บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 อาหารเคี้ยว (snack food)

อาหารขบเคี้ยวมีความหลากหลายทั้งในเรื่องของการผลิต รูปแบบ รสชาติอาหาร และชนิดของสินค้า โดยอาหารขบเคี้ยวแบ่งตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาผลิตได้ 4 ประเภทดังนี้

1. อาหารขบเคี้ยวที่ทำจากแป้ง ได้แก่ขนมขบเคี้ยวขึ้นรูป (extruded snack) ข้าวอบกรอบ ขนมกรอบที่ทำจากแป้งและส่วนผสมอื่น ขนมอบกรอบชนิดแผ่นหรือสอดไส้มีทั้งรสหวานและเค็ม
2. อาหารขบเคี้ยวที่ทำจากผลิตผลทางการเกษตร ได้แก่ ถั่วประเภทต่างๆ มันฝรั่งทอดกรอบ ข้าวโพดกรอบ นอกจากนี้ยังมีประเภทผลไม้แปรรูปปรุงรสชนิดต่างๆ และขนมขบเคี้ยวที่มีส่วนผสมจากเมล็ดธัญพืช
3. อาหารขบเคี้ยวที่ทำจากสัตว์ทะเล แบ่งเป็นประเภทปลาหมึกอบกรอบปรุงรส และประเภท fish snack เช่น ปลาเส้น ปลาแผ่นอบกรอบ (crispy) ปรุงรสต่างๆ
4. อาหารขบเคี้ยวประเภทข้าวเกรียบที่ทำจาก กุ้ง ปลา และอื่นๆ

(ปฏิมา, 2547)

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์สมุนไพรและธัญพืชรสช็อกโกแลตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนได้กำหนดไว้ดังนี้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมผลิตภัณฑ์ที่มีสมุนไพร ธัญพืช และผงโกโก้เป็นส่วนประกอบหลัก โดยผสมหรือกวนให้เข้ากันที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมจนได้ลักษณะตามต้องการ อาจปั้นใช้พิมพ์กด หรือหล่อในพิมพ์ทำเป็นรูปทรงต่างๆ และได้กำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ไว้ดังนี้

1. ลักษณะทั่วไป : ต้องคงรูปในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกัน
2. สี : ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์สมุนไพรและธัญพืชรสช็อกโกแลต
3. กลิ่นรส : ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์สมุนไพรและธัญพืชรสช็อกโกแลต ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่นกลิ่นอับ กลิ่นหืน
4. ลักษณะเนื้อสัมผัส : ธัญพืชที่มีความกรอบต้องกรอบไม่แข็งกระด้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. สิ่งแปลกปลอม : ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่นเส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
6. ค่ากิจกรรมของน้ำ : ต้องไม่เกิน 0.8
7. ปริมาณความชื้น : ต้องไม่เกินร้อยละ 10
8. จุลินทรีย์
   8.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
   8.2 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
   (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน.902, 2548)

วิมลศิริ (2539) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแท่ง โดยหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มีส่วนประกอบดังนี้ ข้าวเม่าคั่ว ร้อยละ 15 ถั่วลิสง ร้อยละ 20 เมล็ดทานตะวัน ร้อยละ 18 แบะแซ ร้อยละ 3.2 แยมสับปะรด ร้อยละ 15 น้ำ ร้อยละ 5 น้ำผึ้ง ร้อยละ 4.3 และเกลือ ร้อยละ 0.5 ผสมทุกอย่างจนเป็นเนื้อเดียวกันอัดลงในแม่พิมพ์ขนาด 3 x 5 x 7.5 เซนติเมตร แล้วอบผลิตภัณฑ์ให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติดังนี้ ความแข็ง 62.82 นิวตัน ค่ากิจกรรมของน้ำ 0.37 ความชื้น ร้อยละ 5.96 คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับปานกลาง

วรรณภา (2545) ได้พัฒนาขนมขบเคี้ยวสมุนไพรรูปแบบแท่ง ศึกษาหาส่วนผสมที่เหมาะสม มีส่วนประกอบดังนี้ถั่วลิสงอบ ร้อยละ 66.20 ใบมะกรูดแห้ง ร้อยละ 3.00 ตะไคร้อบแห้ง ร้อยละ 2.16 กระเทียมทอด ร้อยละ6.78 น้ำตาลทราย ร้อยละ 13.24 กลูโคสไซรัป (แบะแซ) ร้อยละ 8.00 เกลือป่น ร้อยละ 0.66 และพริกป่น ร้อยละ 0.50 คะแนนความชอบอยู่ในระดับปานกลาง

อัจฉรา (2544) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งมันเทศเคลือบปรุงแต่งกลิ่นรส ศึกษาหาส่วนผสมที่เหมาะสม โดยมีส่วนประกอบของน้ำเชื่อมดังนี้ น้ำตาล 84.04 กรัม น้ำ 28.68 กรัม แบะแซ 25.53 กรัม เกลือ 4.25 กรัม เนยสด 11.35 กรัม มีคุณสมบัติดังนี้ ค่ากิจกรรมของน้ำ 0.27 ปริมาณความชื้น ร้อยละ 2.91 ปริมาณเส้นใย ร้อยละ 2.37 และความแข็ง 25.38 นิวตัน คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับปานกลาง

รัชดา (2542) ได้พัฒนาอาหารเช้าพร้อมบริโภคอัดแท่งจากธัญพืชและศึกษาอายุการเก็บรักษา มีส่วนประกอบดังนี้ จมูกข้าวสาลี ปลายข้าวเหนียวพอง ถั่วลิสง และน้ำเชื่อมประกอบด้วยมอลโทสไซรัป น้ำผึ้ง มีคะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับปานกลาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 วัตถุดิบที่นำมาผลิตผลิตภัณฑ์

2.2.1 ข้าว (Rice)

ข้าวที่ปลูกเป็นอาหารของมนุษย์มี 2 ชนิด ได้แก่ข้าวที่ปลูกในทวีปแอฟริกา มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Oryza glaberrima* และข้าวที่ปลูกในทวีปเอเชียมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Oryza sativa* ได้รับความนิยมปลูกกันอย่างแพร่หลาย ข้าวเอเชียแบ่งเป็น 3 พันธุ์คือ พันธุ์อินดิกา (indica) ปลูกในประเทศไทย อินเดีย และฟิลิปปินส์มีลักษณะเมล็ดยาวเรียว พันธุ์จาปอนิกา (japonica) ปลูกในประเทศญี่ปุ่น เกาหลี และจีน มีลักษณะเมล็ดค่อนข้างกลมป้อม และพันธุ์จาวานิกา (javanica) ปลูกในประเทศอินโดนีเซีย และพม่าจะมีเมล็ดก้ำกึ่งระหว่างพันธุ์อินดิกาและจาปอนิกา จากสถิติของการใช้ประโยชน์จากข้าวทั่วโลกพบว่าข้าวเป็นอาหารมนุษย์ 88% ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ 7% ใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ 3.2% และใช้เป็นอาหารสัตว์ 1.8% (พูนศักดิ์และวีณา, 2549)

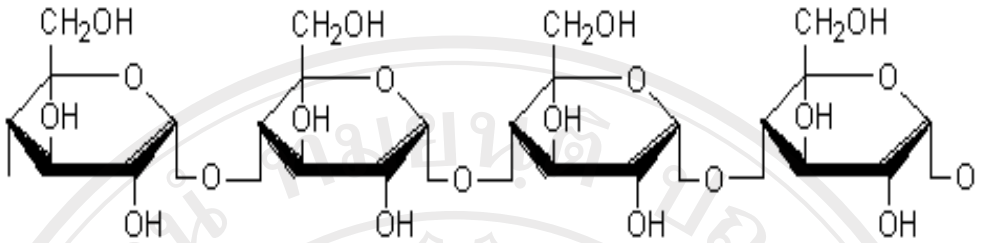
คุณภาพทางเคมีของข้าว

ข้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก คาร์โบไฮเดรตในข้าวสารประกอบด้วยสตาร์ชประมาณ 90%โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญคือ อะไมโลสและอะไมโลเพกติน ข้าวสารเจ้ามีอะไมโลสเป็นองค์ประกอบประมาณ 7 – 33%โดยน้ำหนักแห้งหรือ 8 – 37%ของปริมาณสตาร์ช ส่วนประกอบที่เหลือคืออะไมโลเพกติน 3 – 67% ซึ่งเป็นส่วนที่มีมากที่สุดในสตาร์ชทั่วไป โดยเฉพาะข้าวเหนียวจะพบอะไมโลเพกตินเป็นส่วนใหญ่ อาจพบอะไมโลสได้บ้างเพียง 0.8 – 1.3% เท่านั้น สัดส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินในข้าวมีผลต่อคุณภาพของข้าวสุกโดยตรง ข้าวสารที่มีอะไมโลสมากเมื่อหุงสุกจะได้ลักษณะร่วนแข็ง ส่วนข้าวที่มีอะไมโลสต่ำจะให้ข้าวสุกที่นุ่มเหนียว (พูนศักดิ์และวีณา, 2549)

คุณลักษณะของสตาร์ช

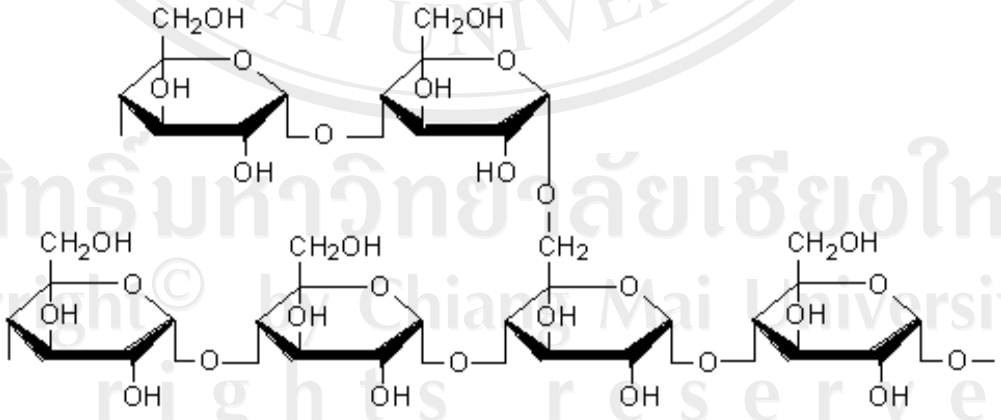
1. อะไมโลส (amylose) เป็นพอลิเมอร์สายตรงของน้ำตาลกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1,4 กลูโคซิดิก (โครงสร้างโมเลกุลของอะไมโลสแสดงในภาพ 2.1) โดยมีจำนวนหน่วยของกลูโคสประมาณ 1,500 หน่วยมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 250,000 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด และอายุของธัญชาติด้วย โมเลกุลของอะไมโลสมีรูปเกลียว (helical form) สามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับกรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์และไขมันได้ หรือถ้าจับกับไอโอดีนก็จะให้สีน้ำเงินซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวสามารถนำมาใช้ในการทดสอบคุณสมบัติของแป้งได้ (พูนศักดิ์และวีณา, 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.1 โครงสร้างโมเลกุลของอะไมโลส
ที่มา : รสิตา, 2544

2. อะไมโลเพกติน (amylopectin) เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสเหมือนกับอะไมโลส แต่มีการเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ 2 แบบ คือแอลฟา 1,4 กลูโคซิดิกและกิ่งก้านด้วยพันธะแอลฟา 1,6 กลูโคซิดิก (โครงสร้างโมเลกุลของอะไมโลเพกตินแสดงในภาพ 2.2) โดยมีปริมาณพันธะเป็นกิ่งก้านอยู่ในปริมาณ 4 - 5% ของพันธะทั้งหมด จำนวนหน่วยของกลูโคสในช่วงของกิ่งก้านประมาณ 22 – 28 หน่วย จำนวนกลูโคสทั้งหมดโมเลกุลประมาณ 1 ล้านหน่วย และมีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 10^8 (พูนศักดิ์และวีณา, 2549) ความแตกต่างของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินแสดงในตาราง 2.1



ภาพ 2.2 โครงสร้างของอะไมโลเพกติน
ที่มา : รสิตา, 2544

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 คุณสมบัติของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน

อะไมโลส	อะไมโลเพกติน
1. ประกอบด้วยโมเลกุลกลูโคสที่ต่อกันเป็นเส้นตรง 2. ประกอบด้วยกลูโคส 200 -1200 หน่วย ละลายน้ำได้ดีกว่า 3. เมื่อต้มในน้ำจะมีความข้นหนืดน้อยและขุ่น 4. ให้สีน้ำเงินกับสารละลายไอโอดีน 5. ต้มแล้วตั้งทิ้งไว้จะจับตัวเป็นวุ้นได้	1. ประกอบด้วยโมเลกุลกลูโคสที่ต่อกันมีกิ่งก้านสาขาเหมือนกิ่งไม้ 2. แต่ละกิ่งมีกลูโคส 20 - 25 หน่วย 3. ละลายน้ำได้น้อยกว่า 4. ข้นหนืดมากและใส 5. ให้สีม่วงแดงหรือสีน้ำตาลแดงกับสารละลายไอโอดีน 6. ไม่จับตัวเป็นวุ้น

ที่มา : รสิตา, 2544

ในข้าวนอกจากมีสตาร์ชเป็นส่วนประกอบหลักแล้วยังมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบอยู่บ้างเล็กน้อย ในข้าวกล้องมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดประมาณ 0.83 -1.36% ซึ่งมีน้ำตาลรีดิวซ์ 0.09-0.13% ส่วนในข้าวขาวมีน้ำตาลทั้งหมด 0.37 - 0.53% ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลรีดิวซ์ 0.05- 0.08% ส่วนของเส้นใยที่พบส่วนใหญ่เป็นเซลลูโลส ซึ่งพบมากในรำ 62% ในคัพภะ 4% ในรำละเอียด 7% และในข้าวสาร 27% ส่วนแพนโทแซนจะพบกระจายอยู่ในรำหยาบ 43% ในคัพภะ 8% ในรำละเอียด 7% และในข้าวสาร 42% สำหรับโปรตีนที่พบในข้าวส่วนใหญ่จะอยู่ที่ผิวนอกของเนื้อเมล็ดและปริมาณจะลดลงเมื่อเข้าใกล้จุดกึ่งกลางเมล็ด โปรตีนที่แทรกอยู่ระหว่างเม็ดสตาร์ชมีรูปร่างกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5- 4 ไมครอน ชนิดของกรดอะมิโนที่พบมากในข้าว ได้แก่ ไลซีน แอลบูมิน โกลบูลิน กลูเตลิน โปรลามิน แร่ธาตุที่พบข้าวสารได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซิลิคอน แมกนีเซียม แคลเซียม โซเดียม และเหล็ก ส่วนวิตามินพบในข้าวกล้องมากกว่าในข้าวสาร โดยเฉพาะในส่วนของคัพภะและชั้นอลูโรน วิตามินที่สำคัญในข้าวได้แก่ ไทอะมิน ไรโบฟลาวิน และไนอะซีน ในการขัดสีข้าวจะทำให้สูญเสียวิตามินไปประมาณ 50% (รสิตา, 2544) คุณค่าทางโภชนาการของข้าวแสดงในตาราง 2.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของข้าว

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่ / 100 กรัม)	447
โปรตีน (กรัม / 100กรัม)	9.8
ไขมัน (กรัม / 100กรัม)	2.65
คาร์โบไฮเดรต (กรัม / 100กรัม)	88.9
เส้นใย (Crude fiber) (กรัม / 100กรัม)	0.3
เถ้า (กรัม / 100กรัม)	0.6
แคลเซียม (มิลลิกรัม / 100กรัม)	68
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม / 100กรัม)	285
ไทอามีน (มิลลิกรัม / 100กรัม)	0.33
ไนอะซิน (มิลลิกรัม / 100กรัม)	4.9

ที่มา : รสิตา, 2544

2.2.2 เมล็ดทานตะวัน (sunflower seed)

เมล็ดทานตะวันมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Heliathus annus* เป็นพืชตระกูล Compositae ตระกลูเดียวกันกับดอกคำฝอย เบญจมาศ และดาวเรือง อายุประมาณ 100 -120 วัน แล้วแต่พันธุ์และสภาพแวดล้อม เป็นพืชล้มลุกที่ปลูกกันมากในเขตอบอุ่น เมล็ดทานตะวันได้จากการนำเมล็ดมากะเทาะเปลือก นิยมใช้บริโภคเป็นอาหารขบเคี้ยวยามว่าง เมล็ดทานตะวันมีคุณค่าทางโภชนาการสูงประกอบด้วยโปรตีน ธาตุเหล็ก แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอ เค บี 2 ดี และอี ปริมาณและคุณภาพของวิตามินอีในเมล็ดทานตะวันนั้นมีสูงกว่าในธัญพืชชนิดอื่นๆ มาก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.3 ปริมาณวิตามินอี ในน้ำมันชนิดต่างๆ

ปริมาณวิตามินอี (1 ช้อนโต๊ะ)	หน่วย I.U.
น้ำมันทานตะวัน	12.7
น้ำมันข้าวโพด	4.8
น้ำมันถั่วลิสง	4.9
น้ำมันถั่วเหลือง	3.5

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. วิตามินเอ จะช่วยชะลอความแก่ของผิวหนัง ผิวหนังเมื่ออายุมากขึ้นไขมันผนังเซลล์จะมีโอกาสถูกออกซิเจนเข้าทำลายเกิดเป็นสีน้ำตาลสะสมอยู่ใต้ผิวหนัง ผิวหนังเมื่อขาดไขมันก็จะเหี่ยวย่น และแห้งโดยเฉพาะเม็ดสีน้ำตาลที่สะสมอยู่ใต้ผิวหนังกระดำกระด่าง วิตามินอีจะทำหน้าที่ป้องกันไขมันผนังเซลล์ ไม่ให้ถูกทำลายโดยออกซิเจนผิวหนังจะแลดูเต่งตึง สดใส และเยาว์วัยเมื่อไขมันผนังเซลล์อยู่สมบูรณ์

2. วิตามินเอช่วยบำรุงสายตาป้องกันต้อกระจก เลนส์ตา อันเป็นส่วนที่รับภาพประกอบขึ้นด้วยสารประกอบประเภทไขมันไม่อิ่มตัว หากร่างกายขาดวิตามินอีทำให้กรดไขมันนี้จะถูกออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยาทำให้กรดไขมันแปรสภาพไปจะทำให้ตาเป็นต้อกระจกได้ วิตามินอีจะช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของออกซิเจนกับไขมันที่ไม่อิ่มตัว

3. วิตามินอี กับ เอสโตรเจน สตรีที่รับประทานยาคุมกำเนิดเป็นประจำจะมีโอกาสทำให้ร่างกายขาดวิตามินอี การขาดวิตามินอีทำให้เกิดความผิดปกติในระบบสืบพันธุ์มีลูกยาก เป็นหมันคลอดก่อนกำหนดและแท้งได้ วิตามินอีจึงมีความจำเป็นต่อทารกในครรภ์ด้วย เมื่อทารกคลอดก่อนกำหนดจะทำให้เกิดโรคโลหิตจางและบวม และนอกจากนี้วิตามินอี จะช่วยเพิ่มความต้านทานการติดเชื้อโรคของร่างกาย การขาดวิตามินอีจะทำให้เม็ดเลือดแดงผิดปกติ โลหิตจาง ผิวหนังเหี่ยวย่นแก่ก่อนวัยเกิดความผิดปกติในระบบสืบพันธุ์

4. ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด น้ำมันในเมล็ดทานตะวันมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (linoleic acid) อยู่สูง 60 - 70% กรดนี้จะช่วยลดไขมันในเส้นเลือด (cholesterol) ซึ่งมักสะสมในเนื้อเยื่อและหลอดเลือดทำให้เกิดปัญหา หลอดเลือดอุดตัน และหลอดเลือดแข็งตัวทำให้เกิดปัญหาโรคหัวใจ และหลอดเลือดในสมองตีบ กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีอยู่ในเมล็ดทานตะวันจะช่วยละลายเลือดที่แข็งตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และดึงเอาไขมันในเส้นเลือดออกไปใช้ประโยชน์ จึงช่วยแก้ปัญหาโรคหลอดเลือดอุดตัน เม็ดเลือดไม่แข็งตัว การสูบฉีดโลหิตของหัวใจ และการไหลเวียนของโลหิต (เสาวนีย์ , 2548)

ปริมาณความต้องการวิตามินอีของร่างกาย

ร่างกายต้องการวิตามินอี 15 – 30 I.U. ต่อวัน จากการศึกษายังไม่มีรายงานใดบ่งบอกว่าจะมีอันตรายเกิดขึ้นจากการรับประทานวิตามินอีในขนาด 600 -12,000 I.U. ต่อวันติดต่อกันหลายปี (อัตรานี้เท่ากับเมล็ดทานตะวันมากกว่า 1 ก.ก. ต่อวัน) วิตามินอี พบมากในน้ำมันพืช ผักสีเขียว และไข่แดง ปริมาณการรับประทานเมล็ดทานตะวันกะเทาะเปลือกแล้วสามารถใช้บริโภคได้ทันทีควรรับประทานครั้งละ 1 ช้อนโต๊ะวันละ 2 - 3 ครั้ง การรับประทานร่วมกับกล้วยน้ำว้าจะทำให้มีรสชาติอร่อยนุ่มนวล (เสาวนีย์, 2548) คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดทานตะวันแสดงในตาราง 2.4

ตาราง 2.4 คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดทานตะวัน

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่ / 100 กรัม)	570
โปรตีน (กรัม / 100กรัม)	22.8
ไขมัน (กรัม / 100กรัม)	49.6
คาร์โบไฮเดรต (กรัม / 100กรัม)	19.5
เส้นใย (Crude fiber) (กรัม / 100กรัม)	10
เถ้า (กรัม / 100กรัม)	2.7
ไทอามีน (มิลลิกรัม / 100กรัม)	2.3
ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม / 100กรัม)	0.2
ไนอะซิน (มิลลิกรัม / 100กรัม)	4.0

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.3 **งาดำ**

งาเป็นเมล็ดพืชน้ำมัน (oil seed) ชนิดหนึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Sesamum indicum* L. อยู่ในวงศ์ Pedaliaceae ชื่อสามัญ Sesame ซึ่งมีประโยชน์ทางยาและอุตสาหกรรมอื่นอีกมาก เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศ งาเป็นไม้ล้มลุกเขตร้อนชุ่มชื้น หรือเขตร้อนกึ่งชุ่มชื้น มีแหล่งกำเนิดอยู่ในประเทศเอธิโอเปีย เอเชียและแอฟริกา ในประเทศไทยสามารถปลูกได้

ทั่วไป แหล่งสำคัญคือพิษณุโลกและพิจิตร งาที่นิยมปลูกมีหลายพันธุ์แตกต่างกันไปทั้งระยะเวลาการปลูก การตกฝัก ขนาดลำต้น สีดอกและเมล็ด งาที่มีความสำคัญทางยาคืองาดำ คุณสมบัติและประโยชน์ของเมล็ดงาและน้ำมันงา เป็นที่ยอมรับในด้านคุณค่าเหนือกว่าเมล็ดพืชน้ำมันอื่น จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้คนนิยมบริโภคเมล็ดงา นอกจากนี้เหตุผลอื่นก็คือ เมล็ดงาสามารถปลูกและเก็บเกี่ยวได้ถึงปีละ 3 ครั้ง และยังมีอายุการเก็บที่ยาวนานโดยไม่เน่าเสีย สามารถนำไปเพาะปลูกได้แม้ว่าจะเก็บไว้เป็นเวลานาน (ศิริวรรณ, 2544)

ตำราไทยใช้น้ำมันระเหยยากซึ่งบีบจากเมล็ด หุงเป็นน้ำมันใส่บาดแผลและทาถูนวดแก้เคล็ดขัดยอก พบว่ามี beta-sitosterol ป้องกันการอักเสบมักใช้ผสมยาทา สำหรับกระดูกหัก ทานวดขัดยอก ปวดบวม หรือใช้บำรุงผม เมล็ดงามีน้ำมันสูงถึง 35-57% น้ำมันที่สกัดได้เป็นน้ำมันที่มีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง กรดนี้ช่วยควบคุมระดับโคเลสเตอรอลไม่ให้มีมากเกินไป ป้องกันไม่ให้หลอดเลือดแข็ง ป้องกันโรคหัวใจและโรคเกี่ยวกับหลอดเลือดบางชนิด “ น้ำมันงา ” (seasame oil หรือ teel oil หรือ benne oil หรือ gingelly oil) คือ นิยมนำงาขาวมาผลิตเป็นน้ำมัน เพราะมีกลิ่นหอม รสชาติดีเหมาะกับการปรุงอาหาร ส่วนงาดำนั้นใช้ทำยามีรสขมนิดๆ และเส้นใยอาหารสูง ส่วนน้ำมันที่ได้จากการบีบงาโดยใช้ความเย็น (cold expression) เรียกน้ำมันงาเชยใช้ประทินผิวให้สวยเนียน สารอาหารที่อยู่ในเมล็ดงาล้วนแต่มีประโยชน์ทั้งสิ้น เช่นโปรตีนในงา มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย คือกรดอะมิโนเมไทโอนีน ในถั่วเหลืองมีกรดอะมิโนเมไทโอนีนน้อย ชาวมังสวิรัติจึงใส่งาลงไปในอาหารถั่วเหลืองที่ปรุงเพื่อให้มีสารโปรตีนสมบูรณ์มากขึ้น ในเมล็ดงามีน้ำมันมากจึงสกัดออกมาเป็นน้ำมันงาที่มีคุณสมบัติดีเยี่ยม คือ มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูงทั้งกรดไขมันโอเมก้า 3 กรดไขมันโอเมก้า 6 ที่มีคุณสมบัติช่วยลดคลอเลสเตอรอลจึงช่วยป้องกันหลอดเลือดแข็งตัว ป้องกันโรคหัวใจ ทำให้ระบบหัวใจแข็งแรง นอกจากนี้ยังมีกรดไขมันไลโนเลอิก (linoleic acid) ซึ่งช่วยให้ผมดกดำ บำรุงผิวพรรณให้ชุ่มชื้น งายังมีวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญโดยเฉพาะแคลเซียมที่มีมากกว่านมวัวถึง 6 เท่า มีธาตุเหล็ก แมกนีเซียม สังกะสี ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และทองแดง อีกทั้งยังมากด้วยวิตามินบีชนิดต่างๆ ซึ่งดีต่อระบบประสาทช่วยทำให้นอนหลับ ร่างกายกระฉับกระเฉง มีสารบำรุงประสาท วิตามินอีเป็นตัวแอนติออกซิแดนท์ที่ช่วยต้านมะเร็ง และมีเส้นใยเป็นตัวช่วยในการขับถ่าย แก้ท้องผูก (ธนิษฐา และนภาพันธ์, 2549) คุณค่าทางโภชนาการของงาดำแสดงในตาราง 2.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.5 คุณค่าทางโภชนาการของงาดำ

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่ / 100 กรัม)	625
โปรตีน (กรัม / 100กรัม)	20.6
ไขมัน (กรัม / 100กรัม)	51.9
คาร์โบไฮเดรต (กรัม / 100กรัม)	18.9
เส้นใย (Crude fiber) (กรัม / 100กรัม)	15.7
เถ้า (กรัม / 100กรัม)	6.4
แคลเซียม (มิลลิกรัม / 100กรัม)	1,469
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม / 100กรัม)	688
เหล็ก (มิลลิกรัม / 100กรัม)	9.9
ไนอะซิน (มิลลิกรัม / 100กรัม)	3.8

ที่มา : ธนิษฐา และนภาพันธ์ , 2549

2.2.4 ถั่วเขียว

ถั่วเขียวมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Phaseolus aureus Roxb* ชื่อสามัญ Mung Bean, Mung, Mongo Bean, Green Bean เป็นพันธุ์ไม้ล้มลุกเนื้ออ่อนและจะมีอายุนานเพียงไม่เกิน 1 ปี ลำต้นจะมีขนเป็นสีน้ำตาล และจะแตกกิ่งก้านสาขา ผลจะออกเป็นฝักและมีขนเป็นสีน้ำตาลอยู่ทั่วฝัก ฝักจะมีความยาวประมาณ 6 – 10 ซม. ส่วนเมล็ดถั่วเขียวจะมีสีแตกต่างกันจะเป็นสีเขียวหรือสีเหลืองก็ได้ สีเหลืองก็คือถั่วทองที่เราเรียกกันนั้นเอง ถั่วเขียวเป็นพรรณไม้ที่ให้ประโยชน์มากทั้งทางด้านอาหารและในด้านที่ใช้เป็นยา ถั่วเขียวเมื่อนำมาเพาะเป็นถั่วงอกจะให้วิตามินเอ บี และซีสูงมาก สำหรับเมล็ดนำมาต้มกินเป็นยาขับปัสสาวะ สำหรับคนที่เป็นโรคเหน็บชา ส่วนถั่วเขียวที่ดิบหรือต้มสุกแล้วใช้ตำพอกเป็นยารักษาภายนอกช่วยบ่มหนองให้ฝีสุก และยังใช้ในโรคอื่นๆ ได้เช่น ท้องร่วง (กรรณิการ์, 2545) คุณค่าทางโภชนาการของถั่วทองแสดงในตาราง 2.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.6 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วทอง

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่ / 100 กรัม)	347
โปรตีน (กรัม / 100กรัม)	23.4
ไขมัน (กรัม / 100กรัม)	1.3
คาร์โบไฮเดรต (กรัม / 100กรัม)	60.3
เส้นใย (Crude fiber) (กรัม / 100กรัม)	4.3
เถ้า (กรัม / 100กรัม)	3.5
แคลเซียม (มิลลิกรัม / 100กรัม)	125
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม / 100กรัม)	340
เหล็ก (มิลลิกรัม / 100กรัม)	5.2

ที่มา : กรรณิการ์, 2545

2.2.5 ลำไยอบแห้ง

ลำไย (longan) จัดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Sapindaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์อยู่หลายชื่อคือ *Euphoria longan Lam, Euphoria longan Stren, Nephelium longan C* และ *Dimocarpus longan Lour* (มงคล, 2543) ลำไยเริ่มให้ผลประมาณเดือนมิถุนายน และจะชุกมากเดือนสิงหาคม มีหลายพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากซึ่งให้รสหวาน เนื้อหนาและเมล็ดเล็ก เช่นพันธุ์กะโหลก เบี้ยวเขียว สีชมพู แห้ว และอีดอ จังหวัดที่ปลูกมากได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน เชียงราย แม่ฮ่องสอน จังหวัดที่ปลูกรองมาได้แก่ จันทบุรี สุโขมัย เพชรบูรณ์ อุบลราชธานี ลำไยมีสรรพคุณคือแก้ความเหนื่อย อ่อนเพลีย ช่วยให้หลับสบาย และเจริญอาหาร

เนื้อลำไยสดมีน้ำตาลอยู่ 3 ชนิด คือ กลูโคส ฟรุตโตส และซูโครส กรดอินทรีย์มีหลายชนิด เช่น กรดกลูโคนิค กรดมาลิก และกรดซิตริก ฯลฯ มีกรดอะมิโนอีกประมาณ 9 ชนิด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2539) ลำไยเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต เส้นใย อาหาร วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ เช่นแคลเซียม ฟอสฟอรัสโซเดียมและวิตามินซี (รัตนา, 2542) เนื้อลำไยแห้งยังมีเกลือแร่ที่มีประโยชน์ที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยอยู่อีกด้วย เช่นทองแดง สังกะสี แมงกานีสเป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นกับระยะความแก่-อ่อน สายพันธุ์ พื้นที่ปลูก และการดูแลระหว่างการเพาะปลูก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2539) และจากการวิจัยพบว่า ลำไยอบแห้งมีฤทธิ์ในการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้านพิษของสารก่อมะเร็ง และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดลำไย อัตราการตายของเซลล์มะเร็งจะเพิ่มมากขึ้น ภาษาทางวิชาการเรียกว่า เซลล์มะเร็งตายแบบอะพอพโตซีส (apoptosis) ซึ่งเป็นการตายของเซลล์ตามธรรมชาติ ส่วนเซลล์ก็จะแบ่งตัวมากขึ้นส่งผลให้ร่างกายเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง สารที่มีคุณสมบัติเหนี่ยวนำทำให้เซลล์มะเร็งตายแบบอะพอพโตซีส จึงมีแนวโน้มที่จะนำไปผลิตเป็นยาต้านมะเร็งได้ (อุษณีย์, 2543 : ระบบออนไลน์) ประโยชน์ทางยาของลำไยแสดงในตาราง 2.7 และคุณค่าทางโภชนาการของลำไยแสดงในตาราง 2.8

ตาราง 2.7 ประโยชน์ทางยาของลำไย

ส่วนของลำต้น	ประโยชน์ทางยา
ใบ	ใช้ต้มน้ำกินแก้โรคมาราเลีย ริดสีดวงทวาร ไข้หวัด
ดอก	ใช้แก้หนองต่างๆ
เนื้อลำไย	เป็นยาบำรุงในคนที่เป็นโรคประสาทอ่อน ๆ นอนไม่หลับ รับประทานขนาด 10 – 15 กรัม บำรุงม้าม บำรุงหัวใจ
เมล็ด	ตากแห้งบดเป็นผงใช้ทาภายนอก แก้กลากเกลื้อน แผลฝีหนอง คนจีนใช้สระผม เนื่องจากมีสารชาโนนิน ใช้ห้ามเลือดเนื่องจากมีรสฝาด
รากสด	ต้มกับน้ำตาลกรวด ดื่มแต่น้ำแก้ช้ำในพลัดตกหกล้ม
รากแห้ง	ต้มกับน้ำ แก้อาการวิงเวียนศีรษะ อ่อนเพลีย ขับพยาธิเส้นด้าย

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร, 2539

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.8 คุณค่าทางโภชนาการและส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้ง

ส่วนประกอบ		เนื้อลำไยสด	เนื้อลำไยอบแห้ง
ความชื้น	(%)	81.10	17.80
ไขมัน	(%)	0.11	0.48
เส้นใย	(%)	0.28	1.60
โปรตีน	(%)	0.97	4.60
เถ้า	(%)	0.56	2.86
คาร์โบไฮเดรต	(%)	16.98	72.70
ค่าพลังงานความร้อน (กิโลแคลอรี่ / 100 กรัม)		72.79	311.80
แคลเซียม	(มิลลิกรัม / 100กรัม)	5.70	27.70
เหล็ก	(มิลลิกรัม / 100กรัม)	0.35	2.39
ฟอสฟอรัส	(มิลลิกรัม / 100กรัม)	35.30	159.50
วิตามินซี	(มิลลิกรัม / 100กรัม)	69.20	137.80
โซเดียม	(มิลลิกรัม / 100กรัม)	-	4.50
โพแทสเซียม	(มิลลิกรัม / 100กรัม)	-	2,012.00
ไนอาซีน	(มิลลิกรัม / 100กรัม)	-	3.03
กรดแพนโททีนิก	(มิลลิกรัม / 100กรัม)	-	0.57
วิตามินบีสอง	(มิลลิกรัม / 100กรัม)	-	0.375

ที่มา : นิรมล, 2543

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.6 มอลโทรเด็กซ์ทริน (maltodextrin)

มอลโทรเด็กซ์ทรินเป็นผลิตภัณฑ์จากการย่อยแป้งบางส่วน (low-conversion products) เป็นของผสมแซคคาไรด์หลายชนิด เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของแป้งโดยใช้กรดเอมไซม์หรือใช้ทั้งกรดและเอมไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและมีการควบคุมให้ผลิตภัณฑ์มีค่า Dextrose Equivalent (DE) น้อยกว่า 20 ซึ่งค่า DE จะแสดงเป็นค่าตัวเลขที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของสารผลิตภัณฑ์ ซึ่งใช้น้ำตาลกลูโคสเป็นมาตรฐาน โดยกำหนดค่า DE ของน้ำตาลกลูโคสเป็น 100 ขณะที่ค่า DE ของแป้งที่ยังไม่ผ่านกระบวนการย่อยมีค่าเป็น 0 ผลิตได้ทั้งในรูปของแข็ง และของเหลว องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสเชื่อมกันด้วยพันธะ

แอลฟา 1,4 (α-1,4 bond) โดยมีโมเลกุลน้ำตาลมากกว่าหรือเท่ากับ 3 หน่วยประมาณ 98% และโมเลกุลน้ำตาลที่มี 1-2 หน่วย ประมาณ 0.5-3% แต่อย่างไรก็ตามเมื่อนำมาหาน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) พบว่ามีปริมาณ 0.5-3% มอลโทรเด็กซ์ทรินที่ผลิตขายในท้องตลาดจะผลิตในรูปของแข็งและของเหลว มอลโทรเด็กซ์ทรินที่ผลิตขายในรูปของเหลว มีลักษณะใสไม่มีสีไปจนถึงลักษณะขุ่นขาวและมีความหนืดสูง ในทางการค้ามอลโทรเด็กซ์ทรินจะถูกแบ่งตามค่า DE ออกมาเป็น 2 ชนิด คือ DE 10-14 และ 15-19 มีองค์ประกอบแตกต่างกันขึ้นกับกรรมวิธีการย่อยสำหรับชนิดของแป้งที่ใช้เป็นสารตั้งต้น ในการผลิตมอลโทรเด็กซ์ทรินส่วนมากใช้แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง แป้งจากข้าวโอ๊ต ข้าวสาลี ข้าวเจ้าและข้าวโพด ส่วนเอมไซม์อะมิเลสที่ใช้ผลิตมาจากเชื้อรา แบคทีเรียและพืช

มอลโทรเด็กซ์ทรินจะนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารโดยไม่ใช้เป็นสารให้ความหวาน แต่จะอาศัยสมบัติของผลิตภัณฑ์ไปปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ การเป็นสารให้ความชุ่มชื่น (moisture conditioners) สารที่ป้องกันการเกิดผลึก (cystallization inhibitors) สารที่ทำให้เกิดการรวมตัวกันของอาหาร (Food plasticizers) สารที่เพิ่มเนื้อสารแก่อาหาร (bulking agents) เป็นต้น

2.3 การอบแห้ง

การอบแห้ง เป็นกระบวนการที่ดึงน้ำออกไปจากอาหารจนถึงระดับที่สามารถระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยการใช้ความร้อนทำให้น้ำในอาหารระเหยหรือระเหิด เพื่อลดค่ากิจกรรมของน้ำ ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนั้นการลดน้ำหนัก และปริมาณของอาหาร ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและขนส่ง เพิ่มความหลากหลาย และความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค (สุคนธ์ชื่น, 2539)

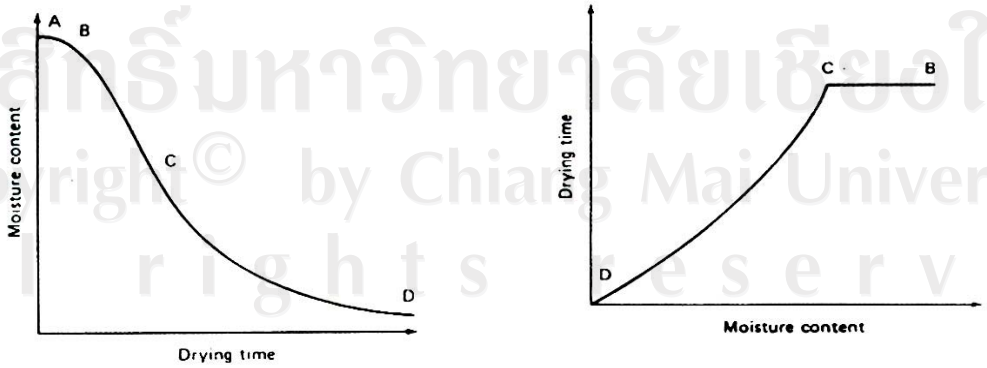
2.3.1 กลไกการอบแห้ง

เมื่ออากาศร้อนหรือลมร้อนผ่านผิวหน้าอาหารที่เปียก ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังผิวหน้าของอาหาร ทำให้อุณหภูมิของอาหารเพิ่มขึ้น และความร้อนแฝงของการเกิดไอจะทำให้น้ำในอาหารเกิดการระเหยออกมา ไอน้ำก็จะแพร่ผ่านฟิล์มของอากาศ และถูกพัดพาไปโดยลมร้อนที่เคลื่อนที่ สภาวะดังกล่าวจะทำให้ความดันไอที่ผิวหน้าของอาหารต่ำกว่าความดันไอภายในของอาหาร เป็นผลให้เกิดความแตกต่างของความดันไอขึ้น อาหารชั้นด้านในจะมีความดันไอสูง และค่อยๆ ลดต่ำลงเมื่อชั้นอาหารเข้าใกล้อากาศแห้ง ความแตกต่างของความดันนี้ทำให้เกิดแรงขับทำให้น้ำถูกแยกออกจากอาหาร น้ำที่อยู่ภายในอาหารจะเคลื่อนที่ไปยังผิวหน้าอาหารด้วยกลไก ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การเคลื่อนที่ของของเหลว ด้วยแรงแคปิลารี่ (capillary force)
2. การแพร่ของของเหลวเนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของตัวถูกละลาย (solute) ในบริเวณต่างๆ ของอาหาร
3. การแพร่ของของเหลวที่ถูกดูดซับอยู่ที่บริเวณผิวของอนุภาคของของแข็งที่เป็นองค์ประกอบของอาหาร
4. ไอน้ำในช่องว่างระหว่างองค์ประกอบที่เป็นของแข็งในอาหาร เนื่องจากความแตกต่างของความดันไอ

เมื่อนำอาหารมาไว้ในเครื่องอบแห้ง ช่วงเวลาสั้นๆ ตอนเริ่มอบแห้งจะเป็นเวลาที่ใช้ในการทำให้ผิวหน้าของอาหารมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงอุณหภูมิกระเปาะเปียก ซึ่งเป็นช่วง AB (ภาพ 2.3) หลังจากนั้นจะเป็นช่วงการอบแห้ง โดยน้ำจะเคลื่อนที่จากด้านในของอาหารออกมาด้วยความเร็วเท่ากับน้ำที่ระเหยออกไป ผิวหน้าจึงยังเปียกอยู่ เรียกว่าช่วงอัตราคงที่ (constant rate period, BC) และช่วงต่อเนื่องไปจนถึงความชื้นวิกฤต (critical moisture content) แต่ในทางปฏิบัติผิวหน้าของอาหารจะค่อยๆ แห้งด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน และอัตราการอบแห้งโดยรวมจะค่อยๆ ลดลง ในช่วงอัตราคงที่ จุดความชื้นวิกฤตของอาหารแต่ละชนิดจึงไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของอาหารในเครื่องอบแห้ง และอัตราการทำให้แห้ง สมบัติของอากาศขณะที่มีอัตราการระเหยออกของน้ำคงที่ คือ ต้องมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งสูง มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และอากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เมื่อความชื้นของอาหารลดลงต่ำกว่าความชื้นวิกฤต อัตราการทำแห้งก็จะลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ที่ความชื้นสมดุล (ความชื้นในอาหารกับความชื้นในอากาศแห้ง) หรือที่เรียกว่าเป็นช่วงอัตราลดลง (falling rate period, CD) (วิไล, 2545)



ภาพ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการอบแห้ง และความชื้นในอาหาร
ที่มา : วิไล , 2545

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

1. สภาพธรรมชาติของอาหาร ถ้าสภาพของอาหารเอื้ออำนวยต่อการส่งผ่านความร้อนมายังโมเลกุลของน้ำในอาหาร และง่ายต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำ และไอน้ำในอาหารระเหยออกไปที่ผิวอาหาร จะทำให้อัตราเร็วของการทำแห้งของอาหารชนิดนั้นเป็นไปได้เร็ว อาหารที่มีรูพรุน หรืออาหารที่มีเส้นใยสูง เช่นผักใบต่างๆ น้ำในอาหารจะเคลื่อนที่ออกไปได้ง่าย ทำให้อัตราการทำแห้งเร็ว แต่ถ้ามีมากเกินไป ก็จะทำหน้าที่เหมือนฉนวนของการนำความร้อน มีผลทำให้อัตราการทำแห้งลดลง สภาพของน้ำที่มีอยู่ในอาหาร ถ้ามีอาหารมีน้ำที่อยู่ในรูปน้ำอิสระมาก ทำให้อัตราการทำแห้งเป็นไปได้เร็ว อาหารที่มีชนิด และความเข้มข้นของสารอาหารที่เป็นองค์ประกอบต่างกัน จะมีอัตราการทำแห้งต่างกัน อาหารที่ที่แป้งอยู่มาก เช่นมันเทศ เมื่อได้รับความร้อน แป้งซึ่งมีน้ำอยู่ด้วย อาจเกิดลักษณะของเจลเหนียว อุดตันภายในชิ้นอาหาร ทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำเป็นไปได้ยาก ทำให้การอบแห้งช้าลง เป็นต้น

2. ขนาด รูปร่าง การเตรียม และการจัดเรียง ถ้าอาหารมีพื้นผิวต่อปริมาตรมาก จะช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการส่งความร้อนไปทั่วชิ้นอาหาร ทำให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้น การเตรียมเช่นการลวกก่อนนำไปอบแห้ง จะช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหาร การจัดเรียงอาหารในถาดที่ซ้อนกัน และปริมาณอาหารที่มากเกินไป ทำให้ส่วนที่อยู่ตรงกลางได้รับความร้อนยาก และแห้งช้า

3. สภาวะในขณะทำแห้งอาหาร ถ้าเอื้ออำนวยให้ประสิทธิภาพการส่งผ่านความร้อนเข้าไปในอาหารเป็นไปได้ด้วยดี และทำให้น้ำเคลื่อนที่ออกจากอาหารได้เร็วขึ้น ทำให้อบแห้งเร็วขึ้น

4. อุณหภูมิ ความแตกต่างของอุณหภูมิของอากาศร้อนมีมากเท่าไร กับอุณหภูมิของน้ำในอาหารยิ่งมีมากเท่าไรจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาหารก็สูงขึ้นเท่านั้น แต่ควรให้อุณหภูมิอยู่ในระดับที่เหมาะสม เพราะความร้อนมีผลต่อการเสื่อมเสียคุณภาพ และคุณค่าทางอาหารของอาหารที่นำมาทำแห้ง

5. ความชื้นสัมพัทธ์ ถ้ามีในขณะทำแห้งสูง ทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำ และการระเหยของไอน้ำออกจากชิ้นอาหารมาสู่อาหารภายนอก เนื่องจากภายนอกมีปริมาณน้ำสูงอยู่แล้ว ทำให้แห้งช้าลง

6. ความดันบรรยากาศ ถ้าความดันลดลงทำให้จุดเดือดของน้ำในอาหารลดลง ทำให้การระเหยของน้ำออกอาหารได้ง่าย โดยน้ำสามารถระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำ

7. ความเร็วลม ลมร้อน หรืออากาศร้อนที่เคลื่อนที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง จะช่วยพัดพาเอาความชื้นออกไปจากผิวหน้าได้ดี ทำให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้น (สุคนธ์ชื่น, 2539)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารระหว่างการอบแห้ง

1. ผลการอบแห้งที่มีต่อคุณค่าอาหารนั้น กระแสลมร้อนจะทำให้น้ำออกจากอาหาร และเพิ่มความเข้มข้นขององค์ประกอบของอาหาร เช่น แป้ง ไขมัน โปรตีน การอบแห้งจะทำให้คุณค่าทางอาหารลดลงโดยเฉพาะวิตามินที่ละลายน้ำจะสูญเสียไปกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน และถ้ามีการลวกหรือแช่สารเคมีก่อนการอบแห้ง เพื่อหยุดยั้งการเกิดปฏิกิริยา วิตามินจะลดลงอีก และการตากแดดแห้งวิตามินจะลดลงไปมากกว่าการอบแห้งโดยใช้เครื่องมืออบแห้ง เนื่องจากการตากแดดไม่สามารถควบคุมปัจจัย เช่น ความชื้น อุณหภูมิ แสงแดดได้

2. ผลการอบแห้งที่มีต่อคาร์โบไฮเดรต ในการอบแห้งจะพบปัญหาคือเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีของผลไม้อบแห้ง ซึ่งเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยไม่ใช่เอนไซม์ เนื่องจากปฏิกิริยาของกรดอะมิโนกับน้ำตาลรีดิวซ์ในผลไม้

3. ผลการอบแห้งที่มีต่อจุลินทรีย์ จุลินทรีย์เป็นสาเหตุของการทำให้อาหารเน่าเสีย การลดความชื้นในอาหารให้เหลือน้อยที่สุด ทำให้อาหารไม่เสื่อมเสีย และเก็บไว้ได้นาน

4. ผลการอบแห้งที่มีต่อสารสีธรรมชาติ สีมีอิทธิพลมากต่อผู้บริโภค สีในผักและผลไม้ คือ แคโรทีนอยด์ และคลอโรฟิลด์ ซึ่งเป็นสารสีที่ไม่ละลายน้ำ ละลายในไขมัน แคโรทีนอยด์จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน การเก็บรักษาสีธรรมชาติให้คงอยู่ระหว่างการอบแห้งจึงมีความสำคัญ (กุลยา, 2540)

5. ผลของการอบแห้งที่มีต่อการหดตัวที่ทำให้โครงสร้างอาหารเสียหาย โดยธรรมชาติเซลล์ในอาหารจะอยู่ในลักษณะของเซลล์ที่เต่งตึงเสมอ และผนังเซลล์จะมีคุณสมบัติในการยืดหยุ่นได้ เมื่อน้ำถูกระเหยไปจะเกิดช่องว่างขึ้น ซึ่งผนังเซลล์ของอาหารจะพยายามเข้าไปแทนที่ช่องว่างที่เกิดขึ้น ทำให้เซลล์ของอาหารหดตัว และไม่สามารถหดไปเท่ากันทุกส่วนของอาหารได้ ทั้งนี้เนื่องจากธรรมชาติของอาหารจะมีส่วนที่ไม่สามารถอัดเข้าไปได้ เรียกว่า incompressible part ตรงส่วนที่ไม่สามารถหดตัวเข้าไปได้ก็จะยืดออก ในการยืดตัวออกผนังเซลล์จะทนต่อแรงดึง (tensile strength) ได้ขนาดหนึ่ง หากเกินกว่านั้นจะทำให้ผิวส่วนนั้นขาดได้ มักเกิดกับอาหารที่มีโครสร้างแข็งแรงหรือการอบแห้งที่เร็วเกินไป (อรพิน, 2542)

2.4 การบรรจุอาหารขบเคี้ยว

อาหารขบเคี้ยวมีปริมาณความชื้นต่ำประมาณร้อยละ 1-5 และค่ากิจกรรมของน้ำน้อยกว่า 0.6 การเสื่อมเสียคุณภาพของอาหารขบเคี้ยวจึงเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันมากกว่าจากจุลินทรีย์ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันมาก เช่น มันฝรั่งทอด ถั่วชนิดต่างๆ เป็นต้น ทำให้เหม็นหืนและวิตามินต่างๆถูกออกซิไดส์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีซีดจางลงและคุณค่าทางอาหารต่ำลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเกิดออกซิเดชันของไขมัน

การเกิดออกซิเดชันขององค์ประกอบในอาหารเป็นปฏิกิริยาที่มีความสำคัญต่อการเสื่อมเสียคุณภาพอาหารมาก โดยกลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่สำคัญ คือ กลไกอนุมูลอิสระแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. กรดไขมันอิสระ (free fatty acid) จะทำปฏิกิริยาแตกตัวให้อนุมูลอิสระกรดไขมันโดยมีตัวเร่งได้แก่ ความร้อน แสง และอนุมูลโลหะเป็นต้น

2. อนุมูลอิสระกรดไขมันจะทำปฏิกิริยาออกซิเจนเป็นอนุมูลอิสระเปอร์ออกไซด์และสามารถทำปฏิกิริยากับกรดไขมันตัวอื่นได้อีกแล้วได้สารไฮโดรเปอร์ออกไซด์และอนุมูลอิสระตัวใหม่ โดยไฮโดรเปอร์ออกไซด์ยังอาจสลายตัวและให้อนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอีก การที่อนุมูลอิสระของกรดไขมันสามารถทำปฏิกิริยากับกรดไขมัน และให้อนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นได้อีกเรียกปฏิกิริยานี้ว่า ออโตออกซิเดชัน (autoxidation) สารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ยังสามารถทำปฏิกิริยาได้อีกและให้สารประกอบที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติหรือความเสื่อมเสียอื่นๆ ต่อคุณภาพอาหาร

3. อนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากันเองโดยเป็นโมเลกุลที่เสถียร

ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

1. องค์ประกอบของไขมัน กรดไขมันไม่อิ่มตัวจะถูกออกซิไดส์ง่ายกว่ากรดไขมันอิ่มตัว อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อจำนวนพันธะคู่ของคาร์บอน-คาร์บอนในกรดไขมันมีมากขึ้น

2. เอนไซม์ เอนไซม์สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ได้แก่ไลเปส และไลพอกซิจิเนส โดยถั่วและธัญชาติชนิดต่างๆ จะมีไลพอกซิจิเนสทำให้เหม็นหืนง่าย แต่สามารถทำลายเอนไซน์โดยผ่านกระบวนการให้ความร้อนก่อนเก็บรักษา

3. ค่ากิจกรรมของน้ำ ปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันจะเกิดช้าลงเมื่อค่ากิจกรรมของน้ำเพิ่มขึ้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะต่ำสุดที่ค่ากิจกรรมของน้ำประมาณ 0.3-0.4 ถ้าหากค่ากิจกรรมของน้ำเพิ่มขึ้นต่อไปอีก อัตราการเกิดออกซิเดชันก็จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งโดยทั่วไปขนมขบเคี้ยวมีค่ากิจกรรมของน้ำอยู่ในช่วง 0.35-0.50 และค่ากิจกรรมของน้ำมีผลต่อความกรอบของขนมขบเคี้ยวและการทำให้ผิดรูป โดยที่ค่ากิจกรรมของน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลต่อความกรอบและต้องใช้แรงในการทำให้ผิดรูปสูงขึ้น (Roopa and Bhattacharya, 2006)

4. อุณหภูมิ อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะแปรผันตามอุณหภูมิที่เก็บ โดยการเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงจะเสื่อมเสียคุณภาพเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้เร็วกว่าการเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. ปริมาณออกซิเจน อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณออกซิเจนในไขมันสูงขึ้น โดยออกซิเจนสามาละลายได้ดีในไขมัน

6. แสง แสงจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ดีมาก

7. โลหะ อนุมูลโลหะที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ เครื่องจักรในกระบวนการผลิตและภาชนะบรรจุเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ได้แก่ เหล็ก ทองแดง แมงกานีส นิเกิล และโคบอลท์

จิรภา (2539) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าชนิดแผ่นจากแป้งข้าวและศึกษาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามีปริมาณความชื้นและปริมาณการเหม็นหืนเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณการเหม็นหืนคือเมื่อปริมาความชื้นเพิ่มก็จะทำให้ปริมาณการเหม็นหืนเพิ่มขึ้นด้วย และเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ 60 วัน

ปกรณ์พรรณ (2545) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์กราโนลาบาร์และศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ตลอด 3 เดือน พบว่ามีปริมาณความชื้น ค่ากิจกรรมของน้ำและปริมาณการเหม็นหืนเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

พจมาลย์ และอรนุช (2545) ได้ทำการพัฒนาขนมขบเคี้ยวจากพืชหัวและได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามีปริมาณความชื้น ค่ากิจกรรมของน้ำ และการเหม็นหืนเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

ขวัญชก จารุพันธ์ (2548) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีโปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบและได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีค่ากิจกรรมของน้ำ ปริมาณความชื้น ปริมาณการเหม็นหืน ความแข็ง ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

Pernill and Jen (2006) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและการเกิดออกซิเดชันของไขมันในธัญพืชและขนมขบเคี้ยว พบว่าความชื้นมีความสัมพันธ์กับการเกิดออกซิเดชัน เมื่อมีปริมาณความชื้นที่เหมาะสมก็จะเกิดการออกซิเดชันได้ง่าย และปริมาณของกรดไขมันขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้น คือถ้าปริมารความชื้นเพิ่มก็จะทำให้กรดไขมันเพิ่มขึ้นด้วยซึ่งเกิดจากการออกซิเดชัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Labuza (1980) ได้ศึกษาคุณภาพของธัญพืชและขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ พบว่าการเกิดออกซิเดชันของธัญพืชและขนมขบเคี้ยวจะเกิดช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับค่ากิจกรรมของน้ำที่เหมาะสม ถึงแม้ว่าจะมีบรรจุภัณฑ์ที่สามารถช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชันจากออกซิเจนและความชื้นของธัญพืชและขนมขบเคี้ยว แต่การเกิดออกซิเดชันก็ยังสามารถเกิดได้ซึ่งเกิดจากธัญพืชและขนมขบเคี้ยวมีค่ากิจกรรมของน้ำ ไอน้ำ และอากาศที่อยู่ในช่องว่างของผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์

วิธีการบรรจุอาหารขอบเคี้ยวในสภาพไร้ออกซิเจนสามารถทำได้ 3 วิธีดังนี้

1. การบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ ระดับของสุญญากาศภายในภาชนะขึ้นอยู่กับการเก็บรักษาที่ต้องการและปริมาณไขมันที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ อาหารที่มีไขมันสูง ควรใช้สุญญากาศสูงๆ ประมาณ 28-29 นิ้วต่อปรอท และต้องใช้วัสดุบรรจุที่ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี

ชูทวีป (2545) ได้ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษามะพร้าวแก้วที่เก็บรักษาในสภาวะปกติและสุญญากาศ พบว่าการเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเป็น 2 เท่าของสภาวะปกติ และช่วยรักษาเนื้อสัมผัสคงสภาพเดิมได้นานสภาวะกว่าปกติ และการเก็บรักษาในทั้ง 2 สภาวะปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกัน และสภาวะสุญญากาศสามารถชะลอการเพิ่มของค่ากิจกรรมของน้ำและปริมาณความชื้นได้ดีกว่าสภาวะปกติ และในสภาวะปกติมีการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์เร็วกว่าสภาวะสุญญากาศ

ธวัชชัย และสนอง (2545) ได้ทำการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดถั่วลิสงในสภาวะปกติ และสุญญากาศ พบว่าการเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศสามารถชะลอการเกิดออกซิเดชันและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

2. การบรรจุโดยดัดแปลงสภาวะบรรยากาศ (MAP) โดยบรรจุภายใต้บรรยากาศของก๊าซไนโตรเจนเพียงชนิดเดียว เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่คงรูป กรอบ แตกหักง่าย เช่นมันฝรั่งทอด ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะพอง และผลิตภัณฑ์ที่มีมุมแหลมคมมากๆ เช่นถั่วที่มีเปลือก คุกกี้ และแคนดี้เนื้อแข็ง

3. การใช้สารดูดออกซิเจน โดยสามารถลดปริมาณก๊าซออกซิเจนในภาชนะให้เหลือต่ำกว่าร้อยละ 0.05 และสามารถรักษาระดับความเข้มข้นนี้ได้ตลอดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ วัสดุบรรจุที่ใช้ต้องสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี ซึ่งออกซิเจนเป็นปัจจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำคัญในการเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน และการใช้ตัวดูดออกซิเจนสามารถช่วยรักษาคุณภาพอาหารและทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น (Shikh, Hirata and Ishitani, 1985)

2.5 แผ่นเปลวอะลูมิเนียม (aluminium foil)

เป็นวัสดุประเภทหนึ่ง นิยมใช้ทำภาชนะบรรจุมีความหนา 0.15 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า โดยคุณสมบัติของแผ่นอะลูมิเนียมเปลวมีดังนี้

1. ไม่มีกลิ่นรสและไม่เป็นพิษ จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหาร ยา และเครื่องสำอาง

2. ทึบแสง จึงป้องกันแสงแดดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพได้ง่ายเมื่อได้รับแสง

3. สะท้อนรังสีความร้อน เนื่องจากผิวหน้าทั้ง 2 ด้านต่างกันคือ มันและด้าน จึงสามารถสะท้อน รังสีความร้อนได้ 95% ใช้เป็น ฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องรักษาอุณหภูมิให้ต่ำหรือสูงตามที่ต้องการ เช่น อาหารแช่แข็งที่บรรจุในภาชนะแผ่นเปลวอะลูมิเนียมจะเกิดการสะท้อนรังสีความร้อนทำให้การละลายเกิดขึ้นช้าลงสะท้อนรังสีความร้อน เนื่องจากผิวหน้าทั้ง 2 ด้านต่างกันคือ มันและด้าน จึงสามารถสะท้อนรังสีความร้อนได้ 95% จึงใช้เป็นฉนวน

4. เป็นตัวนำความร้อน กล่าวคือ แผ่นเปลวอะลูมิเนียมร้อนและเย็นได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เหมาะกับการใช้เป็นภาชนะในการแช่แข็งหรืออบด้วยความร้อน และยังทำให้การปิดผนึกด้วยความร้อนเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีคุณภาพ

5. มีเสถียรภาพในช่วงอุณหภูมิกว้าง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในแผ่นเปลวอะลูมิเนียมจึงสามารถนำไปให้ความร้อนแล้วนำมาแช่แข็ง และให้ความร้อนอีกครั้งหนึ่งได้โดยไม่เปลี่ยนภาชนะ

6. ไม่ดูดความชื้นและของเหลว จึงไม่หดตัว ย่นหรืออ่อนตัว

7. โค้งงอได้ สามารถพับ จีบ หรือขึ้นรูปได้ อยู่ตัวดี จึงนำมาใช้ได้กับผลิตภัณฑ์หลายประเภท เช่น ใช้เป็นฝาปิดขวดนม เครื่องดื่มและใช้ห่อเนย ขนมปัง ช็อกโกเลต ลูกกวาด บุหรี่

8. ป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดี จึงเหมาะกับการใช้ห่ออาหารประเภทที่มีน้ำมัน เนย และเนยแข็ง (กาญจนา, 2545)

จากคุณสมบัติต่างๆ ของแผ่นเปลวอะลูมิเนียมดังกล่าวมานี้ จึงทำให้นิยมนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผลิตภัณฑ์อาหาร เช่นผลิตภัณฑ์จำพวกขนม ขบเคี้ยว อาหารสำเร็จรูปต่างๆ โดยใช้ถุงพลาสติกประกบกับแผ่นเปลวอะลูมิเนียม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved