แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการจัดการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำข้าวเกรียบหอยนางรมดิบแห้งในครั้งนี้ เป็นการศึกษาแนวความคิดหลักทางวิศวกรรม ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง ซึ่งสามารถรวบรวมได้ตามลำดับ ดังนี้

1. ข้อมูลและที่มาของกลุ่มหอยนางรมครบวงจรคุ้งกระเบน
   1.1 ประวัติและความเป็นมาของศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี
   1.2 วัตถุประสงค์การดำเนินงาน
   1.3 พื้นที่ดำเนินงาน
   1.4 โครงสร้างการแบ่งงานภายในศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ
   1.5 ประวัติกลุ่มหอยนางรมครบวงจรคุ้งกระเบน
2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหอยนางรม (Oyster)
   2.1 ลักษณะทั่วไปของหอยนางรม
   2.2 ลักษณะทั่วไปภายในเปลือก
   2.3 การบริโภคหอยนางรม
   2.4 ประโยชน์ของหอยนางรม
   2.5 ส่วนประกอบและคุณสมบัติที่พบจากหอยนางรม
3. ความหมายของการจัดการ (Defining Management)
   3.1 ประสิทธิภาพ (Efficiency) และประสิทธิผล (Effectiveness)
   3.2 ขบวนการจัดการ (Management Process)
   3.3 บทบาทของการจัดการ (Managerial Roles)
   3.4 ทักษะของนักบริหาร (Management Skills)
   3.5 กิจกรรมของนักบริหาร (Managerial Activities)
4. การทำข้าวเกรียบ
   4.1 คุณลักษณะที่ต้องการ
   4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว
   4.3 กรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

5. น้ำในอาหารและค่า Water Activity
   5.1 Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร
6. การทำแห้ง
   6.1 กลไกการอบแห้ง
   6.2 การเคลื่อนที่ของน้ำ
   6.3 อัตราการทำแห้ง
   6.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง
   6.5 ผลของการอบแห้งที่มีต่ออาหารอบแห้งในด้านต่าง ๆ
7. ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องอบลมร้อน
   7.1 ระบบการทำงาน
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   8.1 งานวิจัยต่างประเทศ
   8.2 งานวิจัยในประเทศ

ข้อมูลและที่มาของกลุ่มหอยนางรมครบวงจรคุ้งกระเบน

ประวัติและความเป็นมาของศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2554 : 3 - 4) ได้กล่าวถึง ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้เริ่มก่อตั้งตามพระราชดำริ ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ในคราวที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เสด็จพระราชดำเนินประกอบพิธีเปิดพระบรมราชานุเสาวรีย์สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช ที่จังหวัดจันทบุรี เมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2524 โดยมีพระราชดำริแก่ผู้ว่าราชการจังหวัดจันทบุรี มีสาระสำคัญดังนี้

“ให้พิจารณาพื้นที่ที่เหมาะสมจัดทำโครงการพัฒนาอาชีพการประมงและการเกษตร ในเขตที่ดินชายฝั่งทะเล จังหวัดจันทบุรี”

และได้พระราชทานเงินที่ราษฎรจังหวัดจันทบุรีร่วมทูลเกล้าทูลกระหม่อมถวาย โดยเสด็จพระราชกุศลในโอกาสดังกล่าวเป็นทุนริเริ่มดำเนินการ

ต่อมาเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ.2524 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้มีพระราชดำริเพิ่มเติม ณ พระตำหนักจิตรลดารโหฐาน สาระโดยสรุปว่า

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

“ให้พิจารณาจัดหาพื้นที่ป่าสงวนเสื่อมโทรมหรือพื้นที่สาธารณประโยชน์เพื่อจัดตั้งศูนย์ศึกษาการพัฒนา เช่นเดียวกับศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน ให้เป็นศูนย์ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาในเขตที่ดินชายทะเล”

จังหวัดจันทบุรีได้ร่วมหารือกับหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องและพิจารณาความเหมาะสม จึงกำหนดพื้นที่ตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี เป็นพื้นที่จัดตั้งศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2525 ศูนย์ศึกษาดังกล่าว เป็นหน่วยงานที่ดำเนินการศึกษาสาธิต และการพัฒนาในเขตที่ดินชายทะเล โดยวิธีการผสมผสานความรู้อันหลากหลายของแต่ละหน่วยงาน เพื่อวางแผนพัฒนาการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ให้เหมาะสมและยั่งยืนตลอดไป

วัตถุประสงค์การดำเนินงาน

1. ศึกษารูปแบบการจัดการทรัพยากรชายฝั่งอย่างยั่งยืน
2. เป็นศูนย์กลางในการอบรมเผยแพร่ ผลการศึกษาการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง ให้แก่ส่วนราชการและภาคเอกชนทั่วไป
3. ยกระดับฐานะความเป็นอยู่ อาชีพของราษฎรบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน และพื้นที่ใกล้เคียง โดยมุ่งเน้นพัฒนาช่วยเหลือราษฎรที่มีฐานะยากจน
4. พัฒนาด้านการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อเพิ่มผลผลิตของประเทศตลอดจนพัฒนากิจกรรมอื่นๆ แบบบูรณาการควบคู่ไปด้วย
5. อนุรักษ์สภาพแวดล้อมและดุลยภาพทางธรรมชาติให้คงลักษณะของพื้นที่ไว้

พื้นที่ดำเนินงาน

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (ม.ป.ป. : 5 - 6) พื้นที่ดำเนินการศึกษาและพัฒนาของศูนย์ฯ คุ้งกระเบน ครอบคลุม 33 หมู่บ้าน ในตำบลกระแจะ ตำบลสนามไชย อำเภอนายายอาม และตำบลรำพัน ตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรีมีพื้นที่ดำเนินการประมาณ 81,813 ไร่ โดยมีพื้นที่ดังนี้

1. พื้นที่ศูนย์กลาง บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน และพื้นที่โดยรอบ มีพื้นที่ประมาณ 4,000 ไร่ ลักษณะเป็นพื้นที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเลจนถึงที่ราบเชิงเขา โดยดำเนินการพัฒนาแบบผสมผสานระหว่างการส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งและการอนุรักษ์ป่าชายเลนรอบอ่าวคุ้งกระเบนตลอดจนพัฒนาการเกษตรพื้นที่ราบและสวนผลไม้บริเวณเชิงเขา
2. พื้นที่รอบนอก และพื้นที่ขยายผล พื้นที่ราบลุ่มตอนในของแผ่นดิน มีพื้นที่ประมาณ 77,813 ไร่ ซึ่งเหมาะสมต่อการพัฒนาด้านการเกษตรควบคู่กับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติผสมผสานกับการพัฒนาอาชีพในด้านต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

โครงสร้างการแบ่งงานภายในศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ในการดำเนินงานของศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สามารถแบ่งกลุ่มการดำเนินงานเป็น 3 กลุ่มหลักได้แก่ กลุ่มบริหาร กลุ่มวิชาการ และกลุ่มขยายผล ดังภาพประกอบ 1 โดยสามารถอธิบายการดำเนินงานได้ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มบริหารงาน

รับผิดชอบ ฝ่ายอำนวยการและกลุ่มงานประสานงานและเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ กำกับดูแลให้คำปรึกษา แนะนำ กำหนดนโยบายและแนวทางการบริหาร พัฒนาการจัดทำโครงการ การวิเคราะห์ งบประมาณ แผน/ผล การติดตามประเมินผลสัมฤทธิ์ของงานโครงการต่างๆ ให้บรรลุวัตถุประสงค์ ตลอดจนการบริหารและบริการสนับสนุนหน่วยงานปฏิบัติงานร่วมโครงการ

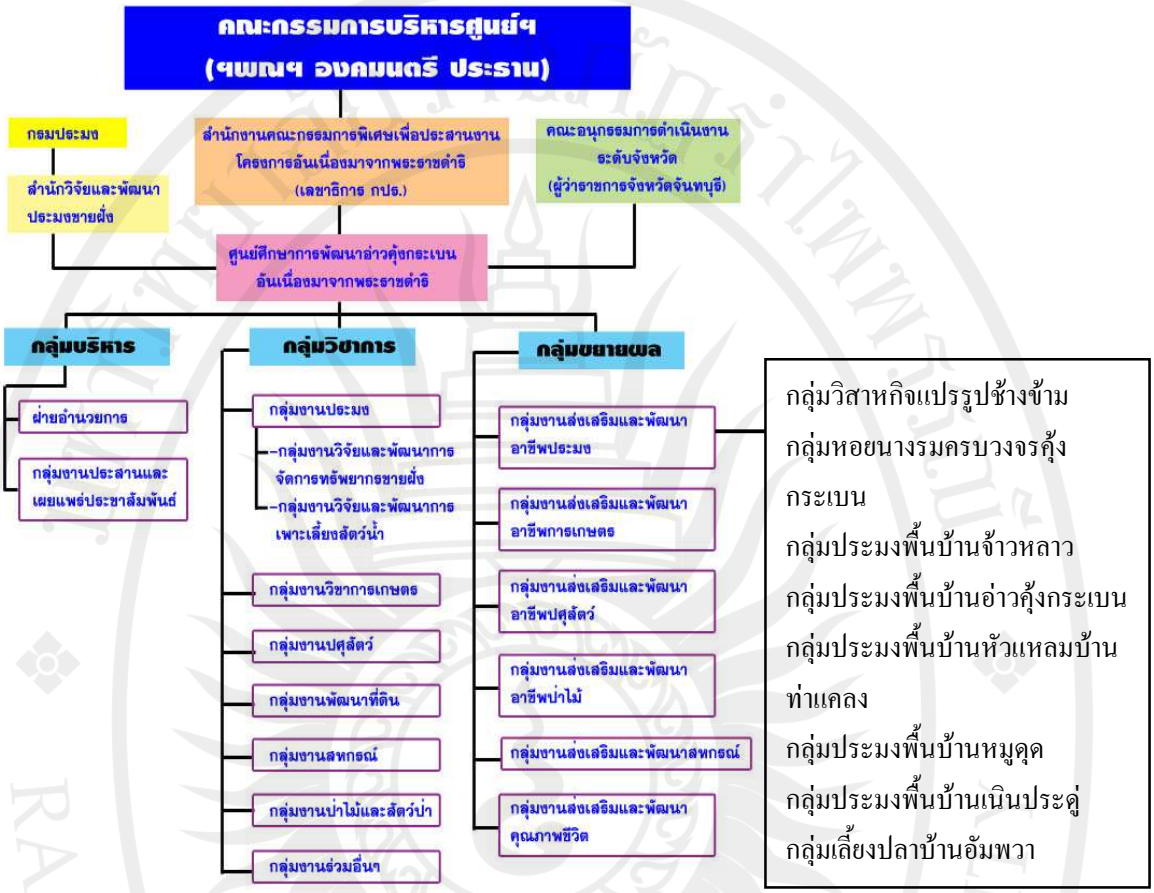
2. กลุ่มวิชาการ

ศึกษาวิจัยและพัฒนา การประมง ป่าไม้ รวมทั้งการเกษตรและอุตสาหกรรม รวมทั้งศึกษาการจัดการทรัพยากรชายฝั่งอย่างยั่งยืนเพื่อนำผลการศึกษามาพัฒนาอาชีพและเป็นแบบอย่างเพื่อใช้กับโครงการพัฒนาอื่นๆ รวมทั้งการให้บริการศึกษาดูงาน ฝึกอบรมเกษตรกร ข้าราชการ นิสิต นักศึกษา

3. กลุ่มขยายผล

ศึกษา วิเคราะห์ วิจัย ทดลอง เทคโนโลยี เพื่อให้ได้องค์ความรู้สำหรับกำหนดรูปแบบของการพัฒนาอาชีพประมง การเกษตร ป่าไม้และอื่นๆ ที่เหมาะสมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการขยายผลและการแข่งขันทางการค้า และความมั่นคงทางด้านอาหาร ศึกษา วิเคราะห์ วิจัย การพัฒนาอาชีพ การเกษตร ประมง ป่าไม้ แบบผสมผสาน สางแผนและกำหนดทิศทางการพัฒนาอาชีพเกษตรแบบบูรณาการ ตลอดจนขยายผลงานทดลองวิจัยไปสู่การพัฒนาอาชีพเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนฯ พื้นที่รอบนอก และในพื้นที่อื่น ๆ (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2554 : 7)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างการแบ่งงานภายในศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ที่มา : ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. ออนไลน์. ม.ป.ป

ประวัติกลุ่มหอยนางรมครบวงจรคุ้งกระเบน

ในบริเวณอ่าวเกาะนกใหญ่ เกาะนกเล็ก เป็นที่ลุ่มรับน้ำจืดจากคลองรำพัน คลองวังโตนด คลองท่าใหม่ คลองตาเคียน คลองตาสังข์แล้วไหลออกสู่ทะเลตรงบริเวณปากแม่น้ำแขมหนู พื้นที่โครงการพระราชดำริจะอยู่ฝั่งขวาของปากแม่น้ำแขมหนู ซึ่งเป็นที่ตั้งของหมู่ 8 อัมพวา ต. คลองขุด อ. ท่าใหม่ จ. จันทบุรี เนื่องจากภูมิประเทศเป็นที่ลุ่มน้ำไหลมารวมกันออกสู่ทะเล ทำให้มีความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์น้ำอย่างชุกชุม เป็นสถานที่เหมาะกับการทำการประมงที่สร้างรายได้ให้กับชุมชนที่อยู่รายรอบ สัตว์น้ำชนิดหนึ่งที่ทำรายได้ให้กับชาวประมง คือ การเพาะเลี้ยงหอยนางรมปากจีบ (พันธุ์เล็ก) แต่ต่อมากรมชลประทานได้ทำแนวถนนกั้นน้ำเค็ม (บริเวณหน้า

ม.บูรพา วิทยาเขตจันทบุรี จนถึงตัว อ.ท่าใหม่ ในปัจจุบัน) เพื่อเก็บน้ำจืดไว้ใช้ในกิจกรรมทำสวนผลไม้ในช่วงฤดูแล้ง และจะเปิดประตูระบายน้ำในช่วงฤดูฝน การเก็บกักน้ำบริเวณเหนือเขื่อนซึ่งเป็นที่ลุ่มบริเวณ ต. รำพัน ต. โขมง ทำให้บริเวณดังกล่าวมีสภาพเป็นดินพรุเป็นกรดจัด (pH ต่ำ) เมื่อต้นฤดูฝน จำเป็นต้องระบายน้ำจืดลงสู่ทะเล น้ำจืดเหล่านั้นก็มีคุณสมบัติ pH ต่ำตามสภาพดิน และจะมีสารประกอบจำพวกสนิมเหล็กละลายกับน้ำจืดมาด้วย ซึ่งจะเป็นสารพิษต่อสัตว์น้ำทุกชนิด จึงทำให้สัตว์น้ำบริเวณนี้อพยพย้ายถิ่นหนีสารพิษ สำหรับหอยนางรมเป็นสัตว์น้ำที่ยึดเกาะกับวัสดุอื่น เคลื่อนย้ายไปไหนไม่ได้จึงจำต้องตายตามความรุนแรงของสารพิษเหล่านั้น อาชีพการเพาะหอยนางรมของชาวประมงบริเวณหมู่บ้านอัมพวา จึงได้ล่มสลายไปในที่สุด แต่ยังโชคดีอยู่บ้างที่บริเวณปากแม่น้ำติดกับทะเลความเป็นสารพิษได้จืดจางกับน้ำทะเล ทำให้หอยนางรมบางส่วนปรับตัวเองอยู่รอด และสามารถที่จะเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์ได้จึงมีเกษตรกรชาวประมงบางคนได้นำแนวความคิดจากการล่อหอยเชื้อด้วยวัสดุปูนติดเชือกมาจากปากแม่น้ำพังราด จ. ระยอง เมื่อปี พ.ศ. 2547 และทำต่อเนื่องกันมาทุกปี และเริ่มขยายทำกันมามากขึ้น งานส่งเสริมการประมง ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้เล็งเห็นแนวทางที่จะพัฒนาเป็นอาชีพได้ จึงได้ให้มีการรวมตัวกันเป็นกลุ่มอาชีพเพาะหอยนางรมขายลูกพันธุ์ เมื่อต้นปี 2548 มีสมาชิกเริ่มต้น 20 ราย และต่อมาเมื่อปี 2549 ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้ของงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) เพื่อให้จัดตั้งกลุ่มอาชีพ ชื่อ **กลุ่มหอยนางรมครบวงจรคุ้งกระเบน** (ซึ่งอยู่ในกลุ่มงานส่งเสริมและพัฒนาอาชีพประมง) เมื่อวันที่ 19 มกราคม 2549 มีสมาชิกจำนวน 30 ราย ดำเนินกิจกรรมให้ครบวงจรเพื่อความต่อเนื่องในเชิงธุรกิจ ซึ่งคาดว่าในอนาคตจะมีสมาชิกในพื้นที่โครงการมากขึ้น และเครือข่ายผู้เลี้ยงหอยนางรมภาคตะวันออก ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด และต่อมาในปี 2551 ได้รับงบประมาณในการก่อสร้าง อาคารผลิตภัณฑ์หอยนางรม จากงบประมาณของจังหวัดจันทบุรี เพื่อประกอบกิจกรรมหอยนางรมแบบครบวงจร

การเพาะเลี้ยงหอยนางรมของกลุ่มหอยนางรมครบวงจรคุ้งกระเบน เป็นหนึ่งในโครงการการศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริอ่าวคุ้งกระเบน โดยในยุคแรกมีจำนวนสมาชิกกลุ่ม 30 ราย ซึ่งการดำเนินกิจกรรมของกลุ่มหลัก คือ การขายหอยนางรมสด และต่อมาได้เกิดประสบปัญหาด้านการตลาด จึงได้เปลี่ยนการบริหารมาสู่ยุคที่ 2 ซึ่งมีจำนวนสมาชิกภายในกลุ่มจำนวน 74 ราย โดยการดำเนินการกิจกรรมหลัก คือการนำหอยนางรมจากสมาชิกในกลุ่มไปทำการแกะขายที่ห้างเทสโก้โลตัส ตามสาขาต่างๆ ซึ่งในช่วงแรกได้รับการตอบรับจากผู้บริโภคเป็นจำนวนมาก และต่อมาได้ประสบปัญหาเงินทุนหมุนเวียนภายในกลุ่มจึงได้ล้มเลิกการดำเนินงาน และต่อมายุคปัจจุบันได้เปลี่ยนนโยบายการดำเนินงาน โดยเน้นไปที่การแปรรูปและมีจำนวน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยบูรพา

สมาชิกคงเหลืออยู่ 15 ราย ซึ่งนำหอยรางรมที่แกะแล้วมาจำหน่ายให้กับทางศูนย์ฯ เพื่อนำมาผ่านกระบวนการแปรรูป

ผลิตภัณฑ์แปรรูปของกลุ่มหอยนางรมครบวงจรอ่าวคุ้งกระเบนที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคตัวหนึ่ง คือ ข้าวเกรียบหอยนางรม ซึ่งเป็นการนำหอยนางรมสดมาเป็นส่วนผสมของข้าวเกรียบ ทำให้ทางกลุ่มมีทางเลือกในการจำหน่ายหอยนางรม จากการขายหอยนางรมสดเปลี่ยนมาเป็นการแปรรูป และยังมีผลิตภัณฑ์อีกหลายอย่างที่แปรรูปมาจากหอยนางรม

กิจกรรมหลักของกลุ่ม

1. ผลิตและจำหน่ายลูกพันธุ์หอยนางรม
2. รับซื้อหอยนางรมเปลือกจากเกษตรกร
   2.1 สมาชิกเครือข่าย
   2.2 เกษตรกรทั่วไป
3. แกะหอยนางรมสด
4. แปรรูป
5. จำหน่ายหอยนางรมสด และสินค้าแปรรูป

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหอยนางรม (Oyster)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Crassostrea Commercialis

ชื่อสามัญ : หอยนางรม

วงศ์ : Mollusca

ลักษณะทั่วไปของหอยนางรม

ลักษณะเปลือกภายนอกหอยนางรมเป็นหอยสองฝาจัดอยู่ใน Family Ostreidae มีเปลือกทั้งสองข้างมีขนาดไม่เท่ากัน เปลือกด้านซ้ายเป็นเปลือกหอยที่อยู่ด้านล่างติดกับวัตถุต่าง ๆ เป็นเปลือกที่มีขนาดใหญ่มีลักษณะเป็นถ้วย ส่วนเปลือกด้านขวาของหอยซึ่งเป็นเปลือกด้านบนจะมีลักษณะแบนเรียบและมีขนาดเล็กกว่าเปลือกหอยนางรมทั้งสองเชื่อมติดกันด้วยบานพับลักษณะเปลือกหอยนางรมส่วนมากมีรูปร่างยาวรีหรือค่อนข้างกลมอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะของพื้นที่ที่เกาะติดอยู่ เช่น ก้อนหินเสาหินหน้าผาซากปะการังเปลือกหอยที่ตายแล้วหรือตามลำต้นหรือและรากของไม้ป่าชายเลน เปลือกด้านนอกมีสีต่างกันไปโดยอาจมีสีขาวคล้ำสีเทาสีม่วงด้านในของเปลือกมักมีสีขาวขุ่นหรืออาจมีสีอื่นปะปนบ้าง บางชนิดเป็นเงามันรูปร่างลักษณะของเปลือกหอยนางรมแม้จะเป็นชนิดเดียวกันอาจพบลักษณะภายนอกที่แตกต่างกัน เช่น ถ้าหอยเติบโตแบบเดี่ยว ๆ บนพื้นที่ค่อนข้างนุ่ม เปลือกหอยจะมีลักษณะยาวรีและค่อนข้างเรียบถ้าหอยเติบโต

ลิขสิทธิ์เอกสารมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บนพื้นแข็งเปลือกมักจะมีลักษณะขรุขระไม่เป็นทรงเปลือกด้านซ้ายจะลึกโดยเฉพาะถ้าเติบโตรวมกับหอยตัวอื่น ๆ ลักษณะดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงหอยนางรมโดยการเลือกวัสดุให้ลูกหอยลงเกาะ

ลักษณะทั่วไปภายในเปลือก

ภายในเปลือกประกอบด้วยลำตัวของหอยมีเนื้อเยื่อบาง ๆ ห่อหุ้มตัวทั้งสองข้างเรียกว่าแผ่นเนื้อแมนเติล (Mantle) มีลักษณะเป็นแผ่นบางแผ่คลุมถึงช่องปากและ Labial Palp ลักษณะขอบของแมนเติลและลักษณะของ Labial Palp ใช้จำแนกชนิดของหอยนางรมได้โดยเฉพาะลักษณะของเส้นหนวดความยาวของเส้นหนวดและลักษณะการเรียงตัวของเส้นหนวดบนขอบแผ่นเนื้อแมนเติล เหงือกเป็นอวัยวะที่ใช้กรองอาหารมีอยู่ 2 คู่หรือ 4 แถวหอยนางรมกินอาหารโดยการกรองอาหารจากน้ำโดยน้ำไหลผ่านเข้ามาในช่องแมนเติล ไหลผ่านเหงือกและออกไปทางท่อน้ำออก อาหารต่าง ๆ ที่พัดพามากับน้ำจะติดบนซี่เหงือกอาหารที่มีขนาดใหญ่เกินไปจะตกลงในช่องแมนเติลตอนล่างและถูกขับออกทางท่อน้ำออก หอยนางรมมีการเพิ่มประสิทธิภาพในการกรองอาหารโดยที่อาหารที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กจะมีเมือกมาปกคลุมและมีเส้นหนวดเล็ก ๆ คอยพัดโบกให้อนุภาคเหล่านี้เข้าสู่ทางเดินอาหารเหงือก นอกจากจะทำหน้าที่เป็นอวัยวะที่ใช้กรองอาหารจากน้ำแล้วยังทำหน้าที่ในการหายใจและช่วยในการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายบริเวณกึ่งกลางลำตัวมีกล้ามเนื้อยึดเปลือกซึ่งทำหน้าที่ปิดเปิดเปลือกซึ่งมีรูปร่างต่างกันไปในหอยนางรมแต่ละชนิดส่วนถัดเข้าไปเป็นลำตัวที่เป็นที่รวมอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งอยู่รวมภายในได้แก่ ระบบประสาท ระบบการขับถ่ายของเสีย ระบบเลือดและระบบสืบพันธุ์ อวัยวะสืบพันธุ์จะเห็นเป็นเนื้อสีขาวปกคลุมกระเพาะอาหาร ช่องทางออกของเซลล์สืบพันธุ์ (Promyal Passage) ใช้ในการจำแนกชนิดของหอยนางรมโดยที่หอยนางรมบางชนิดโดยเฉพาะหอยนางรมทั้ง 3 ชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจจะมีช่องทางออกของเซลล์สืบพันธุ์สู่ภายนอกตัว หอยพวกนี้มีการปฏิสนธิ (Fertilization) ของไข่และอสุจิเกิดในน้ำทะเล บางสกุลไม่มีช่องดังกล่าวจะพบการปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในช่องตัวของเพศเมีย ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วพัฒนาจนเป็นตัวอ่อนแล้วจึงออกจากตัวแม่ ลักษณะของหัวใจและระบบทางเดินอาหารก็ช่วยใช้ในการจำแนกชนิดของหอยนางรม (สมบัติ อินทร์คง. 2546 : 37 - 42)

การบริโภคหอยนางรม

หอยนางรมเป็นหอยทะเลกาบคู่มีกาบหนาแข็ง บางชนิดมีสีน้ำตาลหรือสีเทา กาบบนจะใหญ่และแบนกว่ากาบล่าง ส่วนกาบล่างที่มีลักษณะโค้งเว้าจะเป็นส่วนที่มีตัวหอยติดอยู่ รสชาติของหอยนางรมขึ้นอยู่กับแหล่งอาศัยหรือแหล่งเพาะเลี้ยงมากกว่าสายพันธุ์ นอกจากหอยนางรมจะมีเนื้อที่อร่อยแล้วยังสามารถสร้างเครื่องประดับอย่างไข่มุกได้อีกด้วยแต่อาจไม่สวยเท่าไข่มุกจากหอยมุก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

สำหรับการแกะเปลือกหอยนางรมนั้นจะมีมีดสำหรับการแกะเปลือกโดยเฉพาะ ซึ่งทำจากสแตนเลส และเมื่อแกะแล้วคมมีดจะไม่ทำให้เนื้อหอยเสียรสชาติ ซึ่งขั้นตอนการแกะนั้นต้องอาศัยความชำนาญ เพราะต้องมีผ้าสำหรับรองมือด้านที่จับหอย จากนั้นค่อย ๆ ใช้มีดแงะเปลือกหอยออก แล้วตัดกล้ามเนื้อที่ยึดกาบหอยด้านบนออก และเลาะตัวหอยออกจากกาบล่างจึงจะได้หอยนางรม

การเลือกซื้อหอยนางรมนั้น ควรเลือกซื้อจากแหล่งที่ไว้ใจได้ เลือกหอยที่มีสีสันสดใส เนื้อหอยไม่ขาด น้ำที่แช่หอยต้องไม่มีเมือกมาก และหากเป็นไปได้ควรดื่มดู เพราะหอยนางรมที่สดใหม่ต้องไม่มีกลิ่นเหม็น แต่หากเนื้อหอยนางรมแข็งหรือดูสดผิดปกติ อาจเป็นหอยนางรมที่แช่สารเคมีที่อาจเป็นอันตรายต่อร่างกาย

สำหรับการบริโภคหอยนางรมนั้น ปกติจะนิยมรับประทานแบบสด ๆ มากกว่า เพราะมีรสชาติที่หวาน แต่อาจนำมาทำการปรุงเป็นซุปสตู แกงจืด ออส่วน หอยทอด หรือเจียวกับไข่ ส่วนการรับประทานหอยนางรมแบบสด ๆ ที่นิยมก็จะเป็นหอยนางรมสด ที่เสิร์ฟกับน้ำจิ้มรสเด็ด หรือหอยนางรมแช่เย็นที่เสิร์ฟร่วมกับกระเทียม พริกขี้หนู กระถิน และหอมแดงเจียว

หอยนางรมเป็นอาหารทะเลยอดนิยมของคนไทย ที่นำมากินกันแบบสด ๆ พร้อมกับเครื่องเคียงต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นหอมเจียว น้ำพริกเผา พริกขี้หนู มะนาว และยอดกระถิน หรือนำมาปรุงให้สุก เช่น ออส่วน ไข่เจียวหอยนางรม หอยทอด หรือนำมาแปรรูปเป็นน้ำมันหอยนางรม ซอสหอยนางรม เป็นต้น แต่การกินหอยนางรมดิบหรือปรุงไม่สุก ส่งผลให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชื่อว่า วิบริโอ วุลนิฟิคัส (Vibrio Vulnificus) ซึ่งจะทำให้เกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร โดยผู้รับประทานหอยนางรมดิบอาจจะติดเชื้อชนิดนี้ได้ภายใน 24 ถึง 48 ชั่วโมง ทำให้มีอาการหนาวสั่น เป็นไข้ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง ช็อก และผิวหนังมีรอยช้ำ ในผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็ง เบาหวาน หรือโรคตับ อาจถึงขั้นเสียชีวิตได้ภายใน 2 วัน หากพบว่ามีอาการดังกล่าวหลังจากบริโภคหอยนางรมดิบควรรีบพบแพทย์โดยทันที

อย่างไรก็ตาม อาการป่วยที่เกิดจากการบริโภคหอยนางรมดิบ สาเหตุอาจไม่ได้เกิดจากเชื้อวิบริโอ วุลนิฟิคัส เพียงอย่างเดียว แต่อาจเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์อีก 2 ชนิด ได้แก่ ซาลโมเนลล่า (Salmonella) และแคมไพโล-แบคเทอร์ (Campylobacter) และผู้ที่เป็นกลุ่มเสี่ยงซึ่งต้องระมัดระวังในการบริโภคหอยนางรมคือผู้ที่เป็นโรคตับอักเสบ ตับแข็ง มะเร็งตับ โรคตับจากการดื่มสุรา เบาหวาน มะเร็งต่าง ๆ โรคเกี่ยวกับกระเพาะอาหารและโรคที่มีความบกพร่องเกี่ยวกับธาตุเหล็ก รวมถึงผู้ที่ติดเชื้อเอชไอวี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

เพื่อความปลอดภัยควรบริโภคหอยนางรมที่ปรุงสุก เพราะความร้อนเท่านั้นที่จะสามารถทำลายเชื้อ วิบริโอ วุลนิฟิคัสนี้ได้ ถึงแม้ว่าหอยนางรมนั้นมาจากแหล่งที่สะอาด หรือร้านอาหาร

ที่มีชื่อเสียงและได้รับความนิยมสูงก็ไม่ได้หมายความว่าจะปลอดภัย และไม่ควรบริโภคหอยนางรมดิบควบคู่การดื่มสุรา หรือซอสเผ็ดเพราะไม่สามารถฆ่าเชื้อวิบริโอ วุลนิฟิคัส ได้ (นิรนาม. ออนไลน์. 2549)

ประโยชน์ของหอยนางรม

หอยนางรมเป็นอาหารทะเลที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เป็นอาหารที่จัดได้ว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง ส่วนเปลือกหอยยังใช้ทำปูนขาวใช้ประโยชน์ในการก่อสร้าง การเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมหลายประเภท เนื้อหอยนางรมนอกจาก จะใช้รับประทานสดและปรุงอาหารได้หลายอย่างแล้ว ยังแปรรูปเป็นอาหารสำเร็จรูปได้อีก เช่น หอยนางรมดอง หอยรมควัน และสกัดเป็นน้ำมันหอย หอยนางรมพบอยู่ทั่วไปตามบริเวณน้ำตื้นชายเกาะ ชายฝั่งทะเลแหล่งน้ำที่มีอาณาเขตติดต่อกับทะเล (มณีรัตน์ กุเวตัย. ออนไลน์. 2553)

หอยนางรมมีหลายชนิดที่พบในประเทศไทย ได้แก่ หอยนางรมปากจีบขนาดเล็ก และหอยนางรมพันธุ์โตที่มีชื่อว่า “หอยตะโกรม” พบมากในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และสุราษฎร์ธานี

หอยนางรมเป็นอาหารทะเลที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังข้อมูลในตาราง 1 เป็นแหล่งของวิตามินเอ บีหนึ่ง บีสอง บีสาม ซี และดี การบริโภคหอยนางรม ตัวที่มีขนาดกลาง 4 ถึง 5 ตัว ช่วยให้ร่างกายได้รับแร่ธาตุและสารอาหารประเภท แร่เหล็ก คอปเปอร์ ไอโอดีน แมกนีเซียม แคลเซียม ซิงค์ แมงกานีส ฟอสฟอรัส โปรตีน และแคลซียม

นอกจากนี้หอยนางรมมีสารประกอบสำคัญ คือ เทารีน (Taurine) ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาท มีผลต่อการทำงานของต่อมหมวกไต ซึ่งมีหน้าที่หลั่งฮอร์โมนเพศและมีส่วนเกี่ยวข้องกับการสร้างพลังงานให้กับร่างกาย (นิรนาม. ออนไลน์. 2552)

ส่วนประกอบและคุณสมบัติที่พบจากหอยนางรม

จรัสพล รินทระ (ออนไลน์. 2548) กล่าวถึง ส่วนประกอบและคุณสมบัติที่พบจากหอยนางรม ดังนี้

1. Taurin เป็นกรดอะมิโนตัวหนึ่งที่หลายคนไม่ค่อยรู้จัก โดยมีความสำคัญต่อร่างกายดังนี้

1.1 ควบคุมระดับความดันโลหิตในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง โดยเชื่อว่าเกี่ยวข้องกับระบบ Renin-Angiotensin ในระบบไต

1.2 ควบคุมการแลกเปลี่ยน เข้าออก ของอิออนต่าง ๆ จากเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว ปฏิกิริยารีเฟล็กซ์ จึงพบได้มากในเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท ในเรื่องกระแสประสาทที่สมองส่วนกลางในเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อลายและหัวใจ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1.3 ช่วยในการสร้าง Taurocholate ซึ่งจะไปทำให้ไขมันที่รับประทานเข้าไป แตกตัวเป็นโมเลกุลเล็ก ๆ ทำให้สามารถย่อยและเผาผลาญได้ง่ายขึ้น ทำให้ร่างกายนำพลังงานไปใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้เร็วขึ้น

1.4 ช่วยให้ Sperms เคลื่อนที่และมีกำลังเคลื่อนที่ดีขึ้น ทำให้มีโอกาสตั้งครรภ์ได้ง่ายขึ้นในผู้ป่วยที่มีบุตรยาก

2. Glycogen เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญอย่างหนึ่งของร่างกาย ที่สามารถนำไปใช้งานได้โดยตรงทันทีเมื่อร่างกายอ่อนเพลียหรือต้องการกำลังงานเพิ่ม

3. Essential minerals เช่น สังกะสี (ซึ่งเป็นส่วนประกอบของฮอร์โมนเพศชาย Testosterone) ธาตุเหล็ก ทองแดง ไอโอดีน ซีลีเนียม (ซึ่งเป็นสาร Antioxidants ป้องกันการเสื่อมของเซลล์ต่างๆ ในร่างกายพร้อมทั้งเชื่อว่าสามารถกระตุ้นความต้องการทางเพศได้

4. Essential fatty acids หลายตัวที่เป็นส่วนประกอบของฮอร์โมนที่สำคัญ ในร่างกายและพบว่าสามารถเพิ่มจำนวน Sperms ได้

5. Vitamins หลายตัวที่ช่วยเสริมสร้างให้สุขภาพทั่วไปของร่างกายแข็งแรงขึ้น แต่ก็ควรระวังในการรับประทานหอยนางรมสด อาจมีอันตรายได้ เพราะถ้ามีเชื้อไวรัสตับอักเสบ หรือพยาธิก็สามารถจะติดต่อได้ ส่วนการทำหอยนางรมให้สุกก่อนการรับประทาน ก็อาจทำให้สารอาหารวิตามินถูกทำลายไปได้จากความร้อน

ตาราง 1 คุณค่าทางโภชนาการของหอยนางรม 100 กรัม

คุณค่าทางอาหาร	ปริมาณ	
ความชื้น	82.70	กรัม
พลังงาน	71.00	กิโลแคลอรี่
ไขมัน	1.20	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	6.10	กรัม
เยื่อใย	0.00	กรัม
โปรตีน	8.30	กรัม
แคลเซียม	98.00	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	109.00	มิลลิกรัม
เหล็ก	7.20	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	192.00	I.U.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางพรรณี

ตาราง 1 (ต่อ)

คุณค่าทางอาหาร	ปริมาณ	
วิตามินบี 1	3.00	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.22	มิลลิกรัม
วิตามินซี	1.90	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0.22	มิลลิกรัม

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย. 2530 : 28

ความหมายของการจัดการ (Defining Management)

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ (ออนไลน์. 2550) กล่าวถึง การจัดการ (Management) หมายถึง ขบวนการที่ทำให้งานกิจกรรมต่าง ๆ สำเร็จลงได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ด้วยคนและทรัพยากรขององค์การ รอบบิน และดีเซนโซ่ (Robbins and DeCenzo. 2004 : 127 ; อ้างถึงใน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. ออนไลน์. 2550) ซึ่งตามความหมายนี้องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ ได้แก่ ขบวนการ (Process) ประสิทธิภาพ (Efficiency) และประสิทธิผล (Effectiveness)

ประสิทธิภาพ (Efficiency) และประสิทธิผล (Effectiveness)

ประสิทธิภาพ หมายถึง การทำงานอย่างถูกวิธี เป็นการเปรียบเทียบระหว่างปัจจัยนำเข้า (Inputs) กับผลผลิต (Outputs) หากเราสามารถทำงานได้ผลผลิตมากกว่าในขณะที่ใช้ปัจจัยนำเข้าน้อยกว่า หรือเท่ากัน ก็หมายความว่าเราทำงานได้มีประสิทธิภาพมากกว่า ซึ่งปัจจัยนำเข้าในการจัดการก็คือทรัพยากรขององค์การ ได้แก่ คน เงิน วัตถุดิบ อุปกรณ์ เครื่องจักร และ ทุนทรัพยากรเหล่านี้มีจำกัด และเป็นต้นทุนในการดำเนินงานขององค์การ ดังนั้นการจัดการที่ดีจึงต้องพยายามทำให้มีการใช้ทรัพยากรน้อยที่สุดและให้เกิดผลผลิตมากที่สุด

ประสิทธิผล สำหรับประสิทธิผลในการจัดการหมายถึง การทำได้ตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ การจัดการที่มีเพียงประสิทธิภาพนั้นยังไม่เพียงพอต้องคำนึงว่าผลผลิตนั้นเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ ตัวอย่างเช่น สถาบันศึกษาที่ผลิตผู้สำเร็จการศึกษาพร้อมกันที่ละมาก ๆ หากไม่คำนึงถึงคุณภาพการศึกษาก็อาจจะได้แต่ประสิทธิภาพ คือใช้ทรัพยากรในการผลิตหรือต้นทุนต่อผู้เรียนต่ำ แต่อาจจะไม่ได้ประสิทธิผลในการศึกษา เป็นต้น และในทางกลับกันหากทำงานที่ได้ประสิทธิผลอย่างเดียวก็ไม่ได้ ต้องคำนึงถึงต้นทุนและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ความมีประสิทธิภาพด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น บริษัท Hewlett-Packard อาจจะทำตลับหมึกสีสำหรับเครื่อง Laser Printer ที่มีสีเหมือนจริงและทนนานมากกว่าเดิมได้ แต่ต้องใช้เวลา แรงงาน และวัตถุดิบที่สูงขึ้นมาก ทางด้านประสิทธิผลออกมาดี แต่นับว่าไม่มีประสิทธิภาพ เพราะต้นทุนรวมสูงขึ้นมาก เป็นต้น

ในการบริหารจัดการให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้น ต้องอาศัยความเข้าใจในสาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ด้านมนุษย์ศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ ปรัชญา การเมือง จิตวิทยา และสังคมศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ ความได้เปรียบในการแข่งขัน การค้าเสรี ความขัดแย้ง การใช้อำนาจ และความสัมพันธ์ของมนุษย์ในสังคม

ขบวนการจัดการ (Management Process)

ผู้จัดการหรือผู้บริหารทุกคนต้อง ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการจัดการ หรือที่เรียกว่า ขบวนการจัดการ 5 อย่าง ได้แก่ การวางแผน(Planning) การจัดองค์การ (Organizing) การสั่งการ (Commanding) การประสานงาน (Coordinating) และการควบคุม (Controlling) (เขียนย่อว่า POCCC) และต่อมาในช่วงกลางปีทศวรรษ 1950 นักวิชาการจาก UCLA ได้ปรับมาเป็น การวางแผน (Planning) การจัดองค์การ (Organizing) การจัดการพนักงาน (Staffing) การสั่งการ (Directing) และการควบคุม (Controlling) (เขียนย่อว่า POSDC) ซึ่งขบวนการจัดการ 5 ประการ (POSDC) อันหลังนี้เป็นที่นิยมใช้เป็นกรอบในการเขียนตำรามากว่า 20 ปี และต่อมาในช่วงหลังนี้ได้ย่อขบวนการจัดการ 5 ประการนี้ เป็นหน้าที่พื้นฐาน 4 ประการ ได้แก่ การวางแผน (Planning) การจัดองค์การ (Organizing) การโน้มนำ (Leading/Influencing) และการควบคุม (Controlling) อย่างไรก็ตามงานในแต่ละส่วนของขบวนการจัดการที่กล่าวข้างต้นนี้มีความสัมพันธ์และมีผลกระทบซึ่งกันและกันประกอบด้วย

1. การวางแผน (Planning)

เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดเป้าหมายขององค์การ สร้างกลยุทธ์ เพื่อแนวทางในการดำเนินไปสู่เป้าหมาย และกระจายจากกลยุทธ์ไปสู่แผนระดับปฏิบัติการ โดยกลยุทธ์และแผนในแต่ละระดับและแต่ละส่วนงานต้องสอดคล้องประสานกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในส่วนงานของตนและเป้าหมายรวมขององค์การด้วย

2. การจัดองค์การ (Organizing)

เป็นกิจกรรมที่ทำเกี่ยวกับการจัดโครงสร้างขององค์การ โดยพิจารณาว่าการที่จะทำให้ได้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้นั้น ต้องมีงานอะไรบ้างและงานแต่ละอย่างจะสามารถจัดแบ่งกลุ่มงานได้อย่างไร มีใครบ้างเป็นผู้รับผิดชอบในแต่ละส่วนงานนั้นและมีการรายงานบังคับบัญชาตามลำดับขั้นอย่างไร ใครเป็นผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3. การโน้มนำพนักงาน (Leading/Influencing)

เป็นเรื่องเกี่ยวกับการจัดการให้พนักงานทำงาน อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งต้องใช้การประสานงาน การติดต่อสื่อสารที่ดี การจูงใจในการทำงาน ผู้บริหารต้องมีภาวะผู้นำที่เหมาะสม ลดความขัดแย้งและความตึงเครียดในองค์การ

4. การควบคุม (Controlling)

เมื่อองค์การมีเป้าหมาย และได้มีการวางแผนแล้วก็ทำการจัดโครงสร้างองค์การ ว่าจ้างพนักงาน ฝึกอบรม และสร้างแรงจูงใจให้ทำงาน และเพื่อให้แน่ใจว่าสิ่งต่างๆ จะดำเนินไปตามที่ควรจะเป็นผู้บริหารก็ต้องมีการควบคุมติดตามผลการปฏิบัติการ และ เปรียบเทียบผลงานจริงกับเป้าหมายหรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ หากผลงานจริงเบี่ยงเบนไปจากเป้าหมายก็ต้องทำการปรับให้เป็นไปตามเป้าหมาย ซึ่งขบวนการติดตามประเมินผล เปรียบเทียบ และแก้ไขนี้ก็คือ ขบวนการควบคุม

บทบาทของการจัดการ (Managerial Roles)

เมื่อกล่าวถึงหน้าที่ที่เกี่ยวกับการจัดการในองค์การมักมุ่งไปที่หน้าที่ต่างๆ ในขบวนการจัดการ 4 ประการ (การวางแผน การจัดองค์การ การโน้มนำ และการควบคุม) ดังที่กล่าวข้างต้น ซึ่งผู้บริหารแต่ละคนให้ความสำคัญและเวลาในการทำหน้าที่การจัดการเหล่านี้แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังขึ้นกับลักษณะการดำเนินงานขององค์การที่แตกต่างกันด้วย (เช่น มีลักษณะการดำเนินงานเป็นองค์การที่แสวงหากำไรหรือองค์การที่ไม่แสวงหากำไร) ระดับของผู้บริหารที่ต่างกัน (ระดับต้น ระดับกลาง ระดับสูง) และขนาดขององค์การที่ต่างกัน ตัวอย่างเช่น ผู้บริหารที่อยู่ในระดับบริหารที่แตกต่างกันจะให้เวลาในการทำกิจกรรมของแต่ละหน้าที่แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาถึงกิจกรรมของผู้บริหารในองค์การแล้ว Mintzberg เห็นว่าบทบาทของ การจัดการสามารถจัดแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม หรือที่เรียกว่า บทบาทด้านการจัดการของ Mintzberg (Mintzberg's Managerial Roles) ได้แก่ บทบาทด้านระหว่างบุคคล (Interpersonal Roles) บทบาทด้านข้อมูล (Informational Roles) และบทบาทด้านการตัดสินใจ (Decisional Roles) โดยแต่ละกลุ่มของบทบาทมีบทบาทย่อยดังต่อไปนี้

บทบาทระหว่างบุคคล (Interpersonal Roles) เป็นบทบาทด้านการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ประกอบด้วย บทบาทย่อย ได้แก่

1. บทบาทตามตำแหน่ง (Figurehead) : ทำหน้าที่ประจำวันต่างๆ ตามระเบียบที่เกี่ยวกับกฎหมาย หรือตามที่สังคมกำหนด เช่น การต้อนรับแขกขององค์กร ลงนามในเอกสารตามกฎหมาย เป็นต้น

2. บทบาทผู้นำ (Leader) : ต้องรับผิดชอบสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นการทำงานของพนักงาน รับผิดชอบในการจัดหาคน ฝึกอบรม และงานที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

3. บทบาทการสร้างสัมพันธภาพ (Liaison) : โดยสร้างเครือข่ายภายในและภายนอกเพื่อการกระจายข้อมูลให้ทั่วถึง

บทบาทด้านข้อมูล (Informational Roles) เป็นบทบาทด้านการกระจายและส่งผ่านข้อมูล ประกอบด้วย บทบาทย่อย ดังนี้

1. เป็นผู้ติดตามประเมินผล (Monitor) : เป็นการติดตามเลือกรับข้อมูล (ซึ่งมักจะเป็นเหตุการณ์ปัจจุบัน) เพื่อเข้าใจความเคลื่อนไหวขององค์การและสิ่งแวดล้อม เป็นเสมือนศูนย์กลางของระบบ

2. เป็นผู้กระจายข้อมูล (Disseminator) : รับบทบาทส่งผ่านข้อมูลไปยังพนักงานในองค์การ บางข้อมูลก็เกี่ยวกับข้อเท็จจริง บางข้อมูลเกี่ยวกับการแปลผลและรวบรวมความแตกต่างกันที่เกิดขึ้นในองค์การ

3. เป็นโฆษก (Spokesperson) : ทำหน้าที่ประชาสัมพันธ์ ส่งต่อข้อมูลไปยังหน่วยงานภายนอกเกี่ยวกับแผนงาน นโยบาย กิจกรรม และผลงานขององค์การ เช่น เป็นผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรม

บทบาทด้านการตัดสินใจ (Decisional Roles) ทำหน้าที่ตัดสินใจในการดำเนินงานขององค์การ ประกอบด้วยบทบาทย่อย ดังนี้

1. เป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneur) : หาโอกาสและริเริ่มสิ่งใหม่ๆ เช่น การปรับปรุงโครงการ เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการออกแบบโครงการ โดยการจัดให้มีการทบทวนและกำหนดกลยุทธ์เพื่อพัฒนาโปรแกรมใหม่ ๆ

2. เป็นผู้จัดการความสงบเรียบร้อย (Disturbance Hander) : รับผิดชอบแก้ไขการดำเนินงานเมื่อองค์การเผชิญกับความไม่สงบเรียบร้อย โดยการทบทวนและกำหนดกลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องกับความไม่สงบและวิกฤติการณ์ในองค์การ

3. เป็นผู้จัดสรรทรัพยากร (Resource Allocator): เป็นผู้รับผิดชอบในการจัดสรรทรัพยากรต่างๆ ในองค์การ เช่น ทำการตัดสินใจและอนุมัติในประเด็นที่สำคัญต่าง ๆ ขององค์การ โดยจัดลำดับ และกระจายอำนาจ ดูแลกิจกรรมที่เกี่ยวกับเรื่องงบประมาณ และจัดการเกี่ยวกับการทำงานของพนักงาน

4. เป็นผู้ต่อรอง (Negotiator): รับผิดชอบในการเป็นตัวแทนต่อรองในเรื่องสำคัญขององค์การ เช่น มีส่วนร่วมในการทำสัญญากับสหภาพแรงงานขององค์การ หรือการต่อรองกับผู้จัดหา (Suppliers)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ทักษะของนักบริหาร (Management Skills)

ผู้บริหารไม่ว่าจะอยู่ในระดับใด หรืออยู่ในองค์การใดก็ทำหน้าที่ในการจัดการ 4 อย่าง ได้แก่ การวางแผน (Planning) การจัดองค์การ (Organizing) การโน้มนำ (Leading/Influencing)

และการควบคุม (Controlling) และการที่ผู้บริหารจะสามารถทำหน้าที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการได้ประสบผลสำเร็จนั้น ต้องมีทักษะที่ดีด้านการจัดการ ซึ่งทักษะสำคัญในเบื้องต้นที่ผู้บริหารควรมีอย่างน้อย 3 อย่าง ได้แก่ ทักษะด้านเทคนิค (Technical Skills) ทักษะด้านคน (Human Skills) และทักษะด้านความคิด (Conceptual Skills)

ทักษะด้านเทคนิค (Technical Skills) เป็นความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้และความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านเกี่ยวกับงาน สำหรับผู้บริหารระดับสูงทักษะความสามารถนี้จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับความรู้ทั่วไปของอุตสาหกรรม ขบวนการและผลิตภัณฑ์ขององค์การ และสำหรับผู้บริหารระดับกลางและระดับต้น จะเป็นทักษะความสามารถเฉพาะด้านในงานที่ทำ เช่น การเงิน ทรัพยากรบุคคล เทคโนโลยีสารสนเทศ การผลิต ระบบคอมพิวเตอร์ กฎหมาย การตลาด เป็นต้น ทักษะทางด้านเทคนิคมักเป็นความสามารถเกี่ยวกับตัวงาน เช่น ขบวนการหรือผลิตภัณฑ์

ทักษะด้านคน (Human Skills) เป็นทักษะในการทำให้เกิดความประสานงานกันของกลุ่มที่ผู้บริหารนั้นรับผิดชอบเป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องทัศนคติ การสื่อสารและผลประโยชน์ของบุคคลและกลุ่ม เป็นทักษะการทำงานกับคน

ทักษะด้านความคิด (Conceptual Skills) เป็นความสามารถในการมององค์การในภาพรวม ผู้บริหารที่มีทักษะด้านความคิด จะสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของหน่วยงานต่าง ๆ ในองค์การว่ามีผลต่อกันอย่างไร และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างองค์การกับปัจจัยแวดล้อมองค์การ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงในส่วนหนึ่งขององค์การมีผลกระทบกับส่วนอื่น ๆ อย่างไร

ทักษะด้านความคิดนี้จะยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นเมื่ออยู่ในระดับบริหารที่สูงขึ้น ขณะที่ทักษะด้านเทคนิคจะมีความสำคัญน้อยลงในระดับบริหารที่สูงขึ้น เนื่องจากผู้บริหารในระดับที่สูงจะเข้ามาดูแลในรายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ ในการผลิต และด้านเทคนิคน้อยลง แต่จะเน้นไปที่การมองภาพรวมขององค์การและทิศทางที่จะพัฒนาไปขององค์การมากกว่า ส่วนทักษะด้านคน ยังคงมีความสำคัญอย่างมากในทุกระดับของการบริหาร เพราะทุกระดับต้องเกี่ยวข้องกับคน

กิจกรรมของนักบริหาร (Managerial Activities)

การศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำของนักบริหารในแต่ละวันว่า มีความแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า นักบริหารที่ประสบความสำเร็จในหน้าที่การงานและได้รับการเลื่อนตำแหน่งอย่างรวดเร็ว จะให้ความสำคัญกับกิจกรรมที่ต่างไปจากนักบริหารที่มีประสิทธิผล ที่มีผลงานทั้งด้านปริมาณและคุณภาพเป็นไปตามเป้าหมาย และเป็นที่ชื่นชอบของผู้ใต้บังคับบัญชา โดยการศึกษาของรอบบิน (Robbins. 2003 : 208 ; อ้างถึงใน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. ออนไลน์. 2550) พบว่า กิจกรรมที่นักบริหารส่วนใหญ่ทำสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. การจัดการแบบเดิม (Traditional Management) เช่น การตัดสินใจ การวางแผน และการควบคุม

2. การติดต่อสื่อสาร (Communication) เช่น การแลกเปลี่ยนข้อมูลประจำวัน และทำงานเอกสาร

3. การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล (Human Resource Management) เช่น การจูงใจ การสร้างวินัย จัดการความขัดแย้ง งานบุคคล และ การฝึกอบรม และ

4. การสร้างเครือข่าย (Networking) เช่น การเข้าสังคม เล่นการเมืองในองค์การ และมีกิจกรรมร่วมกับหน่วยงานภายนอก

การทำข้าวเกรียบ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2554 : 1 - 3) กล่าวถึง ข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภททอดที่รู้จักกันดีผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว (Snack) พัฒนาจากอาหารที่ใช้รับประทานระหว่างมื้อที่เรียกกันว่า อาหารว่าง โดยพัฒนาอย่างกว้างขวาง เพื่อให้สอดคล้องกับการดำเนินชีวิตของผู้บริโภคที่ไม่มีเวลาในการจัดเตรียมอาหารมากนักหรือแม้แต่การใช้เวลาในการรับประทานดังจะเห็นได้ว่าผู้บริโภคจำนวนมากไม่ได้รับประทานอาหารเช้าเพราะต้องรีบไปโรงเรียนหรือทำงาน หรือมีเวลารับประทานอาหารกลางวันเพราะงานยังไม่เสร็จจำต้องหาอาหารที่รับประทานได้ง่ายเพื่อประทังความหิว

จากพฤติกรรมการบริโภคอาหารจุบจิบ (Nibble Type Product) ดังกล่าว จึงทำให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่ใช้รับประทานทั่วไปให้มีลักษณะเฉพาะ ที่สะดวกต่อการบริโภคมากขึ้นในทุกโอกาสกับพฤติกรรมการบริโภค การรับประทานมิใช่ใช้รับประทานเฉพาะในเวลาอาหารว่างเท่านั้น แต่มีการรับประทานในเวลาต่างๆกัน และยังมีอาการว่างอื่นอีกหลายชนิด ที่ยังไม่ได้พัฒนารูปแบบที่เหมาะสมที่จะจัดอยู่ในอาหารกลุ่มใหม่นี้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการเรียกผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ว่า “ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว”

ข้าวเกรียบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้งผสมเครื่องปรุงรส อาจมี ส่วนประกอบของเนื้อสัตว์ ผัก หรือผลไม้ เช่น ปลา กุ้ง ฟักทอง เผือก งาดำ งาขาว ผสมให้เข้ากัน แล้วทำให้เป็นรูปทรงตามต้องการ นึ่งให้สุก ตัดให้เป็นแผ่นบาง ๆหรือรูปทรงตามต้องการ ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น อาจทอดก่อนบรรจุหรือไม่ก็ได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

ข้าวเกรียบ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค

2. ชนิดข้าวเกรียบดิบ

คุณลักษณะที่ต้องการ

1. ลักษณะทั่วไป

1.1 ชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค : ต้องกรอบ มีการพองตัวดีและสม่ำเสมออาจแตกหักได้เล็กน้อย

1.2 ชนิดข้าวเกรียบดิบ : ต้องแห้ง ไม่เกาะติดกัน อาจแตกหักได้เล็กน้อยการทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

2. ลักษณะเนื้อสัมผัส (เฉพาะชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค)

ต้องกรอบ ไม่เหนียวหรือแข็งกระด้าง : การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและชิม

3. สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเกรียบ สม่ำเสมอ ไม่ไหม้เกรียม

4. กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเกรียบ ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 9.1 แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

5. สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6. ความชื้น

6.1 ชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค ต้องไม่เกินร้อยละ 4.0 โดยน้ำหนัก

6.2 ชนิดข้าวเกรียบดิบ ต้องไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก

6.3 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

7. ค่าเพอร์ออกไซด์ (เฉพาะชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค)

7.1 ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม

7.2 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

8. วัตถุเจือปนอาหาร

8.1 ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

8.2 ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด เว้นแต่กรณีที่ติดมากับวัตถุดิบให้เป็นไปตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

8.3 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

9. จุลินทรีย์

9.1 ชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค

9.1.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

9.1.2 Salmonella spp.ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

9.1.3 Staphylococcus Aureus. ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

9.1.4 Bacillus Cereus. ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

9.1.5 Clostridium Perfringens. ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

9.1.6 Escherichia Coli. โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

9.1.7 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

9.2 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

9.3 ชนิดข้าวเกรียบดิบ

9.3.1 Staphylococcus aureus. ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

9.3.2 Bacillus cereus. ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

9.3.3 Escherichia coli. โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 100 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

9.3.4 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 500 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

9.4 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ธุรกิจผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างกว้างขวางทั้งในเชิงการผลิตและจัดจำหน่ายและแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 6 ประเภท คือ อาหารขบเคี้ยวที่ทำจากแป้ง ถั่วอบกรอบ มันฝรั่งทอดกรอบ ข้าวเกรียบกุ้ง ปลาหมึก ปลาเส้นและข้าวโพด

ตลาดอาหารขบเคี้ยวจัดว่ามีความแปรปรวนสูง เพราะผู้บริโภคไม่ยึดกับชื่อหรือยี่ห้อมากนัก จึงทำให้อาหารขบเคี้ยวมีอายุในตลาดค่อนข้างสั้น เข้ามาในตลาดได้ง่ายแต่ในเวลาเดียวกันก็ออกจากตลาดได้ง่ายเช่นกัน จึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ สามารถเข้าสู่ตลาดได้ตลอดเวลา นับว่า มีการแข่งขันค่อนข้างสูง และมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้น

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในตลาดที่มีการแข่งขันค่อนข้างสูงจึงจำเป็นที่ผู้ผลิตจะต้องสร้างจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ให้ชัดเจน กลยุทธ์ที่สำคัญ ได้แก่ การเน้นคุณภาพที่ไม่เหมือนใคร หรือแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น เช่น เน้นรสชาติ รูปแบบ คุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนภาชนะบรรจุให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย รวมไปถึงกลยุทธ์ทางการตลาดต่าง ๆ ที่ช่วงชิงส่วนแบ่งของตลาดให้มากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรามคำแหง

จากการที่ผลิตภัณฑ์มีอายุตลาดค่อนข้างสั้น จึงจะสังเกตเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีผู้ผลิตออกมาจำนวนมาก โดยอาจมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบไปบ้างเล็กน้อยและการใช้ชื่อทางการค้าต่าง ๆ กัน โดยที่ยังอาจเป็นผู้ผลิตรายเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้มีตัวตายแทนซึ่งกันและกัน หากสินค้าชนิดหนึ่งไม่ได้รับความนิยม ก็ยังมีสินค้าอีกชนิดหนึ่งอยู่ในตลาดเพื่อยึดครองตลาดบางส่วนไว้ก่อนสำหรับเป็นช่องทางให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ออกมาแทน

การแข่งขันเชิงธุรกิจจำเป็นต้องใช้กลยุทธ์ทางการตลาดที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภค รวมทั้งการพิจารณาช่องทางจัดจำหน่ายที่เหมาะสม เช่น การกลยุทธ์การโฆษณาที่จูงใจ ผลิตภัณฑ์ที่เจาะกลุ่มผู้บริโภควัยเด็กจะเน้นของแถม หรือการใช้ภาชนะที่มีรูปแบบและสีสันที่สะดุดตา หากเป็นผลิตภัณฑ์ที่เจาะกลุ่มวัยรุ่น อาจต้องใช้ประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่าง ๆ หรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชุมชนบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มเป้าหมายด้วยเช่นกัน

ช่องทางการจัดจำหน่ายที่สำคัญของอาหารขบเคี้ยว ได้แก่ ร้านค้าปลีก ร้านค้าทั่วไปถึงร้านสะดวกซื้อ และซุปเปอร์มาเก็ต ซึ่งในการแข่งขันในเรื่องช่องทางจัดจำหน่ายอาจใช้เรื่องราคาเพื่อจูงใจให้พ่อค้าต้องการนำสินค้าไปวางจำหน่าย

กรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบ

อุมาพร สุนุรัตน์ (2540 : 59) กล่าวถึง ข้าวเกรียบ (Snack) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี แป้งมันสำประหลัง ผสมด้วยเนื้อสัตว์หรือผัก เครื่องปรุงรส ผสมให้เข้ากัน แล้วทำเป็นรูปทรงตามต้องการ นึ่งให้สุก ตัดเป็นแผ่นบาง ๆ หรือรูปทรงตามต้องการ ทำให้แห้งโดยการใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น

1. การผสม (Mixing)

การผสมเป็นขั้นตอนที่ทำให้มันสำปะหลัง และส่วนผสมอื่นผสมเข้าด้วยกัน การผสมที่ดีของก้อนแป้งดิบที่ได้จะต้องมีลักษณะเนื้อสัมผัสเนียนเรียบเป็นเนื้อเดียวกันและสามารถรีดเป็นแผ่น ขยายหรือปั้นเป็นก้อนได้ดี การผสมสามารถใช้เครื่องผสมได้หลายชนิด เช่น เครื่องนวดแบบอ่าง (Blow Mixer) และเครื่องผสมที่มีใบมีดตัด (Mechanical Blade Mixer)

2. การยัด (Stuffing)

การยัดเป็นการทำรูปร่าง (Mounding) โดยใส่ในกระบอกอะลูมิเนียม (Aluminum) สแตนเลส สตีล (Stainless Steel) ซึ่งประยุกต์จากเทคโนโลยีการผลิตไส้กรอก ซึ่งทำให้รูปทรงและขนาดสม่ำเสมอ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3. การนึ่ง (Steaming)

การนึ่งก้อนแป้งจะต้องใช้เวลานานพอให้ก้อนแป้งสุกทั้งก้อน มิฉะนั้นเวลาทอดข้าวเกรียบจะพองตัวไม่ดี มีลักษณะเนื้อแข็งกระด้างและไม่กรอบ ซึ่งระยะเวลาในการนึ่งนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวเกรียบ ขนาด และรูปร่างของก้อนแป้งดิบ ซึ่งโดยปกติทั่วไปจะใช้เวลานึ่งประมาณ 60 ถึง 90 นาที

4. การแช่เย็น และการทำให้เย็น (Chilling and Cooling)

การทำให้เย็นในน้ำเย็นเพื่อให้แยกก้อนแป้งออกจากกระบอกโลหะได้ง่าย และแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5 ถึง 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน เพื่อให้แป้งสุก แข็งตัว เมื่อหั่นก้อนแป้งสุกจะทำให้เนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏที่ดี ไม่ควรทิ้งให้ข้าวเกรียบแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อราได้ง่าย

5. การหั่น (Slicing)

ใช้เครื่องหั่น (Mechanical) มีประโยชน์ คือสามารถควบคุมความหนาของแผ่นข้าวเกรียบได้ การหั่นควรหั่นให้ข้าวเกรียบมีความหนาที่เหมาะสม เพื่อง่ายต่อการทำแห้ง มีการขยายตัวที่ดี และบริเวณผิวหน้าตัดของแผ่นแป้งสุกควรจะราบเรียบ ไม่ขรุขระ เพื่อจะทำให้เนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏตัวของข้าวเกรียบที่ดี

6. การทำให้แห้ง

การทำแห้ง (Drying) คือ การลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้คือ มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity, a_w) ต่ำกว่า 0.70 ทำให้เก็บอาหารไว้ได้นาน อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีความชื้นในระดับที่ปลอดภัยไม่เท่ากัน เช่น ผลไม้แช่อิ่มเก็บได้ที่ความชื้น 15 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเป็นเมล็ดธัญพืชเก็บที่ความชื้นนี้จะเกิดราได้ (สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2540 : 164)

การกำจัดน้ำออกไปจะช่วยทำให้ข้าวเกรียบแห้ง เมื่อนำไปทอดมีการพองตัวดีและมีผิวเรียบการทำให้แห้งสามารถทำได้ด้วยวิธีการตากแดดหรือการอบที่อุณหภูมิ 45 ถึง 75 องศาเซลเซียส จนกระทั่งความชื้นเหลืออยู่ร้อยละ 6 ถึง 12 ความชื้นที่เหมาะสมควรเป็นร้อยละ 8 แต่สำหรับข้าวเกรียบที่มีขายทั่วไปมีความชื้นร้อยละ 11 ถึง 15 ซึ่งการตากแห้งจะเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการอบแห้งที่ต้องมีค่าอุปกรณ์และเชื้อเพลิง อีกทั้งใช้เครื่องมือพิเศษดังแสดงในตาราง 2

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการตากแห้งกับการอบแห้ง

การตากแห้ง	การอบแห้ง
- อาศัยธรรมชาติ ฉะนั้นความสำเร็จจึงขึ้นอยู่กับลักษณะอากาศของแต่ละท้องถิ่น	- อาศัยการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นในห้องอบ ฉะนั้นจะได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีเสมอไป ไม่ว่าจะอยู่ในสภาพแวดล้อมอย่างไร
- ต้องการเนื้อที่ในการตากแห้งมาก คือ ถึงราวร้อยละ 5 ของเนื้อที่เพาะปลูกพืชนั้น	- ไม่เปลืองเนื้อที่มาก เพราะสามารถซ้อนกันได้หลายชั้น
- ลำบากในการควบคุมความสะอาดและปลอดภัย	- ไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องความสกปรก หรือเชื้อโรคต่างๆ เพราะอยู่ในที่ปกปิด
- ต้องใช้เวลาในการดำเนินงานยาว เพราะต้องอาศัยแสงแดดเฉพาะเวลากลางวัน	- สามารถดำเนินงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง จึงสามารถย่นระยะเวลาในการดำเนินงานลงได้มาก
- อาจมีการเสื่อมคุณภาพของผลิตผลระหว่างการตากแห้ง เช่น น้ำตาลเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ เพราะใช้เวลาตากนาน	- ไม่มีการเสื่อมคุณภาพระหว่างการอบแห้ง เพราะกรรมวิธีอบแห้งรวดเร็วและมีการควบคุมอุณหภูมิ
- วิตามินหลายอย่างเสื่อมไปมาก เช่น วิตามินซีและวิตามินเอ เพราะถูกทั้งอากาศและแสงแดด	- รักษาวิตามินไว้ได้มากกว่าการตากแห้ง เพราะสัมผัสอากาศแต่เพียงเล็กน้อย และไม่ถูกแสงแดด
- สีอาหารดีกว่าการอบแห้ง	- สีด้อยกว่าการตากแห้ง
- ไม่ต้องการเครื่องมือมาก	- ต้องการเครื่องมือพิเศษ
- เสียค่าใช้จ่ายน้อย	- สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ทั้งอุปกรณ์และเชื้อเพลิง

ที่มา : วัฒนา ประทุมสินธุ์. 2525 : 74

น้ำในอาหารและค่า Water Activity

น้ำเป็นส่วนประกอบหลักของอาหารทุกชนิดโดยอยู่ในรูปอิสระ (Free Water) และเกาะเกี่ยวกับสารอื่น (Bound Water) น้ำอิสระเป็นน้ำที่แทรกอยู่ในช่องว่างของอาหาร อาจมีการเกาะตัวกับองค์ประกอบของอาหารบ้างด้วยพันธะที่ไม่แข็งแรงมากนัก มีคุณสมบัติเหมือนน้ำปกติสามารถเป็นตัวทำละลายได้ มีส่วนเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีและจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ในการดำรงชีวิตได้ แต่น้ำส่วนนี้ก็ยังมีคุณสมบัติไม่เหมือนกับน้ำอิสระในธรรมชาติอย่างแท้จริง จึงมักเรียกน้ำอิสระนี้ว่า " แอคทีฟวอเตอร์ " (Active Water) ซึ่งหมายถึง น้ำที่ยังคงรักษาคุณสมบัติของน้ำอิสระไว้ได้ (ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538 : 40)

Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร

ค่า Water Activity เป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากค่า Water Activity เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ เราสามารถใช้ค่า Water Activity ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสีย ตลอดจนใช้ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ค่า Water Activity ที่จำกัด โดยเราจะทำให้อาหารมีค่า Water Activity ต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่า Water Activity ต่ำกว่า 0.90 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า Water Activity ต่ำกว่า 0.70

1. ความแตกต่างของความชื้นและ Water Activity

ปริมาณความชื้นเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมเสียของอาหาร ดังนั้นวิธีการดังเดิมที่ใช้ในการถนอมอาหาร ไม่ว่าจะเป็นวิธีการทำให้ข้น การทำแห้ง ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่ทำให้ปริมาณความชื้นในอาหารลดลง การเชื่อมโดยการเติมน้ำตาล หรือการมักดองโดยการเติมเกลือลงไปในอาหาร ความจริงแล้ว วิธีการดังกล่าวทั้งหมดเป็นวิธีการที่อาศัยหลักของการลดค่า Water Activity แต่คนส่วนมากมักเข้าใจว่าเป็นการลดความชื้น

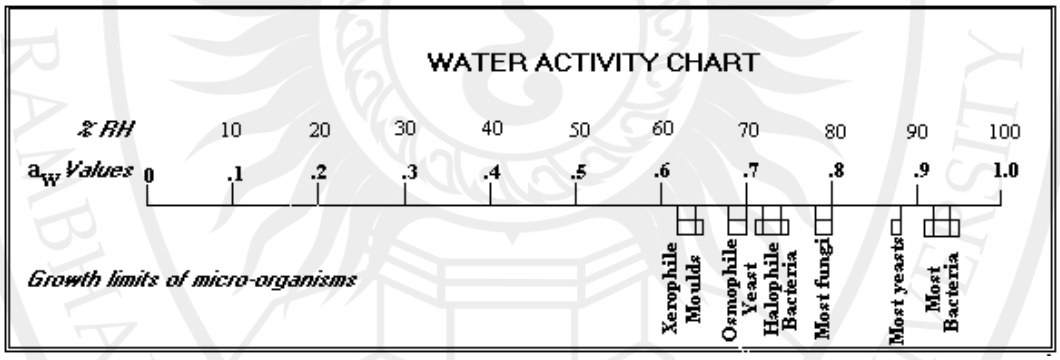
สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหารทั้งหมดประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของน้ำที่เกาะติดกับอาหาร หรือถูกใช้ไปในการสร้างพันธะต่าง ๆ เช่น พันธะไอออนิก พันธะไฮโดรเจน และอีกส่วนคือ ปริมาณน้ำอิสระที่ไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการเกิดพันธะใด ๆ และจะอยู่ภายในช่องว่างของอาหาร ปริมาณความชื้น (Moisture Content) เป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหาร คือ รวมทั้งสองส่วนดังกล่าว ในขณะที่ Water Activity เป็นโมเลกุลของน้ำที่พร้อมจะเปลี่ยนสภาวะจากของเหลวไปเป็นไอ ซึ่งเป็นส่วนของน้ำอิสระเท่านั้น ซึ่งในการทำให้ข้นหรือการทำแห้งเป็นการระเหยน้ำอิสระออกไป ส่วนการเติมเกลือ น้ำตาล หรือส่วนผสม (Ingredient) อื่น ๆ ลงไป โมเลกุลของสารเหล่านั้นจะไปจับพันธะกับน้ำอิสระทำให้ค่า Water Activity ลดลงไป

2. ความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นและค่า Water Activity

ค่าความชื้น (Moisture Content) และค่า Water Activity มีความสัมพันธ์กันแต่เป็นเรื่องที่ซับซ้อน ซึ่งสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น และค่า Water Activity

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ของผลิตภัณฑ์หนึ่ง ๆ ได้จากการทดลองวัดค่าทั้งสองของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ณ อุณหภูมิที่คงที่ค่าหนึ่งเท่านั้น แล้วบันทึกค่าทั้งสองเปรียบเทียบกันในรูปกราฟ เรียกกราฟความสัมพันธ์ที่ได้ว่า Moisture Sorption Isotherms ดังภาพประกอบ 2 ซึ่งวิธีการหากราฟความสัมพันธ์สามารถทำได้ง่าย ๆ โดยนำอาหารไปใส่ในภาชนะที่ทราบค่าความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งควบคุมความชื้นสัมพัทธ์โดยใช้สารละลายเกลืออิ่มตัวชนิดต่าง ๆ ใส่ลงไปในภาชนะแต่ละใบ ภาชนะที่ใช้ต้องสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้เป็นอย่างดี เพื่อให้มีความชื้นสัมพัทธ์ ณ จุดต่าง ๆ จากนั้น ตั้งอาหารทิ้งไว้จนเข้าสู่สภาวะสมดุล ซึ่ง ณ จุดสมดุลนี้จะทราบค่า Water Activity จากนั้นวัดค่าปริมาณความชื้น (Moisture Content) แล้วนำค่าทั้งสองไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ จากกราฟจะพบว่า เมื่อค่า Moisture Content เพิ่มขึ้น ค่า Water Activity มักเพิ่มขึ้นด้วย แต่เป็นการเพิ่มแบบไม่เป็นเส้นตรง นอกจากนี้กราฟ Moisture Sorption Isotherms ของผลิตภัณฑ์คนละชนิดจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความดันไอของโมเลกุลของน้ำในช่องว่างเหนือผลิตภัณฑ์ และพลังงานของการจับพันธะของน้ำในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

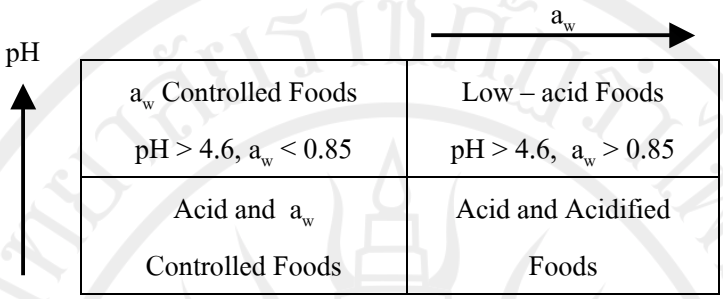


ภาพประกอบ 2 แสดง Water Activity Chart
ที่มา : ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. ออนไลน์. 2545

3. ค่า Water activity กับข้อกำหนดและมาตรฐานอาหาร

จากความสัมพันธ์ระหว่างค่า Water activity กับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเกิดการเน่าเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ หลายประเทศจึงมีการออกกฎหมายที่ใช้บังคับและควบคุมคุณภาพอาหารที่ผลิตหรือขายในประเทศ เช่น Food and Drug Administration (FDA) ในสหรัฐอเมริกาใช้ค่า Water activity เป็นดัชนีของความปลอดภัยในการแบ่งประเภทอาหาร โดยอาหารจะถูกแบ่งเป็น 4 ประเภท อาศัยค่า pH และค่า Water Activity ดังภาพประกอบ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 3 ค่า pH และค่า Water Activity
ที่มา : ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. ออนไลน์. 2545

4. Water Activity กับอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร

ในระหว่างการแปรรูป การขนส่ง และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะและคุณภาพ ซึ่งรวมถึงสี กลิ่นรส รูปร่าง ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร และคุณค่าทางโภชนาการ ผลจากกลไกเหล่านี้อาจก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหาร ทำให้คุณภาพของอาหารเปลี่ยนไปอยู่ในระดับที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหรืออาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ และทำให้อาหารมีอายุการเก็บลดน้อยลง ดังนั้นผู้ผลิตอาหารจึงพยายามศึกษาและหาสาเหตุที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียกับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด เพื่อทำการออกแบบและควบคุมกระบวนการผลิต เช่น การควบคุมอุณหภูมิ เวลา และความเร็วในกระบวนการผลิตให้มีมาตรฐาน สามารถควบคุมป้องกันการเสื่อมเสียของอาหาร และสามารถประเมินอายุการเก็บของอาหารให้ได้ตามระยะเวลาที่กำหนด

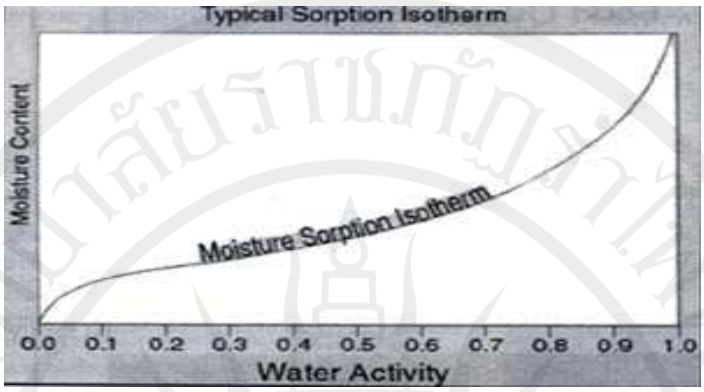
การเสื่อมเสียของอาหารโดยส่วนใหญ่เกิดจากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเป็นแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและส่วนประกอบที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน (ตาราง 3) และเนื่องจากค่า Water Activity เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร ดังนั้นวิธีการควบคุมค่า Water Activity จึงเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร โดยจะควบคุมให้อาหารมีระดับค่า Water Activity ต่ำกว่าค่าที่เชื้อจุลินทรีย์ชนิดนั้นๆ จะเจริญเติบโตได้ ดังแสดงในภาพประกอบ 4 สิ่งสำคัญของการป้องกันการเสื่อมเสีย เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์คือการป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษได้ เช่น Clostridium Botulinum จะไม่สามารถเจริญได้ที่ระดับค่า Water Activity ต่ำกว่า 0.93

ตาราง 3 แสดงระดับค่าวอเตอร์แอคติวิตี้และความสำคัญ

a_w	ความสำคัญ
1.00	Pseudomonas, Bacillus, Clostridium Perfringens และยีสต์บางชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้
0.95	ขีดต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียทั่วๆไป Salmonella, Vibrio Parahaemolyticus, Lactobacillus และยีสต์บางชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้
0.90	ยีสต์หลายชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้
0.80	ขีดต่ำสุดสำหรับปฏิกิริยาของเอนไซม์ และการเจริญเติบโตของเชื้อราส่วนใหญ่ Staphylococcus Aureus ไม่สามารถเจริญได้
0.75	ขีดต่ำสุดสำหรับ Halophillic Bacteria
0.70	ขีดต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของ Xerophillic Fungi ส่วนใหญ่
0.65	อัตราเร็วสูงสุดสำหรับปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Maillard Reaction)
0.60	ขีดต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของ Osmophillic Bacteria และ Xerophillic Yeast และ Fungi
0.55	ขีดต่ำสุดสำหรับการดำรงชีวิตของเชื้อจุลินทรีย์
0.40	อัตราเร็วต่ำสุดของปฏิกิริยาออกซิเดชัน
0.25	ความต้านทานสูงสุดของแบคทีเรียสร้างสปอร์

ที่มา : ไพโรจน์ วิริยจารี และคณะ. 2544 : 14

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 4 Water Activity กับอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร
ที่มา : ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. ออนไลน์. 2545

โดยทั่วไปแล้วอาหารที่มีค่า Water Activity สูงได้แก่ อาหารสด เช่น เนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้ รวมทั้งอาหารบางชนิดที่ผ่านกระบวนการแปรรูป เช่น Soft Cheese และผลิตภัณฑ์เนื้อรมควัน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็นควบคู่ไปด้วย แต่สำหรับกลุ่มอาหารบางชนิดสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องได้โดยการควบคุมระดับ Water Activity เรียกว่า Semi-Moist Food รวมทั้งเค้กผลไม้ พุดดิ้ง ช็อคโกแลต และคาราเมล เมื่ออาหารเหล่านี้เกิดการเสื่อมเสีย มักเป็นการเสียจากการเจริญของเชื้อราที่ผิวหน้า ซึ่งราโดยส่วนมากจะหยุดการเจริญที่ค่า Water Activity ต่ำกว่า 0.80 แต่จะมีเชื้อราบางชนิดสามารถเติบโตได้อย่างช้า ๆ ที่ค่า Water Activity ระดับนี้ ดังนั้นจึงควรควบคุมให้ค่า Water Activity ของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ให้มีค่าไม่เกิน 0.75 แต่ยังคงไม่สามารถป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้สมบูรณ์ เพราะยังคงมียีสต์และราบางชนิดสามารถเจริญได้ที่ค่า Water Activity ต่ำกว่านี้ ทั้งนี้อาจพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ เช่น ลูกกวาดต้องการให้มีอายุการเก็บมากกว่า 12 เดือนขึ้นไป อาจต้องทำให้มีค่า Water Activity ต่ำกว่า 0.60

นอกจากการควบคุมค่า Water Activity แล้ว สภาวะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ต่างกัน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ยังส่งผลต่ออายุการเก็บด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอายุการเก็บของเค้ก กับค่า Water Activity เมื่อเก็บที่สภาวะอุณหภูมิต่างกัน ถ้าเค้ก มีค่า Water Activity 0.81 จะสามารถป้องกันการเจริญของเชื้อราได้นาน 14 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส และ 24 วันเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเค้กมีค่า Water Activity เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเป็น 0.85 จะพบว่าอายุการเก็บจะลดลงจากเดิมมากเหลือเพียง 8 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส และ 12 วันเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

นอกจากการควบคุมค่า Water Activity แล้วยังสามารถใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า Hurdle Technology ซึ่งเป็นการผสมผสานเทคนิคการถนอมอาหารแบบต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน เช่น การใช้อุณหภูมิสูง การควบคุมค่า pH การใช้สารกันเสีย การเติมส่วนผสม (Ingredient) และอื่น ๆ

ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผ่านกระบวนการหมักและทำให้แห้ง สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ แต่ปัญหาที่มักพบกับผลิตภัณฑ์ประเภทนี้คือ การเจริญของเชื้อรา จึงมีการนำหลักการของ Hurdle Technology ที่หลากหลายมาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อช่วยป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ เริ่มตั้งแต่การใช้สารกันเสีย และการเติมส่วนผสม (Ingredient) ได้แก่ เกลือ และไนไตรท์ เพื่อช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในส่วนผสมที่เป็น Batter จากนั้นเป็นขั้นตอนของการทำให้เป็นกรด ซึ่งอาจทำได้โดยการเติมกรด หรือใช้กระบวนการหมักโดยแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า pH ต่ำลง หลังจากนั้นจะผ่านกระบวนการทำให้แห้ง เพื่อเป็นการลดค่า Water Activity

อีกวิธีหนึ่งของการถนอมอาหารที่อาศัยหลักการลดค่า Water Activity คือ การเติมน้ำตาลลงไปในผลิตภัณฑ์ อาจเลือกใช้น้ำตาลชนิดที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่าแทนได้ เช่น การใช้น้ำตาลกลูโคสแทนน้ำตาลซูโครสในปริมาณที่เท่ากันพบว่าสามารถลดค่า Water Activity ได้มากกว่า

อย่างไรก็ตามเมื่อได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายแล้ว ก่อนการจำหน่ายผู้ผลิตควรมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นเครื่องมือที่ดีในการตรวจสอบคุณภาพดังกล่าว เช่น การวัดค่า Water Activity ต้องสามารถอ่านผลได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้ผู้ผลิตสามารถกำกับดูแลและควบคุมค่า Water Activity ณ จุดที่ทำการผลิต ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตให้เหมาะสมและทันการณ์ได้ในระหว่างที่ทำการผลิต ซึ่งการกระทำดังกล่าวถือเป็นความรับผิดชอบอย่างหนึ่งของผู้ผลิตที่ควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค (ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. ออนไลน์. 2545)

การทำแห้ง

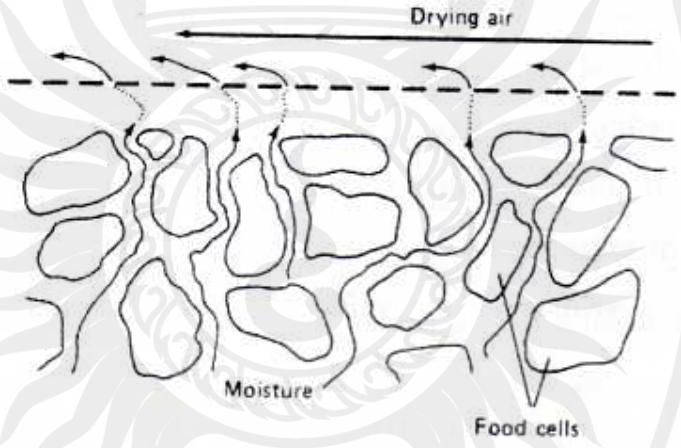
กอบพัชรกุล เป็นบุญ (2550 : 12) กล่าวถึง การทำแห้ง (Drying) คือ การให้ความร้อนแก่อาหารในระดับหนึ่ง เพื่อไล่เอาน้ำออกจากอาหารให้เหลืออยู่ปริมาณน้อยที่สุด การอบแห้งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การตากแดด (Sun Drying) การอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Drying) ตู้อบแห้งแบบใช้ลมร้อน (Hot Air Drier) ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ (Vacuum Shelf Drier) การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying หรือ Sublimation) และการอบ (Baking) เป็นต้น ซึ่งอาหารแห้งที่ได้จะมีปริมาณน้ำหรือความชื้นประมาณร้อยละ 2 ถึง 3 ทำให้ลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในอาหารให้น้อยลงด้วย จึงทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น เพราะเมื่ออาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

มีน้ำลดลงจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์ได้ นอกจากนี้การอบแห้งยังช่วยลดน้ำหนัก ทำให้ลดค่าใช้จ่ายระหว่างการเก็บรักษาและขนส่งอาหารอบแห้งบางชนิดยังสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งวิธีการอบแห้งจึงเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา อย่างไรก็ตาม การอบแห้งทำให้สูญเสียทั้งคุณภาพการบริโภคและคุณค่าทางโภชนาการ

กลไกการอบแห้ง

เมื่ออากาศหรือลมร้อนพัดผ่านผิวหน้าอาหารที่เปียกชื้น ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปที่ผิวของอาหาร และน้ำในอาหารจะระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอ ไอน้ำจะแพร่ผ่านฟิล์มอากาศและถูกพัดพาไปโดยลมร้อนที่เคลื่อนที่ ดังแสดงในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การเคลื่อนที่ของความชื้นระหว่างการทำแห้ง
ที่มา : วิไล รังสาดทอง. 2543 : 229

สภาวะดังกล่าวจะทำให้ความดันไอที่ผิวหน้าของอาหารต่ำกว่าความดันไอด้านในของอาหารเป็นผลให้เกิดความแตกต่างของความดันไอขึ้น อาหารชั้นด้านในจะมีความดันไอสูงและค่อยๆ ลดต่ำลงเมื่อชั้นอาหารเข้าใกล้อากาศแห้ง ความแตกต่างนี้ทำให้เกิดแรงดันเพื่อไล่น้ำออกจากอาหาร น้ำจะเคลื่อนที่ไปยังผิวหน้าด้วยกลไกดังต่อไปนี้ (วิไล รังสาดทอง. 2543 : 229)

1. การเคลื่อนที่ของของเหลวโดยแรงแคปิลารี่
2. การแพร่ของของเหลวซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความเข้มข้นของตัวละลายในอาหารส่วนต่าง ๆ
3. การแพร่ของของเหลวซึ่งถูกดูดซับโดยผิวหน้าของของแข็งในอาหาร
4. การแพร่ของไอน้ำในช่องอากาศของอาหารซึ่งเกิดจากของความดันไอ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การเคลื่อนที่ของน้ำ

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม (2540 : 165 - 166) การเคลื่อนที่ของน้ำเมื่อได้รับพลังงานความร้อนจากภายในชิ้นอาหารออกมาที่ผิวมี 2 วิธี คือ

1. การเคลื่อนที่ด้วยแรงผ่านช่องแคบ (Capillary Force)

เป็นการเคลื่อนที่ในอาหารที่มีเซลล์โปร่งมีช่องว่างระหว่างเซลล์ต่อเนื่องกันเป็นทางแคบ ๆ เกิดแรงดันของน้ำขึ้นมาตามท่อ การเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้สะดวกรวดเร็ว แต่จะหยุดเมื่อน้ำในทางแคบ ๆ นั้น ขาดตอนลง

2. การเคลื่อนที่ด้วยการแพร่ (Diffusion) ผ่านเซลล์

เป็นการเคลื่อนที่ในอาหารที่มีเนื้อแน่น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ที่ต่อเนื่องเป็นทางแคบ ๆ หรือเกิดในอาหารที่อบแห้งในระยะหนึ่งที่แรงผ่านช่องแคบหมดไปแล้ว น้ำจะต้องแพร่ผ่านเซลล์ จึงเคลื่อนที่ได้ช้า เมื่อน้ำเคลื่อนที่มาที่ผิวอาหารแล้วจึงระเหยกลายเป็นไอเคลื่อนย้ายออกไปกับกระแสลมหรือถูกดูดออกไปด้วยระบบสุญญากาศ

อัตราการทำแห้ง

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม (2540 : 166) กล่าวถึง ลักษณะการเคลื่อนย้ายของน้ำในอาหารมีผลต่ออัตราการทำแห้ง (การสูญเสียน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา) ถ้าอาหารมีเนื้อโปร่งการเคลื่อนที่จะเป็นแบบการไหลผ่านช่องแคบ (Capillary Flow) น้ำเคลื่อนที่มาที่ผิวอาหารได้เร็วกว่าการระเหยกลายเป็นไอจึงทำให้ผิวอาหารเปียกชุ่มด้วยน้ำการระเหยของน้ำเกิดขึ้นอย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ จึงเรียกการทำแห้งช่วงนี้ว่า ช่วงอัตราการทำแห้งทำแห้งคงที่ ต่อมาเมื่อการไหลผ่านช่องแคบหมดไปน้ำต้องเคลื่อนที่ด้วยการแพร่ที่ช้าลงมากจนมาที่ผิวไม่เพียงพอผิวอาหารจึงแห้ง การระเหยเกิดขึ้นได้ช้าลง อัตราการทำแห้งจึงลดลง เรียกการทำแห้งช่วงนี้ว่า ช่วงอัตราการทำแห้งลดลง อาหารที่มีเนื้อแน่นน้ำเคลื่อนที่จากภายในชิ้นอาหารได้ช้าจึงมีเฉพาะช่วงอัตราการทำแห้งลดลง

การทำแห้งจะสิ้นสุดลงเมื่อความชื้นของอากาศในเตาสมดุลกับความชื้นของอาหารหรือค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ของอาหารคูณ 100 และเรียกความชื้นของอาหารขณะนั้นว่า ความชื้นสมดุล

ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม (2540 : 166 - 167) กล่าวถึง การอบแห้งคือ การเคลื่อนย้ายน้ำออกจากอาหาร ปัจจัยใด ๆ ที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายนี้จึงมีผลต่ออัตราเร็วการอบแห้ง ได้แก่

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

1. ธรรมชาติของอาหาร

อาหารเนื้อโปร่งมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารแบบผ่านช่องแคบซึ่งเร็วกว่าการแพร่ในอาหารเนื้อแน่น ดังนั้นอาหารเนื้อโปร่งจึงแห้งได้เร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารที่มี

น้ำตาลสูงจะเหนียวเหนอะหนะกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจึงแห้งช้า อาหารที่มีการลวก นวดคลึง ทำให้เซลล์แตกจึงแห้งได้เร็วขึ้น

2. ขนาดและรูปร่าง

ขนาดและรูปร่างมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักเช่น รูปร่างเหมือนกัน ขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งได้เร็วกว่า แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศที่จะเกิดการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปได้ ถ้าชิ้นเล็กมากทับถมกันการระเหยเกิดได้เฉพาะที่ผิวสัมผัสกับอากาศจึงเกิดได้ช้าทั้ง ๆ ที่พื้นที่ต่อหน่วยน้ำหนักมาก

3. ตำแหน่งของอาหารในเตา

น้ำในอาหารที่สัมผัสกับลมร้อนได้ดีกว่า หรือสัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำย่อมระเหยได้ดีกว่า

4. ปริมาณอาหารต่อถาด

ถ้าปริมาณอาหารต่อถาดมากเกินไป อาหารส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อน หรือได้รับความร้อนจากถาดแล้วแต่ไอน้ำไม่สามารถแพร่กระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนออกมาได้ จึงแห้งช้า

5. ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน

อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มากจะรับไอน้ำเพิ่มได้น้อยจึงมีผลในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่

6. อุณหภูมิของอากาศร้อน

ถ้าอากาศมีความชื้นคงที่ การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำ จึงมีผลต่อการอบแห้งในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ และอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้น จึงมีผลต่อการอบในช่วงอัตราการอบแห้งลดลงด้วย

7. ความเร็วของลมร้อน

ลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วย เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนย้ายได้ดีขึ้น การเคลื่อนย้ายเกิดขึ้นเต็มที่ที่ความเร็วลม 244 เมตรต่อนาที นอกจากนั้นความเร็วลมทำให้เกิดกระแสปั่นป่วนของอากาศในเตา อากาศจึงสัมผัสอาหารได้ดีขึ้น

ผลของการอบแห้งที่มีต่ออาหารอบแห้งในด้านต่าง ๆ

การทำแห้งอาหารมีผลกระทบต่อคุณภาพของอาหารในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส และคุณค่าทางโภชนาการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความร้อนและระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้ง ซึ่งมีผลของการอบแห้งในด้านต่าง ๆ ดังนี้ (กอบพัชรกุล เป็นบุญ. 2550 : 17 - 20)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1. ผลของการอบแห้งที่มีต่อคุณค่าอาหาร

การอบแห้งจะระเหยไล่ความชื้นหรือน้ำออกจากอาหารและเพิ่มความเข้มข้นขององค์ประกอบของอาหาร เช่น แป้ง ไขมัน โปรตีน การถนอมอาหารโดยวิธีการอบแห้งจะทำให้คุณภาพของอาหารลดลง โดยเฉพาะวิตามินที่ละลายน้ำจะสูญเสียไปกับน้ำ และถ้ามีการลวกหรือแช่สารเคมีก่อนการอบแห้งเพื่อหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์ วิตามินจะลดลงอีกโดยเฉพาะอย่างยิ่งการอบแห้งโดยการตากแดด จะส่งผลให้วิตามินลดลงไปมากกว่าการอบแห้งโดยใช้เครื่องมืออบแห้ง เนื่องจากการอบแห้งโดยการตากแดดไม่สามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ระหว่างกระบวนการอบแห้งเช่น ความชื้น อากาศ แสงแดด อุณหภูมิ ส่วนการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งสามารถควบคุมปัจจัยดังกล่าวได้

2. การอบแห้งที่มีต่อโปรตีน

โปรตีนในอาหารจะสูญเสียคุณค่าไปมากน้อยเพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการอบอาหารให้แห้งถ้าใช้เวลานานเกินไปและอุณหภูมิสูงโปรตีนจะเปลี่ยนสภาพและคุณค่าทางโภชนาการจะลดลงแต่ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อทำให้อาหารแห้งจะสามารถใช้ประโยชน์จากโปรตีนได้มากกว่าแต่ขึ้นกับชนิดของโปรตีน

3. ผลของการอบแห้งที่มีต่อคาร์โบไฮเดรต

การทำให้อาหารแห้งมีผลต่ออาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรต เนื่องจากเกิดปัญหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงสีของผลไม้ตากแห้ง ซึ่งเกิดจาก Non-enzymatic Browning หรือ Maillard Reaction ซึ่งปฏิกิริยานี้เกิดจากปฏิกิริยาของกรดอะมิโนในอาหารกับน้ำตาลรีดิวซิ่ง (Reducing Sugar) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาล ซึ่งป้องกันโดยใช้สารเคมี เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือโซเดียมไบซัลไฟต์ การรมควันจะสามารถควบคุมปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหารได้ในอาหารที่มีความชื้นต่ำมาก ๆ แต่อาหารแห้งจะเกิดสีน้ำตาลถ้าอาหารนั้นมีความชื้นประมาณร้อยละ 30

4. ผลของการอบแห้งต่อปริมาณไขมัน

ถ้าใช้อุณหภูมิการอบแห้งสูงจะทำให้อาหารที่อบแห้งเกิดการเหม็นหืน ดังนั้นจึงควรใช้อุณหภูมิต่ำหรือใช้สารเคมีบางชนิดป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยใช้สารกันหืน

5. ผลของการอบแห้งต่อเอนไซม์

เอนไซม์จะหยุดกิจกรรมเมื่อใช้ความร้อนชื้นอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที แต่ถ้าใช้ความร้อนในกระบวนการอบแห้ง (Dehydration) หรือ Drying ปฏิกิริยาของเอนไซม์จะทนทานถึง 204 องศาเซลเซียส ดังนั้นในกระบวนการอบแห้ง จึงต้องลวกน้ำร้อนก่อนหรือใช้สารเคมีเพื่อยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ นอกจากนี้ปฏิกิริยาของเอนไซม์ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรามราชพรรณา

ของอาหาร ถ้าความชื้นในอาหารลดลงปฏิกิริยาก็ลดลงด้วย แต่อัตราเร็วของปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเอนไซม์และอาหาร ถ้าความชื้นลดต่ำกว่าร้อยละ 1 ปฏิกิริยาของเอนไซม์ก็จะไม่เกิดขึ้น

6. ผลของการอบแห้งต่อเม็ดสีในอาหาร

อาหารอบแห้งจะมีคุณสมบัติทั้งทางเคมีและกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไป สีของอาหารจะเปลี่ยนไป เม็ดสีพวกแคโรทีนอยด์และแอนโธไซยานินจะซีดจางลงถ้าใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลานาน หรือใช้สารอาหารบางชนิดในการอบแห้งเพื่อยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ เช่น รมควันด้วยกำมะถันจะทำให้สีของอาหารจาง ดังนั้นพวกผักและผลไม้จึงมีการตรึงสีเสียก่อนอบแห้งโดยการลวกน้ำร้อนหรือแช่สารเคมี เช่น สารละลายด่างอ่อน จะไม่ทำให้ผักผลไม้มีสีจางลงหรือมีสีน้ำตาล แต่อาหารจะแข็งกระด้างขึ้น การอบแห้งยังสามารถเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ หรือ Maillard Reaction ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางอินทรีย์สาร เกิดจากกรดอะมิโนทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซิ่ง ซึ่งจะทำให้เกิดสีน้ำตาลและทำให้กลิ่นรสของอาหารเปลี่ยนไป

7. ผลของการอบแห้งต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร

การจัดการเบื้องต้น เช่น การเติมแคลเซียมคลอไรด์ในน้ำลวก การลดขนาดและการปอกเปลือก ล้วนมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้อบแห้ง โดยอาหารที่ผ่านการลวกอาจเกิดการสูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัส เนื่องจากการเกิดเจลของแป้ง การตกผลึกของเซลลูโลส การเปลี่ยนแปลงความชื้นระหว่างการอบแห้งส่วนต่าง ๆของอาหาร ทำให้อาหารมีลักษณะเหี่ยวย่น และเมื่อนำอาหารแห้งมาคืนรูป อาหารจะดูดคืนความชื้นอีกครั้งหนึ่งในระหว่างการดูดคืนน้ำอย่างช้าๆ ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แน่นเหมือนวัตถุดิบเดิม

อุณหภูมิและอัตราการอบแห้งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารมากโดยทั่วไป การ อบแห้งโดยรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ตัวละลายจะเคลื่อนที่จากภายในของอาหารไปที่ผิวมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิและอัตราการอบแห้งที่ต่ำกว่า การระเหยน้ำทำให้ตัวทำละลายที่ผิวอาหารมีความเข้มข้นมากขึ้น อุณหภูมิที่สูงของอากาศทำให้อาหาร โดยเฉพาะผักและผลไม้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพอย่างซับซ้อนที่ผิวหน้าของอาหาร และทำให้ผิวอาหารแห้งแข็งแต่ภายในชื้น หรือที่เรียกว่า Case hardening การควบคุมสภาวะการอบแห้งเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นภายในและที่ผิวของอาหารจะช่วยลดเหตุการณ์ดังกล่าวได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

8. ผลของการอบแห้งต่อกลิ่นและรส

ความร้อนนอกจากจะทำให้น้ำระเหยแล้ว ยังทำให้สารหอมระเหยบางชนิดสูญเสียไป ปริมาณการสูญเสียสารหอมระเหยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเข้มข้นของของแข็งในอาหาร

ความดันไอ และความสามารถในการละลายในไอน้ำของสารระเหย สารหอมระเหยที่มีความสามารถในการระเหยและการแทนที่สูงจะเกิดการสูญเสียในช่วงแรกของการอบแห้ง มีสารระเหยปริมาณน้อยที่เกิดการสูญเสียช่วงหลังของการอบแห้ง การควบคุมสภาวะการอบแห้งในแต่ละขั้นตอนจะช่วยลดการสูญเสียให้น้อยที่สุด อาหารให้กลิ่นรสที่มีมูลค่าสูง เช่น สมุนไพร และเครื่องเทศควรใช้อุณหภูมิในการกำจัดน้ำต่ำ นอกจากนี้ปฏิกิริยาออกซิเดชันของรงควัตถุ วิตามิน และไขมันในอาหารระหว่างการเก็บรักษาก็เป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียกลิ่น และอาหารแห้งที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นรูพรุนจะทำให้มีก๊าซออกซิเจนแทรกอยู่มากด้วย อุณหภูมิในการเก็บรักษาและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้จะเป็นตัวกำหนดอัตราการเสื่อมเสียของอาหาร

9. ผลของการอบแห้งต่อการคืนรูป

การคืนรูป การเปลี่ยนแปลงด้านลักษณะเนื้อสัมผัส การเคลื่อนที่ของตัวละลายและการสูญเสียสารระเหยไม่สามารถเกิดแบบย้อนกลับไปมาเหมือนเดิมได้ ความร้อนลดความสามารถในการคืนรูปของแป้งและความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ทำให้โปรตีนจับตัวกันและลดความสามารถในการอุ้มน้ำ อัตราเร็วและความสามารถของการคืนรูปอาจใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของอาหารได้ อาหารที่อบแห้งภายใต้สภาวะที่เหมาะสมจะเกิดความเสียหาย และสามารถคืนรูปได้ดีกว่าอาหารที่อบแห้งในสภาวะที่ไม่เหมาะสม

10. ผลของการอบแห้งต่อจุลินทรีย์

โดยทั่วไปแล้วการอบแห้งไม่มีผลต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ และการเสียของอาหารแห้งมักมีจุลินทรีย์เป็นสาเหตุสำคัญ เนื่องจากแบคทีเรียต้องการปริมาณค่าวอเตอร์แอคติวิตี้หรือ a_w มากกว่า 0.90 ดังนั้นแบคทีเรียจึงไม่มีบทบาทในการเสียของอาหารแห้ง ยีสต์และราเท่านั้นที่มีบทบาทสำคัญต่อการเสียของอาหารแห้ง อาหารที่มี a_w 0.80 - 0.85 จะเสียภายใน 1 ถึง 2 อาทิตย์ โดยมีราเป็นสาเหตุ ถ้าอาหารมี a_w ต่ำกว่า 0.75 การเสียจะเกิดช้า และมีจุลินทรีย์เพียงไม่กี่ชนิดที่ขึ้นได้ ถ้าอาหารมี a_w 0.70 การเสียจะเกิดช้ามาก และหากอาหารมี a_w 0.65 การเสียแทบจะไม่เกิดขึ้นเลย และสามารถเก็บอาหารนี้ได้นานมากกว่า 2 ปี ดังนั้นถ้าต้องการเก็บอาหารแห้งไว้นาน ๆ ควรทำแห้งอาหารจนมี a_w อยู่ระหว่าง 0.65 - 0.70

ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องอบลมร้อน

เป็นเครื่องอบแห้งแบบชั้นมีลักษณะเป็นตู้สูง ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายในอาจวางถาดได้หลายชั้น มีส่วนประกอบดังนี้ (กอบพัชรกุล เป็นบุญ. 2550 : 20 - 21)

1. ตู้เหล็กฉนวนทรงสูง รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายในวางถาดอาหารที่จะอบแห้งได้ 5 - 8 ชั้น (ในอุตสาหกรรมอาจใช้ตู้ใหญ่มีจำนวนชั้นเป็นสิบ ๆ ชั้น)

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2. ถาดที่ใช้วางอาหารควรทำด้วยสแตนเลส

3. มอเตอร์ (เพื่อทำหน้าที่หมุนเวียนลมร้อน)

4. ขดลวดร้อนที่ให้ความร้อนสูงเกิน 100 องศาเซลเซียส (อาจใช้ไอน้ำหรือแก๊สเป็นแหล่งของความร้อนก็ได้)

5. เครื่องควบคุมอุณหภูมิภายในตู้

ระบบการทำงาน

เครื่องอบลมร้อน เป็นเครื่องมืออบแห้งลมร้อนแบบไม่ต่อเนื่อง ซึ่งทำงานที่บรรยากาศ ปรกติลักษณะของเครื่องมือจะเป็นตู้บุด้วยฉนวน มีถาดสำหรับใส่อาหารเรียงเป็นชั้นอยู่ภายในตู้ โดยลมร้อนจะถูกบังคับให้หมุนเวียนโดยพัดลม การหมุนเวียนของอากาศจะเป็นแบบแนวนอนขนานกับถาดใส่อาหารหรือในแนวดิ่งผ่านทะลุถาดใส่อาหาร ความเร็วของลมร้อนที่นิยมใช้สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวนอนคือ 2 ถึง 5 เมตรต่อวินาที ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งนิยมใช้ปริมาณอากาศร้อน 0.5 ถึง 1.25 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อตารางเมตรของพื้นที่หน้าตัดของถาด แหล่งความร้อนที่ใช้อาจเป็นการเผาไหม้ของก๊าซ ไอน้ำ หรือจากขดลวดให้ความร้อน

เนื่องจากการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดเป็นการอบที่ความดันบรรยากาศอุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้สำหรับพาความชื้นออกจากวัตถุดิบค่อนข้างสูง ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่จะอบ ดังนั้นวัตถุดิบควรเป็นประเภทที่ไม่ไวต่อความร้อนและเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย ราคาไม่แพง เพื่อการเพิ่มมูลค่าการตลาด สำหรับข้อดีของตู้อบแห้งแบบถาดคือ เสียค่าใช้จ่ายในการสร้างและการบำรุงรักษาต่ำและมีความยืดหยุ่นของการใช้งานสูง และนิยมใช้ในการอบแห้งผักและผลไม้ นอกจากนั้นยังนิยมใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงานขนาดเล็ก แต่เนื่องจากเป็นวิธีดั้งเดิมในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีการให้ความร้อนสูงและใช้เวลานาน จึงเกิดข้อเสียต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รสชาติและคุณค่าทางโภชนาการเสียไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

Irwandi and Che Man (1996 : 479 - 489) พัฒนาผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่น โดยทำเป็นแผ่นหนา 1.2 มิลลิเมตร แล้วนำมาอบแห้งด้วยตู้อบแบบถาดด้วยอุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมงพบว่า ทุเรียนแผ่นที่ได้มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water Activity ; a_w) อยู่ในช่วง 0.57 ถึง 0.62

Che Man et al (1997 : 425 - 441) ศึกษาผลของชนิดเครื่องอบแห้งและสภาวะในการอบแห้งต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่น พบว่า การอบแห้งด้วยตู้อบแบบ Cabinet Dryer ใช้ระยะเวลาอบแห้งสั้นกว่าการอบแห้งด้วยตู้อบแบบ Oven Dryer การอบแห้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ด้วยเครื่องอบ Cabinet Dryer เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ทำให้ทุเรียนแผ่นมีสีเหมือนทุเรียนไหม้ขณะที่อบด้วย Oven Dryer สีของทุเรียนแผ่นยังได้รับการยอมรับ และพบว่าการใช้อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานทำให้ทุเรียนแผ่นมีค่า Water Activity ต่ำกว่า แต่เสี่ยงต่อการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ และการสูญเสียของวิตามินซี จากการทดลองอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับเครื่องอบแห้งทั้งสองชนิด คือ อุณหภูมิ 47 ถึง 55 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาในการอบ 10 ถึง 14 ชั่วโมง

Cano-Chauca et al (Online. 2002) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีและลักษณะเนื้อสัมผัสของกล้วยในระหว่างการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบลมร้อนที่ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิในการอบแห้ง 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่า การอบแห้งกล้วยที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะทำให้ค่าสีของกล้วยมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากกว่าที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส และจากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของกล้วยที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 3 ระดับ พบว่าค่าแรงตัด (Cutting force) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.37 ถึง 1.48 กิโลกรัม (kgf)

Lee et al (Online. 2004) ศึกษาการอบแห้งสตรอเบอร์รี่แผ่น โดยใช้เครื่องอบลมร้อนและตรวจสอบผลของพารามิเตอร์ในกระบวนการ ได้แก่ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง และความหนาของตัวอย่าง พบว่า ทั้งอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง และความหนาของตัวอย่างมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของความชื้นที่ปรากฏ (Apparent moisture diffusion coefficient; Deff) และค่าพลังงานกระตุ้น (Activation energy; Ea) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 35.57 (r^2=0.98), 33.14 (r^2=0.98) และ 30.46 (r^2=1.00) กิโลจูลต่อโมล สำหรับตัวอย่างสตรอเบอร์รี่แผ่นที่มีความหนา 1.8 2.7 และ3.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ

Lewicki and Jakbczyk (2004 : 307 - 314) ศึกษาผลของอุณหภูมิลมร้อนและปริมาณน้ำต่อการทดสอบ Compression-relaxation ของ Apple Slices ที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบ ลมร้อนที่อุณหภูมิในช่วง 50 ถึง 80 องศาเซลเซียส พบว่าการลดลงของปริมาณความชื้นและค่า a_w จะทำให้ค่าแรงกด (Compression) เพิ่มขึ้น และยังพบว่า ความคงตัวต่อแรงกดของ Apple Slices ที่ผ่านการอบแห้งมีความสัมพันธ์กับปริมาตรการหดตัว (Volumetric Shrinkage) โดยปริมาตรการหดตัวที่ลดลงเกิดจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจาก 50 เป็น 70 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเพิ่ม Compression Stress มากกว่าร้อยละ 30 และการเพิ่มอุณหภูมิจาก 70 เป็น 80 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาตรการหดตัวลดลงร้อยละ 12 และค่า Compression Stress เพิ่มขึ้นมากกว่า 2.5 เท่า

Doymaz (2005 : 161 - 165) ศึกษาการอบแห้งถั่วเขียวแบบ Thin Layer โดยใช้เครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิในช่วง 50 ถึง 70 องศาเซลเซียส ในการลดความชื้นถั่วเขียวจากร้อยละ 90.53±0.55 ให้เหลือร้อยละ 14±0.3 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิลมร้อนในการอบแห้ง เป็นสาเหตุให้ระยะเวลาในการทำแห้งลดลง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Mwithiga and Olwal (2005 : 373 - 378) ศึกษาจลนศาสตร์การอบแห้งคะน้า (Kale) โดยใช้เครื่องอบลมร้อนที่ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิในการอบแห้งที่ 30 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส และความหนาของชั้นคะน้าที่ 10 20 40 และ 50 มิลลิเมตร พบว่า อัตราการอบแห้งจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งและลดความหนาของชั้นคะน้าลง ซึ่งมีผลให้ระยะเวลาในการอบแห้งลดลงด้วย การเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งจาก 30 เป็น 40 องศาเซลเซียส จะช่วยลดระยะเวลาในการอบแห้งลงครึ่งหนึ่งของระยะเวลาทั้งหมด และยังพบว่า ผลของอุณหภูมิในการอบแห้งต่อการแพร่ (Diffusivity) ของน้ำในผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับสมการ Arrhenius สูง ($r^2 = 0.9989$)

Doymaz et al (2006 : 559 - 565) ศึกษาการอบแห้ง Dill และ Parsley leaves โดยใช้เครื่องอบลมร้อนที่ความเร็วลม 1.1 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิในการทำแห้ง 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้นจะทำให้ระยะเวลาในการอบแห้งลดลง และในระหว่างกระบวนการอบแห้งพบเพียงช่วงอัตราการอบแห้งลดลงเท่านั้น จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านสี พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้ง Dill และ Parsley leaves คือ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

Karabulut et al. (Online. 2006) ศึกษาผลของการอบแห้งแอปริคอท (Apricot) โดยใช้เครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส และการตากแดด ต่อค่าสีและปริมาณเบตาแคโรทีน (β-carotene) พบว่า เวลาที่ใช้ในการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนมีค่าน้อยกว่าการตากแดด ปริมาณ เบตาแคโรทีนมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน การอบแห้งแอปริคอทโดยใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ให้ค่าสีเป็นที่น่าพอใจ และมีการสูญเสียองค์ประกอบทางโภชนาการลดลง ส่วนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดรอยไหม้บนผิวผลิตภัณฑ์ และการเติมสารประกอบซัลไฟต์จะช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลบนผิวผลิตภัณฑ์และช่วยลดเวลาในการอบแห้งได้

Kotwaliwale et al (2007 : 1207 - 1211) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณสมบัติที่ปรากฏของเห็ดในระหว่างการอบแห้งโดยใช้ลมร้อน พบว่า ในระหว่างการอบแห้งค่า Hardness และ Chewiness ของเห็ดมีค่าเพิ่มขึ้น ขณะที่ค่า Cohesiveness และ Springiness เพิ่มขึ้นในช่วงแรก และลดลงในช่วงท้ายของการอบแห้ง ค่า Hardness ของเห็ดที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะมีค่าสูง ส่วนค่า Cohesiveness จะลดลงเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (L*) ของเห็ดจะลดลงขณะที่ค่าสีเหลือง (b*) มีค่าเพิ่มขึ้นในระหว่างการอบแห้ง และพบว่า เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

งานวิจัยในประเทศ

พงษ์ศักดิ์ เทียมทัน (2544 : บทคัดย่อ) ศึกษาการออกแบบตู้อบแห้งลมร้อนอัตโนมัติขนาดเล็ก มีขนาดโดยรวม กว้าง 1000 mm ยาว 700 mm สูง 850 mm ภายในตู้อบด้านบนเป็นห้อง

ทำความร้อนประกอบด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า 220 V 500 Watt 3 ตัว และพัดลมไฟฟ้าแบบไหลตามแนวแกน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 150 mm 22 V 2 ตัว ให้ความเร็วลมเฉลี่ยตัวละ 5 m/s ส่วนทางด้านล่างเป็นห้องอบขนาด 580x650x550 mm**(3) ซึ่งมีชั้นวางถาดสำหรับอบจำนวน 8 ชั้น ด้านบนของตู้อบมีประตูลมจำนวน 4 ประตู ปิดเปิดด้วยสเต็ปเปอร์มอเตอร์ เพื่อบังคับทิศทางลมให้หมุนเวียนสลับทิศทางตรงข้ามได้การควบคุมอุณหภูมิและทิศทางลมเป็นแบบอัตโนมัติผ่านชุดควบคุมที่ได้รับการออกแบบและสร้างขึ้นด้วยระบบควบคุมแบบ PID (Proportional Intergral and Derivative) ผ่านการ์ดรับส่งสัญญาณอินพุตเอาท์พุตแบบ 8 บิต ซึ่งเชื่อมต่อโดยตรงกับพอร์ต ISA ของคอมพิวเตอร์และโปรแกรมควบคุมเขียนจากโปรแกรม Visual Basic Version 5 การทดลองการทำงานของระบบควบคุม PID สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามต้องการโดยทำการทดลองวัดความไวในการเข้าถึงอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ทำเวลาได้ 700 วินาที ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ทำเวลาได้ 1100 วินาที และที่ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ทำเวลาได้ 1000 วินาที การประเมินประสิทธิภาพตู้อบลมร้อน ใช้การวัดอัตราการระเหยน้ำในถาด เป็นเวลา 3 ชั่วโมงโดยที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2.07 kW h มีอัตราการระเหยน้ำจำเพาะเฉลี่ย 0.36 kg/ kW h ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3.41 kW h มีอัตราการระเหยน้ำจำเพาะเฉลี่ย 0.33 kg/ kW h และที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 4.42 kW h มีอัตราการระเหยน้ำจำเพาะเฉลี่ย 0.34 kg/ kW h

อรนุช สีหามาลา (2545 : บทคัดย่อ) ศึกษาการใช้ สารกันหืนในการทอดข้าวเกรียบปลาโดยใช้สารกันหืน 2 ชนิด ได้แก่ บิวทีเลทเตดไฮดรอกซีโทลูอีนร้อยละ 0.02 และกรดซิตริกร้อยละ 0.028 เติมลงในน้ำมันปาล์มที่ใช้ทอด จากนั้นนำข้าวเกรียบปลาที่ทอดแล้วบรรจุในถุงโพลิโพรพิลีนและถุงอะลูมีเนียมฟอยด์ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่ทอดโดยไม่ใส่สารกันหืนแล้วบรรจุถุงอะลูมิเนียไฟอยด์เติมด้วยก๊าซไนโตรเจนพบว่าถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบปลาหลังทอดได้นานกว่าถุงโพลิโพรพิลีนที่สภาวะการเก็บเดียวกัน เมื่อเก็บข้าวเกรียบปลาหลังทอดไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นานกว่าที่อุณหภูมิห้อง และที่ 45 องศาเซลเซียส และยังพบว่าข้าวเกรียบปลาหลังทอดในน้ำมันที่ไม่ใส่สารกันหืนแล้วบรรจุถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ด้วยก๊าซไนโตรเจน สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยที่คุณภาพยังเป็นที่ยอมรับ

ทัศวรรณ ปัญญาบุตร (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาอิทธิพลของอัตราการไหลและอุณหภูมิลมร้อนที่มีผลต่อความสิ้นเปลืองพลังงานและคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง โดยทดลองหาอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 ถึง 90 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วลม 0.70 เมตรต่อวินาที และอัตราการไหลของอากาศที่ 86 และ 130 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พบว่า ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และอัตรา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การไหล 130 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ประหยัดพลังงานที่สุด สำหรับผลการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ของลำไยหลังการอบแห้งโดยใช้ค่าสีเป็นบรรทัดฐาน พบว่า อุณหภูมิลมร้อนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเปลือกลำไย แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อลำไย และที่อุณหภูมิลมร้อนเดียวกันอัตราการไหลของอากาศไม่มีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์

พัชรกานต์ บัวนาค (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าอบแห้ง ด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบถาดหมุนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส และเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ โดยกำหนดเวลาที่ใช้ในการอบแห้งคงที่ คือ 18 ชั่วโมงต่อเครื่อง พบว่า หลังอบแห้งกล้วยจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ น้ำตาลทั้งหมด ค่า a_w และค่าสี L* a* และ b* ลดลง เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ส่วนค่า pH และค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กล้วยอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบถาดหมุนมีคุณภาพดีกว่ากล้วยอบแห้งด้วยเครื่องอบ แห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ เนื่องจากสภาวะของการอบด้วยลมร้อนจะสม่ำเสมอกว่า

พิทักษ์ จันเจริญ และคณะ (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาประสิทธิภาพและสภาวะต่างๆ (อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม การกระจายตัวของลมร้อนภายในเครื่องอบและระยะเวลาในการอบแห้ง) ที่เหมาะสมของการอบแห้งหน่อไม้ไผ่ตง ที่มีความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องอบแห้งชนิดถาด (Tray Dryer) ที่อุณหภูมิ 50 55 60 และ 65 องศาเซลเซียส จากการศึกษาพบว่า สีของผลิตภัณฑ์หน่อไม้ไผ่ตงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิทั้ง 4 ระดับไม่มีความแตกต่างกัน แต่ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งแตกต่างกัน อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งหน่อไม้ไผ่ตง คือ 60 และ 65 องศาเซลเซียส เวลานานประมาณ 8 ถึง 9 ชั่วโมงและเมื่อนำผลิตภัณฑ์หน่อไม้ไผ่ตงอบแห้ง มาคืนรูปและปรุงอาหาร เพื่อทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผู้บริโภคให้การยอมรับอยู่ในระดับชอบปานกลาง

สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์ (2547 : บทคัดย่อ) ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งกับเนื้อปลา 3 ระดับ (80 : 20 70 : 30 และ 60 : 40) และศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมด้วยน้ำตำลึงบดกับน้ำที่ใช้ทำหัวเชื้อข้าวเกรียบ 5 ระดับ (0 : 80 50 : 30 60 : 20 70 : 10 และ 80 : 0) พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งกับเนื้อปลาที่ 60 : 40 และอัตราส่วนที่เหมาะสมด้วยน้ำตำลึงบดกับน้ำที่ใช้ทำหัวเชื้อข้าวเกรียบที่ 60 : 20 ให้ผลทางด้านประสาทสัมผัส (คุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม) สูงสุด และเมื่อนำข้าวเกรียบปลามาวิเคราะห์ทางเคมี พบว่า ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า ร้อยละ 1.52 10.85 4.31 และ3.04 และปริมาณการพองตัวร้อยละ 1.48

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วัฒนา ดำรงรัตน์กุล และอนุวัตร แจ้งชัด (2549 : บทคัดย่อ) ศึกษาแบบจำลองของการดูดซับความชื้นและการอบแห้งของผักแผ่นปรุงรสมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาลักษณะไอโซเทอมการดูดซับความชื้นและพัฒนาสมการทำนายการอบแห้งของผักแผ่นปรุงรส โดยการศึกษาไอโซเทอมของการดูดซับความชื้นได้ใช้แบบจำลองของ Brunauer-Emmett-Teller (BET) และ Guggenheim-Anderson-DeBoer (GAB) มาอธิบายความชื้นที่สภาวะสมดุลที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า สมการ GAB มีความเหมาะสมในการใช้ทำนายลักษณะไอโซเทอมการดูดซับความชื้นของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นได้มากกว่าสมการ BET โดยสมการ GAB อธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 97.10 (สมการ BET อธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 77.90) ในส่วนของแบบจำลองของการอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าสมการ PAGEสามารถใช้ทำนายการหาความชื้นของผลิตภัณฑ์ผักแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียสได้ดีกว่าสมการ Lewis และ Wang-Singh โดยสมการ PAGE อธิบายความแปรปรวนได้ได้ร้อยละ 98.00 99.70 และ 99.30 ตามลำดับ

กอบพัชรกุล เป็นบุญ (2550 : บทคัดย่อ) ศึกษาสภาวะการอบแห้งลำไยแผ่นที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิคผสม 2 เทคนิคระหว่างเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเครื่องอบลมร้อน และเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศโดยใช้วิธีการแสดงผลตอบสนองแบบโครงร่างพื้นผิว พบว่าสภาวะที่เหมาะสมของการอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาอบลมร้อน คือ ทำการอบแห้งลำไยแผ่นด้วยเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์เป็นเวลา 1 วัน ตั้งแต่ 9.00 น. ถึง17.00 น. แล้วนำไปอบต่อด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 73 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ได้ลำไยแผ่นที่มีปริมาณความชื้น ค่า a_w ค่าสี L* a* และ b* แรงฉีกและแรงกด เท่ากับ 13.96 เปอร์เซ็นต์ (12.25 เปอร์เซ็นต์) 0.441 53.78 12.29 21.22 2.952 นิวตัน และ 1.573 นิวตัน ตามลำดับ สภาวะที่เหมาะสมของการอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศคือ ทำการอบแห้งลำไยแผ่นด้วยเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์เป็นเวลา 1 วัน ตั้งแต่ 9.00 น. ถึง 17.00 น. แล้วนำไปอบต่อด้วยเตาอบไมโครเวฟแบบสูญญากาศที่กำลังไมโครเวฟ 20 เปอร์เซ็นต์ (960วัตต์) อุณหภูมิสุดท้ายในการอบแห้ง 34 องศาเซลเซียส คงความดันของระบบไว้ที่ 28 กิโลพาสคาลได้ลำไยแผ่นที่มีปริมาณความชื้น ค่า a_w ค่าสี L* a* และb* แรงฉีกและแรงกด เท่ากับ 13.98 เปอร์เซ็นต์ (12.27 เปอร์เซ็นต์) 0.453 53.59 9.62 19.03 2.831 นิวตัน และ 1.490 นิวตัน ตามลำดับ ผลการศึกษาเปรียบเทียบสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมทั้ง 2 เทคนิค ในด้านคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการอบแห้ง พบว่าเทคนิคการอบแห้งลำไยแผ่นที่ดีที่สุด คือ เทคนิคผสมระหว่างเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ โดยลำไยแผ่นที่ได้มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

คุณภาพเป็นที่ยอมรับ และมีค่าใช้จ่ายในการอบแห้งต่ำสุด อย่างไรก็ตามเวลาที่ใช้ในการอบแห้งใช้ได้ดีเฉพาะวันที่มีแสงแดด

ปทุมพร โสตถิรัตนพันธุ์ (2551 : บทคัดย่อ) ศึกษาการดัดแปลงกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค พบว่า การดัดแปลงกระบวนการแปรรูปสามารถดำเนินการได้โดยการใช้เครื่องผสมแบบสองแขน เพราะสามารถควบคุมระยะเวลา อัตราเร็วในการนวดผสม และลดการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกได้ โดยนำแป้งที่นวดผสมแล้วขึ้นรูปด้วยพิมพ์ไม้สี่เหลี่ยมผืนผ้าทับให้เป็นแผ่นบางแล้วกดตามด้วยพิมพ์โดนัทดัดแปลง จะให้แผ่นข้าวเกรียบว่าวแผ่นกลมที่มีความหนาสม่ำเสมอและมีขนาดเท่ากัน จากนั้นนำมาอบไล่ความชื้นด้วยตู้อบแบบถาดที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ให้ข้าวเกรียบว่าแผ่นดิบที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 12.58 โดยสามารถประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน และทำให้ข้าวเกรียบว่าวหลังสุกพองมีลักษณะที่ดี จากนั้นทำให้สุกพองโดยใช้เครื่องอบไมโครเวฟ เครื่องอบไฟฟ้า เครื่องอบเบเกอรี่ และการทอด พบว่า การใช้เครื่องอบไฟฟ้าส่งผลให้ข้าวเกรียบว่าวมีคุณลักษณะทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการปิ้งด้วยเตาถ่าน จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค พบว่ามีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย และเถ้า ร้อยละ 6.32 14.25 18.99 59.42 0.14 และ 0.88 ตามลำดับ ค่า Water Activity ของข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคมีค่าเท่ากับ 0.53 ไม่พบการหืนในรูปของค่าเปอร์ออกไซด์ และไม่พบเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ผลการเปรียบเทียบการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อข้าวเกรียบว่าวที่ผ่านการแปรรูปแบบดัดแปลงกับข้าวเกรียบว่าวที่ผ่านการแปรูปแบบดั้งเดิม พบว่าคุณลักษณะด้านสีและการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวดัดแปลงได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่าข้าวเกรียบว่าวแบบดั้งเดิม ($P\leq0.05$) ส่วนรสชาติ การละลาย กลิ่น ความเรียบเนียน รูปร่าง ความกรอบ และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่าง

วรพุทธ ศิลาจันทร์ และคณะ (2551 : บทคัดย่อ) ศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการภายในองค์กรกรณีศึกษาร้านบาบีคิว ฮัท จังหวัดขอนแก่น ซึ่งได้ทำการศึกษาถึงปัญหา 3 ด้าน คือ ด้านการบริหารทรัพยากรบุคคล ด้านสินค้าคงคลัง และด้านการตลาด ผลจากการพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการภายในองค์กร ด้านการบริหารทรัพยากรบุคคล พนักงานเสิร์ฟทราบถึงขอบเขตและหน้าที่ของตนเอง ทำให้ลดปัญหาความล่าช้าในการให้บริการของพนักงานเสิร์ฟ ส่งผลให้ลูกค้าได้รับความพึงพอใจในด้านการบริการเพิ่มขึ้น ด้านสินค้าคงคลัง ทำให้การจัดซื้อวัตถุดิบมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและใกล้เคียงกับปริมาณที่ใช้จริงในแต่ละวัน ซึ่งจะช่วยลดปัญหาวัตถุดิบคงเหลือ และด้านการตลาด ได้จัดทำแผนการตลาดเพื่อช่วยเพิ่มยอดขายให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์

เพิ่มมากขึ้น ซึ่งแผนด้านสินค้าคงคลังและแผนการตลาดนี้ทางผู้จัดทำได้นำเสนอให้ทางร้านบาบีคิวฮัท เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลงมือปฏิบัติจริงในการจัดทำตามแผนเมื่อทางร้านเห็นสมควร

สิรินทัศน์ เลี่ยมแหลม (2551 : บทคัดย่อ) ศึกษาคุณภาพของมะนอดแช่อิ่มอบแห้ง โดยอัตราการอบแห้งของมะนอดแช่อิ่มด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด พบว่า ระยะเวลาการอบแห้ง 26 ชั่วโมง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 0.20 เมตรต่อวินาที ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า a_w เท่ากับ 0.60 ศึกษาชนิดของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมใช้ในการแช่อิ่ม โดยมี 6 สิ่งทดลอง วิเคราะห์คุณภาพ พบว่า มะนอดที่แช่อิ่มในน้ำเชื่อมที่มีส่วนผสมของซอร์บิทอลร้อยละ 30 ให้ค่าสี L* สูงสุดเท่ากับ 34.50 นอกจากนั้นยังมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเหลืออยู่น้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 18.59 และ 19.28 ตามลำดับ ศึกษาปริมาณกรดซิตริกและสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล พบว่า มะนอดที่แช่ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.50 นาน 30 นาที มีกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสต่ำ กว่าที่ไม่แช่สารละลาย ส่วนปริมาณกรดซิตริกร้อยละ 0.60 และ 0.90 ที่เติมลงในน้ำเชื่อมแช่อิ่ม ให้ค่าสี L* และกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น กิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและกิจกรรมเอนไซม์เปอร์ ออกซิเดส ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง โดยถุง Aluminum Foil บรรจุในสภาวะสุญญากาศ มีค่าสี L* เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

สวัสดิ์ พลศักดา (2551 : บทคัดย่อ) ศึกษา 1)การบริหารจัดการห้างหุ้นส่วนจำกัดประเภทรับเหมาก่อสร้าง ของ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไลอันเมคคานิค 3 2)ศึกษาระดับผลการบริหารจัดการห้างหุ้นส่วนจำกัดประเภทรับเหมาก่อสร้างของห้างหุ้นส่วนจำกัด ไลอันเมคคานิค 3 3) ศึกษาแนวทางพัฒนาการบริหารจัดการห้างหุ้นส่วนจำกัดประเภทรับเหมาก่อสร้าง ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น พบว่า 1) เน้นการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้และความชำนาญในหน้าที่ที่รับผิดชอบใช้เงินทุนของห้างหุ้นส่วนดำเนินการโดยไม่กู้ยืมเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ก่อสร้างเป็นทรัพย์สินถาวรของห้างหุ้นส่วน ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอำนวยความสะดวกมีการวางแผนและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ 2) ระดับผลการบริหารจัดการห้างหุ้นส่วนจำกัด ไลอันเมคคานิค 3 มีผลอยู่ในระดับดีมาก ในการบริหารโครงการด้านคุณค่าของสินค้าและบริการ การให้ความสำคัญกับลูกค้าและ ด้านระยะเวลาก่อสร้าง 3) แนวทางการบริหารจัดการห้างหุ้นส่วนจำกัดประเภทรับเหมาก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ควรพัฒนาบุคลากรโดยการฝึกอบรมเพิ่มทักษะและความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างสม่ำเสมอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ธีรพจน์ แนบเนียน (2554 : บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาเครื่องอบแห้งพริกโดยใช้เทคโนโลยี Plate Heat Exchanger เพื่อการประหยัดพลังงานและลดภาวะโลกร้อน โดยศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความเร็วลมและอัตราการหมุนถังอบแห้งที่เหมาะสมในการอบแห้งพริก โดยทดสอบในถังอบแห้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.40 เมตร ยาว 1.80 เมตร พบว่าสภาวะที่เหมาะสมของการอบแห้งพริก คือที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที อัตราการหมุนถัง 6 รอบต่อนาที จะสามารถอบแห้งพริกได้จำนวน 9 กิโลกรัม ที่ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 75 ถึง 85 ให้มีความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 15 ภายใน 3 ชั่วโมง โดยคิดเป็นความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 38 กิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งภายหลังการปรับปรุงโดยการติดตั้ง Plate Heat Exchanger เข้าไปในระบบจะส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในการอบพริกลดลงเป็น 26 กิโลวัตต์ชั่วโมง สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 32 และพบระยะเวลาในการคืนทุน 4 เดือน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี