้ภาชนะบรรจุ OPP/VMCPP ในปี 2546 สุภาวิณีและคณะทดลองบรรจุข้าวเกรียบมันทอดในถุง Metallized (ประกอบด้วย OPP/PE/VMCPP/PE/CPP) เป็นเวลานาน 4 เดือนพบว่าผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพดี และใช้ทดแทนระบบสุญญากาศได้ เนื่องจากถุงมีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านเข้าออกของน้ำและก๊าซได้ดี (งามทิพย์, 2537; Michael *et al*, 2000) ในกรณีถุงอะลูมิเนียม ประไพพักตร์ และคณะ (2546) ทำการทดลองบรรจุข้าวเม่าอ่อน ที่มีความชื้น 24 เปอร์เซ็นต์ ในถุงอะลูมิเนียม (ประกอบด้วย PET/PE/AL/LLDPE) ทดแทนถุงร้อนใสธรรมดา พบว่าสามารถยืดอายุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียสจากเดิม 7 วัน เป็น 75 วัน โดยสภาพของความชื้นภายในถุงค่อนข้างคงที่เนื่องจากถุงอะลูมิเนียมที่มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำที่ค่อนข้างต่ำ (วีรเวทย์, 2544) นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเสื่อมการเสื่อมสภาพจากแสงและรักษากลิ่นของผลิตภัณฑ์(ปุ่นและสมพร, 2541; Bosset , 1996)

การตัดสินใจเลือกชนิดของฟิล์มพลาสติกเพื่อทำถุงสำหรับบรรจุอาหารว่างนั้น ต้องคำนึงถึงอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ด้วย โดยต้องยังคงมีคุณภาพทั้งหมดเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ตลอดระยะเวลาในการขนส่งและตลอดระยะเวลาในการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ภายใต้สภาพของบรรยากาศที่เก็บผลิตภัณฑ์ Pavinee(1996)ได้รายงานว่าปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ได้แก่

- ค่า Water activity (A_w)เป็นค่าที่มีผลต่อปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในอาหารและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ถ้าค่านี้เพิ่ม การเกิดปฏิกิริยา ออกซิเดชั่นจะเพิ่มขึ้นด้วย
- สภาพแวดล้อม ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ สภาพบรรยากาศ
- ภาชนะบรรจุ
- ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์
- เวลาที่ต้องการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

คุณสมบัติของภาชนะบรรจุพลาสติกที่ควรทดสอบเพื่อการเลือกใช้ให้เหมาะสมนั้นขึ้นกับว่าผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะอย่างไร และหน้าที่ของภาชนะบรรจุนั้น อาทิ ถ้าผลิตภัณฑ์นั้นเสื่อมคุณภาพง่ายเมื่อสัมผัสกับความชื้น และก๊าซออกซิเจน ก็จำเป็นต้องทดสอบหาค่าการยอมให้ไอน้ำซึมผ่าน (Water vapor permeability) วัดในค่าของอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ(Water vapor transmission rate, WVTR) โดยใช้เครื่องมือทดสอบคือ Lyssy model L90 และการยอมให้ก๊าซซึมผ่าน(Gas permeability) ซึ่งวัดในค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซ (Gas transmission rate, GTR) โดยใช้เครื่องมือ Lyssy model GPM-20 เป็นต้น โดยการกำหนดคุณสมบัติใด และเป็นค่าเท่าใดขึ้นกับสาเหตุการเสื่อมและอายุการเก็บรักษาเป็นหลัก คุณสมบัติอื่นของภาชนะบรรจุพลาสติกที่สามารถทดสอบเพื่อการเลือกใช้ให้เหมาะสม ได้แก่ การรั่วซึม, ปริมาณออกซิเจนในช่องว่าง, การต้านแรงกด, การต้านแรงสั่นสะเทือน และการทนทานต่อความดัน (มยุรี, 2541)

สำหรับคุณสมบัติวัตถุดิบของภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานทดลองครั้งนี้มีดังต่อไปนี้ (ปุ่น และสมพร, 2541; งามทิพย์, 2540; สุจินดา และคณะ, 2543)

1. พอลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP)

พอลิโพพิลีนเป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติป้องกันน้ำและความชื้นได้สามารถใช้กับเครื่องจักรได้ดี ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ มีราคาถูก นิยมใช้มาก Polypropylene(PP) เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกที่เบาที่สุด มีสมบัติเชิงกลดีมาก เหนียว ทนต่อแรงดึง แรงกระแทกและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ทรงตัวดี มีจุดหลอมตัวที่ 165 องศาเซลเซียส ไอน้ำและออกซิเจนซึมผ่านได้ต่ำ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก มีการนำเอา PP ไปใช้งานในลักษณะเดียวกับ Polyethylene เมื่อต้องการให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น PP ได้ถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง ตัวอย่างเช่น ใช้ทำถุงร้อน ฟิล์มใส ฟิล์มห่อหุ้ม หรือบรรจุอาหารที่ไม่ต้องการให้ออกซิเจนซึมผ่าน พลาสติกหุ้มซองบุหรี่ เชือก แห อวน ถังน้ำมัน ชิ้นส่วนรถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า เฟอร์นิเจอร์ ภาชนะเครื่องใช้ในครัวเรือน เป็นต้น

2 . แผ่นเมทัลไลซ์ (Metallized film)

แผ่นเมทัลไลซ์คือพลาสติกที่เคลือบด้วยไอของอลูมิเนียม อลูมิเนียมที่เคลือบบนฟิล์มหลักนี้จะหนาเพียง 30 นาโนเมตร หรือ 30×10^{-6} นิ้ว เท่านั้น วิธีนี้จะปรับปรุงคุณสมบัติของพลาสติกให้ดีขึ้น แผ่นเมทัลไลซ์มีคุณสมบัติดังนี้ ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี ทั้งในสภาวะที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดีเลิศ ทึบแสงจึงช่วยป้องกันแสงผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุซึ่งมีผลโดยตรงต่อผลิตภัณฑ์ ทนทานต่อไขมันหรือน้ำมัน ต้านทานการกัดกร่อนสูง ไม่เป็นพิษ ราคาถูก สามารถเคลือบกับพลาสติกชนิดอื่นๆได้เพื่อเพิ่มความมันวาวให้ดูสวยงาม ดึงดูดผู้บริโภคได้ดี

3. อลูมินั่ม ฟอยล์ (Aluminum Foil)

อลูมินั่ม ฟอยล์เป็นโลหะผสมที่มีคุณสมบัติอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน แผ่นอลูมิเนียมที่บางมากราคาจะสูง ซึ่งขณะนี้สามารถผลิตฟอยล์ที่มีความบางเพียง 0.04 มิลลิเมตรได้แล้ว นิยมใช้สำหรับบรรจุอาหารและยา ป้องกันไอน้ำและอากาศได้ดีเยี่ยม ช่วยป้องกันแสงผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุซึ่งมีผลโดยตรงต่อผลิตภัณฑ์ สามารถนำไปใช้ร่วมกับวัสดุชนิดอื่น เช่น ประกบกับฟิล์มพลาสติก (Lamination) เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการป้องกันไอน้ำและอากาศ สำหรับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์อะลูมินั่ม ฟอยล์ นอกจากทางด้านคุณภาพของตัวฟอยล์แล้ว ด้านการพิมพ์บนแผ่นฟอยล์ก็เป็นส่วนที่ต้องให้ความสำคัญด้วย เนื่องจากความสวยงามเป็นจุดที่สามารถดึงดูดและส่งเสริมการขายได้ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved