คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป

Developing the Potential of Edible Jackfruit Bulb for Convenience Food Production

นางเกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

ผศ.ดวงแข สุขโข

นางสาวดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณเงินรายจ่ายของมหาวิทยาลัย
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558-2559
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ข้อ 1 ชื่อผลงานคิดค้นหรือสิ่งประดิษฐ์

ภาษาไทย โครงการการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป

ภาษาอังกฤษ Developing the Potential of Edible Jackfruit Bulb for Convenience Food Production.

ข้อ 2 ประวัติของหัวหน้าโครงการ

<u>หัวหน้าโครงการ</u>

ชื่อ เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ อายุ 39 ปี
คุณวุฒิ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ตำแหน่ง อาจารย์
สังกัด คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

<u>ผู้ร่วมโครงการ</u>

ชื่อ ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง อายุ 31 ปี
คุณวุฒิ คหกรรมศาสตร์บัณฑิต
ตำแหน่ง อาจารย์
สังกัด คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ชื่อ ดวงแข สุขโข อายุ 59 ปี
คุณวุฒิ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ตำแหน่ง อาจารย์
สังกัด คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณ นักศึกษาปริญญาตรี และอาจารย์คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ที่มีส่วนช่วยในเรื่องของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสในงานวิจัยเรื่องนี้

คณะผู้วิจัยหวังว่า โครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น และประชาชนทั่วไป โดยสามารถนำกรรมวิธีการผลิตลูกอมสมุนไพรไทยพื้นบ้านมาใช้ในการผลิตที่สะดวก ง่ายขึ้น และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่อาหารแปรรูปด้วยขนุนตกเกรด โดยสามารถนำไปเพิ่มมูลค่าพัฒนาผลิตภัณฑ์จากขนุนตกเกรด หากเกิดการผิดพลาดประการใดผู้วิจัยน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

คณะผู้วิจัย

โครงการการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ ดวงแข สุขโข ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

บทคัดย่อ

การพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปได้ทำการศึกษาจากศึกษาปริมาณกะทิ : น้ำตาลทราย (กรัม) พบว่าซูชิขนุนที่อัตราส่วนกะทิ ต่อ น้ำตาลทรายที่ 60 : 40 มาทำการขึ้นรูปซูชิ เพราะ สูตรที่ 3(70 : 30) เมื่อนำไปม้วนซูชิแล้วเวฟ ข้าวเหนียวมีลักษณะร่วนไม่เกาะติดกัน ส่วนการคืนรูปซูชิขนุนแช่แข็งเลือกความร้อนที่ 30 วัตต์ ใน 50 วินาที ซูชิขนุนที่ได้มีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสุงสุดอยู่ในระดับชอบมาก คุณภาพผลิตภัณฑ์ซูชิขนุน พบว่าค่าความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า เส้นใย และ คาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 45.5 0.2 1.0 1.2 1.4 และ 50.7 ตามลำดับ ตรวจคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยของอาหารแช่แข็ง จากการทดสอบผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคมีหญิงสูงสุดร้อยละ 68 ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัฑณ์ร้อยละ 86 และจะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 86 โดยให้ราคา 50 บาท

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนุนดอง โดยสูตรที่ผู้บริโภคมีความชอบมากที่สุดคือสูตรที่ประกอบด้วยเกลือ 110 กรัม (ความเข้มข้น 11 เปอร์เซ็นต์) จากนั้นนำสูตรที่ได้รับความชอบมากที่สุดมาทำการทดสอบความยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้ความยอมรับ 100 เปอร์เซ็นต์ ด้านเคมี ในการศึกษาพบว่าปริมาณเกลือและค่าความเป็นกรด-ด่าง มีการลดลง โดยค่าความเข้มข้นของเกลือมีการลดลงจากสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์สุดท้ายดังนี้ 11.00 ±1.00 10.00±1.00 9.67±1.52 และ 9.00 ±1.00 ตามลำดับ แต่ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีการลดลงจาก 8.02±0.40 3.93±0.80 3.41±0.12 และ 3.09±0.66 ตามลำดับ จนความเป็นกรดอยู่ในเกณฑ์ซึ่งได้ระบุไว้ตามมาตรฐาน มผช. 160/2546 ที่ไม่ควรเกิน3.5 ด้านจุลินทรีย์ ไม่ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ตลอดระยะเวลาในการดอง

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำเชื่อมจากน้ำผึ้งทดแทนน้ำเชื่อมจากน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้ง ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลกับขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง และศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการนำน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่เหลือจากการแช่อิ่มขนุนมาผลิตไซรัป พบว่า สูตรขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำผึ้งที่ใช้ปริมาณน้ำเชื่อมน้ำผึ้งต่อน้ำเชื่อมน้ำตาลทรายที่ 50 : 50 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในทุกลักษณะมากที่สุด จึงนำมาศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีกับขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาล พบว่า ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง มีค่าสี ค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 51.72 ± 0.27 ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ 3.79 ± 0.41 และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 32.48 ± 0.33 ค่า a_w เท่ากับ 0.51 ± 0.02 และค่าแรงเฉือน(Shear force) เท่ากับ 95.23 ± 0.58 ทำการบรรจุลงในถุงพร้อมสารดูดความชื้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพปริมาณความชื้น, ค่า a_w, ค่าสี และค่าความชื้น มีค่าลดลงและส่งผลให้ค่าสีเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ และนำขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง มาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง คิดเป็น 45 เปอร์เซ็นต์ และนำน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่เหลือจากการแช่อิ่มขนุนมาผลิตไซรัป โดยวิธีที่ 2 ทำการต้มเพื่อระเหยน้ำออกจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ 68 ^{0}Brix มี ค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 39.40 ± 0.30 ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ 7.39 ± 0.95 ค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 4.98 ± 0.59 และค่า pH เท่ากับ 3.92 ± 0.78

คำสำคัญ: ซูชิขนุน ขนุนแผ่นกรอบ ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง และขนุนดอง

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ..... .....(2)
บทคัดย่อ..... .....(3)
สารบัญ..... .....(4)
สารบัญตาราง..... .....(6)
สารบัญภาพ..... .....(8)
สารบัญแผนภูมิ..... .....(9)

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร

2.1 ขนุน 4
2.2 การดอง.....12
2.3 น้ำดอง.....12
2.4 น้ำปรุงรส.....13
2.5 ผลไม้ดอง.....14
2.6 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับผลไม้ดอง..... 14
2.7 กลิ่นรสของผลไม้ดอง.....14
2.8 ส่วนประกอบของผลไม้ดอง.....13
2.9 เกลือ 15
2.10 น้ำตาล.....1 6
2.11 เครื่องปรุงรส.....16

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลองวัตถุดิบซูชิขนุนแช่แข็ง.....38
3.2 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลองวัตถุดิบขนุนอบกรอบ.....44
3.3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลองวัตถุดิบขนุนดอง.....47
3.4 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลองวัตถุดิบขนุนแช่อิ่มอบแห้ง.....53

บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง
4.1 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลองซูชิขนุนแช่แข็ง.....60
4.2 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลองขนุนอบกรอบ.....72
4.3 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลองขนุนดอง.....82
4.4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลองขนุนแช่อิ่มอบแห้ง.....95
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง
5.1 สรุปผลการทดลองซูชิขนุนแช่แข็ง.....106
5.2 สรุปผลการทดลองขนุนอบกรอบ.....109
5.3 สรุปผลการทดลองขนุนดอง.....111
5.4 สรุปผลการทดลองขนุนแช่อิ่มอบแห้ง.....113

บรรณานุกรม.....149

ภาคผนวก
ภาคผนวก ก ซูชิขนุนแช่แข็ง.....117
ภาคผนวก ก ขนุนอบกรอบ.....120
ภาคผนวก ก ขนุนดอง.....124
ภาคผนวก ก ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง.....135

ปีที่ 2 การถ่ายทอด

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการทดลอง.....152
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง.....158
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....163

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ขนุนมีชื่อภาษาอังกฤษว่า แจ็คฟรุ๊ต (Jack fruit) และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Artoaurpus heterophyllus Lank หรือ Artoaurpus intigifolia Lank ขนุนจะมีปลูกทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย ขนุนเป็นไม้ผลอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและนิยมปลูก และรับประทานกันมาก เป็นไม้ผลยืนต้นขนาดใหญ่ที่สามารถปลูก และดูแลรักษาง่าย เจริญเติบโตรวดเร็ว สามารถเจริญเติบโตได้ในทุกสภาพพื้นที่ของประเทศไทย แต่ต้องไม่มีน้ำท่วมขัง และดินต้องมีการระบายน้ำดี สามารถขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ค่อนข้างดีและทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี จึงทำให้มีพื้นที่ปลูกขนุนกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะเขตพื้นที่ซึ่งเป็นดินดอน มีการระบายน้ำ และสภาพแวดล้อมไม่แห้งแล้งจนเกินไป เขตที่ปลูกขนุนมาก ๆ ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ตราด ระยอง ราชบุรี กาญจนบุรี ซึ่งพื้นที่เหล่านี้ปลูกขนุนหนังเป็นส่วนใหญ่ ส่วนจังหวัดปราจีนบุรี พิจิตร ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ สงขลา เป็นการปลูกขนุนรุ่นใหม่

คุณวุฒิวิวัฒน์ เอกพุทธิวัฒน์ กรรมการผู้จัดการ สวนเกษตรทิพยสมบัติ จำกัด ซึ่งเป็น ธุรกิจด้านสวนเกษตรเชิงอนุรักษ์ ในเครือพิกุลทองล่ำซำ ตั้งอยู่ที่ ต.ไทรโยค อ.ไทรโยค จ.กาญจนบุรี สวนแห่งนี้มีพื้นที่กว่า 1,000 ไร่ ให้ข้อมูลว่า มีผลผลิตที่สำคัญคือ ขนุนพันธุ์ทองประเสริฐ,ไผ่กิมซุ่ง, ไผ่ตง, กล้วยน้ำว้า, มะพร้าวน้ำหอม และอื่นๆ สนใจที่จะเพิ่มมูลค่าแก่ผลผลิตขนุนมีจำนวนมาก ในปัจจุบันทางสวนเกษตรทิพยสมบัติมีการส่งจำหน่าย ขนุนคัดเกรดทั้งลูกที่ไม่แกะเปลือกราคา 35 บาทต่อกิโลกรัม ส่งออกประเทศจีน ส่วนขนุนคัดเกรดส่งขายภายในประเทศราคา 15 บาท/กิโลกรัม ขนุนที่ตกเกรดที่มีจำนวนร้อยละ 5 ราคา 3-5 บาทต่อกิโลกรัม โดยมีช่องทางจำหน่ายเป็นของตนเองที่ตลาด 4 มุมเมืองโดยขายทั้งลูก ส่วนเหลือทั้งอื่น ๆ ได้แก่ เปลือก จะนำไปทำปุ๋ย ในปัจจุบันตลาดเนื้อขนุนมีการแปรรูป นางบุญรวม เปรมปริก เกษตรกรผู้ยึดกิจกรรมแปรรูปขนุนเป็นรายได้เสริมวัย 50 ปี บ้านเลขที่ 3 บ้านเที่ยงธรรม หมู่ 9 ต.ชัยนาท อ.เมืองชัยนาท จ.ชัยนาท กล่าวว่า เดิมมีขนุนต้นใหญ่ในสวนหลังบ้านเพียง 2 ต้น ผลผลิตออกมานำไปรับประทานไม่หมด แต่ถ้านำไปจำหน่ายได้ราคาที่ต่ำกอปรกับมีความถนัดในการทำขนมไทย จึงนำขนุนที่ได้มาแปรรูปเป็นขนุนทอดกรอบ ลองผิดลองถูกหมดขนุนไปหลายลูกจนกระทั้งเล็กเล็กที่ถูกจับมาให้เป็นนักชิมต่างหลบลี้หนีห่างเพราะถูกบังคับให้กินให้หมดด้วยเหตุผลเดิมๆ “เสียดายของกินให้” ผลที่ได้ออกมาบางครั้งเหนียวไม่กรอบ บางคราวติดกันรูปร่างที่ออกมาไม่สวยตามที่ต้องการ แต่ไม่ท้อและไม่ถอย ทดลองทำควบคู่กับการแจกจ่ายให้เพื่อนๆ ลองรับประทานและสอบถามความพึงพอใจ จนได้ขนุนทอดกรอบอบเนยที่ผู้บริโภคถูกลิ้นถูกใจในรสชาติ ในส่วนของการตลาดเริ่มแรกต้องหาตลาดด้วยการนำไปจำหน่ายตามหน่วยงานทางราชการและนำไปเป็นของฝากให้กับผู้รู้จัก ให้รสชาติที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคได้ประชาสัมพันธ์ตัวเองจนเป็นที่รู้จักและสร้างตลาดขนุนทอดกรอบ ปัจจุบันไม่ต้องออกเร่ขาย เพียงแต่ผลิตตามยอด

สั่งซื้อจากลูกค้าที่โทรศัพท์แจ้งความจำนง ส่งผลให้ไม่กังวลในเรื่องของตลาดแต่กังวลในเรื่องของวัตถุดิบ เพราะขนุนทอดกรอบ 1 กิโลกรัมต้องใช้ขนุนสด 10 กิโลกรัม รวมทั้งปัจจุบันมีเพื่อนบ้านยึดอาชีพเสริมทอดขนุนจำหน่ายจำนวน 20 ราย จำเป็นต้องใช้ขนุนประมาณ 3,000 กก./วัน ขนุนในพื้นที่มีไม่เพียงพอจึงปลูกขนุนเพิ่มเพื่อรองรับการแปรรูปอย่างเพียงพอในอนาคต http://www.gotoknow.org/posts/390854 เป็นการแปรรูปผลไม้โดยนำเนื้อผลไม้ไปแช่น้ำเชื่อมปรุงรสที่ประกอบไปด้วยน้ำตาล เกลือ และมะนาวไทน เพิ่มความเข้มข้นของความหวานขึ้นปเรื่อยๆ โดยเริ่มจาก 40 45 องศาบริกซ์รวมใช้เวลา 2 วันแล้วจึงนำมาอบแห้งทาน 7-8 ชั่วโมง เนื้อที่ได้จะมีเนื้อสัมผัสที่มีผิวนอกแห้ง เนื้อในนุ่ม รสชาติหวานอมเปรี้ยวตามธรรมชาติของขนุน และสามารถเก็บไว้ได้นาน ส่วนนางพรภัทรา ศรีนรคุตร ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร วว. ทำการการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้งเป็นวิธีการผลิตที่สามารถผลิตได้ง่ายระดับอุตสาหกรรม และระดับครัวเรือน นับเป็นการแปรรูปที่เพิ่มมูลค่า และยืดอายุการเก็บรักษาของเนื้อขนุนไว้นานขึ้นได้ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้แนะนำการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้งให้กับเกษตรกรผู้ปลูกขนุนและผู้สนใจ http://www.clinictech.most.go.th/online/callcenter/call_Detail.asp?rid=14787

ดังนั้นทางผู้วิจัยร่วมกับ สวนเกษตรทิพยสมบัติ ต้องการเพิ่มมูลค่า พัฒนาผลิตภัณฑ์จากเนื้อขนุน ตกเกรดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารแปรรุปจากขนุน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำขนุนตกเกรดมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปรูปแบบใหม่ ๆ ให้ทันสมัยมากขึ้นโดยยังคงรูปของผลผลิตจากขนุน ได้แก่ เนื้อขนุนตกเกรดดองในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทพร้อมบริโภค เนื้อขนุนตกเกรดดอง 3 รส เนื้อขนุนตกเกรดแช่อิ่มอบแห้ง เนื้อขนุนตกเกรดเชื่อม หรือเนื้อขนุนตกเกรดทอดกรอบทั้งหมดจะบรรจุภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทพร้อมบริโภคเพิ่มความทันสมัยแก่ผู้บริโภควัยรุ่น

1.2 วัตถุประสงค์

1. . เพื่อศึกษากรรมวิธีการแปรรูปขนุน ได้แก่ เนื้อขนุนตกเกรดดอง เนื้อขนุนตกเกรดดอง 3 รส เนื้อขนุนตกเกรดแช่อิ่มอบแห้ง เนื้อขนุนตกเกรดเชื่อม หรือเนื้อขนุนตกเกรดทอดกรอบ โดยปรับปรุงรสชาติและบรรจุภัณฑ์ ให้มีความทันสมัย พร้อมบริโภคยุคนี้

2. เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากขนุนตกเกรด

3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากขนุนตกเกรด

4. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากขนุนตกเกรดสู่ชุมชน

1.3 ขอบเขต

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในครั้งนี้ ใช้ขนุนที่เป็นตกเกรด หรือเป็นขนุนที่ไม่ได้มาตรฐานราคาต่ำมาแปรรูป เพื่อเพิ่มมูลค่าของขนุน และพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนุนที่จำหน่ายให้หลายหลาย ศึกษาหลักการและกรรมวิธีของการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากขนุน และศึกษาส่วนผสมและวิธีการผลิตที่

ส่งผลต่อลักษณะชนิดของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากขนุนรวมถึงการพัฒนารสชาติและเนื้อสัมผัส จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมีจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบแนวทางในการนำวัตถุดิบมาเพิ่มมูลค่าสูงสุด ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากขนุนตกเกรด

14.2 สามารถผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากขนุนตกเกรดซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิต

14.3 ลดทรัพยากรที่เหลือใช้แก่ชุมชน และเป็นอีกทางเลือกในการเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรและชุมชน

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ขนุน

ขนุนมีชื่อภาษาอังกฤษว่า แจ็คฟรุ๊ต (Jack fruit) และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Artoaurpus heterophyllus Lank* หรือ *Artoaurpus intigifolia Lank* ขนุนจะมีปลูกทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย ขนุนเป็นไม้ผลอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและนิยมปลูก และรับประทานกันมาก เป็นไม้ผลยืนต้นขนาดใหญ่ที่สามารถปลูก และดูแลรักษาง่าย เจริญเติบโตรวดเร็ว สามารถเจริญเติบโตได้ในทุกสภาพพื้นที่ของประเทศไทย แต่ต้องไม่มีน้ำท่วมขัง และดินต้องมีการระบายน้ำดี สามารถขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ค่อนข้างดีและทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี จึงทำให้มีพื้นที่ปลูกขนุนกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะเขตพื้นที่ซึ่งเป็นดินดอน มีการระบายน้ำ และสภาพแวดล้อมไม่แห้งแล้งจนเกินไป เขตที่ปลูกขนุนมาก ๆ ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ตราด ระยอง ราชบุรี กาญจนบุรี ซึ่งพื้นที่เหล่านี้ปลูกขนุนหนังเป็นส่วนใหญ่ ส่วนจังหวัดปราจีนบุรี พิจิตร ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ สงขลา เป็นการปลูกขนุนรุ่นใหม่

ขนุนเป็นไม้ผลอีกชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกกันมาก ปัจจุบันมีพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้ามากมายหลายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่เหมาะสำหรับปลูกภายในบริเวณบ้านได้แก่ พันธุ์ทองสุดใจ พันธุ์จำปากรอบ พันธุ์แดงรัศมี และพันธุ์ละแม เป็นต้น เนื่องจากพันธุ์ขนุนดังกล่าวนี้ให้ผลดก ผลมีขนาดไม่ใหญ่มากเหมาะสำหรับการบริโภคในครัวเรือน การเลือกซื้อต้นพันธุ์ควรเลือกซื้อต้นพันธุ์ที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการติดตาหรือเสียบกิ่งเพราะจะได้ต้นตอที่มีรากแก้ว ขนุนจัดเป็นไม้ผลอีกชนิดหนึ่งที่ดูแลรักษาได้ง่าย มีทรงพุ่มที่ทึบและให้ร่มเงาดี ควรมีการตัดแต่งกิ่งบ้างเพื่อให้ได้ทรงต้นที่มีขนาดเหมาะสมกับบริเวณบ้าน ขนุนเป็นไม้ผลที่คนไทยทั่วไปรู้จัก ขนุนเป็นไม้ผลที่นิยมรับประทานกันมาก เนื่องจากมีรสชาติและสีของเนื้อที่ถูกกับคนไทยที่นิยมผลไม้ที่มีเนื้อออกสีเหลืองทอง หรือเนื้อออกสีแดง ที่มีรสชาติหวานจัดกรอบ มีกลิ่นหอม ผลของขนุนสามารถนำมาบริโภคได้ทั้งผลสุกและผลอ่อน และสามารถรับประทานได้ตั้งแต่ส่วนของเนื้อไปจนถึงซัง ส่วนมากจะรับประทานขนุนเป็นผลไม้สด และเนื้อผลสุกยังสามารถนำมาผสมกับอาหารประเภทอื่นให้มีรสชาติมากขึ้น เช่น ไอศกรีม รวมมิตร ลอดช่อง เป็นต้น นอกจากนี้เนื้อผลสุกยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และเป็นของหวานได้อีกหลายรูปแบบ เช่น ขนุนกวน ทำแยม ขนุนแผ่น ขนุนแช่อิ่ม ขนุนเชื่อม ขนุนอบแห้ง ข้าวเกรียบขนุน ขนุนในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ฯลฯ เมล็ดของขนุนหลังจากแกะเอาเนื้อไปรับประทานแล้ว นำมาต้มใส่เกลือรับประทานได้ สำหรับผลขนุนอ่อนสามารถใช้ประกอบอาหารได้หลายชนิด เช่น เป็นผักจิ้ม แกงคั่ว แกงส้ม และทำซุปขนุน

ขนุนเป็นผลไม้เมืองร้อนขนาดใหญ่ ที่กำลังมีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง รสชาติของขนุนหอมหวานน่ารับประทานสีของเนื้อยวงสวยงามเป็นที่นิยมของคนไทย ถึงแม้ว่าขนุนจะไม่ใช่ไม้ผลดั้งเดิมของบ้านเมือง แต่ก็มีการปลูกกันมาตั้งแต่สมัยโบราณ ทั้งนี้เนื่องจากขนุนเป็นต้นไม้ที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว สามารถขึ้นได้ดีในดินทุกชนิด และทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี

ขนุนเป็นไม้ผลยืนต้นขนาดใหญ่ สามารถเจริญเติบโตได้ในทุกสภาพพื้นที่ของประเทศไทย สภาพของดินที่ใช้ปลูกที่เหมาะสมควรมี pH อยู่ระหว่าง 5.5-7.5 ดินควรเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี โดยจะเริ่มให้ผลเมื่ออายุประมาณ 4 ปี สามารถให้ผลต่อไปได้อย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 25 ปี อายุตั้งแต่เริ่มออกดอกถึงดอกบานใช้เวลา 20-25 วัน หลังดอกบานผลจะแก่เมื่ออายุ 120-150 วัน ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นเมื่ออายุประมาณ 10 ปี อยู่ระหว่าง 25-30 ผล น้ำหนักต่อผลมีตั้งแต่ 5-50 กิโลกรัม ฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิต ถ้าเป็นขนุนในฤดูจะเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่เดือน มกราคม-พฤษภาคม และถ้าเป็นขนุนนอกฤดูจะเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่เดือนมิถุนายน-ตุลาคม (นฤชิต, 2529)

ในอดีตที่ผ่านมานั้น ไม่นิยมปลูกขนุนเป็นสวนเพื่อการค้าอย่างจริงจัง ไม่เหมือนกับไม้ผลอื่นๆ แต่จะนิยมปลูกขนุนสลับกับผลไม้อื่น หรือปลูกไว้ในสวนหลังบ้านเพียงครอบครัวละสองสามต้น เกษตรกรเพิ่งเริ่มให้ความสนใจปลูกขุนกันมากขึ้นเมื่อประมาณ 20 ปีมานี้เอง โดยมีการคัดเลือกพันธุ์ดีมาปลูก และเริ่มมีการทำสวนขนุนกันอย่างเป็นล่ำเป็นสัน พื้นที่การปลูกขนุนก็ขยายปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ทุกปี จากการสำรวจของกรมส่งเสริมการเกษตรพบว่า ในปี 2534 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกขนทั้งหมดประมาณ 260,000 ไร่ ได้ผลผลิตทั้งหมดประมาณ 56,000,000 ผล เฉลี่ยแล้วประมาณ 350 ผลต่อไร่ พื้นที่ปลูกขนุนกระจัดกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ จังหวัดที่มีการปลูกขนุนมากที่สุดคือ จังหวัดชลบุรี โดยมีพื้นที่ปลูกรวมทั้งสิ้นประมาณ 33,000 ไร่ ผลผลิตรวมทั้งจังหวัดประมาณ 13,000,000 ผล เฉลี่ยแล้วได้ผลผลิต 500 ผลต่อไร่

จากข้อมูลตัวเลขของพื้นที่การปลูกขนุน จะเห็นว่าเกษตรกรได้ให้ความสนใจปลูกขนุนกันมากขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการปลูกไม้ผลอื่นๆ เริ่มประสบปัญหาเรื่องโรคแมลงรบกวนและราคาขายผลผลิตลดลง แต่สำหรับขนุนอาจกล่าวได้ว่าเป็นไม้ผลที่มีปัญหาเรื่องโรคแมลงน้อยที่สุดในบรรดาไม้ผลเมืองร้อนทุกชนิด ประกอบกับฤดูการสุกแก่ของขนุนบางช่วงไม่ตรงกับไม้ผลอื่น จึงสามารถขายได้ในราคาค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามขนุนที่ปลูกกันอยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเป็นขนุนพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกกันมานานแล้ว ซึ่งเป็นพันธุ์ให้ผลผลิตต่ำ คุณภาพไม่ค่อยดีนัก และผลผลิตที่ได้ยังไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาดในประเทศ โดยเฉพาะความต้องการบริโภคสด มีสวนขนุนเพียงไม่กี่แห่งเท่านั้นที่มีการปลูกขนุนพันธุ์ที่ตลาดต้องการ หรือปลูกขนุนพันธุ์ดีที่ผ่านการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์แล้ว สามารถให้ผลผลิตสูงคือมีการออกดอกติดผลได้มากกว่า 1ครั้งต่อปี ดังนั้นหากมีการนำวิทยาการที่ดีมาใช้ในการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์ และคุณภาพของผลผลิต ให้ดีตรงกับความต้องการของผู้บริโภค ตลอดจนมีการปฏิบัติดูแลรักษาที่ถูกต้องตามหลักวิชาการแล้ว จะทำให้ผลผลิตไร่ของขนุนสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ สามารถมีขนุนออกสู่ตลาดได้ในปริมาณที่มากและสม่ำเสมอ ทำรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกปีหนึ่งๆ ไม่น้อยหน้าไม้ผลเศรษฐกิจอื่นๆ

ขนุนเป็นไม้หนึ่งในสี่ไม้มงคลของไทย นิยมปลูกตามหลังบ้าน เพราะมีความเชื่อว่า ต้นขนุนจะคอยหนุนเนื่องไม่ให้ติดขัดขาดแคลน ยามใดมีผลผลิตก็เก็บกินได้ มีมากก็ขาย

2.1 การจำแนกชนิดของขนุน

การจัดแบ่งชนิดของขนุนที่มีปลูกในประเทศไทย ยังไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอน เนื่องจากในอดีตที่ผ่านมาผู้คนไม่ค่อยให้ความสนใจที่จะคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์ขนุนให้มีลักษณะดี ประกอบกับวิธีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่ได้ผลดี ยังไม่เป็นที่นิยมและรู้จักกันในหมู่ชาวสวน ซึ่งการ

ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดทำให้ขนุนเกิดการแปรปรวนทางพันธุกรรมมาก มีทั้งลักษณะที่ดีและไม่ดี แต่ในปัจจุบันได้มีการแบ่งขนุนโดยยึดหลักตามลักษณะคุณภาพและขนาดของผล ออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ดังนี้

2.1.1 ขนุนป่า มีลักษณะลำต้นสูงใหญ่กว่าขนุนบ้านมาก ทรงต้นจะสูงชะลูดเกือบเท่าต้นยาง เพราะไม่มีกิ่งกระโดงมาก ทรงพุ่มจึงไม่กว้าง แต่มีลำต้นขนาดใหญ่ ใช้แกะทำจะเข้ ซึ่งเป็นเครื่องดนตรีชนิดหนึ่งมี 3 ขา มีสายสำหรับดีด ใช้ทำตู้ โต๊ะ แก่นใช้ย้อมสบง จีวรพระ ผลขนุนป่ากินไม่ได้

2.1.2 ขนุนบ้าน มีลักษณะลำต้นคล้ายขนุนป่ามาก แต่ลำต้นเตี้ยกว่าขนุนป่า กิ่งกระโดงมีน้อย กิ่งค่อนข้างสั้น แก่นใช่ย้อมผ้าได้เช่นเดียวกับขนุนป่า แต่จะใช้ทำจะเข้ไม่ค่อยได้ เพราะต้นมีขนาดใหญ่หายาก ผลมีรสชาติหวานดีมาก สามารถใช้รับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก เวลาสุกผลจะมีสีเหลือง กลิ่นหอม รสชาติของเนื้อจะหวาน ขนุนบ้านโดยทั่วๆ ไปแล้ว จะแบ่งออกเป็น 2 อย่าง ตามลักษณะของเนื้อเวลาสุก คือ

- ขนุนละมุด เป็นขนุนที่มีผลเล็ก ลักษณะของผลค่อนข้างกลม มีหนามถี่และแหลม ในระยะเวลาที่ผลแก่แล้ว ผิวเปลือกจะมีสีเขียวอมเหลือง สีน้ำตาลเหมือนขนุนหนัง เวลาสุกยวงจะอ่อนนุ่ม เนื้อเละและเหนียวเล็กน้อย รสชาติของเนื้อขนุนละมุดจะออกหวานจัด มีกลิ่นฉุน ซึ่งเนื้อนั้นจะเหมาะสำหรับใช้กวนทำแยมขนุน เวลารับประทานขนุนพันธุ์นี้เกือบจะไม่ต้องเคี้ยวเลย สามารถกลืนได้ง่าย ขนุนละมุดเป็นขนุนเปลือกบาง เมื่อผลสุกแล้วเวลารับประทานสามารถใช้มือฉีกและดึงไส้ออกได้สะดวก ขนุนชนิดนี้ไม่สามารถแกะยวงเอาเมล็ดออกให้เหลือแต่ส่วนของเนื้อ โดยอยู่ในสภาพยวงอย่างเดิมได้ การขายจึงไม่ได้ราคา ส่วนมากจะขายเป็นผลขนุนอ่อนหรือขนุนดิบเท่านั้น

- ขนุนหนัง คือขนุนที่นิยมรับประทานหรือปลูกทั่วไปในสวนและตามบ้านจะมีลักษณะของเนื้อแข็งกรอบ ไม่เละสามารถแกะออกเป็นยวงๆ และเอาเมล็ดออก โดยที่เนื้อของขนุนจะไม่ช้ำ เป็นขนุนที่เหมาะสมจะนำไปแช่เย็นหรือเอาเนื้อของขนุนไปชุบน้ำตาลอบแห้ง หรืออัดลงในกระป๋องเป็นขนุนแช่อิ่ม ยวงของขนุนหนังจะมีทั้งหนาและบาง มีสีเหลืองอ่อน สีจำปา สีเหลืองเข้มตามชนิดของสายพันธุ์ ถ้าขนุนที่มีเนื้อสีดอกจำปาเรียกว่า ขนุนจำปา ถ้ายวงมีสีขาวเรียกว่า ขนุนฝ้าย

2.1.3 ขนุนจำปาดะ พบมากที่สุดทางภาคใต้ ต้นใบและผลคล้ายขนุนหนังมาก ผลเล็กกว่าขนุนผลยาว หนามที่ผลเล็ก เปลือกบางมียางน้อยกว่าขนุนบ้าน (เมื่อสุกเกือบไม่มียาง) เวลาสุกเปลือกฉีกออกง่าย ปลายยวงไม่ติดกับเปลือกผล ฐานยวงติดกับแกนกลางหรือไส้ของผล เมื่อผ่าแบะผลออกแล้วดึงขั้วของแกนกลางผลยวงจะติดออกมากับแกนกลางทั้งหมด เปลือกกับยวงแยกออกจากกัน เนื้อค่อนข้างเละรสชาติหวานหอมถึงฉุนมาก ให้ผลดกมากในแต่ละต้น นิยมบริโภคทางภาคใต้

พันธุ์ขนุนที่นิยมปลูกเป็นการค้ากันมากในปัจจุบัน ส่วนมากอยู่ในกลุ่มของขนุนหนัง ซึ่งมีอยู่ด้วยกันมากมายหลายพันธุ์กระจัดกระจายทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากขนุนเป็นไม้ผลที่คนไทยปลูกกันมานานหลายร้อยปี ในอดีตการปลูกขนุนโดยทั่วไปนิยมปลูกด้วยการเพาะเมล็ดทั้งสิ้น เพราะการขยายพันธุ์ด้วยวิธีอื่นยังไม่ได้เป็นที่รู้จักและนิยมใช้กับขนุนเหมือนดังเช่นปัจจุบัน ทำให้ขนุนเกิดการกลายพันธุ์ขึ้นมากมายลักษณะขนาด รูปร่างผล และเนื้อยวงที่แตกต่างไปจากเดิมมีทั้งดีและเลวลง และเมื่อการขยายพันธุ์โดยวิธีการแบบไม่ใช้เพศ เช่นการติดตา ทาบกิ่ง หรือการเปลี่ยนยอด เริ่มเป็นที่นิยมและ

รู้จักกันทั่วไปในหมู่ผู้ปลูกขนุน จึงได้มีการคัดเลือกขนุนต้นใหม่ที่มีลักษณะดีเด่น แล้วขยายพันธุ์มาปลูกทำให้เกิดขนุนพันธุ์ใหม่ๆขึ้นมาหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์มีการเรียกชื่อต่างกันไปตามชื่อสถานที่ปลูก ชื่อเจ้าของผู้ปลูก ตลอดจนลักษณะรูปร่างของผลหรือสีของเนื้อยวง แต่พันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากและน่าสนใจมีดังนี้

2.2 พันธุ์ของขนุน

2.2.1 พันธุ์ตาบ๊วย ถือเป็นต้นกำเนิดของขนุนที่มีชื่อเสียงอีกหลายพันธุ์ในปัจจุบัน เช่น พันธุ์ฟ้าถล่ม พันธุ์อีถ่อ และพันธุ์จำปากรอบ เป็นต้น ถิ่นกำเนิดของขนุนพันธุ์นี้ยังไม่มีหลักฐานเป็นที่แน่ชัดสายหนึ่ง เป็นพันธุ์จากบางปะกอก เขตราษฎร์บูรณะลักษณะลำต้นขนาดใหญ่ ทรงพุ่มเตี้ย ใบค่อนข้างกลมหนาเป็นมันมีขนเล็กน้อยไม่ค่อยสากมือ ผลมีรูปทรงคล้ายไหกระเทียมดองหรือผลมะกอกฝรั่ง ติดผลดกมากพอสมควร ให้ผลผลิตประมาณ 20 -80 ผลต่อปี การผสมเกสรติดดี ผิวผลไม้มีแป้วเสมอกันทุกด้าน หนาค่อนข้างใหญ่ เนื้อสีเหลือง ยวงแห้งกรอบ เมล็ดเล็กซังมีสีค่อนข้างขาว เป็นพันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพดินเป็นกรดได้ดีกว่าพันธุ์อื่นๆ

สายหนึ่งต้นดั่งเดิมอยู่ที่ตำบลตะนาวศรี ปัจจุบันได้เปลี่ยนเป็นตำบลสวนใหญ่ จ.นนทบุรี ซึ่งเดิมทีขนุนพันธุ์นี้มีชื่อว่า จำปาดะ แต่คนส่วนมากเรียกว่าขนุนตาบ๊วยตามชื่อเจ้าของ และเป็นขนุนที่มียวงและซังสีจำปา เนื้อรสชาติหวานแต่ไม่หวานจัด ลักษณะด้อยของพันธุ์นี้คือ หากเลี้ยงผลไว้จนแก่จัดแล้วผลมักจะแตก แต่ถ้าเก็บผลในขณะที่ยังไม่แก่ ซังจะเป็นสีขาว ปัจจุบันขนุนตาบ๊วยจริงๆหายากมาก เพราะชาวสวนโค่นทิ้งแล้วปลูกทุเรียนแทนกันหมด ขนุนตาบ๊วยที่มีปลูกกันอยู่ไม่ใช่ตาบ๊วยต้นเดิม แต่เป็นพันธุ์ที่ได้จากการนำเอาเมล็ดขนุนตาบ๊วยมาปลูก มีลักษณะเป็นผันแปรไปจากเดิม ซึ่งมีทั้งขนุนที่มีเนื้อยวงสีจำปา และสีเหลืองไม่แน่นอน

2.2.2 พันธุ์ฟ้าถล่ม ต้นดั้งเดิมของขนุนพันธุ์นี้ เป็นขนุนกลายพันธุ์มาจากการนำเอาขนุนตาบ๊วยมาเพาะเมื่อประมาณ 60 ปีที่แล้วมาไปปลูกที่อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี ได้ต้นขนุนเป็นจำนวนมากแต่ที่มีลักษณะดีกว่าต้นอื่นๆอยู่ 2 ต้น ต้นแรกปลูกด้านส่วนในของสวนเรียกว่า ขนุนต้นใน มีลักษณะเหมือนขนุนพันธุ์ตาบ๊วยเดิม ผลมีขนาดใหญ่ รูปร่างกลมคล้ายลูกฟุตบอลยวงใหญ่และหนา แต่ที่แตกต่างไปจากเดิมก็คือสีของเนื้อจะแปรเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แทนที่จะเป็นสีจำปาเหมือนต้นแม่ ขนุนต้นในนี้มีลักษณะด้อยอยู่อีกอย่างหนึ่งคือ เมื่อตกผลแล้วมักมีเมล็ดงอกอยู่ภายในผลที่เริ่มสุก ทำให้เนื้อยวงมีกลิ่นเหม็นเขียวปะปนและความหวานลดลง

ส่วนอีกต้นหนึ่งปลูกอยู่ด้านนอกของสวนเรียกว่า ขนุนต้นนอก มีลักษณะที่เด่นคือ ผลมีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักตั้งแต่ 20 กิโลกรัมขึ้นไป รูปร่างกลมรีคล้ายไข่ ยวงใหญ่และหนาสม่ำเสมอไม่ว่าจะเป็นผลเล็กหรือผลใหญ่ เนื้อมีสีเหลืองทอง รสชาติหวานจัดกรอบอร่อย มีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูงมาก คุณภาพของยวงแม้ว่าจะแกะเอาเมล็ดออกแล้วนำไปเก็บในตู้เย็นนาน 3-7 วัน ยวงก็ยังแข็งกรอบอยู่ไม่เหนียวเละ เหมาะสำหรับใช้ทำเป็นขนุนแช่แข็งส่งออกขายต่างประเทศ ในปัจจุบันเมื่อกล่าวถึงขนุนพันธุ์ฟ้าถล่มก็จะหมายถึงขนุนต้นนอกนี้ ซึ่งนับเป็นขนุนที่มีชื่อเสียงมากพันธุ์หนึ่ง โดยมักจะประกวดได้รางวัลที่ 1,2,3 แทบทุกครั้งที่มีการส่งประกวด และเป็นที่ได้รับการนิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

2.2.3 พันธุ์ทองสุดใจ เป็นขนุนที่มีถิ่นกำเนิดในจังหวัดปราจีนบุรีอีกพันธุ์หนึ่ง แต่ต้นแม่ดั้งเดิมยังไม่ทราบประวัติความเป็นมาที่แน่นอน ลักษณะทรงพุ่มขนาดปานกลาง ลำต้นไม่สูงมากนัก พุ่มโปร่ง มีใบเรียวเล็ก ซึ่งแตกต่างกับขนุนพันธุ์อื่น เนื้อมีรสชาติหวาน ยวงสีสันสวย ผลดกขนาดใหญ่ มีน้ำหนักเฉลี่ย 25 กิโลกรัมต่อผล ลักษณะผลกลมเรียบสม่ำเสมอทั้งผลมีรอยแป้วน้อยมาก แสดงว่าภายในผลมีปริมาณยวงอยู่มาก เนื่องจากเกสรตัวเมียได้รับการผสมแบบสมบูรณ์ มีเปลือกผลค่อนข้างบาง และตั้งแต่ใต้ผิวเปลือกเข้าไปจนถึงยวง มีสีเหลืองเป็นเนื้อเดียวกัน ยวงใหญ่และหนา มีซังน้อย เนื้อสีเหลืองทองสวยงาม ลักษณะที่เด่นของพันธุ์นี้คือ ถ้าไม่มีฝนตกในช่วงที่ผลสุก เนื้อเมื่อสุกจัดจะแห้งกรอบ รสหวานอร่อยมาก แต่ในทางตรงกันข้าม หากมีฝนตกชุกขณะที่ผลเริ่มแก่ ผลจะดูดน้ำฝนเอาไปอย่างเต็มที่ทำให้เนื้อยวงมีรสชาติจืดชืด ความหวานลดลงไปอย่างมาก อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันขนุนพันธุ์ทองสุดใจเป็นอีกพันธุ์หนึ่งที่ได้รับความสนใจและนิยมปลูกกันทั่วประเทศ

2.2.4 พันธุ์จำปากรอบ มีถิ่นกำเนิดในจังหวัดปราจีนบุรี เป็นพันธุ์ขนุนที่สืบเชื้อสายมาจากขนุนตาบ๊วยอีกพันธุ์หนึ่ง ซึ่งไม่ได้กลายพันธุ์มาจากขนุนตาบ๊วยโดยตรงเลยทีเดียว แต่เป็นการกลายมาจากการเพาะเมล็ดของขนุนพันธุ์ฟ้าถล่ม มีลักษณะลำต้นขนาดเล็กกว่าพันธุ์ฟ้าถล่มอย่างเห็นได้ชัด ใบลักษณะปลายแหลมสีเขียวเข้มเป็นมัน ติดผลดกพอสมควร ผลมีขนาดใหญ่ปานกลาง น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 15 – 18 กิโลกรัมต่อผล ผลลักษณะไม่ค่อยกลม ผิวขรุขระ ยวงเป็นสีจำปา ซึ่งจะเห็นได้ว่ากลายพันธุ์จากขนุนฟ้าถล่มที่มียวงสีเหลือง กลับมาเป็นจำปาเหมือนขนุนตาบ๊วยต้นเดิมอีกครั้งหนึ่ง และถึงแม้ว่าเนื้อยวงจะหนาสู้พันธุ์ฟ้าถล่มไม่ได้แต่ก็ไม่ถึงกับบางมากนัก ลักษณะที่ดีเด่นของขนุนพันธุ์นี้คือ เนื้อมีรสชาติหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย กรอบอร่อยมากสมกับชื่อ แม้ว่าจะเก็บผลสุกไว้นานหลายวันเนื้อก็ไม่เละ สามารถที่จะเก็บไว้ได้นานกว่าพันธุ์อื่นๆ ทุกพันธุ์ ในอนาคตคาดว่าขนุนพันธุ์นี้จะได้รับความนิยมไม่แพ้ขนุนพันธุ์ทองสุดใจ เพราะนับเป็นขนุนยวงสีจำปาที่มีลักษณะดีที่สุดในปัจจุบัน และเนื่องจากมีสียวงที่ต้องรสนิยมของคนไทยและชาวต่างชาติ จึงอาจเป็นพันธุ์ที่ได้รับการพัฒนาเพื่อเป็นสินค้าส่งออกไปขายต่างประเทศต่อไป

2.2.5 พันธุ์อีถ่อ มีถิ่นกำเนิดในจังหวัดปราจีนบุรี ต้นเดิมเป็นขนุนกลายพันธุ์มาจากการเพาะเมล็ดขนุนตาบ๊วย เช่นเดียวกับพันธุ์ฟ้าถล่ม แต่ขนุนพันธุ์อีถ่อนั้น กลายพันธุ์ไปจนไม่คล้ายพันธุ์ตาบ๊วย ลักษณะต้นมีทรงพุ่มโปร่ง เริ่มออกดอกติดผลเมื่อ 7 ปีหลังปลูก และหากมีการดูแลรักษาตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง จะทำให้ผลดกมาก ประมาณ 40 ผลต่อต้น ต่อปี ผลมีลักษณะยาวขนาดใหญ่ปานกลาง น้ำหนักผลเฉลี่ยตั้งแต่ 12 – 25 กิโลกรัมขึ้นไป ก้านผลยาว แต่ยวงสั้นแตกต่างจากขนุนพันธุ์อื่นอย่างเห็นได้ชัด ลักษณะเด่นของขนุนพันธุ์นี้คือ เป็นขนุนตกผลง่าย ยิ่งอายุมากยิ่งตกผลดกมาก แต่ยวงมีคุณภาพและหวานสู้พันธุ์พันธุ์อื่นไม่ได้ ซึ่งขนุนพันธุ์อีถ่อนี้มีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิดคือ

2.2.5.1 พันธุ์อีถ่อแดง ลักษณะผลขนาดเล็ก ผลและก้านผลยาว เปลือกผลเมื่อสุกจะเป็นสีแดงหรือสีน้ำตาลเข้ม ยวงหนา แต่มีขนาดสั้นกว่าขนุนพันธุ์ฟ้าถล่ม เนื้อเหลืองเข้ม รสชาติกรอบหวานปานกลาง

2.2.5.2 พันธุ์อีถ่อเขียว มีลักษณะผลยาวขนาดเล็ก เปลือกผลเป็นสีเขียว ถึงแม้ผลจะสุกแล้วก็ยังเขียวอยู่ และเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อีถ่อแดง เนื้อจะมีสีเหลืองและยวงสั้นกว่า รสชาติของเนื้อยวงโดยทั่วไปจะดีกว่าพันธุ์อีถ่อเขียว คือผลมีขนาดเล็กและก้านผลยาว เปลือกผลมีสีเขียว

2.2.5.3 พันธุ์อีถ่อจำปา มีลักษณะและขนาดของผลคล้ายอีถ่อเขียว คือผลมีขนาดเล็กและก้านยาว เปลือกผลมีสีเขียว เพียงแต่เนื้อยวงเป็นสีจำปา

2.2.6 พันธุ์คุณวิชาญหรือขุนวิชาญ ต้นเดิมอยู่ใกล้กับวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ ต่อมามีเจ้าหน้าที่นักวิชาการเกษตรกรมวิชาการเกษตร นำไปขยายพันธุ์และเผยแพร่ให้กับประชาชน จนกระทั่งได้ชื่อว่า ขนุนคุณวิชาญ แต่มีบางคนเรียกเพี้ยนไปเป็น ขนุนขุนวิชาญ จึงทำให้รู้สึกว่าเป็นพันธุ์ขนุนที่อายุเก่าแก่ไป ลักษณะผลมีรูปทรงยาวคล้ายสากกะเบือหิน ขนาดใหญ่ปานกลางมีน้ำหนักประมาณ 18 – 20 กิโลกรัมต่อผล ผลส่วนบนที่ติดกับขั้วแคบเล็กน้อย ก้านผลสั้น ยวงหนาพอสมควร เนื้อเป็นสีจำปา มีลักษณะด้อยตรงที่คุณภาพของเนื้อยวงไม่ดีเท่าที่ควร กล่าวคือเวลาสุกเนื้อจะค่อนข้างนิ่มไม่กรอบ

2.2.7 พันธุ์แดงรัศมี เดิมเรียกกันว่า พันธุ์อีแดง แต่ไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร จึงได้เปลี่ยนชื่อใหม่เป็น แดงรัศมี ทำให้เริ่มได้รับความสนใจมากขึ้นกว่าเดิม ตั้งแต่เดิมของขนุนพันธุ์นี้อยู่ที่จังหวัดตราด มีลักษณะผลขนาดใหญ่ น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 15 – 18 กิโลกรัม ต่อผล ยวงมีขนาดใหญ่และยาว เนื้อหนา เป็นขนุนที่มีสีจำปา รสชาติหวานกรอบ เมล็ดขนาดเล็กและไม่งอกในผลขณะที่ผลสุก

2.2.8 พันธุ์แม่น้อยทะวาย มีลักษณะใบเล็กกว่าใบขนุนทั่วไป สีเขียวเข้ม ปลายใบแหลม ผลขนาดใหญ่ รูปทรงรีคล้ายรูปไข่ ผิวเปลือกเรียบเสมอไม่มีแป้ว น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 18 กิโลกรัมต่อผล มีปริมาณยวงมาก ยวงขนาดเล็กและยาว แต่ค่อนข้างบาง เนื้อยวงสีเหลือง รสหวานปานกลางซังน้อย ลักษณะที่เด่นของขนุนพันธุ์นี้คือ เป็นขนุนที่ให้ผลดกมาก และออกผลทะวายนอกฤดูกาลตลอด ทั้งนี้ไม่ได้มีการดูแลรักษาตัดแต่งกิ่งหรือใส่ปุ๋ยมากนัก โดยปีหนึ่งๆ จะให้ผลผลิตนอกฤดูมากกว่า 100 ผลต่อต้น นับเป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับปลูกเพื่อการค้ามาก แต่เป็นยวงขนุนสีเหลืองอ่อนไป

2.2.9 พันธุ์เจ๊กโต๊ะ เป็นพันธุ์ขนุนที่ได้จากการเพาะเมล็ดจากอำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี เมื่อประมาณ 40 ปีที่แล้ว นำไปปลูกที่อำเภอปากท่อ ได้ต้นขนุนมีลักษณะดีขึ้นมา มีผลขนาดใหญ่และต่อมานายอำเภอปากท่อไปพบเข้าในสวนเจ๊กโต๊ะ จึงได้นำมาประกวดได้รับรางวัลชนะเลิศที่ 1 และได้ตั้งชื่อว่าขนุนพันธุ์ เจ๊กโต๊ะ
ตามชื่อเจ้าของผู้ปลูก ลักษณะเป็นขนุนที่มีใบค่อนข้างกลมขนาดเล็ก ผลรูปไข่ขนาดใหญ่ มีก้านผลยาวและในก้านผลหนึ่งๆ มักจะออกผลหลายผล ผลอ่อนเปลือกจะเป็นสีเขียวอมเหลือง เมื่อสุกเปลือกเป็นสีเหลืองอมเขียว ยวงหนา เนื้อสีเหลือง แต่ซังจะมีสีเหลืองอมขาวเล็กน้อย เนื้อแห้งกรอบรสชาติหวานกรอบอร่อย เมล็ดค่อนข้างเล็ก

2.2.10 พันธุ์เบาเปลือกหวาน มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางภาคใต้ อำเภอละแม จังหวัดชุมพร ซึ่งบางครั้งอาจเรียกว่า พันธุ์เบาละแม ตามชื่อแหล่งกำเนิด เป็นขนุนที่สามารถออกดอกติดผลได้รวดเร็ว คือถ้าปลูกด้วยกิ่งทาบ ต้นติดตาหรือเปลี่ยนยอด จะตกผลเมื่ออายุได้ 2 ปีครึ่ง ถึง 3 ปีหลังปลูก ให้ผลดกและออกผลนอกฤดู ผลลักษณะทรงกลมขนาดใหญ่ มีน้ำหนักผลประมาณ 10 – 30 กิโลกรัมต่อผล ขั้วผลยาว ติดผลใหม่ๆ ผลอ่อนจึงมีเปลือกสีเหลืองอ่อน พออายุได้ประมาณ 6 เดือน เปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว ผลสุกจะมีเปลือกเป็นสีน้ำตาลเข้ม ผลมีหนามสั้นและห่าง เปลือกบาง เนื้อใต้เปลือกมีรสหวานพอๆกับเนื้อยวง สามารถลอกออกได้ง่ายและรับประทานได้ด้วย ยวงขนาดใหญ่ยาว

และหนา มียางและซังน้อย เมล็ดเล็ก ยวงและซังมีสีเหลืองเข้มเหมือนกับเนื้อยวงมีรสชาติหวานจัด แต่มีข้อเสียตรงที่มีไส้ของผลค่อนข้างใหญ่ อย่างไรก็ตาม นับเป็นขนุนพันธุ์ที่ได้รับความนิยมปลูกเพื่อการค้ากันมากอีกพันธุ์หนึ่ง

2.2.11 พันธุ์ทองนาทวี มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา ถือว่าเป็นขนุนพันธุ์ที่เป็นผลขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาขนุนทุกพันธุ์ที่มีอยู่ในประเทศไทย ติดผลได้ดี หนึ่งปีจะมีการออกดอก 2 ครั้ง โดยครั้งแรกออกดอกในราวเดือนธันวาคม และอีกครั้งหนึ่งช่วงประมาณเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม ซึ่งต้นขนุนที่มีอายุตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป หากมีการควบคุมจำนวนผลให้เหลือผลประมาณ 7-8 ผลต่อรุ่น จะทำให้ผลมีขนาดโตมาก ลักษณะผลขนาดใหญ่มีน้ำหนักเฉลี่ยตั้งแต่ 40 - 80 กิโลกรัมต่อผล ยวงขนาดใหญ่ยาวและหนา เนื้อยวงสีเหลือง รสหวานพอสมควร และหวานเพิ่มมากขึ้นเมื่อผลสุกเต็มที่ แต่เมื่อเทียบกับขนุนพันธุ์อื่นแล้ว ความหวานของเนื้อยวงขนุนพันธุ์นี้จะด้อยกว่ามาก

2.2.12 พันธุ์หนึ่งในพัน ต้นกำเนิดของขนุนพันธุ์นี้อยู่ที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี มีรูปทรงและมีคุณสมบัติตามลักษณะของขนุนที่ดี คือเป็นขนุนที่มีลักษณะทรงพุ่มสูง ใบขนาดใหญ่มีเส้นกลางใบเห็นเด่นชัด ติดผลดก ออกผลนอกฤดู ผลมีขนาดสม่ำเสมอกันเกือบทั้งต้น ให้ผลผลิตเฉลี่ย 60 ผลต่อต้นต่อปี รูปร่างของผลมีลักษณะกลมยาวสวยงาม เปลือกบางสีเขียว แต่ถ้ามีการห่อผิวเปลือกจะเป็นสีเหลือง หนามสั้น ขั้วและไส้ผลเล็ก ยวงยาวและหนา น้ำหนักยวงประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล เนื้อยวงมีสีเหลืองเข้มเป็นมัน ซังมีสีเหลืองรับประทานได้ เมล็ดขนากปานกลางไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป เป็นขนุนพันธุ์ที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีมาก เหตุที่ได้ชื่อว่า หนึ่งในพัน นั้นหมายความว่าการปลูกขนุนเพื่อคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์จากขนุนพันต้น จะพบขนุนที่มีลักษณะดีเด่นอย่างนี้เพียงต้นเดียวเท่านั้น ขนุนพันธุ์นี้ก็มีข้อเสียตรงที่มีซังค่อนข้างมาก ถึงแม้ว่าจะเป็นซังเลี้ยงที่รับประทานเป็นส่วนมากก็ตาม

2.2.13 พันธุ์เหรียญบาท ถือเป็นพันธุ์ที่ผลผลิตดกมากอีกพันธุ์หนึ่ง การตกผลหากปลูกด้วยกิ่งทาบ ต้นติดตา หรือเปลี่ยนยอด จะเริ่มออกดอกติดผลเมื่ออายุประมาณ 5 ปีหลังปลูก ผลมีลักษณะกลมขนาดโตปานกลาง น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 7 – 15 กิโลกรัมต่อผล มีหนามสั้น ผิวเปลือกสีเหลือง เนื้อรสหวานแต่ไม่หวานมากนัก

2.2.14 พันธุ์เหรียญชัย เป็นขนุนกลายพันธุ์มาจากการเพาะเมล็ดจากต้นแม่พันธุ์หนึ่งในพัน ซึ่งเป็นขนุนพันธุ์ใหม่ ให้ผลดกมากแต่ไม่ออกทะวาย ติดผลในขณะที่ต้นยังเล็ก ให้ผลผลิตดกถึง 30 ผลต่อต้นต่อปี ผลมีลักษณะกลมรีคล้ายรูปไข่ ขนาดค่อนข้างเล็ก มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 9 กิโลกรัมต่อผล เปลือกบางสีเขียวอมน้ำตาล หนามห่าง ยางน้อย ไส้ผลขนาดปานกลาง เมล็ดเล็ก มีซังน้อยหรือเกือบไม่มีเลย ยวงยาวและหนาพอสมควร เนื้อยวงสีเหลืองทอง เนื้อแห้งแข็งกรอบ รสชาติหวานจัด และเมื่อแกะยวงเอาเมล็ดออกได้น้ำหนักประมาณ 48 – 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก

2.2.15 พันธุ์เหรียญทอง เป็นขนุนที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบภาคกลาง แต่ปัจจุบันมีปลูกมากแถวจังหวัดชลบุรี มีลักษณะทรงพุ่มสวยงามมาก ทนทานต่อสภาพความแห้งแล้งได้ดี ตกผลเร็วมากคือหากปลูกด้วยกิ่งทาบ ต้นติดตาหรือต่อยอดจะตกผลเมื่ออายุได้ประมาณ 2 ปีหลังปลูก แต่ต้องมีการดูแลรักษาเอาใจใส่เป็นอย่างดี เป็นพันธุ์ที่ติดผลดก และยังมีการออกนอกฤดูมากแต่ไม่มากนัก ให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 30 – 50 ผลต่อต้นต่อปี ผลมีลักษณะกลมรีคล้ายไข่ขนาดโตปานกลาง มีน้ำหนักประมาณ 10 – 15 กิโลกรัมต่อผล เปลือกบางสีเขียวอมน้ำตาล ไส้ผลค่อนข้างใหญ่มีซังน้อย

เมล็ดขนาดปานกลาง ยวงมีขนาดยาวประมาณ 2.5 – 3 นิ้ว หนาประมาณ 0.5 – 1 เซนติเมตร เนื้อยวงสีเหลืองรสหวานจัดกรอบอร่อยแม้ฤดูเก็บเกี่ยวจะมีฝนตกชุก แต่ขนุนพันธุ์นี้ก็ยังมีรสชาติและยังคงความหวานได้อย่างสม่ำเสมอ หรือจะแกะยวงทิ้งไว้ทั้งวันยวงก็ไม่เละ ความหวานเหมือนเดิม แต่มีข้อเสียตรงที่เปลือกบาง เมื่อสุกผลชอบแตก เนื้อยวงมีสีเหลืองไม่จัดและไม่ต้านทานต่อโรคใบร่วง

2.2.16 พันธุ์รวงทอง ต้นกำเนิดเดิมอยู่ที่อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ได้จากการเพาะเมล็ดจากขนุนต้นแม่ที่มีอายุประมาณ 20 กว่าปี ลักษณะเป็นขนุนที่ให้ผลเร็วอีกพันธุ์หนึ่ง คือเมื่อปลูกด้วยกิ่งทาบ ต้นติดตา หรือต่อยอด จะเริ่มตกผลครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 2 ปีครึ่งหลังปลูก แต่ผู้ปลูกจะต้องดูแลรักษาเอาใจใส่เป็นอย่างดี ขนุนพันธุ์นี้ให้ผลผลิต 20 - 30 ผลต่อต้นต่อปี ผลลักษณะกลมรีขนาดใหญ่ปานกลาง มีน้ำหนักประมาณ 10 – 25 กิโลกรัมต่อผล หนามห่างและสั้น เปลือกบาง ผิวเปลือกสีน้ำตาลอมเหลืองมีซังน้อยไส้ผลและเมล็ดเล็ก ยวงมีขนาดยาว 3 – 3.5 นิ้วหนา 0.5 – 1.2 เซนติเมตร เนื้อยวงสีเหลืองจัดมาก ลักษณะที่เด่นของขนุนพันธุ์นี้คือ สามรถที่จะออกดอกติดผลให้ผลผลิตออกสู่ตลาดได้ก่อนพันธุ์อื่นๆ ประมาณ 1 เดือน และเมื่อแกะยวงเอาเมล็ดออก จะได้ปริมาณยวงมากถึง 52 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล แต่ก็มีข้อเสียตรงที่ผิวผลมักจะแป้ว ไม่เรียบเสมอทุกด้าน ซึ่งแสดงว่าภายในผลเกิดจากดอกตัวเมียได้รับการผสมเกสรไม่สมบูรณ์

2.2.17 พันธุ์ทองสัมฤทธิ์ เป็นขนุนที่กลายพันธุ์มาจากการเพาะเมล็ดของขนุนฟ้าถล่ม เมื่อประมาณ 20 ปีที่แล้ว เป็น ขนุนพันธุ์ที่ทีการผสมเกสรได้ดีมากติดผลดก ให้ผลผลิตเฉลี่ย 40 ผลต่อต้นต่อปี ลักษณะทรงผลรูปไข่ขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 15 - 25 กิโลกรัมต่อผล เปลือกบางสีเหลือง ผิวผลเรียบเสมอกันทุกด้านไม่มีแป้ว แต่มีจุดด่างดำที่ผิวเปลือก ไส้กลางผลและเมล็ดขนาดเล็ก ยวงยาวและหนา เนื้อยวงสีเหลืองจัด รสชาติหวานจัดกรอบอร่อย เมื่อแกะยวงเอาเมล็ดออกจะได้ยวงหนักประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล นับเป็นขนุนอีกพันธุ์หนึ่งที่กำลังมีชื่อเสียงและนิยมกันมากในปัจจุบัน มีข้อเสียอยู่บ้างตรงที่ผิวเปลือกมีจุดด่างดำ แต่ก็ไม่ส่งผลไปถึงเนื้อยวงภายในผลแต่ประการใด

2.2.18 พันธุ์แดงรังสี เป็นขนุนที่ปลูกมากที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ให้ผลผลิตประมาณ 15- 20 ผลต่อต้นต่อปี ผลมีขนาดโตปานกลาง มีน้ำหนักประมาณ 8 - 15 กิโลกรัมต่อผล ซังสีขาวและมีค่อนข้างมาก เนื้อยวงสีจำปา เมื่อแกะยวงเอาเมล็ดออกจะได้ยวงหนักประมาณ 37 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล

2.3 ลักษณะพันธุ์ที่ดีของขนุน โดยทั่วไปขนุนที่ดีควรมีลักษณะลำต้นแข็งแรง ทนทานต่อโรคและแมลงได้ดี ใบหนา มีส้นกลางใบใหญ่เห็นชัดเจน การผสมเกสรดี ซึ่งส่งผลถึงปริมาณของยวงในผลด้วย ติดผลดก และออกผลปีละ 2 ครั้ง ขนุนต้นที่มีอายุ 10 ปีขึ้นไปควรจะให้ผลผลิตเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 50 ผลต่อต้นต่อปี แต่ละผลจะต้องมีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่า 10 กิโลกรัมขึ้นไป ผลมีลักษณะค่อนข้างกลม หรือรูปทรงกลมคล้ายกระบอก ความยาวของผลอย่างน้อยจะต้องมีความยาวเท่ากับสองเท่าของความกว้างของผล ขั้วผลขนาดเล็ก ฐานของผลมีลักษณะตั้งฉาก หรือเกือบตั้งฉากกับขั้วของผล ซึ่งจะทำให้ยวงขนุนที่อยู่ภายในผลบริเวณนั้นสมบูรณ์ มีหนามห่างและยกสูงจากผิวเปลือก ไม่มีแป้ว เปลือกบางมีสีเขียวหรือสีเหลือง ยวงใหญ่ยาวและหนามีขนาดใกล้เคียงกันตลอดทั้งผล ยวงสีเหลืองเข้มหรือสีจำปา ผิวเป็นมันเปล่งปลั่งขั้วยวงติดกับไส้ผลเพียงครึ่งเดียว ไม่เต็มหน้าตัดของยวง และปลายยวงติด

กับเปลือกไม่พับงอ เนื้อมีรสหวานจัดกรอบอร่อยมียางและซังน้อย เมล็ดเล็กหรือลีบ น้ำหนักของยวงเมื่อแกะเอาเมล็ดออก ควรไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผล

2.4 คุณค่าทางโภชนาการ

ขนุนจัดเป็นผลไม้ที่รับประทานได้ทั้งเมล็ด และซังขนุน นอกเหนือจากเนื้อ สารอาหารส่วนใหญ่ในขนุน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ในเนื้อขนุนแก่มีปริมาณร้อยละ 23.7 ซังขนุนมีปริมาณร้อยละ 29.2 และในเมล็ดมีปริมาณร้อยละ 30.6 วิตามินแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายน้ำได้แตกต่างกัน วิตามินซีไวต่อการถูกทำลายด้วยความร้อนและการออกซิเดชันมากที่สุด หากต้องการลดการสูญเสียวิตามินซี ต้องใช้เวลาในการอบแห้ง และการเก็บรักษาที่สั้น ใช้อุณหภูมิต่ำ ความชื้น สัมพัทธ์และออกซิเจนต่ำ วิตามินบีหนึ่งก็ไวต่อความร้อน แต่วิตามินชนิดอื่นค่อนข้างทนต่อความร้อนและออกซิเดชันจึงสูญเสียระหว่างอบแห้ง 5-11%

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางอาหารของขนุนในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

คุณค่าทางอาหาร	ขนุนแก่	ซังขนุน	เมล็ด
ความชื้น (กรัม)	72.9	66.6	60.7
ไขมัน (กรัม)	0.3	0	0.2
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	23.7	29.2	30.6
เส้นใย (กรัม)	0.9	1.8	1.6
โปรตีน (กรัม)	1.7	1.4	5.5
ค่าพลังงานความร้อน (กรัม)	94	122	146
แคลเซียม (มก.)	27	21	0
ฟอสฟอรัส (มก.)	38	13	105
เหล็ก (มก.)	0.6	0.2	2.9
ไวตามิน B1 (มก.)	0.09	0.08	1.74
ไวตามิน B2 (มก.)	0.11	0.15	0.02
ไวตามิน C (มก.)	9	13	3.25
ไนอาซีน (มก.)	0.7	0	24
ไวตามิน A (IU)	329	0	22

ที่มา : นฤชิต (2529)

2.2 การดอง

การดอง หมายถึง การถนอมอาหารในน้ำเกลือและมีน้ำส้มเล็กน้อย อาจเติมเครื่องเทศ น้ำตาล หรือน้ำมันด้วยก็ได้ การดองอาจอาศัยเชื้อจุลินทรีย์เข้าไปช่วย ถ้าดองในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นต่ำ เช่น แตงกวาดอง กระเทียมดอง ขิงดอง เป็นต้น หรืออาจดองโดยไม่ต้องอาศัยเชื้อจุลินทรีย์

เลย ซึ่งมักใช้กับผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวหรือที่มีความเป็นกรดสูง และใช้น้ำเกลือที่เค็มจัด เช่น มะม่วงดอง เป็นต้น(กระยาทิพย์, 2537)

การปรุงแต่งอาหารให้มีรสชาติแตกต่างไปจากรสชาติเดิมตามธรรมชาติของอาหารนั้นๆ โดยวิธีการเก็บไว้ตามกรรมวิธีซึ่งแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิด ชั่วระยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นจึงค่อยนำมารับประทานหรือประกอบเป็นอาหารในรูปแบบต่างๆต่อไปภายหลังจากการดองเสร็จสิ้น การดองนี้สามารถใช้ได้กับอาหารทุกชนิดว่าไม่จะเป็นอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ กระบวนการดองเกิดขึ้นจากการที่สารปรุงแต่งแต่บางชนิดจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับสารบางตัวภายในอาหารอันจะส่งผลต่อรสชาติของอาหารภายหลังจากการดองที่แปรเปลี่ยนไป นอกจากเหนือไปจากรสชาติที่แปลกไปจากเดิมแล้ว ยังจะสามารถรักษาคุณภาพของอาหารไม่ให้เกิดการเน่าเสีย เช่น การดองในน้ำส้ม การดองหวาน การดองด้วยเกลือ ซึ่งในบางครั้งการดองด้วยเกลือก็อาจทำให้เกิดรสเปรี้ยวได้เช่นกัน โดยสามารถกำหนดจากปริมาณของเกลือ คิดเป็นอัตราส่วนระหว่างอาหารและเกลือ ซึ่งก่อให้เกิดการหมักฟูจนกระทั่งเกิดเป็นกรดแลคติกอันเป็นสาเหตุทำให้อาหารมีรสเปรี้ยว ซึ่งกรดและรสเปรี้ยวดังกล่าวนี้เองจะเป็นตัวช่วยถนอมอาหารไม่ให้เกิดการเน่าเสียเปื่อยบูดเสียอีกด้วย การดองเปรี้ยวในบางครั้งก็เป็นผลมาจากการกระทำของเชื้อน้ำส้มให้เกิดเป็นกรดน้ำส้มได้ เช่น เดียวกับน้ำเกลือที่เปลี่ยนเป็นกรดแลคติก (กระยาทิพย์, 2537)

2.2 สารเคมีต้องห้ามในอาหารประเภทการดอง

2.2.1 สารบอแรกซ์ อันตรายต่อร่างกาย

2.2.1.1 อาการเฉียบพลัน อาเจียน ท้องเสีย ผิวหนังร้อนแดง ชัก มีไข้สูง ตัวเหลืองความดันลด หมดสติ ตายในที่สุด

2.2.1.2 อาการเรื้อรัง ได้แก่ เบื่ออาหาร น้ำหนักลด อาเจียน ผมร่วง ชัก โลหิตจาง

2.2.1.3 ทำให้ทางเดินอาหารเกิดการระคายเคือง

2.2.1.4 เป็นพิษต่อไต และสะสมในสมอง

2.2.2 กรดซาลิซิลิค (สารกันรา) อันตรายต่อร่างกาย

2.2.2.1 อาการเฉียบพลัน ปาก คอไหม้ หายใจถี่ อาเจียน หูอื้อ ง่วงซึม ชัก หมดสติ

2.2.2.2 พิษเรื้อรัง เช่น หูอื้อ มีเลือดออกในกระเพาะ

2.2.2.3 หายใจลึกถี่ผิดปกติ ความเป็นกรด-ด่าง ของร่างกายเสียไป

2.3 น้ำดอง

น้ำดอง หมายถึงน้ำเกลือหรือเกลือที่มีส่วนผสมอื่น เช่น น้ำตาล เครื่องเทศ (มผช.160/2546)

2.4 น้ำปรุงรส

น้ำปรุงรส หมายถึงของเหลวที่เตรียมจากส่วนประกอบต่างๆเช่นน้ำตาล เกลือ กรดซิตริก กรดอะซิติก (มผช.160/2546)

2.5 ผลไม้ดอง

ผลไม้ดอง หมายถึง ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลไม้ ที่ได้จากการนำผลไม้ทั้งผลมาล้างให้สะอาด อาจมีการตัดแต่ง เช่น ปอกเปลือก (peeling) คว้านเมล็ด และอาจนำไปแช่ในน้ำปูนใสหรือสารช่วยทำให้กรอบก่อน นำมาผ่านกระบวนการดองในน้ำดอง ซึ่งประกอบด้วย น้ำเกลือ หรือเกลือที่มีส่วนผสมอื่น เช่น น้ำตาล เครื่องเทศในระยะเวลาที่เหมาะสม หรือนำมาผ่านกระบวนการดองในน้ำปรุงรส เช่น น้ำตาล เกลือ กรดซิตริก (citric acid) กรดอะซิติก(acetic acid) อีกครั้งหนึ่ง แล้วบรรจุในภาชนะบรรจุ

2.6 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับผลไม้ดอง

ระหว่างทำการหมักดองผลไม้ในช่วงต้นนั้นจะเป็นปฏิกิริยาออสโมซิส (osmosis) โดยน้ำตาลที่มีอยู่ในผลไม้จะแพร่ออกมาอยู่ในน้ำเกลือ ทำให้น้ำเกลือมีสารอาหารเพียงพอกับการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนตามธรรมชาติมากับผลไม้ สามารถเจริญได้ โดยเฉพาะจุลินทรีย์พวก *Achromobacter* และyeast ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรด แอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อสภาวะเริ่มเป็นกรดจะทำให้จุลินทรีย์พวก *Lactic acid bacteria* เช่น *Leuconostoc mesenteroids* เจริญเติบโตขึ้นทำให้เกิดกระบวนการหมักเกิดเป็นกรดแลคติก (lactic acid fermentation) โดยใช้น้ำตาลเปลี่ยนให้เป็นกรดอะซิติก (acetic acid) กรดแลคติก (lactic acid) แอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อภายในถังหมักมีความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น เชื้อ *Leuconostoc* จะเจริญช้าลง และจะมีเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus brevis*เจริญและเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรดแลคติก 1-2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นแบคทีเรียพวก *Lactobacillus platarum* จะเกิดการเจริญเติบโตขึ้นแล้วจากนั้นจะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรดแลคติก จนมีความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปฏิกิริยาการหมักจึงสิ้นสุด

2.7 กลิ่นรสของผลไม้ดอง

กลิ่นรสของผลไม้ดองเกิดจากแอลกอฮอล์และกรดที่เกิดขึ้นจะรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบเอสเทอร์ (ester) ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นหอมแก่ผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ในการหมักระยะแรกๆ จึงต้องมีการควรควบคุมอุณหภูมิภายในถังหมักให้อยู่ที่ประมาณ 21 องศาเซลเซียส เพื่อให้เชื้อ *Leuconostoc mesenteroids* เจริญได้อย่างเต็มที่เพราะถ้าอุณหภูมิในการหมักระยะแรกๆ มีอุณหภูมิสูงมากมีผลทำให้เชื้อชนิดอื่นเจริญได้ดีกว่า ผลิตภัณฑ์จะมีรสชาติและกลิ่นไม่ดีเท่าที่ควร

2.8 ส่วนประกอบที่สำคัญในการดองผักผลไม้

ส่วนประกอบที่สำคัญในการดองผลไม้ ได้แก่ เกลือ น้ำส้มสายชูหรือกรดอะซิติก กรดแลคติก สารเหล่านี้เมื่อใช้ในการปริมาณที่พอเพียงจะทำหน้าที่ในการถนอมอาหาร อาจใช้ตัวใดตัวหนึ่งหรือใช้ร่วมกัน

2.9 เกลือ

เป็นแร่ธาตุทางโภชนาการชนิดหนึ่ง โดยหลักแล้วคือโซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) ซึ่งสามารถสกัดได้จากสัตว์และพืช แต่เกลือจากพืชบางครั้งอาจเป็นพิษ เกลือบริโภคสามารถผลิตได้จากน้ำทะเลหรือดินเค็ม เป็นเครื่องปรุงอาหารที่ให้รสเค็มที่มีมาตั้งแต่โบราณ สามารถใช้ถนอมอาหาร

2.9.1 เกลือที่ใช้ในการดอง

เกลือที่ใช้ในการหมักดองควรเป็นเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่มีความบริสุทธิ์ คือ ไม่ควรมีสารเจือปนอื่นมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ไม่ควรมีสารเคมีพวกเกลือของแคลเซียมหรือแมกนีเซียม ฟอสเฟต ไม่ควรมีแคลเซียมออกไซด์ มีผลทำให้ความเป็นกรดในน้ำเกลือลดลงและยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดการตกตะกอนที่ก้นภาชนะ ควรปลอดจากธาตุเหล็กเพราะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดสีดำ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาแทนนินที่มีในผักผลไม้ และไม่ควรมีเกลือแมกนีเซียม ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดรสขม นอกจากนั้นเกลือคาร์บอเนต มีผลทำให้เนื้อสัมผัสของผลไม้อ่อนตัวและลดความเป็นกรดลง โดยทั่วไปการดองผักผลไม้จะใช้เกลือทะเลเป็นส่วนใหญ่ รวมทั้งเกลือสินเธาว์ที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ แต่ก็ควรใช้ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสกรอบ

2.9.2 บทบาทของเกลือในการดอง

เกลือช่วยในการถนอมอาหารทำให้เกิดคุณภาพของการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยเฉพาะกลิ่นรสและเนื้อสัมผัส คือ เมื่อผสมผักหรือผลไม้กับเกลือหรือแช่ในน้ำเกลือจะทำให้เกิดการออสโมซิสของสารที่ละลายได้ในผักผลไม้ แพร่กระจายในสูตรน้ำเกลือ และสารละลายในน้ำเกลือจะซึมเข้าสู่เซลล์ของผักผลไม้ ความเป็นกรดในน้ำเกลือสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียที่มีอยู่ในกระบวนการหมัก และทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสและรสชาติที่น่ารับประทาน เกลือสามารถทำหน้าที่เป็นตัวเลือกชนิดจุลินทรีย์ ความเข้มข้นของเกลือในระดับต่างๆ เป็นปัจจัยในการควบคุมหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหารเนื่องจากปริมาณเกลือ และอุณหภูมิของน้ำเกลือ มีผลต่อการผลิตกรดและชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง ปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการเกิดกรดช้าลงและจำนวนชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องมีน้อยลงด้วย ในอาหารที่มีเกลือทำหน้าที่เป็นสารกันเสีย เกลือจะแตกตัวเป็นไอออน แต่ละไอออนจะดูดโมเลกุลของน้ำไว้ เมื่อความเข้มข้นของเกลือมากขึ้นจึงต้องการน้ำมากยิ่งขึ้น ถ้าปริมาณน้ำคงที่เกลือจะอิ่มตัวเพราะไอออนของเกลือไม่มีน้ำจับ ที่จุดนี้เกลือเข้มข้น 26.4 เปอร์เซ็นต์ มีค่า a_w = 0.75 ซึ่งจุลินทรีย์พวกแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโต

2.9.3 ประโยชน์ของเกลือในอาหาร

เกลือโซเดียมคลอไรด์มีบทบาทอย่างเป็นมากในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากมีราคาถูกและใช้ได้หลากหลายเพื่อเป็นเครื่องปรุงรส หรือใช้เพื่อการถนอมอาหาร เช่น การหมักเกลือ (salt curing) ซึ่งจะช่วยในการลดแอคทิวิตี้ของน้ำ (water activity) ทำให้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) อาหารที่มีปริมาณเกลือสูง ได้แก่ กะปิ กุ้งแห้ง น้ำปลา ปลาร้า ปลาจ่อม กุ้งจ่อม ปลาส้ม ไตปลา ปูเค็ม

2.9.4 ชนิดของเกลือที่ใช้ในอาหาร

2.9.4.1 เกลือสมุทร หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขังน้ำทะเลในนาพักเพื่อให้มีโคลนตมตกตะกอนและมีความเค็มเพิ่มขึ้น จากนั้นระบายน้ำเข้าสู่นาอีกแห่งเพื่อให้น้ำระเหยไปโดยกระแสลมและความร้อนจากแสงอาทิตย์จนเกลือตกผลึก ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วเติมไอโอดีน

2.9.4.2 เกลือสินเธาว์ เป็นเกลือที่ได้จากการต้มน้ำเกลือจากบ่อเกลือภูเขา แล้วนำมาเติมสารไอโอดีน

2.9.4.3 เกลือบริโภคเสริมไอโอดีน หมายถึง เกลือบริโภค (table salt) หรือ เกลือโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) ที่เป็นผงละเอียดสีขาว ใช้สำหรับปรุงอาหารเสริมไอโอดีนเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ป้องกันการเกิดโรคคอพอกและมีส่วนผสมของสารที่ให้ไอโอดีนคงตัว (stabilizers for the iodine) และ anticaking agent เพื่อป้องกันการดูดน้ำ ทำให้เทง่าย ไม่จับตัวกันเป็นก้อน

2.10 น้ำตาล

น้ำตาล (sugar) เป็นสารให้ความหวาน (sweetener) ที่เป็นคาร์โบไฮเดรต ประเภทน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) และน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide)

2.10.1 น้ำตาลที่ใช้ในอาหาร

2.10.1.1 น้ำตาลซูโครส (sucrose) เป็นน้ำตาล (sugar) ที่เรียกกันทั่วไปว่าน้ำตาลทราย ที่ใช้เป็นสารให้ความหวาน (sweetener) อย่างกว้างขวางทั่วโลก พบอยู่ในพืชและผลไม้หลายชนิด แต่ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตน้ำตาลทางการค้า คือ อ้อย และหัวบีท (beat root)

2.10.1.2 น้ำตาลกลูโคส โดยทั่วไปพบได้มากในผลไม้ที่มีรสชาติหวาน เช่น องุ่น (อาจเรียกน้ำตาลกลูโคสว่า grape sugar) เชอร์รี่ และน้ำผึ้งเป็นน้ำตาลที่พบอยู่ในเลือด

2.10.1.3 น้ำตาลฟรักโทส (fructose) หรือ เลวูโลส (laveulose)

2.10.1.4 น้ำตาลแล็กโทส มีความหวานน้อยกว่าน้ำตาลชนิดอื่น

2.11 เครื่องปรุงรส

ในส่วนเครื่องเทศและเครื่องปรุงรสต่างๆนั้น ก็ต้องผ่านการคัดสรรมาจากสิ่งดีๆอันจะส่งผลให้เกิดผลดีต่ออาหารที่ทำการหมักดอง ไม่ว่าจะเป็น น้ำส้ม ที่นำมาใช้สำหรับดองเพื่อช่วยในการยับยั้งให้อาหารเน่าเสียช้ากว่าปกติ ช่วยควบคุมการหมักฟู และยังเป็นตัวชูรสให้มีรสชาตินน่ารับประทานอีกด้วย ฉะนั้นการนำเอาน้ำส้มมาใช้ดองต้องเลือกน้ำส้มที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน โดยอาจนำผลไม้รสเปรี้ยวซึ่งมีกรดน้ำส้มตามธรรมชาติ หรืออาจจะเป็นน้ำส้มที่ได้จากการกลั่น ซึ่งจะช่วยให้อาหารจำพวกผักผลไม้ที่นำมาดองมีความกรอบ และคงสีเดิมของอาหารได้ดี แต่น้ำส้มที่ได้จากการกลั่นจะมีกลิ่นฉุนและเปรี้ยวจนขมกว่าน้ำผลไม้ ซึ่งจะให้รสและกลิ่นดีกว่า ก็แล้วแต่ความสะดวกและความต้องการในการเลือกใช้

2.12 กรด

เป็นสารชนิดหนึ่งในทางเคมี โดยทั่วไปแล้วหมายถึงสารชนิดใดก็ได้ที่สามารถละลายน้ำได้ และเกิดสารละลายที่มีค่า pH น้อยกว่า 7 ในทางวิทยาศาสตร์

2.12.1 บทบาทของกรดในการดอง

การเติมกรด เช่น กรดอะซิติกหรือน้ำส้มสายชู ในน้ำเกลือเริ่มต้นนั้นเพื่อทำให้น้ำเกลือมีความเป็นกรดด่าง (pH) ในช่วง 2.8 - 3.3 ซึ่งสามารถช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นและเน่าเสียที่ปนเปื้อนจากวัตถุดิบ เพราะจุลินทรีย์ทำให้ผลิตภัณฑ์เน่าเสียจะเจริญเติบโตได้ในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นกรดต่ำ น้ำส้มสายชูยังทำให้เกิดรสชาติแต่รสชาติจากกรดอะซิติกจะแตกต่างจากรสรสชาติที่เกิดจากกรดแลคติก

2.13 การควบคุมปริมาณอากาศขนาดดอง

เพื่อป้องกันการทำงานของออกซิเดทีฟยีสต์ ซึ่งทำให้เกิดการเจริญเติบโตของแผ่นฟิล์มยีสต์ ปัจจัยที่สำคัญคือ การกดทับผักผลไม้ให้จ่มในน้ำเกลือตั้งแต่เริ่มในการดองและทำการควบคุมพื้นที่ผิวหน้าของน้ำเกลือในภาชนะให้เป็นสภาพไม่มีอากาศ (มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด, 2555)

2.14 วิธีการกำจัดฟิล์มยีสต์ระหว่างการดอง

2.14.1 การกวนผิวหน้าน้ำเกลือทุกวัน

2.14.2 การเติมน้ำมันแร่ (mineral oil) ปิดทับที่ผิวหน้าน้ำเกลือ

2.14.3 การนำถังหมักไปตากแดด หรือวางให้ได้รับแสงแดดบ้างเพื่อให้แสงยูวีทำลายยีสต์

2.14.4 การแยกแผ่นฟิล์มยีสต์พร้อมทั้งแผ่นพลาสติกหรือถุงน้ำหนักกดทับออกจากผิวหน้าน้ำเกลือทุกวัน ต้องล้างทำความสะอาดถุงเก่าก่อนนำมาใช้ทับอีก

2.14.5 การแยกฟิล์มยีสต์ออกโดยระบบกาลักน้ำแล้วทดแทนด้วยน้ำเกลือ

2.15 ปัจจัยที่มีผลต่อการดอง

กระบวนการดองซึ่งเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในอาหาร โดยจะมีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้องนั้น จะมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติของอาหารเปลี่ยนแปลงไป โดยถ้าหากมีการควบคุมปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมก็จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องของกลิ่นรส ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของผลิตภัณฑ์

2.15.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

โดยทั่วไปอาหารจะมีความเป็นกรดด่างแตกต่างกันไป และเนื่องจากจุลินทรีย์ที่ต่างชนิดกันจะเจริญเติบโตได้ดีในระดับพีเอชที่เหมาะสมต่างกัน ดังนั้นในการหมักดองอาหารจึงจำเป็นต้องเลือกชนิดของจุลินทรีย์ให้เหมาะสมกับพีเอชของอาหารแต่ละประเภท

2.15.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในอาหารและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ดังนั้นการควบคุมอุณหภูมิจึงมีความสำคัญในกระบวนการหมัก โดยทั่วไปการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นจะทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีเกิดเร็วขึ้นมีผลให้กระบวนการหมักสิ้นสุดเร็ว หรือให้ผลิตภัณฑ์ปริมาณมาก แต่ในบางโอกาสจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำเพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นช้าๆ และสมบูรณ์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นและรสที่ดีขึ้น นอกจากนี้ก็ต้อง

พิจารณาเลือกชนิดของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดี ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ เพราะระดับของอุณหภูมิเป็นตัวกำหนดชนิดของจุลินทรีย์

2.15.3 ปริมาณออกซิเจน

ออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างที่มีผลต่อกระบวนการหมัก โดยทำหน้าที่ควบคุมชนิดของจุลินทรีย์เพราะจุลินทรีย์ต่างชนิดกันมีความต้องการออกซิเจนในการเจริญแตกต่างกันไป โดยกระบวนกานหมักอาจเกิดขึ้นได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (มณฑาทิพย์, 2555)

2.15.4 ปริมาณเกลือ

โดยทั่วไป เกลือในปริมาณที่มากพอจะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ โดยได้มีการนำเกลือมาใช้ในการหมักดองอาหารมานานแล้ว สำหรับปริมาณเกลือที่ใช้จะขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและผลิตภัณฑ์ที่ต้องการรวมถึงความเหมาะสมต่อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการหมัก เช่น ในการหมัดองอาหารประเภทผักจะใช้จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกรดแลคติคเป็นส่วนใหญ่โดยกรดนอกจากจะทำหน้าที่ถนอมอาหารแล้ว ยังช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอีกด้วย

2.16 การเสื่อมเสียของผักผลไม้ดอง

เนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สัมผัสกับความเข้มข้นของเกลือและกรด ระหว่างการเก็บรักษา ฟิล์มยีสต์ที่เกิดขึ้นทำให้ความเป็นกรดของน้ำเกลือลดลง ค่าความเข้มข้นของเกลือไม่พอจุลินทรีย์ที่สามารถทนเกลือสามารถเจริญเติบโตที่ผิวน้ำเกลือซึ่งมีอากาศอยู่ การเปลี่ยนแปลงของน้ำเกลือ และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็นผลจาก

2.16.1 ยีสต์และรา จะผลิตเอนไซม์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารเพกตินในผักผลไม้ทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนตัวจนกระทั่งเนื้อเละ เพราะเชื้อราบางชนิดที่พบในผักผลไม้หรือที่ตกค้างบริเวณบนผิวภาชนะที่ทำความสะอาดไม่ดี

2.16.2 จุลินทรีย์พวกยีสต์และแบคทีเรีย ที่สามารถสร้างก๊าซได้ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจน ซึ่งทำให้เกิดความดันของก๊าซมากเกินไปเกิดการหดตัวของเนื้อผักผลไม้ ทำให้เกิดช่องว่างในผลไม้

2.16.3 เมื่อน้ำดองมีเกลือเจือจางลงทำให้แบคทีเรียที่สร้างก๊าซได้สามารถเจริญในบริเวณใต้เปลือกของผลไม้ทำให้เกิดจุดขาวในผลไม้ดอง

2.17 อาหารแช่เยือกแข็ง (Frozen food)

การแช่เยือกแข็ง คือ การเปลี่ยนแปลงสภาวะของน้ำในอาหารจากของเหลวให้กลายเป็นของแข็ง โดยเป็นการลดอุณหภูมิของอาหารหรือผลิตภัณฑ์ลงจนถึงระดับที่สิ่งชีวิตไม่สามารถจะดำเนินปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่อไปได้ ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้โดยทั่วไปคือ –18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร,2539)

2.17.1 วัตถุประสงค์ของการแช่เยือกแข็งอาหาร

2.17.1.1 เพื่อการถนอมอาหาร การแช่เยือกแข็ง เปลี่ยนสถานะของโมเลกุลของน้ำในอาหารให้เป็นน้ำแข็ง (ice crystal formation) ถึงแม้การแช่แข็งอาหาร จะไม่ทำให้น้ำทั้งหมดกลายเป็นน้ำแข็ง แต่น้ำในอาหารที่ผ่านการแช่เยือกแข็งจะมีความเข้มข้นสูง ทำให้อาหารแช่เยือกแข็งมีค่า water activity ต่ำ การแช่แข็งเป็นการการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำลงเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย (bacteria) ยีสต์ (yeast) รา (mold) พยาธิ (parasite) ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) ที่เป็นอันตรายในอาหาร (biological hazard) และเพื่อยับยั้งปฏิกิริยาชีวเคมีของอาหาร เช่น การหายใจ (respiration) ของผัก ผลไม้ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ และปฏิกิริยาทางเคมีที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมคุณภาพ เช่น lipid oxidation ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสีย

2.17.1.2 เพื่อเพิ่มมูลค่า ผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ได้ไม่จำกัดรูปแบบ มีทั้งผลิตภัณฑ์ แบบ IQF ที่ใช้เป็นวัตถุดิบพร้อมปรุง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแช่แข็งแบบนี้จะเป็นชิ้น ๆ ไม่มีน้ำแข็งติดกันเป็นก้อน ปัจจุบันเป็นที่นิยม เพราะสามารถนำมาประกอบอาหารได้เลย ไม่ต้องนำมาละลาย ซึ่งสะดวกในการใช้ และยังพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมรับประทาน (ready to eat) รูปแบบใหม่ๆ ได้ไม่จำกัด ทำให้กระจายสินค้าได้กว้างขวาง ช่วยเพิ่มมูลค่าจากวัตถุดิบพื้นฐาน เช่น เนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ สัตว์น้ำอาหารทะเล

2.17.2 ความรู้พื้นฐานบางประการในเรื่องการแช่เยือกแข็ง

หลักพื้นฐานในการแช่เยือกแข็ง การลดอุณหภูมิของอาหารหรือผลิตภัณฑ์นั้นให้ต่ำลงจนถึงระดับที่สิ่งมีชีวิตนั้นไม่สามารถจะดำเนินปฏิกิริยาทางเคมีต่อไปได้ ตามปกติจุลินทรีย์ที่มีปะปนอยู่ในอาหารนั้นก็จะชะงักการเจริญเติบโต และหยุดกระบวนการทางเมทาบอลิซึมลง แต่เนื้อเยื่อของอาหารจะยังคงลักษณะอยู่ได้ โดยทั่วไปมักจะเป็นอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ซึ่งหลักสำคัญ คือการเปลี่ยนสภาวะของน้ำในอาหารที่เป็นของเหลวให้เป็นน้ำแข็ง เพื่อมิให้น้ำนั้นสามารถทำหน้าที่ต่าง ๆ ในปฏิกิริยาทางเคมี และไม่เป็น substrate ให้กับเชื้อจุลินทรีย์ที่ปะปนมากับอาหารได้ แต่สิ่งที่สำคัญก็คือ ถึงแม้จะทำการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิต่ำเพียงใด ก็ไม่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ให้หมดไปได้ วิธีการแช่แข็ง มี 2 ชนิดคือ

1. Chilling storage เป็นวิธีการเก็บถนอมอาหารที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็ง (freezing temperature) เล็กน้อย ปกติใช้อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส ความเย็นที่ทำให้อุณหภูมิต่ำ อาจจะมาจากน้ำแข็ง น้ำแข็งเติมเกลือหรือการทำให้เย็นด้วยสารจำพวก refrigeeran ของตู้เย็น การเก็บอาหารโดย chilling นี้ทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีและเอนไซม์ รวมทั้งผลของจุลินทรีย์ที่จะเกิดขึ้นกับอาหารช้าลง วิธีนี้นิยมใช้ในการถนอมอาหารเป็นการชั่วคราว โดยเฉพาะอาหารสดที่เน่าเสียง่าย เช่น เนื้อ ไก่ อาหารทะเล และผักผลไม้ สำหรับการเก็บรักษาผลไม้ที่มีอุณหภูมิ ประมาณ 15 องศาเซลเซียส บางครั้งเรียกว่า common หรือ cellar storage

2. Cold storage เป็นวิธีถนอมอาหารโดยการแช่แข็ง ที่อุณหภูมิต่ำมากๆ ปกติในอุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส เพื่อให้น้ำที่มีอยู่ในอาหารกลายเป็นผลึกน้ำแข็ง อาหารแช่แข็งสามารถเก็บรักษาได้นานเป็นปีๆ ในห้องเย็น ขบวนการแช่แข็งนี้ทำได้ 2 วิธี

การแช่แข็งอย่างช้าๆ (slow freezing) เป็นการทำให้อาหารเย็นแข็งอย่างช้าๆ โดยใช้ อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส และใช้เวลาประมาณ 3 – 72 ชั่วโมง วิธีนี้ได้แก่ การแช่อาหารในช่องแช่แข็งของตู้เย็นที่ใช้ตามบ้านซึ่งมีอุณหภูมิระหว่าง -1 ถึง -15 องศาเซลเซียส พบว่าผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นในเนื้ออาหารมีขนาดใหญ่ ไปทิ่มแทงผนังเซลล์ของเนื้อสัตว์ ผักผลไม้ให้ฉีกขาดได้ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพอาหารหลังจากที่ทำให้ผลึกน้ำแข็งละลายจนอาหารกลับสู่สภาพเดิม อาหารจะมีลักษณะแฉะและชุ่มน้ำ และมีส่วนของของเหลวภายในเซลล์ได้ไหลออกมา ถ้าเป็นพวกเนื้อ ของเหลวจะมีสีแดงคล้ำ เรียกว่า dripping หรือ bleeding แต่ถ้าเป็น พวกผักผลไม้รียกว่า leakage

การแช่แข็งอย่างรวดเร็ว (Quick freezing) เป็นการทำให้อาหารแข็งตัวอย่างรวดเร็ว เวลาไม่เกิน 30 นาที วิธีจะทำให้ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็ก ไม่ทำลายเซลล์อาหารมาก เหมือนวิธีแรก เป็นวิธีที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารปัจจุบัน ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของอาหารและการออกแบบเครื่องแช่แข็ง เช่น การแช่แข็งด้วยการจุ่มโดยตรง วิธีนี้ใช้กับอาหารที่มีรูปร่างไม่คงที่และสารที่ให้ความเย็นต้องไม่มีพิษหรือปฏิกิริยากับอาหารนั้นๆ สารละลายที่ให้ความเย็นเป็นสารละลายเกลือและน้ำตาล ปัจจุบันนิยมใช้พวกฟรีออน เพราะการถ่ายเทความร้อนจากอาหารเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าการแช่แข็งโดยใช้ลมเย็นเป่าลงบนอาหาร ทำได้โดยการเป่าอากาศเย็นลงบนอาหาร อุณหภูมิปริมาณ -34 องศาเซลเซียส ความเร็วของลมอาจสูงมากกว่าอาหารที่แช่แข็ง วิธีนี้ควรบรรจุภาชนะหรือหีบห่อให้เรียบร้อย เพราะมิฉะนั้นอาจเกิด freeze burn ได้ การแช่แข็งโดยการสัมผัสกับสารความเย็นโดยทางอ้อมโดยให้อาหารหรือพับหีบห่อของอาหารสัมผัสกับท่อของสารให้ความเย็นอุณหภูมิที่ใช้มีตั้งแต่ -17.8 ถึง -45.6 องศาเซลเซียส

2.17.3 ปริมาณน้ำและอุณหภูมิที่จุดเยือกแข็งของอาหารบางชนิด

จุดเยือกแข็งของอาหาร คือ อุณหภูมิที่มีผลึกน้ำแข็งเล็กๆเกิดขึ้นสมดุลกับน้ำที่อยู่รอบๆ และก่อนเกิดผลึกน้ำแข็งจะต้องมีนิวเคลียสของโมเลกุลน้ำเสียก่อน หลังจากนั้นจะเกิด (nucleation) ทำให้เกิดการสร้างผลึกน้ำแข็งขึ้น nucleation มี 2 ชนิด คือ homogeneous nucleation และ heterogeneous nucleation ในอาหารส่วนใหญ่มักจะเกิดเป็น heterogeneous nucleation มากว่าโดยเฉพาะระหว่างการทำ supercooling ถ้าการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นในอัตราที่สูง จะทำให้เกิด nucleation จำนวนมาก ดังนั้นการแช่เยือกแข็งอย่างรวดเร็วจะเกิดผลึกน้ำแข็งเล็กจำนวนมากและอัตราการโตของก้อนผลึกน้ำแข็งจะถูกควบคุมได้ด้วยการถ่ายเทความร้อน โมเลกุลของน้ำจะเคลื่อนที่ไปยังผลึกน้ำแข็งที่กำลังจะโตขึ้น ขณะเดียวการความเข้มข้นของตัวละลายก็จะเพิ่มขึ้นระหว่างการแช่เยือกแข็ง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพีเอช ความหนืด และ redox-potential ของของเหลวส่วนที่ยังไม่แข็งตัว ขณะที่อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆตัวถูกละลายแต่ละชนิดอาจถึงจุดอิ่มตัว และบางชนิดก็อาจตกผลึกได้ อุณหภูมิที่เกิดผลึกของตัวถูกละลายแต่ละชนิดจะสมดุลกับ

ของเหลวส่วนที่ไม่แข็งตัวและส่วนที่เป็นน้ำแข็ง เรียกว่า eutectic temperature ตัวอย่างเช่น ตัวถูกละลายที่เป็นน้ำตาล กลูโคสมี eutectic temperature เป็น -5 องศาเซลเซียส น้ำตาลซูโครสเป็น -14 องศาเซลเซียส โซเดียมคลอไรด์เป็น -21.13 องศาเซลเซียส และแคลเซียมคลอไรด์ -55 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามอาหารแต่ละชนิดจะมีตัวถูกละลายผสมของสารหลายชนิดทำให้หาค่าของ eutectic temperature ที่แน่นอนได้ยาก ดังนั้นจึงกำหนดค่าเป็น Final eutectic temperature คือ eutectic temperature ต่ำที่สูงของตัวถูกละลายในอาหารชนิดนั้นๆ เช่น ไอศกรีม -55 องศาเซลซียส เนื้อสัตว์ -50 ถึง -60 องศาเซลเซียส และขนมปังเป็น -70 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเกิดผลึกน้ำแข็ง มากที่สุดจะเกิดขึ้น เมื่ออาหารมีอุณหภูมิสูงถึง Final eutectic temperature ซึ่งโดยทั่วๆไป การแช่เยือกแข็งจะไม่ทำถึง อุณหภูมินี้ จึงมีน้ำบางส่วนเหลืออยู่ในอาหารในรูปของเหลวหรือส่วนที่ไม่แข็งตัวเป็นผลึกน้ำแข็ง น้ำบริสุทธ์เมื่อแข็งตัวจะมีปริมาตรเพิ่มมากขึ้น 9 % ทำให้การแช่เยือกแข็งมีปริมาตรเพิ่มมากขึ้น อัตราการขยายตัวของอาหารแต่ละชนิดจะผันแปรขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่

1) ปริมาณความชื้นในอาหาร อาหารที่มีความชื้นสูงหรือ ปริมาณน้ำมากจะขยายตัวได้มาก

2) การเรียงตัวของเซลล์ เซลล์พืช intercellular air space ซึ่งจะช่วยทำให้ปริมาณของพืชที่แช่เยือกแข็งไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก เช่น สตอเบอร์รี่ทั้งผลแช่แข็งที่อุณหภูมิ -2 องศาเซลเซียส มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นปริมาณ 3% แต่เมื่อบดเป็นเนื้อหยาบๆ แล้วแช่แข็งมีอุณหภูมิเดียวกันจะขยายตัวเพิ่มขึ้นประมาณ 8.2 %

3) ความเข้มข้นของตัวถูกละลาย หากมีความเข้มข้นสูงจะลดจุดเยือกแข็งให้ต่ำลง ดังนั้น อุณหภูมิที่ใช้แช่เยือกแข็งทางการค้า อาจจะทำให้อาหารยังไม่แข็งตัวหรือขยายตัว

4) อุณหภูมิของตู้แช่เยือกแข็ง ระหว่างการแช่เยือกแข็งความร้อนจะถูกพาจากภายในออกสู่ภายนอกของอาหารและถูกกำจัดออกไปด้วย freezing medium ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อน ได้แก่

ก. ความสามารถในการนำความร้อนของอาหาร

ข. บริเวณพื้นที่ของอาหารที่ถ่ายเทความร้อนได้

ค. ระยะทางที่ความร้อนเดินทางออกมาจากอาหาร

ง. ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างอาหารกับ freezing medium

จ. ความเป็นฉนวนของ boundary film ของอากาศรอบๆ อาหาร หากอาหารบรรจุอยู่ในภาชนะจะมีตัวกั้น (barrier) ต่อการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น

2.17.4 อุณหภูมิต่ำกับการทำลายจุลินทรีย์และพยาธิต่างๆ

2.17.4.1 ประสิทธิภาพของความเย็น อุณหภูมิต่ำมีอำนาจในการทำลายจุลินทรีย์น้อยกว่าอุณหภูมิสูง เพราะมีจุลินทรีย์มากชนิดที่สามารถเจริญได้แม้ในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เช่น รา (พวก Penicillium) เจริญได้ที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส ยีสต์บางชนิดเจริญได้ที่อุณหภูมิ -2 องศาเซลเซียส ถึง -4 องศาเซลเซียส แบคทีเรียบางชนิดเจริญได้ที่อุณหภูมิ -5 องศาเซลเซียส ถึง-10 องศา

เซลเซียส ในเนื้อวัว -12.2 องศาเซลเซียส ในผักและไอศกรีมที่ -10 องศาเซลเซียส และโดยทั่วไปแล้วแบคทีเรียจะถูกกระทบกระเทือนด้วยอุณหภูมิต่ำมากกว่าราและยีสต์ ยกเว้นแบคทีเรียในเกราะ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิต่ำจะมีผลทำให้จุลินทรีย์ส่วนใหญ่เจริญช้าลงหรือหยุดการเจริญเติบโต

สำหรับพยาธิจะหยุดการเจริญเติบโตที่อุณหภูมิเยือกแข็ง และถ้าอยู่ในอุณหภูมิเยือกแข็งนานๆ พยาธิบางอย่างอาจถูกทำลายได้ เช่น Trichinelia sprialis ซึ่งเป็นพยาธิร้ายแรงที่พบในเนื้อหมู

2.17.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ความเย็น อุณหภูมิต่ำจะมีผลมากน้อยต่อการถนอมอาหารขึ้นอยู่กับสิ่งประกอบหลายอย่างคือ

1. ชนิดของอาหารและองค์ประกอบ เช่น น้ำตาล เกลือ โปรตีน และไขมัน อาจช่วยให้จินทรีย์ถูกทำลายช้าลง
2. pH ของอาหาร ถ้าต่ำจะทำให้จุลินทรีย์ถูกทำลายเร็วขึ้น
3. ระยะเวลาที่อยู่ในอุณหภูมิต่ำ ยิ่งอยู่นานก็ยิ่งช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ได้มากขึ้น
4. ความเร็วช้าต่อการรับความเย็น ถ้าอาหารได้รับความเย็นเร็วและถึงจุดเยือกแข็งเร็ว ก็ยิ่งทำให้การใช้ความเย็นได้ผลมากขึ้น
5. สภาพของจุลินทรีย์ ถ้าจุลินทรีย์อยู่ในสภาพเป็นตัว (Vegetative cell) จะถูกทำลายง่าย

2.17.5 ขั้นตอนการผลิตอาหารแช่แข็ง

2.17.5.1 การเตรียมวัตถุดิบก่อนการแช่แข็ง วัตถุประสงค์เพื่อทำให้วัตถุดิบอยู่ในสภาพที่พร้อมจะนำไปใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องมีการตัดแต่ง หรือหั่นเป็นชิ้น และเพื่อให้วัตถุดิบอยู่ในสภาพเหมาะสม ที่จะนำไปแช่แข็งในแต่ละวิธีด้วย การเตรียมวัตถุดิบก่อนนำไปแช่แข็ง มีความสำคัญมาก เพราะจะส่งผลถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง การเตรียมจะแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาแช่แข็ง ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบเพื่อการแช่แข็ง จะมี 5 ขั้นตอนที่สำคัญคือ

1. การทำความสะอาด จะต้องเลือกวิธีการทำความสะอาดให้เหมาะสมกับชนิดของวัตถุดิบนั้นๆ เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ออกไปจากวัตถุดิบ
2. การคัดขนาดและความแก่อ่อน ควรเลือกวิธีการและเครื่องมือให้เหมาะสมกับวัตถุดิบนั้นๆ ทั้งนี้เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสม่ำเสมอ
3. การตัดแต่งเอาแต่เฉพาะส่วนที่รับประทานได้ เช่น ปอกเปลือก แกะเมล็ด และตัดเอาส่วนที่เสียและมีตำหนิออกไป หั่นเป็นชิ้นที่มีรูปแบบ และขนาดเหมาะสม ซึ่งอาจใช้เครื่องมือหรือใช้คนงานที่มีความชำนาญช่วย
4. ทำการตรวจสอบคุณภาพและสิ่งแปลกปลอมปนมาจากขั้นตอนอื่น
5. การทำลายเอนไซม์ เพื่อรักษาสี กลิ่น และเนื้อสัมผัส นิยมทำโดยการลวก โดยจุ่มลงในน้ำร้อนหรือนึ่งไอน้ำที่อุณหภูมิ 80-100 องศาเซลเซียส ช่วงระยะเวลานึ่งตามความเหมาะสม ผักผลไม้ที่ผ่านความร้อนไม่ได้จะใช้วิธีอื่น เช่น การใช้สารเคมี ได้แก่ กรดซิตริก กรดมาริก กรด-

แอสคอร์บิก ขั้นตอนนี้นับว่ามีความสำคัญต่อ คุณภาพของผักผลไม้แช่แข็งมาก เพราะอุณหภูมิที่ต่ำในระดับการแช่แข็งและการเก็บรักษาในสภาพแช่แข็ง ไม่สามารถทำลายเอนไซม์ได้โดยสิ้นเชิง

2.17.5.2 การเคลือบ คือ การห่อหุ้มผลิตภัณฑ์อาหารด้วยชั้นบางๆ ของน้ำแข็งหรืออื่นๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ วิธีที่สะดวกและง่ายที่สุดคือการเคลือบด้วยน้ำเคลือบ ซึ่งอาจเติมลงไปหลังจากการบรรจุในกล่องแม่แบบแล้วนำไปแช่แข็ง หรือนำก้อนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็งมาแล้วจุ่มลงในน้ำเย็นที่สะอาด อุณหภูมิ 1-2 องศาเซลเซียส น้ำโดยรอบก้อนผลิตภัณฑ์ จะแข็งตัวและห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ไว้ หรือทำทั้งสองอย่าง การเคลือบนอกจากจะช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำแล้ว ยังช่วยป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับอากาศ จึงทำให้ไขมันซึ่งเป็นประกอบในผลิตภัณฑ์ไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน จึงไม่เกิดการหืนขึ้น การเคลือบนอกจากจะเคลือบด้วยน้ำเคลือบแล้ว อาจใช้สารประกอบอื่นเคลือบก็ได้

2.17.6 ผลของการแช่แข็งต่ออาหาร

การแช่แข็งมีผลต่อคุณภาพของอาหารคือ ทำให้เซลล์เนื้อเยื่อ อาหารบอบช้ำหรือฉีกขาดได้ เนื่องจากการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่เมื่อทำการแช่แข็งแบบช้า การแช่แข็งมีผลต่อกลิ่น สี รสชาติ และคุณค่าทางโภชนาการของอาหารน้อยมาก แต่อาจเกิดการสูญเสียในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบหรือระหว่างการเก็บรักษาอาหารแช่แข็ง ที่อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาอาหารแช่แข็งโดยทั่วไป -18 องศาเซลเซียส จะมีการสูญเสียคุณภาพอย่างช้าๆ ทั้งที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และกิจกรรมของเอนไซม์ในอาหารบางชนิด การเปลี่ยนแปลงสำคัญที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาอาหารแช่แข็ง มีดังนี้

2.17.6.1 การเปลี่ยนแปลงของสารสี สารคลอโรฟิลล์จะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นฟีโอไฟติน ซึ่งมีสีน้ำตาล ถึงแม้ผักจะผ่านการลวกมาแล้วก็ตาม การตกตะกอนของเกลือในสารละลายเข้มข้นในผลไม้ ทำให้ความเป็นกรดด่างเปลี่ยนไป ซึ่งจำให้สีของแอนโทไซยานิน เปลี่ยนไปด้วย

2.17.6.2 การสูญเสียวิตามิน วิตามินที่ละลายได้ในน้ำ เช่น วิตามินและกรดแพนโทเทนิกจะสูญเสียได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง หากอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจะมีการสูญเสียวิตามินซีเพิ่มขึ้น ส่วนการสูญเสียวิตามินชนิดอื่นๆ ส่วนใหญ่จะเกิดจากของเหลวที่ไหลออกมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อสัตว์และปลา

2.17.6.3 กิจกรรมของเอนไซม์ที่เหลืออยู่ ผักหรือผลไม้ที่ผ่านการลวกไม่เพียงพอการสูญเสียคุณภาพส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟินอลออกซิเดส ซึ่งทำให้ผักและผลไม้เกิดสีน้ำตาล เอนไซม์ไลพอกซีจีเนส จะทำให้ไขมันเกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ ส่วนเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีนและไขมันในเนื้อสัตว์ อาจทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่นรสเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน

2.17.6.4 การออกซิเดชันของไขมัน ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส และเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นและรสที่ไม่พึงประสงค์

2.17.6.5 การตกผลึกใหม่ (Recrystallization) ถ้าอุณหภูมิในขณะเก็บไม่คงที่จะทำให้ขนาดของผลึกน้ำแข็งใหญ่ขึ้น ซึ่งจะทำให้คุณภาพของอาหารลดลง เหมือนที่พบในการแช่แข็งแบบช้า

2.17.6.6 การไหม้เนื่องจากความเย็นจัด (Freezer burn) เป็นลักษณะตำหนิที่เกิดขึ้นกับอาหารแช่แข็งที่มีภาชนะบรรจุไม่เหมาะสม โดยจะเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ เป็นรอยแห้งและมีสีน้ำตาลเกิดขึ้น ถ้าเป็นเนื้อสัตว์จะเห็นได้ชัดคือ ผิวมีสีแดงเข้มออกน้ำตาล ลักษณะคล้ายไหม้ทำให้ดูไม่น่ารับประทาน สาเหตุเกิดจากน้ำจากผิวหน้าของอาหารได้ระเหยออกไปมาก แต่ไม่ได้เป็นปัญหาเนื่องจากจุลินทรีย์ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สามารถป้องกันได้โดยห่อผลิตภัณฑ์อาหารด้วยวัสดุที่ป้องกันการระเหยของน้ำ หรือนำอาหารไปผ่านกระบวนการเคลือบผิวหน้าให้แข็งตัวเสียก่อน เรียกว่า เกลสซิ่ง (glazing)

2.17.7 คุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารแช่แข็ง

2.17.7.1 โปรตีน โดยทั่วไปการแช่แข็งจะไม่ทำให้คุณภาพของโปรตีนเปลี่ยนไปมาก ยกเว้นอาหารบางชนิด เช่น นม จะจับตัวเป็นก้อนหลังจากแช่แข็งเป็นเวลานาน หรือมีการละลายแล้วแช่แข็ง

2.17.7.2 ไขมัน อาหารที่มีไขมันสูงเมื่อแช่แข็งเป็นเวลานานอาจเกิดการหืนได้ เช่น ไขมันปลาจะหืนเร็วกว่าไขมันในสัตว์อื่น แต่ถ้าแช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำมากๆ เช่น -1 องศาเซลเซียส การหืนจะช้าและลดลงมาก ไขมันหมูเก็บที่ 0 องศาเซลเซียส จะหืนภายใน 6 เดือน ส่วนไขมันวัวที่ยังคงคุณภาพดีอยู่ได้แม้หลังจากเก็บไว้ถึง 2 ปี ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

2.17.7.3 วิตามิน การแช่แข็งปกติจะไม่ทำให้สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ ตรงกันข้ามอุณหภูมิยิ่งต่ำยิ่งช่วยรักษาอาหารได้มากขึ้น แต่กระบวนการต่างๆ ที่ต้องผ่านก่อนการแช่แข็ง เช่น การล้าง หั่น ลวก หรือ บด อาจทำให้วิตามินเสื่อมไปได้บ้าง โดยเฉพาะวิตามินซี เนื่องจากการออกซิ-เดชั่น (oxidation) การลวกช่วยลดการเสื่อมของวิตามิน รวมทั้งช่วยรักษาคุณภาพอาหารให้อยู่ในสภาพดีได้นานระหว่างการแช่แข็ง การเสียวิตามินซีอาจแก้ไขได้ด้วยการเติมกรดแอสคอบิคลงก่อนการแช่แข็ง

วิตามินบีหนึ่ง สลายตัวง่ายเมื่อถูกความร้อน ฉะนั้น ระหว่างการลวกจึงเสียวิตามินบีหนึ่งไปมาก การแช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งทำให้วิตามินบีหนึ่งเสียไปเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับวิตามินบีสองอาจเสียไปบ้างระหว่างการเตรียมอาหารเพื่อแช่แข็ง แต่จะเสียน้อยมากหรือไม่เสียเลยระหว่างการแช่แข็ง แต่การลวกช่วยให้การเสียวิตามินเอน้อยลง

การบรรจุและการห่อหุ้มอาหารมีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้การสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการของอาหารแช่แข็งเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้

2.17.8 การคืนสภาพอาหารแช่แข็ง

การทำให้น้ำแข็งในอาหารแช่แข็งละลายสู่สภาพเดิมนั้นต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของวิธีที่จะเลือกใช้ โดยต้องไม่ทำลายคุณภาพและลักษณะของอาหาร วิธีการคืนสภาพมีอยู่หลายวิธี ดังนี้

2.17.8.1. ใช้การหมุนเวียนของน้ำเย็น โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็ง มาแช่ลงในภาชนะที่มีน้ำเย็นอุณหภูมิ ประมาณ 20 องศาเซลเซียส และให้น้ำมีการหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้การถ่ายเทความร้อนดีขึ้น และช่วยรักษาอุณหภูมิของผิวหน้าอาหารไม่ให้สูงเกินไป แต่วิธีนี้จะทำให้เกิดการสูญเสียสารอาหารบางชนิดที่ละลายน้ำได้ อย่างไรก็ตามวิธีนี้เป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่าย และนิยมใช้กันในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

2.17.8.2. ใช้เตาอบ วิธีนี้นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องผ่านการหุงต้ม โดยอบให้สุกไปพร้อมๆ กับการคืนสภาพ และพร้อมที่จะนำไปรับประทานได้เลย

2.17.8.3. ใช้กระแสไฟฟ้าผ่าน อิเล็กโทรด โดยนำอาหารที่ผ่านการแช่แข็งลงไปแช่ในของเหลวที่เป็นตัวกลางซึ่งมักจะเป็นน้ำ โดยมีแผ่นอิเล็กโทรด 2 แผ่นจุ่มอยู่ ซึ่งต่ออยู่กับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความต่างศักย์ 380 โวลต์ มีสวิตช์เปิดปิดได้อัตโนมัติ เพื่อควบคุมไม่ให้เกิดความร้อนสูงเกินไป อัตราการคืนตัวโดยวิธีนี้จะเร็วกว่าวิธีแรกถึง 3 เท่า

2.17.8.4. การใช้ไมโครเวฟ วิธีนี้ประหยัดเวลาและเนื้อที่ได้มากสามารถทำเป็นกระบวนการ แบบต่อเนื่องได้ดี มีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด ผลิตภัณฑ์ไม่ต้องสัมผัสกับของเหลวอื่นที่ทำให้สูญเสียคุณค่า แต่เป็นวิธีที่ต้องลงทุนสูง ปัจจุบันนิยมใช้เตาไมโครเวฟสำหรับคืนสภาพอาหารแช่แข็งในระดับครัวเรือน

คุณสมบัติที่สำคัญของไมโครเวฟ มีดังนี้

1) การส่งผ่าน (Transmission) คลื่นไมโครเวฟมีคุณสมบัติที่สามารถทะลุผ่านวัสดุหรือภาชนะที่เป็นแก้ว กระเบื้องเซรามิก กระดาษ ไม้ และพลาสติกบางชนิดได้ โดยไม่มีการดูดซับพลังงานจึงไม่ทำให้เกิดความร้อนขึ้น จากคุณสมบัตินี้จึงสามารถนำวัสดุเหล่านี้มาใช้บรรจุอาหารเพื่อใช้ในเตาไมโครเวฟได้

2) การสะท้อน (Reflection) คลื่นไมโครเวฟจะไม่สามารถทะลุผ่านวัสดุหรือภาชนะที่เป็นโลหะ เช่น เหล็ก และอลูมิเนียม แต่จะสะท้อนกลับ ด้วยเหตุนี้โลหะจึงไม่ควรนำมาใช้ในการประกอบอาหารในเตาไมโครเวฟ แต่ประโยชน์ของการสะท้อนของโลหะได้ถูกนำมาใช้ทำผนังของเตาอบไมโครเวฟเพื่อป้องกันการรั่วไหลของคลื่นออกสู่ภายนอก และยังทำให้เกิดการสะท้อนจากด้านข้างและด้านล่าง จึงทำให้ชิ้นอาหารได้รับคลื่นทั่วทุกด้าน

3) การดูดกลืน (Absorption) คลื่นไมโครเวฟดูดกลืนน้ำได้ดีในโมเลกุลของน้ำ น้ำมัน และน้ำตาลซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารทุกชนิดทำให้เกิดการขัดสีกันเนื่องจากการชน และการสั่นสะเทือนของโมเลกุลในอาหารจนเกิดความร้อนขึ้น จึงทำให้ชิ้นอาหารสุก และพลังงานที่ใช้จะหมดไปหลังจากการสะเทือนของโมเลกุล จึงไม่หลงเหลือคลื่นอยู่ภายในชิ้นอาหาร และไม่มีสิ่งตกค้างที่เป็นอันตรายเหมือนการใช้รังสีทั่วไป

หลักการให้พลังงานความร้อนด้วยไมโครเวฟ หลอดแมกนิตรอนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูง แมกนิตรอนที่อยู่ภายในตู้อบจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้อยู่ในรูปคลื่นไมโครเวฟที่มีกำลัง 600-700 วัตต์ ซึ่งในการทำให้ชิ้นอาหารเกิดความร้อนได้นั้นจะต้องมีสสารที่สามารถดูดกลืนคลื่นได้ เช่น น้ำ หรือโมเลกุลที่มีขั้ว โดยโครงสร้างโมเลกุลของน้ำจะประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจนที่มีประจุลบ ซึ่งแยกออกจากอะตอมของไฮโดรเจนที่มีประจุบวก

ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า ไดโพทางไฟฟ้า (electricdipole) ประจุไฟฟ้าบวกและลบของโมเลกุลน้ำจะวางตัวอยู่ในตำแหน่งที่ไม่สมมาตรกัน ดังนั้นเมื่อให้รังสีไมโครเวฟหรือสนามแม่เหล็กสลับอย่างรวดเร็วแก่อาหาร ไดโพลในน้ำจะพยายามจัดเรียงตัวตามการเปลี่ยนแปลงทิศทางของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในแต่ละครั้ง สนามแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะเปลี่ยนแปลงล้านครั้งต่อวินาที ทำให้น้ำหรือโมเลกุลที่มีขั้วต่างๆ หมุน เพื่อรักษาการจัดเรียงตัวด้วยการเปลี่ยนขั้วอย่างรวดเร็ว ซึ่งการหมุนของโมเลกุลต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้เกิดแรงเสียดทานกับตัวกลางที่อยู่รอบๆ และเกิดความร้อนขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อกระบวนการทำให้ความร้อนไมโครเวฟจะเกี่ยวข้องกับระบบไมโครเวฟและวัตถุที่ถูกทำให้ร้อนขึ้น ปัจจัยหลักของอาหารที่บรรจุอยู่ในภาชนะที่บรรจุที่ใช้กับไมโครเวฟ คือ อุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ขนาดรูปร่าง ความหนาแน่น ความร้อนจำเพาะสัมประสิทธิ์ การนำความร้อน และปัจจัยทางไดอิเล็กทริก

1) อุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ เมื่ออาหารได้รับความร้อนจากไมโครเวฟการเพิ่มของอุณหภูมิจะขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอาหารหลายอย่าง อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหาร เป็นสิ่งสำคัญในกำหนดอัตราและการให้ความร้อน โดยทั่วไปในกระบวนการให้ความร้อนใดๆ อุณหภูมิเริ่มต้นยิ่งสูง อาหารจะยิ่งสุกเร็วขึ้น ซึ่งกฎนี้ก็ใช้ได้กับการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเช่นกัน ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่ออุณหภูมิที่จะได้คือ ความร้อนแฝง เช่น น้ำแข็ง ในอาหารแช่แข็งที่เปลี่ยนเป็นน้ำ จะต้องการพลังงานเพิ่มขึ้น

2) ขนาด เมื่อชิ้นอาหารถูกทำให้ร้อน อาหารที่มีขนาดเหมือนกันจะร้อนขึ้นอย่างสม่ำเสมอและขนาดของชิ้นอาหารที่เล็กกว่า ต้องการพลังงานที่น้อยกว่าขนาดที่ใหญ่กว่า

3) รูปร่าง ลักษณะสัณฐานของอาหารก็มีความสำคัญ การให้ความร้อนมากเกินไป สามารถเกิดขึ้นในอาหารที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ ส่วนอาหารที่มีรูปร่างกลมมนมีแนวที่จะร้อนขึ้นอย่างสม่ำเสมอ มากกว่าชิ้นอาหารที่มีมุมแหลมหรือที่มีส่วนหนาและบาง อย่างไรก็ตามทรงกลมหรือผิวที่โค้งคล้ายกับทรงกลม อาจจะมีส่วนตรงกลางที่ร้อนกว่าแต่การให้ความร้อนมากเกินไป ไม่สามารถสังเกตได้ในชั้นอาหารที่มีขนาดรัศมีเกิน 50 มิลลิเมตร

4) ความหนาแน่นหรือความเป็นเนื้อเดียวกัน อาหารส่วนใหญ่มักมีความเป็นเนื้อเดียวกันที่ไม่สม่ำเสมอซึ่งมีผลต่อวิธีที่อาหารเหล่านี้ร้อนขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสม่ำเสมออาหารที่แน่นกว่ามีแนวโน้มที่จะใช้เวลานานกว่าอาหารที่มีองค์ประกอบที่เปิดและมีรูพรุนมากกว่า

5) ความร้อนจำเพาะ (specific heat) ความร้อนจำเพาะ เป็นสมบัติพื้นฐานที่ควบคุมการให้ความร้อนอาหาร ความร้อนจำเพาะหมายถึง ปริมาณความร้อนที่ต้องการเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของมวลหนึ่งหน่วยขึ้น 1องศาเซลเซียสที่จุดความร้อนเมื่อเปรียบเทียบกับของน้ำ หน่วยของความจุความร้อนจำเพาะคือ จูล/กรัม องศาเซลเซียส (J/g $^{\circ}$C) ความร้อนจำเพาะของน้ำเป็น 1.0 ส่วน ไขมันประมาณ 0.5 หมายความว่า ไขมันที่มีน้ำหนักเท่ากับน้ำจะต้องการความร้อนเพียงครึ่งเดียวของน้ำ เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของมวลที่มีอยู่ขึ้น 1 องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะขึ้นกับอุณหภูมิโดยเฉพาะที่สภาวะต่ำกว่าศูนย์องศาเซลเซียสเพียงเล็กน้อย ความร้อนจำเพาะจะมีค่า

สูงมากเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นรอบๆ จุดเยือกแข็งของอาหารและผลของความร้อนแฝงที่ต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นในระหว่างการเปลี่ยนสภาวะทางกายภาพระหว่างน้ำมันกับน้ำแข็ง ดังนั้นปริมาณพลังงานที่ต้องใช้จะเพิ่มขึ้นถ้าไมโครเวฟกับอาหารแช่แข็ง ซึ่งเกิดขึ้นจากผลของความร้อนแฝงเหล่านี้

2.17.8.5 การนึ่ง คือ การให้ความร้อนชื้นกับอาหารที่ต้องการทำให้สุก โดยการใช้ภาชนะ 2 ชั้น ชั้นล่างสำหรับใส่น้ำต้มให้เดือด ชั้นบนมีช่องหรือแผ่นตะแกรงสำหรับวางอาหาร หรือมีแผ่นตะแกรงเพื่อวางอาหารเหนือน้ำ และไอน้ำเดือดด้านล่างสามารถลอยตัวขึ้นไปเบื้องบนผ่านชั้นอาหารทำให้สุกได้(ขนิษฐาและอบเชย, 2547)

การปรุงอาหารด้วยวิธีการนึ่ง Steaming ในการปรุงอาหารด้วยวิธีนึ่งนั้น อาหารจะถูกปรุงให้สุกโดยใช้ไอน้ำที่เกิดจากการต้มน้ำภายใต้อาหารนั้น ทั้งนี้ทั้งนั้นอาหารจะไม่มีการสัมผัสโดยตรงกับน้ำที่ต้ม ซึ่งจะส่งผลให้คุณค่าของสารอาหารยังคงอยู่กับอาหารอย่างครบถ้วน และที่สำคัญในการนึ่งนั้นแทบจะไม่ต้องเติมน้ำมันลงไปในการนึ่งเลย ทำให้การนึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการปรุงอาหารที่ดีต่อสุขภาพเป็นอย่างมาก เคล็ดลับที่สำคัญสำหรับการนึ่งอาหารให้รสชาติดีนั้นวัตถุดิบที่ใช้จะต้องสดมากๆ การนึ่งอาหารโดยทั่วไปจะต้องมีจานที่สามารถทนความร้อน (ทำจากเซรามิก, แก้ว, กระเบื้องก็ได้ ไม่แนะนำให้ใช้จานที่ทำจากพลาสติกหรือเมลามีน) และต้องมีซึ้ง (Steamer) โดยใส่น้ำต้มให้เดือดและนำอาหารที่ต้องการนึ่งวางบนจานทนความร้อนและใส่เข้าไปในซึ้ง และปิดฝาให้สนิท

การนึ่ง (การใช้ไอน้ำเป็นสื่อ) Steaming คือการนึ่งเป็นการทำอาหารให้สุกโดยใช้ไอน้ำ Water less cooking คือการทำอาหารให้สุกโดยการใช้น้ำที่เกิดจากน้ำในอาหารเอง Pressure cook คือการใช้ไอน้ำที่มีอยู่ในภาชนะหุงต้มที่มีความดันกำกับไว้ เช่น การใช้เครื่องอัดความดันบางชนิดจะบอกอุณหภูมิความร้อน บางชนิดควบคุมอุณหภูมิโดยเปรียบเทียบจากความดันที่บังคับไว้ การใช้หม้ออัดความดันมีหลักว่าใช้ในที่สูงๆ ต้องเพิ่มความดัน 1 ปอนด์ ต่อพื้นที่ๆ สูงขึ้น 2000 ฟุต ทั้งนี้เนื่องจากจุดเดือดในที่สูงต่ำกว่าระดับน้ำทะเล (นิธิยา, 2544) หลักสำคัญของการนึ่งมี 3 ประการ

1. ปล่อยให้ไอน้ำผ่านอาหารโดยตรง เช่น การนึ่งชิ้นปลาและไก่โดยวางชิ้นอาหาร ในภาชนะที่มีช่องไอน้ำผ่านได้ มีฝาปิดแล้ววางเหนือหม้อน้ำเดือด หรือใส่ชามสองใบ ใบหนึ่งใส่อาหาร อีกใบครอบปิดปากที่ใส่อาหาร แล้ววางลงในหม้อน้ำเดือด น้ำจะทำให้อาหารสุกได้

2. ปล่อยให้ไอน้ำผ่านอาหารที่ปรุงแต่งด้วยรสเครื่องเทศ และมีผักรองพื้นภาชนะ ใส่อาหารกับน้ำสต็อก หรือไวน์ตามชอบ

3. การนึ่งขนมจำพวกพุดดิ้ง ซึ่งต้องใช้กระดาษไข หรือกระดาษฟลอยด์ห่อหุ้มขนมป้องกันไว้ ไอน้ำรวมตัวกันเป็นหยดน้ำ ด้านบนขนม ทำให้ขนมและอาหารสุก โดยการนึ่งทำได้กับอาหารหลายอย่าง เช่น เนื้อสัตว์ ขนมหวาน เผือก มันเทศ (นวลจิตร์, 2545)

ผลกระทบต่ออาหาร ความร้อนที่ใช้ในการนึ่งอาหารมีผลต่อคุณสมบัติด้านโภชนาการและกลิ่นรสของอาหารอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อย่างไรก็ตามการใช้ความร้อนในการลวกยังไม่รุนแรงเท่ากับการใช้ความร้อนโดยการสเตอริไลซ์ จึงมีผลต่อคุณภาพของอาหารน้อย

กว่า โดยทั่วไปจะมีการควบคุมเวลาและอุณหภูมิในการลวกให้สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้อย่างเพียงพอ เพื่อให้เกิดการสูญเสียกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสน้อยที่สุด

อาหารมีสารอาหารหลายชนิด เช่น วิตามิน เกลือแร่ และสารอาหารที่ละลายน้ำเกิดการสูญเสียระหว่างการนึ่งได้ การสูญเสียวิตามินส่วนใหญ่เกิดจากการชะล้าง การถูกทำลายโดยความร้อนและเกิดการสูญเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในปริมาณที่ไม่มากนัก การสูญเสียขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ชนิด สายพันธุ์ ความบริบูรณ์ของวัตถุดิบ

2) วิธการเตรียม เช่น การหั่น การฝานเป็นแผ่นบางๆ หรือการตัดเป็นรูปลูกเต๋า

3) อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาณของชิ้นอาหาร

4) วิธีนึ่ง

5) อุณหภูมิและเวลาในการนึ่ง การนึ่งด้วยอุณหภูมิสูงแต่ใช้เวลาสั้นกว่า ทำให้เกิดการสูญเสียวิตามินน้อยกว่าการนึ่งที่อุณหภูมิต่ำแต่ใช้เวลานานกว่า

6) วิธีการทำให้เย็น

7) อัตราส่วนของน้ำที่ต้องใช้ต่ออาหาร ทั้งในการนึ่งและการทำให้เย็น การสูญเสียกรดแอสคอร์บิกใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของอาหารและความรุนแรงในการนึ่ง

สีและกลิ่น การนึ่งทำให้อาหารบางชนิดมีสีสดใสขึ้นเนื่องจากอากาศและฝุ่นบนผิวถูกกำจัดออกไป ทำให้ค่าความยาวคลื่นของแสงมีค่าเปลี่ยนไป อุณหภูมิและเวลาก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของวัตถุภายในอาหาร นิยมเติมโซเดียมคาร์บอเนต (0.125 % w/w) หรือแคลเซียมออกไซด์ ลงในน้ำที่ใช้ในการนึ่งเพื่อป้องกันการทำลายคลอโรฟิลล์ ผักจึงคงสีเขียวไว้ได้ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยเอนไซม์ของแอปเปิลหรือมันฝรั่งชิ้นได้โดยการแช่อาหารในน้ำเกลือเจือจางก่อนการนึ่ง ถ้าเกิดนึ่งอย่างเหมาะสมจะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรสอย่างเด่นชัด แต่การนึ่งไม่สมบูรณ์จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาอาหารหรืออาหารแช่แข็ง

ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร วัตถุประสงค์ของการนึ่งคือ การทำให้เนื้อเยื่อของผักนุ่มขึ้น เพื่อทำให้บรรจุอาหารกระป๋องได้ง่ายขึ้นอย่างไรก็ตามการใช้เวลาและอุณหภูมิที่สูงเพียงพอที่จะทำลายการทำงานของเอนไซม์ในอาหารระหว่างการแช่แข็งหรือการทำให้แห้ง อาจส่งผลทำให้อาหารสูญเสียเนื้อสัมผัสได้ เช่น มันฝรั่งบางชนิด การลวกผักส่วนใหญ่จะใช้ความร้อนหรือไอน้ำ แต่สำหรับผลไม้ นิยมเติมแคลเซียมคลอไรด์ลงในน้ำสำหรับลวก เพื่อให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนแคลเซียมแพคเตทซึ่งไม่ละลายน้ำ ทำให้เนื้อเยื่อพืชมีความแน่นกรอบได้ หรืออาจใช้เป็นสารเพิ่มความข้น ประเภทคอลลอยด์ เช่น แพคตินคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและแอลจิเนทเพื่อช่วยให้ผลไม้ยังกรอบแน่นหลังการนึ่ง

2.17.8.6.การทอด เป็นกรรมวิธีที่มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อเปลี่ยนแปลงคุณภาพการบริโภคของอาหาร วัตถุประสงค์รองคือการถนอมรักษาอาหารโดยการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ เอมไซม์และลดค่า A_w ที่ผิวอาหารหรือตลอดชิ้นอาหารถ้าเป็นอาหารชิ้นบางๆ ความชื้นหลังการทอดจะเป็นตัวกำหนดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งมีความชื้นอยู่ภายในเมื่อวางอาหารลงในน้ำมันร้อน

อุณหภูมิที่ผิวหน้าของอาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและน้ำเกิดการระเหยกลายเป็นไอ ผิวหน้าของอาหารเริ่มแห้ง แนวระนาบการระเหยเคลื่อนที่เข้าไปในอาหารและเกิดเปลือกนอกขึ้น อุณหภูมิที่ผิวอาหารจะเพิ่มขึ้นเท่ากับน้ำมันที่ร้อนและอุณหภูมิภายในจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ถึง 100 องศาเซลเซียส ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำมันและอาหาร และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวจะเป็นตัวควบคุมการถ่ายเทความร้อน ค่าการนำความร้อนของอาหารจะเป็นตัวควบคุมอัตราการส่งผ่านความร้อนเข้าไปในอาหาร เปลือกนอกของอาหารมีลักษณะเป็นรูพรุนซึ่งประกอบด้วยท่อแคปพีรารี่ขนาดต่างๆ น้ำและไอน้ำเคลื่อนออกจากแคปพีรารี่ช่องใหญ่ก่อนและถูกแทนที่ด้วยน้ำมัน ระหว่างการทอดความชื้นจะเคลื่อนที่ผ่านผิวอาหารและฟิล์มบางๆ ของน้ำมัน ความหนืดและความเร็วของการเคลื่อนที่ของน้ำมันเป็นตัวกำหนดความหนาของฟิล์มซึ่งมีผลต่ออัตราการถ่ายเทมวลและความร้อน ความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างความชื้นภายในอาหารและในน้ำมันจะเป็นตัวขับเคลื่อนความชื้นคล้ายกับในกรณีทำแห้งด้วยลมร้อน

เวลาในการการทอดโดยสมบูรณ์ขึ้นอยู่กับ

1) ชนิดของอาหาร
2) อุณหภูมิของน้ำมัน
3) วิธีทอดว่าเป็นแบบน้ำมันตื้นหรือน้ำมันท่วม
4) ความหนาของชิ้นอาหาร
5) ความต้องการในการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการบริโภค

อาหารซึ่งมีความชื้นอยู่ภายในจะถูกทอดจนกว่าจุดร้อนช้าที่สุดของอาหารจะได้รับความร้อนเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ปนเปื้อนหรือเพียงพอที่จะเปลี่ยนคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสได้ตามต้องการ การคำนึงถึงปัจจัยด้านเศรษฐ์ศาสตร์และความต้องการของผลิตภัณฑ์ จะเป็นตัวกำหนดอุณหภูมิในการทอด การทอดที่อุณหภูมิสูงจะช่วยลดเวลาและเพิ่มอัตราการผลิต อย่างไรก็ตามอุณหภูมิจะเร่งน้ำมันให้เป็นกรดไขมันอิสระซึ่งจะเปลี่ยนแปลงความหนืด สีและกลิ่นของน้ำมันทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำมันบ่อยขึ้นจึงเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำมัน ปัจจัยอีกข้อในการกำหนดอุณหภูมิในการทอดคือลักษณะในความต้องการของผลิตภัณฑ์มีการใช้อุณหภูมิสำหรับการทอดที่ต้องการให้เปลือกนอกแห้งและมีความชื้นภายใน การเกิดเปลือกนอกอย่างรวดเร็วเป็นการปิดกั้นไม่ให้น้ำเคลื่อนที่ออกไปจากอาหาร และลดอัตราการถ่ายเทความร้อนไปด้านในอาหารชิ้นอาหารยังคงรักษาเนื้อสัมผัสที่นุ่มชื้น และ กลิ่นรสของสารประกอบอาหาร การทำให้อาหารแห้งโดยการทอดต้องทอดที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้ระนาบการระเหยเคลื่อนที่ลึกลงไปในอาหารก่อนเกิดเปลือกนอก และป้องกันอาหารอบแห้งเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่นสีที่รุนแรง

ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับน้ำมันประกอบด้วย

1) ปริมาณความชื้น ความชื้นเริ่มต้นสูงมีผลทำให้ปริมาณน้ำมันสูงโดยมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงระหว่างความชื้นเริ่มต้นกับปริมาณน้ำมัน เช่นใน potato chip

2) รูปร่างของอาหาร ปริมาณน้ำมันมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับพื้นที่ผิวของอาหาร ซึ่งผิวหน้าที่ขรุขระเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พื้นผิวเพิ่มขึ้น ทำให้ดูดซับน้ำมันได้มากขึ้น

3) องค์ประกอบของอาหาร เช่นการเติม powdered cellulose และ methyl cellulose มีผลต่อการลดปริมาณน้ำมันของโดนัท และ falafel ball

4) ความพรุน มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำมัน เนื่องจากความพรุนเริ่มต้นแสดงถึงสัดส่วนของช่องว่างอาหาร ซึ่งเป็นปริมาตรที่มีผลต่อน้ำมัน

5) Hydrocolliad มีผลอย่างมากต่อการสูญเสียความชื้นและปริมาณน้ำมันโดยเมื่อ Hydrocolliad เพิ่มขึ้นการสูญเสียความชื้นและปริมาณน้ำมันจะลดลง

6) Surface Treatment การเคลือบอาหาร เช่น การจุ่ม การสเปรย์ อาหารที่จะทอดด้วย hydrocolloid มีผลในการลดปริมาณน้ำมัน เนื่องจากจะป้องกันอาหารไม่ให้สูญเสียความชื้น

7) การเตรียมตัวอย่างก่อนทอด เช่น การลวก การแช่แข็ง การอบแห้ง ช่วยลดการดูดซับน้ำมัน แต่การทำแห้งแบบเยือกแข็งทำให้การดูดซับน้ำมันเพิ่มขึ้น

คุณภาพและองค์ประกอบของน้ำมัน

การเสื่อมเสียของน้ำมันจะมากขึ้นเมื่อเวลาการทอดเพิ่มขึ้น การทอดจะทำให้น้ำมันเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากน้ำที่ออกจากอาหารทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ออกซิเจนในอากาศทำปฏิกิริยากับน้ำมันทำให้เกิดการออกซิเดชั่น และอุณหภูมิการทอดทำให้เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากความร้อน การเกิดปฏิกิริยาเหล่านี้ทำให้เกิดสารต่าง ๆ ขึ้นทั้ง volatile และ nonvolatile ซึ่งจะอยู่ในน้ำมันทำให้น้ำมันเกิดการเสื่อมเสีย นอกจากนี้ยังมีสาร surfactant หลายชนิดที่เกิดขึ้นในน้ำมันร้อน ซึ่งสารเหล่านี้มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนระหว่างน้ำมันและอาหารโดยลด surface tension ของอาหาร ทำให้อาหารดูดซับน้ำมันได้มากขึ้น

2.17.9 การบรรจุหีบห่อ

การบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งมีความจำเป็นมาก เพราะภาชนะบรรจุที่เหมาะสมจะช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากผลิตภัณฑ์และป้อกันผลิตภัณฑ์สัมผัสกับออกซิเจน ผลิตภัณฑ์ที่มีการเคลือบมาแล้วเมื่อบรรจุหีบห่อก่อนนำไปเก็บในสภาพแช่แข็งจะช่วยให้เก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้น ในการผลิตหลังจากแช่แข็งแล้วมักจะเคลือบด้วยน้ำเคลือบ ห่อด้วยพลาสติกบรรจุในกล่องกระดาษเคลือบไข แล้วจึงบรรจุในกล่องลูกฟูก เก็บในห้องเย็นรอการขนส่งหรือการจำหน่ายต่อไป

คุณสมบัติของวัสดุที่เป็นภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง ดังนี้

1. เป็นวัสดุที่คงตัวในสภาพอุณหภูมิต่ำได้ดี
2. เป็นวัสดุที่ไม่ยอมให้ น้ำ ไอน้ำ ออกซิเจน สารมีกลิ่น และแสง ผ่านได้สะดวก
3. เป็นวัสดุที่เหนียว และแข็งแรงพอที่จะรับปริมาณส่วนขยายจากการเปลี่ยนสภาวะจากของเหลวเป็นน้ำแข็งได้ ในกรณีที่มีการห่อผลิตภัณฑ์ก่อนแช่แข็ง
4. เป็นวัสดุที่ยอมให้การถ่ายเทความร้อนออกจากผลิตภัณฑ์ เป็นไปได้ดีถ้ามีการบรรจุผลิตภัณฑ์ก่อนแช่แข็ง
5. ไม่เป็นวัสดุที่มีกลิ่นรสแปลกปลอม ไม่เป็นพิษต่อผลิตภัณฑ์อาหาร

6. เป็นวัสดุที่ทนต่อความร้อน ถ้าใช้กับอาหารสำเร็จรูปที่ต้องอุ่นอาหารก่อนรับประทาน

7. เป็นวัสดุที่ทนทานและสะดวกต่อการขนย้าย

2.17.9.1 คุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง วัสดุที่ใช้สำหรับบรรจุภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งจะต้องทนทานต่ออุณหภูมิต่ำ ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ทนการฉีกขาด ทนต่อความชื้น ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน และความชื้น ปกป้องอาหารจากแสง โดยเฉพาะแสง UV

2.17.9.2 บรรจุภัณฑ์ชั้นใน (primary packaging) สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็งต้องไม่ทำปฏิกริยากับผลิตภัณฑ์ในสภาวะการเก็บรักษา ไม่ปนเปื้อน สำหรับบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารแช่แข็งประเภทพร้อมรับประทาน อาจจะต้อง สามารถอุ่นร้อนในไมโครเวฟได้ เช่น พลาสติกชนิด CPET สำหรับผลิตภัณฑ์เพื่อการจำหน่ายปลีก (retail packaging) ที่ใช้วางแสดงบนชั้นจัดจำหน่ายจะต้องสามารถพิมพ์สี ฉลากได้สวยงาม ดึงดูดความสนใจจากผู้ซื้อได้

2.17.9.3 รูปแบบการบรรจุ บรรจุภัณฑ์อาหารแช่แข็งมีรูปแบบการบรรจุแตกต่างกันขึ้นกับลักษณะทางกายภาพ และประเภทของอาหาร ตลอดจนวิธีการจัดจำหน่าย อาหารที่พร้อมปรุง (ready to cook) ที่แช่แข็งเป็นชิ้นแบบ IQF เช่น นักเก็ตไก่ เฟรนช์ฟรายส์ กุ้งแช่แข็ง มักบรรจุใส่ในถุงพลาสติกเพื่อสะดวกในการเทออกจากถุงเมื่อนำมาปรุง ที่บ้านปลาทะเลคุณภาพสูง ที่แล่เนื้อเป็นชิ้น fillet หรือเนื้อวัว เนื้อหมู อาจจะบรรจุเป็นชิ้นเดี่ยวในถุงสุญญากาศ (vacuum packaging) เพื่อแสดงให้เห็นคุณภาพภายใน การบรรจุแบบสุญญากาศ และการบรรจุแบบการปรับสภาพบรรยากาศ (Modified atmospheare packaging ,MAP) ยังมีประโยชน์กับอาหารแช่เยือกแข็ง ที่ไขมันสูง เช่น เนื้อสัตว์แช่เยือกแข็ง อาหารทะเลแช่เยือกแข็งปกป้องการเสื่อมเสียเนื่องจากออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหารแช่แข็ง ได้แก่ การเกิดกลิ่นหืน (rancidity) จากปฏิกริยา lipid oxidationอีกด้วย อาหารพร้อมรับประทาน (ready to eat) อาจบรรจุในถ้วย ในถาดที่พร้อมอุ่นในไมโครเวฟ และใช้เสิร์ฟได้ทันทีหลังอุ่น

2.17.9.4 วัสดุบรรจุภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง วัสดุที่นิยมใช้สำหรับผลิต บรรจุภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งได้แก่ ฟิมส์พลาสติก และกระดาษ เคลือบด้วยฟิล์ม พลาสติก ชนิดของพลาสติกได้แก่

1. polyamide (PA)
2. polyethylene (PE)
3. CPET
4. polyester (polyterephthalic acid ester) (PET/PETP)
5. polyvinylchloride (PVC)
6. polyvinyliden chloride (PVDC)

ตารางที่ 2.2 แสดงอายุการเก็บรักษาอาหารชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

อาหาร	อายุการเก็บรักษา (เดือน)
บรอคโคลี่	14-16
กะหล่ำดอก	14-16
ข้าวโพดทั้งฝัก	8-10
แครอท	24
กุ้งใหญ่	8-10
ถั่วเมล็ดกลม	14-16
ปลาไขมันสูง	6-8
ปลาไขมันต่ำ	10-12
เนื้อวัวชิ้นใหญ่	12-14
เนื้อวัวบด	8
เนื้อหมูชิ้นใหญ่	6-12
หมูบด	4

ที่มา : มาลัยวรรณ อารยะสกุล, สิรี ชัยเสรี และเนื้อทอง วนานุวัธ, 2545, หน้า 29

2.18 ผลไม้แช่อิ่ม

ผลไม้แช่อิ่ม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้สดหรือผลไม้ดองมาตัดแต่ง ได้แก่ การปอกเปลือก คว้านเมล็ด ล้างยาง ผ่าเป็นชิ้น อาจน้ำไปแช่ปูนใสหรือสารช่วยให้กรอบ อาจต้มก่อนนำไปแช่อิ่มในน้ำเชื่อมด้วยกรรมวิธีการแช่อิ่มแบบช้าหรือแบบเร็วจนอิ่มตัว อาจผสมส่วนประกอบอื่น เช่น เกลือ กรดซิตริกลงในน้ำเชื่อมได้ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2550)

การแช่อิ่มเป็นการถนอมอาหาร โดยใช้น้ำตาลเป็นเครื่องช่วยรักษาอายุของอาหารผักและผลไม้ให้เก็บไว้ได้นานมากขึ้น ลักษณะการทำต้องค่อยๆ เพิ่มน้ำตาลทีละน้อยจนกระทั่งผักและผลไม้อิ่มตัว ทำให้ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

การแชในสารละลายออสโมติก เป็นขั้นตอนที่น้าผลไม้ที่ต้องการอบแห้งมาแชในสารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูง เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำตาลภายนอกสูงกว่าความเข้มข้นของน้ำตาลภายในผลไม้ และปริมาณน้ำในผลไม้มีเปอร์เซ็นต์มากกว่าภายนอก เมื่อนำผลไม้มาแช่ลงในน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูง น้ำจากผลไม้จะเคลื่อนที่มาสู่สารละลายน้ำตาลผ่านเยื่อเลือกผ่าน (semi-permeable membrane) เรียกว่า กระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชั่น (osmotic dehydration) เป็นผลทำให้ปริมาณน้ำภายในผลไม้ลดลงจากเดิมหรือความชื้นลดลง การแช่อิ่มผลไม้มีอยู่ 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 การทำผลไม้แช่อิ่มแบบเร็ว วิธีนี้จะเตรียมน้ำเชื่อมปรุงรส ให้มีความหวานเริ่มต้นน้ำตาล ร้อยละ 30 ของน้ำหนักน้ำเชื่อม แล้วเคี่ยวผลไม้ในน้ำเชื่อมโดยใช้ไฟอ่อนหรือความร้อนประมาณ 100-150 องศาเซลเซียส เคี่ยวจนน้ำเชื่อมงวด และได้ความหวานของน้ำเชื่อมประมาณร้อยละ 50-65 ของน้ำหนักน้ำเชื่อม การทำให้ผลไม้แช่อิ่มแบบเร็วนี้ จะใช้เวลา 3-4 ชั่วโมงในการเคี่ยวน้ำเชื่อมจนงวดและเนื้อผลไม้มีความหวานใกล้เคียงกับน้ำเชื่อม การใช้อุณหภูมิในการ

เคี่ยวสูงเกินไปจะท้าให้น้ำเชื่อมมีสีคล้ำ มีกลิ่นน้ำตาลไหม้ และท้าให้เนื้อผลไม้นิ่มเละ จึงไม่เหมาะสมกับผลไม้ที่มีเนื้อนิ่มและเละได้ง่าย

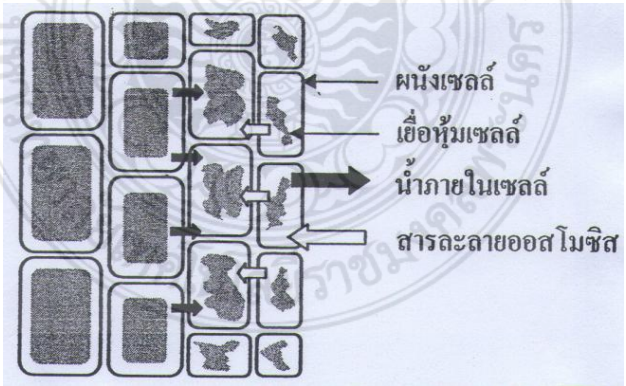
วิธีที่ 2 การทำผลไม้แช่อิ่มแบบช้า เป็นวิธีการที่แช่ผลไม้ที่เตรียมไว้แล้วในน้ำเชื่อม โดยจะเริ่มต้นที่น้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลร้อยละ 30 ใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วเพิ่มความเข้มข้นของน้ำเชื่อมทุกวัน เป็นน้ำตาลร้อยละ 40, 50, 60 และ 65 ของน้ำหนักน้ำเชื่อม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหวานเริ่มต้นของผลไม้แต่ละชนิดและความหวานของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ และควรเติมกรดซิตริก ร้อยละ 0.1 เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำตาลตกผลึก การแช่อิ่มผลไม้ด้วยวิธีนี้ใช้เวลานานจึงต้องรักษาความสะอาด และต้มน้ำเชื่อมทุกวันเพื่อไม่ให้เกิดกลิ่นหมักหรือเหม็นเปรี้ยว

2.18.2 การออสโมติก

การออสโมติก เป็นวิธีการดึงน้ำบางส่วนออกจากผักและผลไม้ด้วยกระบวนการออสโมติก โดยในระหว่างการออสโมติกจะมีการถ่ายเทมวลสารระหว่างน้ำในผลไม้และสารละลายออสโมติก

2.18.2.1 หลักการของการออสโมติก

การออสโมติก คือการลดปริมาณน้ำภายในผลไม้โดยอาศัยการสัมผัสกันโดยตรงระหว่างผลไม้กับสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงท้าให้เกิดการถ่ายเทมวลสารเนื่องจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติก ระหว่างน้ำภายในเซลล์ผลไม้กับสารละลายภายนอก ซึ่งการถ่ายเทมวลสารนี้เป็นการเคลื่อนที่แบบสวนทางกันผ่านเยื่อเลือกผ่าน โดยน้ำที่อยู่ในผลไม้จะซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) และผนังเซลล์ (cell wall) ออกมาสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นสูง ขณะเดียวกันตัวถูกละลายในสารละลายจะซึมผ่านผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่ภายในผลไม้ นอกจากนี้ตัวถูกละลายที่มีอยู่ในผลไม้ เช่น น้ำตาล กรดอินทรีย์ เกลือแร่ และวิตามิน จะแพร่ออกมาจากเซลล์ผลไม้มายังสารละลายภายนอก ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การถ่ายเทมวลสารในระหว่างการออสโมติก
ที่มา : Agnelli (2005)

กระบวนการออสโมติกสามารถลดปริมาณน้ำภายในผลไม้ออกไปได้ ซึ่งในขณะที่น้ำภายในเซลล์แพร่ออกจากเนื้อผลไม้จะมีกรดบางส่วนถูกกำจัดออกไปส่งผลให้ปริมาณกรดในเนื้อผลไม้ลดลงเมื่อรวมตัวกับน้ำตาลที่แพร่เข้าไปในเนื้อผลไม้จะท้าให้ผลิตภัณฑ์มีรสหวานมากกว่าผลไม้อบแห้ง

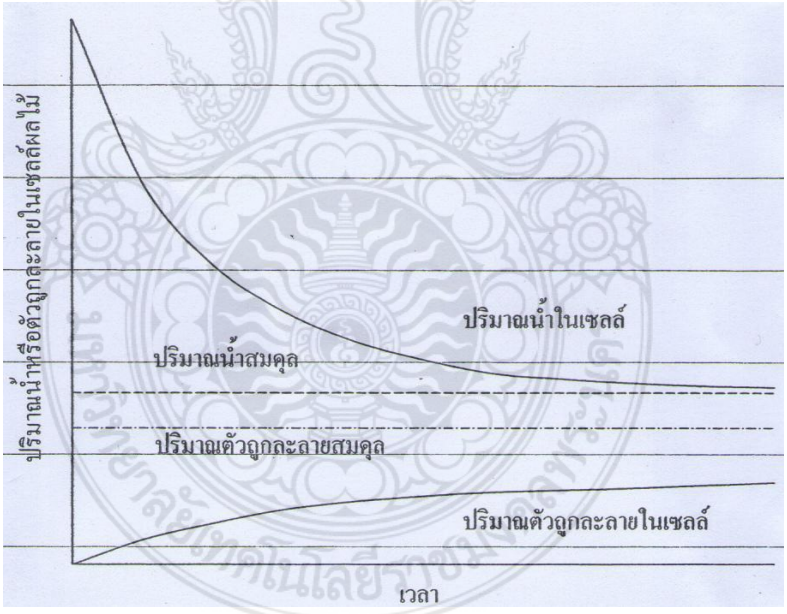
ธรรมดา โดยการถ่ายเทมวลระหว่างน้ำและตัวถูกละลายจะดำเนินไปจนกระทั่งถึงจุดสมดุล (equilibrium) ดังแสดงในภาพที่ 2.2 ซึ่งที่สภาวะสมดุลนี้อัตราการถ่ายเทมวลระหว่างน้ำและตัวถูกละลายจะมีค่าคงที่ ท้าให้ปริมาณน้ำ ตัวถูกละลายในชิ้นผลไม้และในสารละลายออสโมติกมีค่าคงที่ (ไพบูลย์, 2532)

2.18.2.2 ประเภทของการออสโมติก

การออสโมติกแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ การออสโมติกในระบบแห้งและการออสโมติกในระบบสารละลาย (รพีพร, 2551)

2.18.2.2.1 การออสโมติกในระบบแห้ง เป็นการออสโมติกใน osmotic medium ที่มีลักษณะแห้ง การออสโมติกประเภทนี้นิยมใช้น้ำตาลทรายโรยสลับกับชิ้นผลไม้เป็นชั้นๆ ส่งผลให้มีค่าอัตราการถ่ายเทมวลต่ำกว่าการออสโมติกในระบบสารละลาย การออสโมติกประเภทนี้ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะผิวช้ำ

2.18.2.2.2 การออสโมติกในระบบสารละลาย เป็นการออสโมติกโดยใช้สารละลายเป็น osmotic medium ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้เนื่องจากมีความสะดวกและสามารถน้าสารละลายกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งการ ออสโมติกในระบบสารละลายสามารถแบ่งได้ 2 วิธี ได้แก่ การออสโมติกในสารละลายที่ไม่มีการเคลื่อนที่และการออสโมติกในสารละลายที่มีการเคลื่อนที่



ภาพที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำและตัวถูกละลายภายในเซลล์ผลไม้ในระหว่างการออสโมติก
ที่มา : ไพบูลย์ (2532)

2.18.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการออสโมติก

การถ่ายเทมวลสารในระหว่างการออสโมติกจะเกิดเร็วขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ต่อไปนี้

2.2.3.1 ชนิดของสารละลายออสโมติก สารละลายออสโมติกที่นิยมน้ามาใช้มากที่สุด คือโซเดียมคลอไรด์และน้ำตาล (Ertekin and Cakaloz, 1996) เนื่องจากน้ำตาลจะมีผลในการยับยั้ง

การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเนื่องจากเอ็นไซม์ (enzymatic browning) และสามารถรวมตัวกับสารให้กลิ่นรสเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนป้องกันการสูญเสียกลิ่นรสที่ระเหยไประหว่างการอบแห้ง น้ำตาลที่ใช้เป็นสารละลายออสโมติกมีหลายชนิด แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ น้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นสารที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำให้แรงดันออสโมติก ให้รสหวานและมีราคาถูกกว่าน้ำตาลชนิดอื่นๆ (สุธีรา, 2540)

2.18.2.3.2 การเคลื่อนที่ของสารละลายออสโมติก ในระหว่างการออสโมติกน้ำภายในเซลล์ผลไม้จะแพร่ออกจากเซลล์ทำให้สารละลายบริเวณที่สัมผัสกับชิ้นผลไม้มีความเข้มข้นลดลง ส่งผลให้การถ่ายเทมวลสารมีค่าต่ำลงดังนั้นการเคลื่อนที่ของสารละลายในกระบวนการออสโมติก ซึ่งเป็นการกระจายสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำออกไป ส่งผลให้สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าสามารถหมุนเวียนเข้ามาสัมผัสกับชิ้นผลไม้ได้ ท้าให้การถ่ายเทมวลสารในสารละลายออสโมติกที่มีการเคลื่อนที่มีค่าสูงกว่าการออสโมติกในสารละลายที่ไม่มีการเคลื่อนที่ (สุธีรา, 2540)

2.18.2.3.3 ความเข้มข้นของสารละลายออสโมติก ความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อปริมาณการถ่ายเทมวลสารในระหว่างการออสโมติก นอกจากนี้ยังส่งผลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในผลิตภัณฑ์ โดยความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกที่ใช้ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงร้อยละ 30 ถึง 70 แตกต่างกันตามชนิดของผลไม้ โดยความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกที่สูงขึ้นท้าให้อัตราการสูญเสียน้ำมีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการออสโมติกมีค่าลดลง ในการออสโมติกผลไม้ไม่ควรใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 70 โดยมวลต่อปริมาตร เนื่องจากสารละลายจะมีความหนืดสูงเกินไปท้าให้การถ่ายเทมวลสารลดลง ดังการทดลองของ Khin *et al*., 2007 ทำการออสโมติกแอปเปิ้ลในสารละลายเดร็กโตสและซูโครสที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 45, 55 และ 65 โดยมวลต่อปริมาตร พบว่าประสิทธิภาพการแพร่ของน้ำและสารละลายจะสูงขึ้นเมื่อใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น

2.18.2.3.4. อุณหภูมิของสารละลายออสโมติก อุณหภูมิของสารละลายมีผลต่อการออสโมติก โดยเมื่ออุณหภูมิของสารละลายสูงขึ้นจะสามารถลดเวลาในการออสโมติกจนถึงจุดสมดุลโดยอัตราการสูญเสียน้ำและอัตราการเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสารละลายที่มีอุณหภูมิสูงจะท้าให้โครงสร้างของผลไม้บางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพไป ท้าให้เซลล์เมมเบรนอ่อนตัวลง คุณสมบัติเยื่อเลือกผ่านจึงเสียไป ท้าให้อัตราการถ่ายเทมวลเร็วกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ Khin *et al*., 2007 ได้ศึกษาการออสโมติกแอปเปิ้ลในสารละลายเดร็กโตสและซูโครสที่อุณหภูมิ 25, 40 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่าประสิทธิภาพการแพร่ของน้ำและประสิทธิภาพการแพร่ของตัวถูกสารละลายมีค่าสูงสุดเมื่อท้าการออสโมติกที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

2.18.2.3.5 รูปร่างและขนาดของผลไม้ รูปร่างและขนาดของผลไม้มีผลต่อการถ่ายเทมวลสาร เนื่องจากรูปร่างและขนาดของผลไม้มีผลต่ออัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวสัมผัสต่อปริมาตร ถ้าอัตราส่วนนี้มีค่าสูงจะท้าให้น้ำในชิ้นผลไม้แพร่ออกมาสู่สารละลายน้ำตาลภายนอกได้เร็ว แต่ถ้าอัตราส่วนของพื้นที่ผิวสัมผัสต่อปริมาตรมีค่าน้อยจะท้าให้อัตราการสูญเสียน้ำเกิดได้น้อย (คณิตตา, 2553)

2.18.3 การอบแห้งโดยใช้ลมร้อน

การอบแห้งโดยใช้ลมร้อน หมายถึงการอบแห้งโดยการใช้อากาศหรือลมร้อนพัดผ่านผิวหน้าของอาหาร โดยการถ่ายเทความร้อนไปยังผิวหน้าอาหาร ส่งผลให้น้ำที่อยู่ภายในเนื้ออาหารเคลื่อนที่ออกมาสู่ผิวหน้าและระเหยออกด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอ ซึ่งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบจะขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างและปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร (วิไล, 2547) หลังจากผ่านขั้นตอนการแช่ในสารละลายออสโมติก น้ำหนักของผลไม้จะลดลงส่วนหนึ่ง ต่อมานำผลไม้มาอบให้แห้งสามารถเก็บรักษาได้ในขั้นที่ปลอดภัย การอบแห้งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การตากลม (air drying) การตากแดด (sun drying) การอบด้วยสุญญากาศ (vacuum drying) การแช่อิ่มผลไม้ทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงาน และลดเวลาในการอบแห้งได้ สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการออสโมติกแล้วจะอยู่ในช่วง 55 ถึง 70 องศาเซลเซียส (สุธีรา, 2540)

2.18.3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้งโดยใช้ลมร้อน

2.18.3.1.1 ขนาดและรูปร่าง ขนาดและรูปร่างของอาหารมีผลต่อพื้นที่ผิว โดยอาหารที่มีพื้นที่ผิวมากจะมีการถ่ายเทความร้อนและมวลได้รวดเร็วเนื่องจากอาหารมีพื้นที่ผิวในการสัมผัสกับความร้อนมากขึ้น ทำให้มีพื้นที่ที่จะสูญเสียความชื้นมากขึ้น และเป็นการลดระยะทางที่ความร้อนจะซึมผ่านข้าสู่บริเวณจุดกึ่งกลางของอาหารและเป็นการลดระยะทางที่ความชื้นบริเวณกึ่งกลางของอาหารเคลื่อนที่ออกไปยังผิวของอาหาร เพื่อจะสัมผัสกับความร้อนแล้วระเหยออกไป (สุคนชื่น และคณะ, 2546)

2.18.3.1.2 ปริมาณอาหาร ปริมาณอาหารที่ใส่ในการอบแห้งและการจัดเรียงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการอบแห้ง โดยการใส่อาหารปริมาณมากเกินไปจะทำให้การอบแห้งมีประสิทธิภาพต่ำลง เนื่องจากบรรยากาศจะอิ่มตัวไปด้วยไอน้ำส่งผลอัตราการอบแห้งเกิดได้ช้าลง (สมบัติ, 2535)

2.18.3.2.3 อุณหภูมิ ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างอาหารกับสื่อความร้อนแปรผันตรงกับอัตราการส่งถ่ายความร้อนเข้าไปภายอาหาร โดยถ้าผลต่างของอุณหภูมิมีค่าสูงจะทำให้อัตราการส่งถ่ายความร้อนเข้าไปภายในชิ้นอาหารเกิดได้เร็วขึ้นและช่วยให้เกิดแรงขับในการเคลื่อนที่ออกของน้ำ (รพีพร, 2551) การบรรจุผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง หรือแช่อิ่มเคลือบน้ำตาลอบแห้งจะต้องแห้งและบรรจุในภาชนะที่ไม่ให้ความชื้นซึมผ่านเข้าไป เช่น บรรจุกระป๋อง ถ้าความชื้นซึมผ่านเข้าไปได้จะทำให้มีเชื้อราเกิดขึ้น ตัวอย่างของวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุผลไม้แช่อิ่มอบแห้งหรือแช่อิ่มเคลือบน้ำตาลอบแห้ง ได้แก่ โพลีเอทธิลีน โพลีโพพิลีน (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549)

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 ขนุนจาก ตลาดเทเวศน์
3.1.2 ข้าวเหนียวเขี้ยวงู
3.1.3 งาดำ จาก ตลาดเทเวศน์
3.1.4 น้ำตาลทรายขาว ตรา มิตรผล
3.1.5 แป้งทอดกรอบ ตรา ครัววังทิพย์
3.1.6 เกลือ ตรา ฟาร์มเฮาส์
3.1.7 น้ำมันสำหรับทอด ตรา มรกต

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 Tataric Acid
3.2.2 Peptone Bacteriological
3.2.3 Potato Dextrose Agar (PDA)
3.2.4 Plate Count Agar (PCA)

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตซูชิขนุนแช่แข็ง

3.3.1.1 เครื่องบดผสม ยี่ห้อ Severin รุ่น sev-3881
3.3.1.2 เครื่องชั่งดิจิตอล ยี่ห้อ Valor รุ่น 1000
3.3.1.3 ถ้วยตวง
3.3.1.4 ชามแสตนเลส
3.3.1.5 ถาดแสตนเลส
3.3.1.6 มีด
3.3.1.7 เขียง
3.3.1.8 เครื่องปิดผนึกบรรจุภัณฑ์

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่แข็ง

3.3.2.1 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer รุ่น CM-3500d KINOCA MINOLTA

3.3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่แข็ง(A.O.A.C., 2000)

3.3.3.1 เครื่องอบลมร้อน

3.3.3.2 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ด้วยวิธีการ (A.O.A.C., 2005) ประกอบด้วย

- ชุดย่อย BUCHI Digestion Unit K-435
- ชุดดูดจับไอกรด BUCHI Scurbber B - 414
- ชุดกลั่น BUCHI Distillation Unit B - 324

3.3.3.3 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธีการ Kjeldahl method

3.3.3.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ ด้วยวิธีการ (A.O.A.C., 2005) Foss Fibertec 1020 และ Foss Cold Extraction Unit 1021

3.3.3.5 เตาเผา Carbolttle CWF 1100

3.3.3.6 Desicator

3.3.3.7 ตู้ดูดควัน Fume cupboard MODEL 252 S/N 25366 TRAND international.co.Ltd

3.3.3.8 ชุดเครื่องแก้ว ได้แก่ บีกเกอร์ขนาด 100 500 และ 1000 มิลลิลิตร ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร กระบอกตวงขนาด 10 และ 20 มิลลิลิตร ปิเปต บิวเรต หลอดหยด และแท่งแก้ว

3.3.3.9 เครื่อง HPLC ยี่ห้อ Agilent 1200 Series

3.3.3.10 เครื่อง Ultrasonic Bath

3.3.3.11 เครื่องวัดความชื้น Moisture Determination Balance FD-620

3.3.3.12 เครื่องตรวจวัดปริมาณความชื้นแบบอินฟราเรด (Infrared Moisture Determination Blance MA 150C Sartorius

3.3.3.13 อื่นๆ ได้แก่ ถ้วยกระเบื้อง ถ้วยอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด ครูซิเบิลแก้ว ช้อนตักสาร และคีมคีบ Vial หัวกรอง Nylon membrance filter 0.45 µm

3.3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ (Speak., 1976)

3.3.4.1 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autroclave) sanyo รุ่น lado Autoclave

3.3.4.2 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air oven) Binder รุ่น FD 115

3.3.4.3 ตู้ปลอดเชื้อ Heal Forec รุ่น A2

3.3.4.4 บีกเกอร์

3.3.4.5 ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ปลอดเชื้อ

3.3.4.6 จานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ

3.3.4.7 แอลกอฮอลล์

3.3.4.8 ตะเกียงแอลกฮอล์

3.3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่แข็ง

3.3.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.3.5.2 แบบประเมินผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.3.6 อุปกรณ์และเครื่องมือประมวลผลข้อมูลของผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่แข็ง

3.3.6.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จทางสถิติ

บทที่ 3.1

ซูชิขนุนแช่แข็ง

การดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1.1 ศึกษาปริมาณกะทิ : น้ำตาลทราย (กรัม) ในการมูลข้าวเหนียวทำซูชิแช่แข็ง(-18 องศาเซลเซียส) 3 ระดับ

การทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการมูลข้าวเหนียวทำซูชิแช่แข็ง(-18 องศาเซลเซียส) 3 ระดับ โดยศึกษาอัตราส่วน กะทิ ต่อน้ำตาล 3 ระดับคือ 50:50, 60:40 และ 70:30 มาทำการทดสอบด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน ซึ่ง โดยทำการคืนรูปทันที โดยไม่ต้องทำให้ละลาย ในไมโครเวฟความร้อนที่ 30 วัตต์ ในเวลา 30 วินาที นำมาวัดคุณภาพค่าสี และให้ทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธีการชิมเป็นแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) และนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี (Least Significant Difference – LSD)

ตารางที่ 3.1.1 แสดงสูตรข้าวเหนียวมูลที่มีอัตราส่วนกะทิ : น้ำตาล **3** ระดับ

วัตถุดิบ	อัตราส่วนกะทิ : น้ำตาล (กรัม)		
	50 : 50	60 : 40	70 : 30
ข้าวเหนียวเขี้ยวงู	800	800	800
หัวกะทิ	346.5	415.8	485.1
น้ำตาลทราย	346.5	277.2	207.9
เกลือ	8	8	8

3.1.2 ศึกษาปริมาณข้าวเหนียวมูล : เนื้อขนุน (ชิ้น) 3 ระดับ นำซูซิขนุน มาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ เช่นเดียวกับข้อที่1 เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุด

การทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปริมาณข้าวเหนียวมูล : เนื้อขนุน (ชิ้น) 3 ระดับ คือ 2 , 3 และ 4 ชิ้นโดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Randomized Completely Block Design-RCBD จากนั่นทำขึ้นรูปซูชิแล้วนำไปทำการแช่แข็ง โดยทำการคืนรูปทันที โดยไม่ต้องทำให้ละลาย ในไมโครเวฟความร้อนที่ 30 วัตต์ ในเวลา 30 วินาที การทดสอบด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ (ความมันของกะทิ) รสชาติ (ความหวาน) ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธีการชิมเป็นแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) และนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี (Least Significant Difference – LSD)

3.1.3 ศึกษาการคืนรูปซูชิขนุนแช่งแข็ง (-18 องศาเซลเซียส) : ความร้อนที่ 30 วัตต์ ในเวลา (วินาที) 3 ระดับ ได้แก่ 40 50 และ 60 วินาที มาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Randomized Completely Block Design-RCBD จากนั่นทำขึ้นรูปซูชิขนุนแล้วนำไปทำการแช่แข็ง 1 คืน ทำการคืนรูปทันที โดยไม่ต้องทำให้ละลาย ในไมโครเวฟความร้อนที่ 30 วัตต์ ในเวลา 40 50 และ 60 วินาที นำซูซิขนุนวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ค่าความแข็ง (Froce) การทดสอบด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ (ความมันของกะทิ) รสชาติ (ความหวาน) ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธีการชิมเป็นแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) และนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี (Least Significant Difference – LSD)

3.1.4 ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่แข็ง นำผลิตภัณฑ์ซูซิขนุนในสูตรที่ดีที่สุด โดยทำการวัดค่า Aw หรือค่าปริมาณน้ำที่มีในผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลา 90 วัน ระยะเวลาคือที่ระยะเวลา 1, 30, 60 และ 90 วัน ตามลำดับ ซึ่งได้ผลการศึกษา

3.1.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค(Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซูชิขนุน โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน แบบ Central Location test (CLT) เพื่อศึกษาแนวโน้มการตลาด การการกำหนดราคาเพื่อทราบถึงแนวโน้มในการยอมรับผลิตภัณฑ์และต้นทุนการผลิต

บทที่ 3.2

ขนุนแผ่นกรอบ
อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1 การศึกษาอัตราส่วนของเนื้อขนุน ต่อเนื้อไก่ 3 ระดับ

การทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการมูลข้าวเหนียวทำซูชิแช่แข็ง(-18 องศาเซลเซียส) 3 ระดับ โดยศึกษาอัตราส่วน กะทิ ต่อน้ำตาล 3 ระดับคือ 50:50, 60:40 และ 70:30 มาทำการทดสอบด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน ซึ่ง โดยทำการคืนรูปทันที โดยไม่ต้องทำให้ละลาย ในไมโครเวฟความร้อนที่ 30 วัตต์ ในเวลา 30 วินาที นำมาวัดคุณภาพค่าสี และให้ทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธีการชิมเป็นแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) และนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี (Least Significant Difference – LSD)

ตารางที่ 2 แสดงสูตรข้าวเหนียวมูลที่มีอัตราส่วนกะทิ : น้ำตาล **3** ระดับ

วัตถุดิบ	อัตราส่วนเนื้อขนุน : เนื้อไก่ (กรัม)		
	50 : 50	60 : 40	70 : 30
เนื้อขนุน	500	800	800
เนื้อไก่	346.5	415.8	485.1
น้ำตาลทราย	346.5	277.2	207.9
เกลือ	8	8	8

3.2.2 ศึกษาผงฟูในผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ 3 ระดับ นำขนุนแผ่นกรอบ มาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ เช่นเดียวกับข้อที่1 เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุด

การทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปริมาณผงฟู 3 ระดับ คือ 1.0 , 1.5 และ 2.0 โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Randomized Completely Block Design-RCBD จากนั่นขนุนแผ่นกรอบ การทดสอบด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธีการชิมเป็นแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) และนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี (Least Significant Difference – LSD)

3.2.3 การศึกษาชนิดของขนุนต่อการผลิตขนุนแผ่นกรอบ 2 ระดับ ได้แก่ ขนุนดิบ และขนุนสด มาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ T Test นำขนุนแผ่นกรอบวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ค่าความแข็ง (Froce) การทดสอบด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธีการชิม

เป็นแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) และนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี (Least Significant Difference – LSD)

3.2.4 ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ นำผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบในสูตรที่ดีที่สุด โดยทำการวัดค่า Aw หรือค่าปริมาณน้ำที่มีในผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลา 90 วัน ระยะเวลาคือที่ระยะเวลา 1, 30, 60 และ 90 วัน ตามลำดับ ซึ่งได้ผลการศึกษา

3.2.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค(Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน แบบ Central Location test (CLT) เพื่อศึกษาแนวโน้มการตลาด การการกำหนดราคาเพื่อทราบถึงแนวโน้มในการยอมรับผลิตภัณฑ์และต้นทุนการผลิต

3.5 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการทดลอง

3.5.1 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ 521/1, 521/2, 621, 622 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตโชติเวช

3.5.2 ระยะเวลาดำเนินการทดลอง

การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่ สิงหาคม 2558 – เดือนกุมภาพันธ์ 2559

บทที่ 3.3

ขนุนแผ่นกรอบ
อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

วิธีการดำเนินการ

3.3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 เกลือ ใช้เกลือสมุทร
3.1.2 น้ำตาล ตรามิตรผล
3.1.3 น้ำเปล่า
3.1.4 ขนุน ใช้พันธุ์ทองประเสริฐ
3.1.5 น้ำส้มสายชู ตราอสร.

3.3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 แคลเซียมคลอไรด์ (UNIVAR บริษัท AjakFincechem)
3.2.2 กรดอะซิตริก (UNIVAR บริษัท AjakFincechem)
3.2.3 กรดซิตริก (UNIVAR บริษัท AjakFincechem)
3.2.4 แคลเซียมแลคเทต (UNIVAR บริษัท AjakFincechem)

3.3.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

3.3.1 โปตัสเซียมคลอไรด์ (UNIVAR บริษัท AjakFince)
3.3.2 ซิลเวอร์ไนเตรต (บริษัท แกมมาโก้ (ประเทศไทย) จำกัด)
3.3.3 โปตัสเซียมโครเมต (UNIVAR บริษัท AjakFince)
3.3.4 แคลเซียมคาร์บอเนต (UNIVAR บริษัท AjakFincechem)

3.3.4 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

3.4.1 Plate Count Agar (บริษัท HimediaLabotories Pvt. Ltd.)
3.4.2 Potato Dextrose Agar (บริษัท SiscoReseachLabotories)
3.4.3 กรดทาร์ทาร์ริก (UNIVAR บริษัท AjakFincechem)

3.3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

3.5.1 ขวดรูปชมพู่
3.5.2 ขวดวัดปริมาณ
3.5.3 บิวเรต
3.5.4 บีกเกอร์
3.5.5 กระบอกตวง
3.5.6 ไฮโดรมิเตอร์

3.3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

3.6.1 จานเพาะเชื้อ

3.6.2 หลอดทดลอง

3.6.3 ปิเปต

3.6.4 กระบอกตวง

3.3.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.8.1 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.8.2 โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ

3.3.8 ขั้นตอนดำเนินงาน

3.3.8.1 ศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนุนดองและกรรมวิธีการผลิต

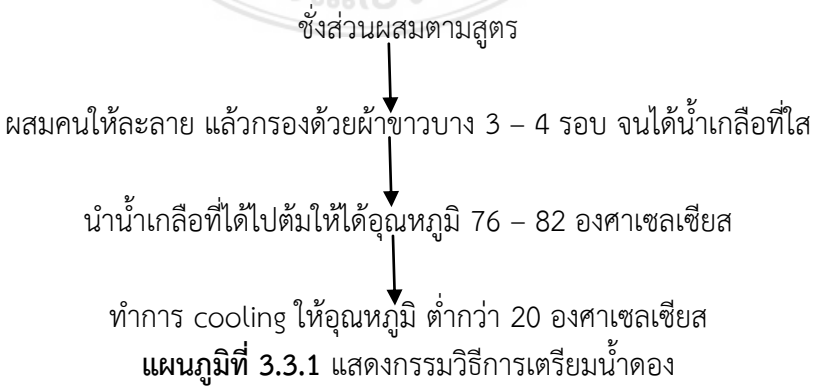
3.3.8.1.1 ศึกษาปริมาณเกลือที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนุนดองปรุงรส

ศึกษาปริมาณเกลือที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ขนุนดองปรุงรส โดยการใช้ปริมาณเกลือ 3 ระดับที่แตกต่างกัน คือ 10 ,11 และ12 เปอร์เซ็นต์ โดยนำขนุนแก้วที่แก่มาทำความสะอาดแล้วนำไปแช่ด้วยน้ำปูนแดงเป็นระยะเวลา 1 คืน เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดนำขนุนไปทำการฆ่าเชื้อด้วยการลวกในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ผิวภายนอก จากนั้นทำการเตรียมน้ำดองสูตรดองเค็ม 3 สูตร ส่วนผสมดังแสดงในตารางที่ 3.1 และวิธีการเตรียมน้ำดองเค็มดังแสดงในแผนภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.3.1 แสดงสูตรการผลิตน้ำดองเค็ม (สำหรับขนุน 1 กิโลกรัม)

ส่วนผสม	10 เปอร์เซ็นต์	11 เปอร์เซ็นต์	12เปอร์เซ็นต์	หน่วย
เกลือ	100	110	120	กรัม
น้ำเปล่า	900	890	880	มิลลิลิตร
แคลเซียมคลอไรด์	5	5	5	กรัม

ที่มา : มณฑาทิพย์, 2555



แผนภูมิที่ 3.3.1 แสดงกรรมวิธีการเตรียมน้ำดอง

นำขนุนบรรจุลงในถุงพลาสติกจากนั้นเทน้ำดองใส่ลงไปจนท่วมผลขนุนโดยใช้ถุงพลาสติกเล็กที่บรรจุน้ำดองวางกดทับด้านบนเพื่อป้องกันไม่ให้ขนุนลอยขึ้นเหนือน้ำ ดองทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 1 เดือนเมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการดองของน้ำดองครั้งที่ 1 มาทำการทดสอบคุณลักษณะดังต่อไปนี้

3.3.1.1.1 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

- วัดค่าความเป็นกรด ด่าง ด้วยเครื่องวัด pH meter โดยวิธี electrometeric โดยทำการสุ่มน้ำดองจากแต่ละสูตรปริมาณ 30 มิลลิลิตรทำการตรวจสูตรละ 3 ซ้ำ

- วิเคราะห์ตรวจหาปริมาณเกลือด้วยวิธี Mohr's method (Askar and Treptow, 1993) หรือวิธีไทเทรตโดยตรง (แสดงดังภาคผนวก จ.)

- วิเคราะห์ตรวจหาปริมาณเกลือที่ละลายได้ในสารละลาย โดยนำน้ำดองวัดด้วย เครื่องไฮโดรมิเตอร์ อ่านค่าปริมาณของเหลวที่ละลายได้ทั้งหมดในหน่วยองศาซาโลมิเตอร์ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.3.1.1.2 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์

- วิเคราะห์หาปริมาณจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ตามAOAC. (1990)ด้วยวิธีการ pour plate นำมาเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (แสดงดังภาคผนวก ง.)

- วิเคราะห์ปริมาณยีสต์ และ รา (Yeast&Mold) ด้วยวิธีการ pour plate โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด PDA (Potato Dextrose Agar) แล้วนำมาเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน นับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดแล้วนำมาบันทึกผล (แสดงดังภาคผนวก ง.)

3.3.1.1.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ค่าคุณลักษณะทางเคมีและทางจุลินทรีย์ วิเคราะห์สถิติโดยการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยแล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (Duncan,DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.31.2 ศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนุนดองโดยกระบวนการต่อไปนี้

นำขนุนที่ผ่านการดองเค็มเป็นเวลา 1 เดือนมาทำการปอกเปลือกแล้วหั่นเป็นชิ้นเท่าๆกัน แช่น้ำ 30 นาทีเพื่อลดความเค็มของเนื้อขนุน จากนั้นนำไปแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1 ชั่วโมง เมื่อครบ 1 ชั่วโมงนำขนุนมาล้างด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำไปลวกในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 3 วินาที เมื่อได้ขนุนแล้วนำมาทำการดองปรุงรสที่มีส่วนผสมดังตารางที่ 3.3.2 และวิธีการเตรียมตามแผนภูมิที่ 3.3.2

ตารางที่ 3.3.2 แสดงสูตรการผลิตน้ำดองปรุงรส (สำหรับขนุนที่ผ่านการดองเค็มแล้ว 1 กิโลกรัม)

ส่วนผสม	สูตรพื้นฐาน	หน่วย
น้ำตาลทราย	410	กรัม
น้ำเปล่า	450	กรัม
แคลเซียมแลคเทต	0.25	กรัม
น้ำส้มสายชู	0.35	กรัม
กรดซิตริก	1.5	กรัม
เกลือ	15	กรัม

ที่มา : มณฑาทิพย์, 2555

แผนภูมิที่ 3.3.2 แสดงกรรมวิธีการเตรียมน้ำปรุงรส

เมื่อเตรียมขนุนและน้ำดองเสร็จแล้วนำมาทำการบรรจุโดยนำขนุนใส่ลงในโหลแล้วเทน้ำปรุงรสที่เตรียมไว้จนท่วมขนุน ดองทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำขนุนแต่ละสูตรมาทำการดองปรุงรสโดยใช้น้ำดองปรุงรสที่เตรียมไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก(Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบ 30 คนซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทำการทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9-Points Hedonic Scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Duncan,DMRT) เพื่อนำสูตรที่ดีที่สุดไปทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

3.3.1.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

3.3.1.3.1 นำสูตรที่ดีที่สุดจากมาทำการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค โดยให้ผู้บริโภคประเมินแบบสอบถามเรื่องการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนุนดอง ที่ผ่านการปรุงรสและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และ

ความชอบโดยรวม โดยวิธีการ Central Location Test (CLT) ใช้แบบทดสอบความชอบกับผู้ทดสอบ 100 คนซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครโดยใช้แบบสอบถามแสดงดังภาคผนวก ค.

3.3.1.3.2 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ผลโดยการวางแผนการทดลองแบบ(Randomized Complete Block Design, RCBD) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านแบบ Duncan's New Multiple Range Test (Duncan, DMRT) กับการพิจารณาคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดมาเป็นสูตรของการพัฒนาน้ำดองปลอดสารพิษ และคุณลักษณะทางกายภาพ วิเคราะห์สถิติโดยการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยแล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (Duncan, DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.3.10 ขั้นตอนการควบคุมการปนเปื้อนของสารเคมี

ในการทำผลิตภัณฑ์ขนุนดองจากน้ำดองปลอดสารพิษ ในกระบวนการทำขนุนดองทั้งในขั้นตอนการดองเค็มและการดองปรุงรส ทางผู้ศึกษามีการป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมีโดยไม่มีการเติมสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคที่ได้มีการประกาศ เช่น สารบอแรกซ์ (Borax) ที่ใส่เพื่อให้อาหารมีความหยุ่นกรอบ คงตัวได้นาน ไม่บูดเสียง่าย กรดซาลิซิลิค (สารกันรา) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 151 (พ.ศ.2536) แซคคาริน หรือ ขัณฑสกร และ สี ตามมาตรฐาน มผช.160/2546 เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

3.3.11 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการทดลอง

3.10.1 ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้องปฏิบัติการ 521, 523, 621, 622

บทที่ 3.4

ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง
อาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.4.1 วัตถุดิบ

3.4.1.1 เนื้อขนุน พันธุ์ทองประเสริฐ

3.4.1.2 น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ ตราน้ำตาลมิตรผล

3.4.1.3 น้ำผึ้ง ตราสวนจิตรลดา

3.4.1.4 กรดซิตริก

3.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานวิจัย

3.4.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบและการผลิต

3.4.2.1.1 อุปกรณ์เครื่องครัว

3.4.2.1.2 เตาแก๊ส

3.4.2.1.3 ตู้อบชนิดลมร้อนแบบถาด (Tray dryer)

3.4.2.1.4 ขวดโหลแก้วพร้อมฝา

3.4.2.1.5 ถุงพลาสติก

3.4.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

3.4.2.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.4.2.2.1.1 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer รุ่น CM-3500d KONICA MINOLTA เครื่องวัดสี Spectrophotometer จากประเทศญี่ปุ่น

3.4.2.2.1.2 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B เครื่องวัดค่า Water activity

3.4.2.2.1.3 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA-XT2i

3.4.2.2.1.4 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด Refractometer

3.4.2.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.4.2.2.2.1 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

3.4.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.4.2.3.1 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.4.2.3.2 โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ

3.4.3 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.4.3.1 การเตรียมเนื้อขนุน สูตรพื้นฐานขนุนแช่อิ่มอบแห้ง และกรรมวิธีการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้ง ทำการดัดแปลงสูตรและกรรมวิธีการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(2546)

3.4.3.1.1 การเตรียมเนื้อขนุนก่อนทำการแช่อิ่มอบแห้ง

การคัดเลือกขนุน โดยใชขนุนพันธุ์ทองประเสริฐที่หามไมแกจัด และไมเนาเสีย

↓

นำผลขนุนมาลางทำความสะอาด แลวผาครึ่งแกะเอาเมล็ดออก ใช้เฉพาะยวงขนุน

จากนั้นผาครึ่งตามยาวของยวงขนุน จะได้เป็น 2 สวน

↓

ลางเนื้อขนุนด้วยน้ำ เปนเวลา 2 นาที แลวสะเด็ดน้ำวางเรียงบนตะแกรง เป็นเวลา 5 นาที

แผนภาพที่ 3.4.1 การเตรียมเนื้อขนุน

ที่มา: ดัดแปลงมาจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(2546)

3.4.3.1.2 สูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้ง

<u>สูตรพื้นฐานขนุนแชอิ่มอบแห่ง</u>

1) <u>ส่วนผสม</u>

เนื้อขนุน	800	กรัม
น้ำสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 0.5%	1,000	กรัม
น้ำเชื่อมเริ่มต้น(40^0Brix)	1,000	กรัม

น้ำตาลทรายขาวใช้สำหรับปรับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ

2) <u>กรรมวิธีการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้ง</u>

นำเนื้อขนุนที่ได้ จำนวน 800 กรัม มาแชสารละลายซิตริกหรือกรดมะนาว 0.5% ลงแชกดใหจมน้ำแชทิ้งไวนาน 30 นาที แลวนำมาวางเรียงบนตะแกรง เพื่อให้สะเด็ดน้ำ

↓

นำเนื้อขนุนลงแช่น้ำรอนที่อุณหภมิ 90-100 องศาเซลเซียล จำนวน 1 ลิตร นาน 5 นาที กดใหจมน้ำ (ควรปดฝาภาชนะใหสนิท) จากนั้นนำมาวางเรียงบนตะแกรงเพื่อให้ขนุนสะเด็ดน้ำ

↓

นำเนื้อขนุนมาเรียงใส่ขวดโหลแก้วที่ผ่านการลวกแล้ว เทน้ำเชื่อมความเข้มข้น 40 บริกซ์ จำนวน 1,000 กรัม ขณะที่น้ำเชื่อมร้อนหรือที่เตรียมเสร็จใหมๆทันที จากนั้นนำถุงร้อนพลาสติกมาสวมปากขวดโหล และเทน้ำร้อนๆลงในถุงร้อน เพื่อทำการกดทับเนื้อขนุนให้จมในน้ำเชื่อมตลอดเวลา พร้อมทั้งปิดฝาขวดโหล

↓

โดยทำการแช่เนื้อขนุนในน้ำเชื่อมเป็นเวลา 21 ชั่วโมง

↓

นำเนื้อขนุนขึ้นจากน้ำเชื่อมโดยสะเด็ดน้ำเชื่อมนาน 5 นาที แลวใส่น้ำตาลทรายลงในน้ำเชื่อมครั้งที่ 1 ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเชื่อมให้ได้ 45 บริกซ์ โดยใช้เครื่องรีแฟรคโตมิเตอรวัดบริกซ

↓

น้ำเชื่อมให้อยู่ในชวง 45 ± 2 บริกซ์ นำตั้งไฟจนน้ำเชื่อมมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นำเนื้อขนุนที่สะเด็ดน้ำเชื่อมไว 5 นาที เรียงใส่ขวดโหลแก้วที่ผ่านการลวกแล้ว จากนั้นเทน้ำเชื่อม 45 บริกซ ขณะที่น้ำเชื่อมยังร่อน จากนั้นนำถุงร้อนพลาสติกมาสวมปากขวดโหล และเทน้ำร้อนๆลงในถุงร้อน เพื่อทำการกดทับเนื้อขนุนให้จม พร้อมทั้งปิดฝาขวดโหล โดยทำการแช่เนื้อขนุนในน้ำเชื่อมเป็นเวลา 21-24 ชั่วโมง

↓

นำเนื้อขนุนขึ้นจากน้ำเชื่อมโดยสะเด็ดน้ำเชื่อมนาน 5 นาที แลวใส่น้ำตาลทรายลงในน้ำเชื่อมครั้งที่ 2 ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเชื่อมให้ได้ 50 บริกซ์ โดยใช้เครื่องรีแฟรคโตมิเตอรวัดบริกซน้ำเชื่อมอยู

↓

ในชวง 50 ± 2 บริกซ์ นำตั้งไฟจนน้ำเชื่อมมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นำเนื้อขนุนเรียงใส่ขวดโหลแก้วที่ผ่านการลวกแล้ว จากนั้นเทน้ำเชื่อม 50 บริกซ ขณะที่น้ำเชื่อมยังรอน จากนั้นนำถุงร้อนพลาสติกมาสวมปากขวดโหล และเทน้ำร้อนๆลงในถุงร้อน เพื่อทำการกดทับเนื้อขนุนให้จม พร้อมทั้งปิดฝาขวดโหล โดยทำการแช่เนื้อขนุนในน้ำเชื่อมเป็นเวลา 21-24 ชั่วโมง

↓

นำเนื้อขนุนสะเด็ดน้ำเชื่อมนาน 5 นาที ไปลางน้ำเชื่อมที่ติดผิวขนุนออกดวยน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

↓

โดยลางนาน 5 วินาที นำมาสะเด็ดน้ำ เพื่อรอการอบแห้งต่อไป นำเนื้อขนุนมาเรียงบนถาด จากนั้นนำเขาอบในตูอบลมร่อน ใชอุณหภูมิภายในตูอบลมร่อน 55 องศาเซลเซียส

↓

ใชเวลาอบ 10 ชั่วโมง จากนั้นนำมาผึ่งให้เย็น 15 นาที ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง

แผนภาพที่ 3.4.2 กรรมวิธีการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้ง

ที่มา: ดัดแปลงมาจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(2546)

3.4.3.2 ศึกษาปริมาณน้ำเชื่อมจากน้ำผึ้งทดแทนน้ำเชื่อมจากน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้ง

นำสูตรขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(2546) มาศึกษาปริมาณน้ำเชื่อมจากน้ำผึ้งทดแทนน้ำเชื่อมจากน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้ง ซึ่งปริมาณน้ำเชื่อมน้ำผึ้งมีผลต่อการผลิตด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยวางแผนการทดลองสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ศึกษาปริมาณน้ำเชื่อมน้ำผึ้งต่อน้ำเชื่อมน้ำตาลทราย 3 ระดับ(ร้อยละ) ได้แก่ 100:0, 75:25 และ50:50 ตามลำดับ โดย

น้ำเชื่อมน้ำผึ้งและน้ำเชื่อมน้ำตาลทรายมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเริ่มต้นในการแช่อิ่มอยู่ที่ 40 ^{0}Brix นำขนุนแช่อิ่มอบแห้งที่ได้ไปทดสอบคุณภาพด้านต่างๆดังนี้

3.4.3.2.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.4.3.2.1.1 วัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยนำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งใส่ในภาชนะที่ใส่ตัวอย่างอาหารเพื่อวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ(a_w) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.4.3.2.1.2 วัดค่าสี Spectrophoto meter CM-3500d 3500d โดยนำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งใส่ในภาชนะที่ใส่ตัวอย่างอาหารเพื่อวัดค่าสี และแสดงผลในรูปของค่า ค่าความสว่าง (*L) ค่าสีแดง (a^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*)

3.4.3.2.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.3.2.2.1 วัดความชื้นด้วยเครื่องตรวจวัดปริมาณความชื้นแบบอินฟราเรด โดยนำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง มาบดให้ละเอียดแล้วจึงนำไปวัดค่า

3.3.2.3 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำขนุนแช่อิ่มอบแห้งที่ได้ มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสประเมินผลการทดลองทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อค (Randomized Complete Block Design, RCBD) แล้วนำผลที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้อาจารย์และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ไม่ผ่านมาฝึกฝน จำนวน 30 คน ทดสอบแบบให้คะแนน (9–Point Hedonic Scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple’s Range test (DMRT)เพื่อเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดนำไปพัฒนาต่อไป

3.4.3.3 ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลกับขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลจากสูตรดั้งเดิม มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งจากสูตรที่ดีที่สุด ข้อ 3.4.3.2 จากนั้นนำมาตรวจคุณภาพต่างๆ ดังนี้

3.4.3.3.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.4.3.3.1.1 วัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยนำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งใส่ในภาชนะที่ใส่ตัวอย่างอาหารเพื่อวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ(a_w) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.4.3.3.1.2 วัดค่าสี Spectrophoto meter CM-3500d 3500d โดยนำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งใส่ในภาชนะที่ใส่ตัวอย่างอาหารเพื่อวัดค่าสี และแสดงผลในรูปของค่า ค่าความสว่าง (*L) ค่าสีแดง (a^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*)

3.4.3.3.1.3 วัดเนื้อสัมผัส โดยนำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งมาวัดค่าแรงเฉือน(Shear force) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA-XT2i โดยชุดวัดแรงเฉือน (ใบมีดที่ทำด้วยแผ่นโลหะหัวตัดรูปตัววีคว่ำ) ทำการตัดตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องด้วยความเร็วของการเคลื่อนที่ 200 มิลลิเมตรต่อนาที จนขาด บันทึกแรงที่ใช้มนการตัด วัด 10 ครั้งต่อตัวอย่าง

3.4.3.3.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.4.3.3.2.1 วัดความชื้นด้วยเครื่องตรวจวัดปริมาณความชื้นแบบอินฟราเรด โดยนำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง มาบดให้ละเอียดแล้วจึงนำไปวัดค่า

3.4.3.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

นำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง มาทำการศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยนำขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง บรรจุในถุงพลาสติกใส ขนาด 2x3 นิ้ว ต่อขนุน 1 ชิ้น จากนั้นนำมาใส่รวมในกล่องที่มีสารดูดความชื้น 1 ซอง ใส่ผลิตภัณฑ์ถุงละน้ำหนัก 100 กรัม ทำการเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้อง สุ่มตรวจทุกๆ 2 สัปดาห์ นาน 8 สัปดาห์ คือ 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่เหมาะสม โดยทำการตรวจคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีดังนี้

3.4.3.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.4.3.4.1.1 วัดค่าสี Spectrophotometer โดยนำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง มาบดให้หยาบแล้วจึงนำไปวัดค่าที่วัดสี ได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึงวัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึงวัตถุที่มีความสว่าง สีขาว) a* (+ หมายถึงวัตถุมีสีแดง, - หมายถึงวัตถุมีสีเขียว) และ b* (+ หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน)

3.4.3.4.1.2 วัดค่า Water activity โดยนำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง มาบดให้ละเอียดแล้วจึงนำไปวัดค่า

3.4.3.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.4.3.4.3 ตรวจวัดความชื้นด้วยเครื่องตรวจวัดปริมาณความชื้นแบบอินฟราเรด โดยนำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง มาบดให้ละเอียดแล้วจึงนำไปวัดค่า

3.4.3.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่ได้จากข้อ 3.4.3.3 โดยใช้แบบสอบถามผู้บริโภค 100 คน สุ่มแบบบังเอิญในด้านความพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม นำมาวิเคราะห์หาร้อยละ

3.4.3.6 ศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

ศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง โดยทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่ใช้ในการจำหน่าย น้ำหนักสุทธิ 100 กรัม จำนวน 10 ชิ้น ปิดผนึกแบบธรรมดา ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

3.4.3.7 ศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการนำน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่เหลือจากการแช่อิ่มขนุนมาผลิตไซรัป

ศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการน้ำน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่เหลือจากการแช่อิ่มขนุน มาทำการผลิตไซรัปจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 68 ^{0}Brix ซึ่งสามารถนำไซรัปที่ผลิตได้ไปรับประทานกับของหวาน หรือผสมน้ำเป็นเครื่องดื่มได้ โดยใช้ 2 วิธี ในการผลิตไซรัปจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง คือ

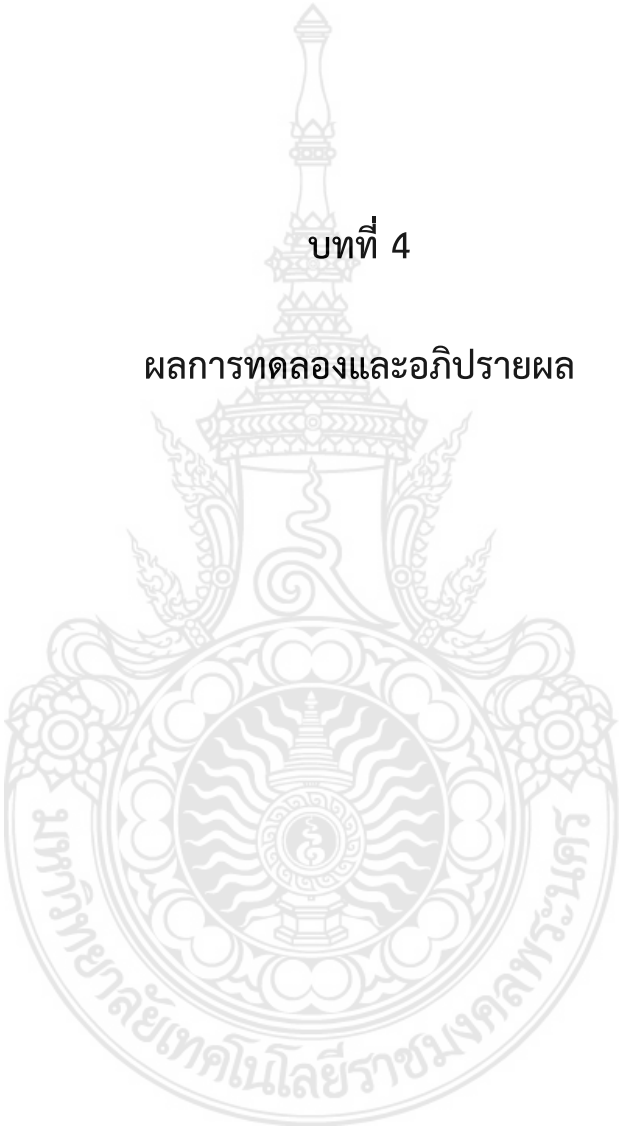
วิธีที่ 1 ทำการเติมน้ำตาลทรายให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ 68 ^{0}Brix

วิธีที่ 2 ทำการต้มเพื่อระเหยน้ำออกจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ 68 ^{0}Brix

จากนั้นนำไซรัปจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งทั้ง 2 วิธี มาคัดเลือกจากคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไซรัปจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง และคัดเลือกจากกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไซรัปจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล



บทที่ 4.1

ซูชิขนุนแช่แข็ง

อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

บทที่ 4.1

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1.1 ผลการศึกษาปริมาณกะทิ : น้ำตาลทราย (กรัม) ในการมูลข้าวเหนียวทำซูซิแช่แข็ง(-18 องศาเซลเซียส) 3 ระดับ

จากศึกษาปริมาณกะทิ : น้ำตาลทราย (กรัม) ในการมูลข้าวเหนียวทำซูซิขนุนแช่แข็ง(-18 องศาเซลเซียส) 3 ระดับ พบว่าปริมาณกะทิ : น้ำตาลทราย ต่างกันทำให้ซูชิขนุนมีค่าคุณภาพด้านค่าสีของซูชิขนุนแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.1.1 โดยซูชิขนุนมีค่าความสว่างและสีเขียวที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณกะทิเพิ่มขึ้น เนื่องจากกะทิมีสีขาวทำให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดงกลับลดลงซูชิขนุนเมื่อเพิ่มปริมาณกะทิและลดปริมาณน้ำตาลทรายกลับมีค่าสีแดง

ตารางที่ 4.1.1 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของข้าวเหนียวมูล

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	**อัตราส่วนปริมาณกะทิ: น้ำตาล(กรัม)**		
	50 : 50	**60 : 40**	**70 : 30**
ทางกายภาพ			
ค่าสี			
- ค่าความสว่าง (L*)	76.59 ± 0.06 ^{c}	78.93 ± 0.07 ^{b}	79.91 ± 0.19 ^{a}
- ค่าสีเขียว (a*)	-2.26 ± 0.06 ^{c}	-1.60 ± 0.04 ^{b}	-1.33 ± 0.04 ^{a}
- ค่าสีน้ำเงิน (b*)	9.87 ± 0.06 ^{a}	9.64 ± 0.08 ^{b}	9.51 ± 0.03 ^{c}

จากศึกษาปริมาณกะทิ : น้ำตาลทราย (กรัม) ในการมูลข้าวเหนียวทำซูซิขนุนแช่แข็ง(-18 องศาเซลเซียส) 3 ระดับ พบว่าปริมาณกะทิ : น้ำตาลทราย ต่างกันทำให้ซูชิขนุนมีคะแนนความชอบด้านรสชาติ (ความมันของกะทิ) รสชาติ (ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของซูชิขนุนแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.1.2 โดยเมื่อซูชิมีปริมาณกะทิเพิ่มขึ้นน้ำตาลทรายลดลงทำให้ซูชิขนุนมีคะแนนความชอบด้านรสชาติ (ความมันของกะทิ) รสชาติ (ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นแตกต่างกันทางสถิติ($P \leq 0.05$) เป็นเพราะปริมาณน้ำตาลลดลงซูชิขนุนมีความหวานลดลง และมีการเกาะตัวกันดีทำให้ซูชิไม่แข็งเมื่อนำมาคืนรูปจากซูชิแช่แข็ง แต่จากกรรมวิธีการผลิตเลือกซูชิขนุนที่อัตราส่วนกะทิ ต่อ น้ำตาลทรายที่ 60 : 40 มาทำการขึ้นรูปซูชิ เพราะสูตรที่ 3(70 : 30) เมื่อนำไปม้วนซูชิแล้วม้วนยาก ข้าวเหนียวมีลักษณะร่วนไม่เกาะติดกัน และเม่อนำซูชิแช่แข็งคืนรูปด้วยความร้อน ซูชิขนุนที่ได้มีการเกาะตัวกันไม่ดี

ตารางที่ 4.1.2 แสดงลักษณะกรากฏและค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบซูชิขนุนแช่แข็ง

ลักษณะปรากฏ	อัตราส่วน กะทิ : น้ำตาล (กรัม)		
	50 : 50	60 : 40	70 : 30

คุณภาพทางประสาสัมผัส	อัตราส่วน กะทิ : น้ำตาล (กรัม)		
	50 : 50	60 : 40	70 : 30
สี^{ns}	6.87±0.82	6.93±0.74	7.07±0.83
กลิ่น^{ns}	6.83±0.87	6.87±0.78	6.93±0.91
รสชาติ (ความมันของกะทิ)	6.57±0.77^{b}	6.80±0.71^{b}	8.23±0.82^{a}
รสชาติ (ความหวาน)	4.70±1.23^{c}	6.90±0.92^{b}	7.70±0.84^{a}
เนื้อสัมผัส	4.23±1.00^{c}	6.87±0.82^{b}	7.73±0.84^{a}
ความชอบโดยรวม	5.23±0.82^{c}	6.97±0.81^{b}	7.73±0.64^{a}

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.1.2 ผลการศึกษาปริมาณข้าวเหนียวมูล : เนื้อขนุน (ชิ้น) 3 ระดับ

จากนั่นศึกษาปริมาณข้าวเหนียวมูล : เนื้อขนุน (ชิ้น) 3 ระดับ พบว่าปริมาณเนื้อขนุนต่างกันทำให้ ซูชิขนุนมีค่าคะแนนความชอบด้าน รสชาติ (ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของซูชิขนุนแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.1.3 แต่เลือกซูชิขนุนที่ปริมาณเนื้อขนุน 3 ชิ้นมาทำซูชิ เพราะ 4 ชิ้น เมื่อนำไปม้วนซูชิแล้วมีลักษณะร่วนไม่เกาะติดกัน

ตารางที่ 4.1.3 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบด้านต่างๆ ของข้าวเหนียวมูลแช่เยือกแข็ง

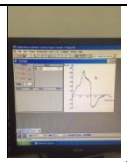
คุณภาพทางประสาทสัมผัส	อัตราส่วน ปริมาณข้าวเหนียวมูล (กรัม) : เนื้อขนุน (ชิ้น)		
	200 : 2	200 : 3	200 : 4
สี^{ns}	7.30±0.70	7.50±0.68	7.27±0.69
กลิ่น^{ns}	7.70±0.65	7.40±0.77	7.47±0.51
รสชาติ (ความมันของกะทิ)^{ns}	7.27±0.69	7.50±0.57	7.40±0.67
รสชาติ (ความหวาน)	5.70±0.59^{c}	8.27±0.64^{a}	6.47±0.61^{b}
เนื้อสัมผัส	7.23±0.68^{a}	7.27±0.64^{a}	6.53±0.73^{b}
ความชอบโดยรวม	6.90±0.61^{b}	8.03±0.72^{a}	6.27±0.74^{c}

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.1.3 ผลการศึกษาการคืนรูปซูชิขนุนแช่งแข็ง (-18 องศาเซลเซียส) : ความร้อนที่ 30 วัตต์ ในเวลา (วินาที) 3 ระดับ

จากนั่นศึกษาการคืนรูปซูชิขนุนแช่งแข็ง (-18 องศาเซลเซียส) : ความร้อนที่ 30 วัตต์ ในเวลา (วินาที) 3 ระดับ พบว่าเมื่อใช้ระยะเวลาใรการคืนรูปมากขึ้นจาก 40 เป็น 50 และ 60 วินาที ซูชิขนุนที่ได้มีค่าความแข็งลดลงแตกต่างทางสถิติ($P \leq 0.05$) โดยซูชิขนุนที่คืนรูปในระยะเวลา 40 วินาที มีความแข็งของซูชิสูงสุด 17.3 นิวตัน ส่วนความแข็งของซูชิที่คืนรูปที่ระยะเวลา 50และ 60 วินาที มีความแข็งเท่ากับ 13.2 10.5 นิวตันตามลำดับ ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าซูชิขนุนมีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ(ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างทางสถิติ($P \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.1.4 เมื่อนำซูชิขนุนแช่แข็งไปคืนรูปในระยะเวลาเพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 60 วินาที พบว่าซูชิขนุนมีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ(ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมลดลงเนื่องจากซูชิที่ได้มีลักษณะร่วนแตก โดยมีค่าความแข็งลดลงสอดคล้องกันคะแนนความชอบ โดยมีค่าความแข็งลดลงจาก 13.2 เป็น 10.5 นิวตัน แสดงว่าการคืนรูปในระยะเวลา 40 วินาทีซูชิขนุนยังคงมีลักษณะแข็งอยู่คะแนนทดสอบทางประสาทสัผมัสจึงน้อยกว่า 50 วินาที ส่วนที่ 60 วินาทีนั่นซุชิขนุนมีลักษณะอ่อนนุ่มจนไม่เกาะตัวกัน จึงเลือกกรรมวิธีการคืนรูปซูชิขนุนแช่งแข็ง (-18 องศาเซลเซียส) : ความร้อนที่ 30 วัตต์ ใน 50 วินาที ซูชิขนุนที่ได้มีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสุงสุดอยู่ในระดับชอบมาก

ตารางที่ 4.1.4 แสดงคุณลักษณะทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของการคืนรูปซูชิขนุนแช่งแข็ง (-18 องศาเซลเซียส) : ความร้อนที่ 30 วัตต์ ในเวลา (วินาที) 3 ระดับ

คุณภาพทางเนื้อสัมผัส	ความร้อนที่ 30 วัตต์ : เวลา (วินาที)		
	30: 40	30 : 50	30 : 60
Force (N)			
	17.3±0.17 [a]	13.2±0.15 [b]	10.5±0.20 [C]

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ความร้อนที่ 30 วัตต์ : เวลา (วินาที)		
	30: 40	30 : 50	30 : 60
สี[ns]	7.30±0.70	7.50±0.68	7.27±0.69
กลิ่น	7.70±0.65[a]	7.40±0.77[a]	5.33±1.09[b]
รสชาติ (ความมันของกะทิ)[ns]	7.27±0.69	7.50±0.57	7.40±0.67
รสชาติ (ความหวาน)	5.83±0.75[c]	8.30±0.59[a]	6.40±0.72[b]
เนื้อสัมผัส	5.73±1.08[b]	7.27±0.64[a]	5.57±1.10[b]
ความชอบโดยรวม	6.90±0.61[b]	8.03±0.72[a]	5.40±1.07[c]

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.1.5 ผลการวิเคราะห์ซุชิแช่แข็งตาม พบว่า จากนั่นวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ซูชิขนุน พบว่า ค่าความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า เส้นใย และ คาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 45.5 0.2 1.0 1.2 1.4 และ 50.7 ตามลำดับ ตรวจคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยของอาหารแช่แข็ง

ตารางที่ 4.1.5 แสดงปริมาณคุณค่าทางด้านโภชนาการของผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่แข็ง

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
ความชื้น	45.5
ไขมัน	0.2
โปรตีน	1.0
เถ้า	1.2
เส้นใย	1.4
คาร์โบไฮเดรต	50.7

4.1.4 ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่แข็ง โดยทำการวัดค่า Aw หรือค่าปริมาณน้ำที่มีในผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลา 90 วัน ระยะเวลาคือที่ระยะเวลา 1, 30, 60 และ 90 วัน ตามลำดับ ซึ่งได้ผลการศึกษา ดังนี้

จากตารางที่ 4.1.6 การวัดค่าปริมาณน้ำที่มีในผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลา 90 วัน พบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไป 60 วัน ค่าปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกัน คือ มีค่าปริมาณน้ำที่มีในผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 0.991 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผ่านไปเป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่ามีค่าปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากน้ำในผลิตภัณฑ์มีการระเหย ในช่วงระยะเวลาที่แช่เยือกแข็ง เนื่องจากไม่ได้ทำการเคลือบผลิตภัณฑ์ก่อนแช่เยือกแข็ง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียน้ำเมื่อระยะเวลาผ่านไปช่วงเวลาหนึ่ง

จากตารางที่ 4.1.6 การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ ยีสต์ ราของผลิตภัณฑ์ทอดมันผสมเปลือกแตงโมแช่เยือกแข็ง พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นยีสต์ และรา ไม่พบเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นปริมาณที่มีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายของผู้บริโภคตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (อาหารแช่แข็ง) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณะสุข คือจะต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน1×10^{5} CFU/g และมีปริมาณยีสต์ ราไม่เกิน 1×10^{2} CFU/g

ตารางที่ 4.1.6 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

คุณภาพ	ผลิตภัณฑ์	
	ซูชิขนุน	**ซูชิในท้องตลาด**
ทางกายภาพ		
ค่าปริมาณน้ำอิสระ	0.51± 0.01	0.55 ± 0.01
ค่าสี		
-ค่าความสว่าง (L^*)	39.89 ± 0.00	42.94 ± 0.02
-ค่าสีแดง (a^*)	25.72 ± 0.00	35.02 ± 0.01
-ค่าสีเหลือง (b^*)	26.92 ± 0.01	36.98 ± 0.01
ทางจุลินทรีย์		
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)		
เดือนที่ 0	< 10	< 10
เดือนที่ 1	< 10	< 10
เดือนที่ 2	< 10	< 10
เดือนที่ 3	< 10	< 10
เดือนที่ 4	< 10	< 10
ยีสต์และรา (CFU/g)		
เดือนที่ 0	< 10	< 10
เดือนที่ 1	< 10	< 10
เดือนที่ 2	< 10	< 10
เดือนที่ 3	< 10	< 10
เดือนที่ 4	< 10	< 10

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

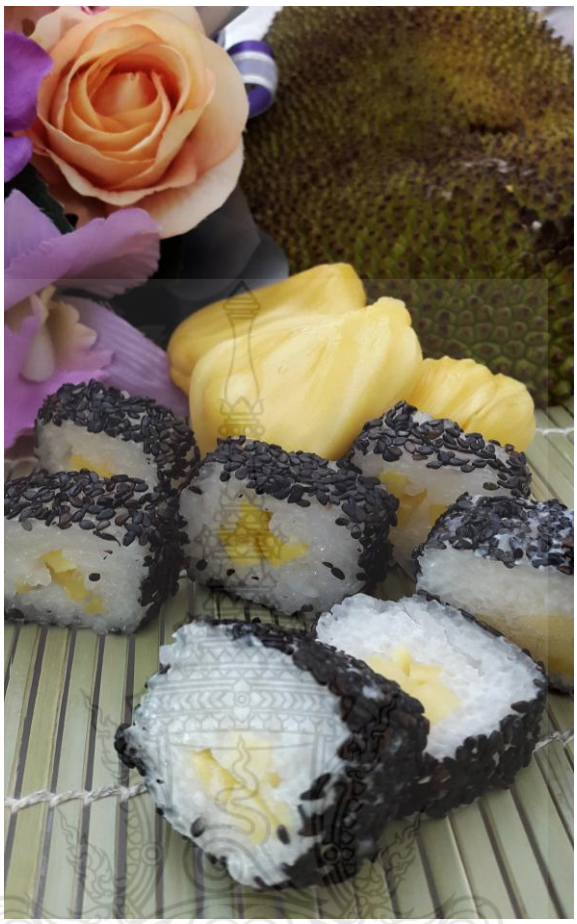
4.1.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค(Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซูชิขนุน โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป

จากการทดสอบผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 4.1.7 พบว่าผู้บริโภคมีหญิงสูงสุดร้อยละ 68 อายุอยู่ในช่วง 15 - 24 ปีสูงสุด ร้อยละ 62 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีร้อย 71 และ 54 ตามลำดับ มีรายได้ 5000 ถึง 7500 บาทต่อเดือน ร้อยละ 44 โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคเคยรับประทานทุกสัปดาห์ร้อยละ 62 โดยผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัฑณ์ร้อยละ 86 และจะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 86 โดยให้ราคา 50 บาท

ตารางที่ 4.1.7 แสดงผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ข้อมูล	ร้อยละ
ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค	
เพศ	
ชาย	32
หญิง	68
อายุ	
น้อยกว่า 15 ปี	16
15 - 24 ปี	67
25 – 34 ปี	15
35 - 44 ปี	2
45 - 54 ปี	0
มากกว่า 54 ปี	0
การศึกษา	
ประถม	3
มัธยม	41
ปริญญาตรี	54
มากกว่าปริญญาตรี	2
อาชีพ	
นักเรียน/นักศึกษา	71
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	20
พนักงานบริษัทเอกชน	7
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	2
แม่บ้าน/พ่อบ้าน	1
อื่นๆ โปรดระบุ	0
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	26
5,000 - 7,500 บาท	44
7,501 - 10,000 บาท	20
10,001 -15,000 บาท	8
15,001 – 20,000 บาท	2
ข้อมูลพฤติกรรมผู้บริโภค	
ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ซูซิใช่หรือไม่	
ใช่	100

ไม่ใช่	-
ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์ซูซิบ่อยแค่ไหน	
ทุกวัน	-
วันเว้นวัน	-
ทุกสัปดาห์	52
ทุก 2 สัปดาห์	27
ทุกเดือน	21
ท่านรับประทานซูซิ เพราะอะไร (ตอบได้มากกว่า1ข้อ)	
รสชาติ	63
ราคา	44
ประโยชน์	17
ข้อมูลพฤติกรรมผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์	
ผลิตภัณฑ์ซูซิข้าวเหนียวมูลเป็นที่ยอมรับของท่านหรือไม่	
ยอมรับ	86
ไม่ยอมรับ	14
ผลิตภัณฑ์ซูซิข้าวเหนียวมูลวางจำหน่ายท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่	
ซื้อ	86
ไม่ซื้อ	2
ไม่แน่ใจ	12
ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ซูซิข้าวเหนียวมูล ซึ่งมีจำนวน 12 ชิ้น/กล่อง	
50 บาท	52
55 บาท	37
60 บาท	9
65 บาท	2



ภาพที่ 4.1.1 ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์ทอดมันผสมเปลือกแตงโมแช่เยือกแข็ง

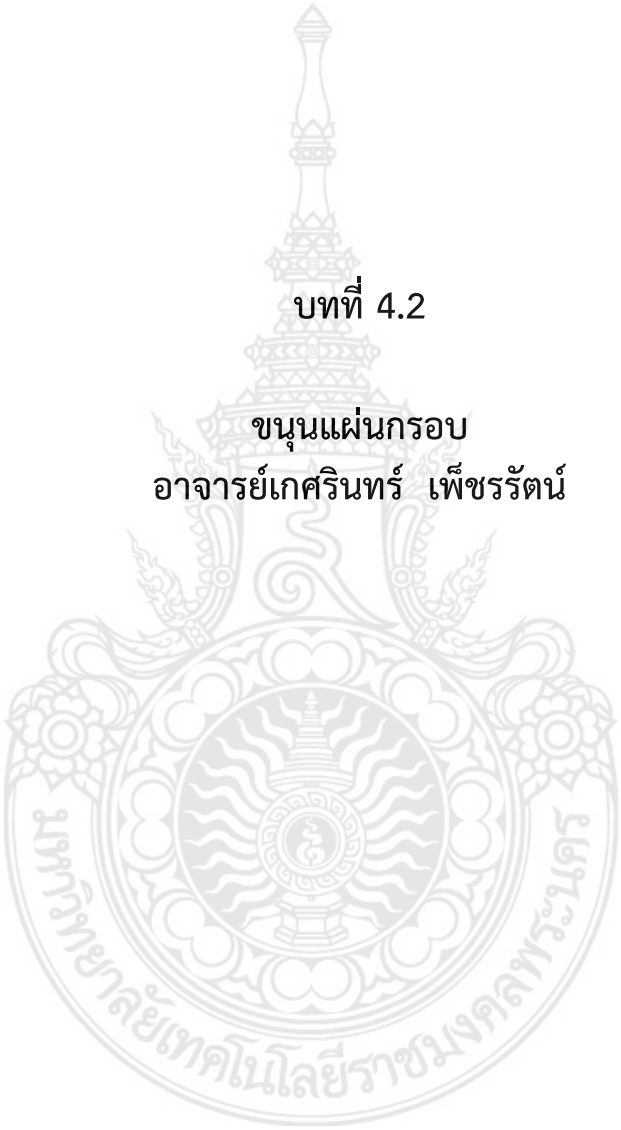
4.6 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ทอดมันผสมเปลือกแตงโมแช่เยือกแข็ง

ภาพที่ 4.1.2 ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์ซูชิขนุนแช่แข็ง

ภาพที่ 4.1.3 บรรจุภัณฑ์ซูชิขนุนแช่เยือกแข็ง

บทที่ 4.2

ขนุนแผ่นกรอบ
อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์



บทที่ 4.2

4.1. ผลการทดลอง

4.1.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อขนุน ต่อเนื้อไก่

จากการนำขนุนแผ่นกรอบที่อัตราส่วนจากเนื้อขนุน ต่อเนื้อไก่ 100 : 500 150 : 450 และ200 : 400 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มาวัดค่า สี วอเตอร์แอคติวิตี้ พบว่าขนมขนุนแผ่นกรอบมีค่าสีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.2.1 ขนุนแผ่นกรอบที่อัตราส่วนจากเนื้อขนุน ต่อเนื้อไก่ 45 : 10 40 : 15 และ35 : 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เมื่อนำมาวัดค่าสี พบว่า ขนมขนุนแผ่นกรอบเพิ่มขึ้น จาก 10 เป็น 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มีค่าความสว่าง (L*) อยู่ระดับปานกลางมีความแตกต่าง เมื่อเพิ่มกากมะพร้าว 20 เปอร์เซ็นต์ ขนุนแผ่นกรอบจะมีความสว่างเพิ่มขึ้น เนื่องจากขนุนมีสีเหลืองทำให้ขนุนแผ่นกรอบที่ใช้ขนุน 20 เปอร์เซ็นต์มีความสว่างเพิ่ม ส่วนค่าสีแดงของขนุนแผ่นกรอบมีค่าเพิ่มขึ้น แล้วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจากขนุนมีสีออกเหลืองทอง ทำให้ขนุนแผ่นกรอบมีสีแดงสุดสุดที่ ระดับปริมาณขนุน 15 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.2.1 แสดงคุณภาพของขนุนแผ่นกรอบที่ใช้อัตราส่วนของแป้งสาลี ต่อกากมะพร้าว

คุณภาพ	อัตราส่วนของเนื้อขนุน ต่อเนื้อไก่		
	45 : 10	40 : 15	35 : 20
คุณภาพทางกายภาพ			
L*	56.22 ± 0.44 b	57.64 ± 0.01ab	**61.12 ± 0.07 a**
a*	8.30 ± 0.28 b	**8.77 ± 0.06 a**	7.94 ± 0.15 b
b*	**25.99 ± 0.3 a**	25.50 ± 0.03 ab	25.22 ± 0.36 b
ค่า Water activity (a_w)	**0.09 ± 0.03 a**	0.05 ± 0.01 b	0.04 ± 0.08 b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

ส่วนขนุนแผ่นกรอบเพิ่มขึ้นจึงมีสีออกเหลืองเพิ่มขึ้น ส่วนค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ นั้นเมื่อปริมาณขนุน ปริมาณค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ในขนุนแผ่นกรอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่ขนุนแผ่นกรอบที่มีอัตราส่วนของเนื้อขนุนต่อเนื้อไก่ 45 : 10 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้สูงสุด 0.09 แตกต่างจากขนุนแผ่นกรอบที่มีอัตราส่วนเนื้อขนุนต่อเนื้อไก่ 40:15 และ 35:20 ที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ไม่แตกต่างกัน0.05 และ 0.04 ตามลำดับ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ขนุนแผ่นกรอบที่อัตราส่วนของเนื้อขนุนต่อเนื้อไก่ เพิ่มจาก 45 : 10 เป็น อัตราส่วน 40 : 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซีเรียลกากมพะร้าวที่อัตราส่วนของเนื้อขนุนต่อเนื้อไก่ 40 : 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง และความชอบโดยรวมสุงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) แต่เมื่อ

เพิ่มอัตราส่วนของเนื้อขนุนต่อเนื้อไก่ เป็น 35 : 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักกลับมีค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้าน กลิ่น รสชาติ และความแข็งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P ≤ 0.05) ดังตารางที่ 4.2.2 โดยขนุนแผ่นกรอบที่เพิ่มอัตราส่วนขนุนเพิ่มขึ้นจะมีสีออกเหลืองทอง มีกลิ่นของขนุน และมีความแข็งเพิ่มขึ้นทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบลดลง และความกรอบของขนุนแผ่นกรอบลดลงเนื่องจากมีปริมาณขนุนเพิ่มขึ้นจนทำให้มีความแน่นเนื้อมีลักษณะขนุนแผ่นกรอบที่แข็งกระด้าง จึงเลือกขนุนแผ่นกรอบที่อัตราส่วนจากเนื้อขนุนต่อเนื้อไก่ 40 : 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสุงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.47) ซึ่งจะนำมาศึกษาปริมาณผงฟูจะสามารถช่วยทำให้ขนุนแผ่นกรอบมีลักษณะที่แน่นเนื้อน้อยละมีความโปร่งจากการใช้ผงฟู ในปริมาณที่เหมาะสมที่เท่าไร

ตารางที่ 4.2.2 แสดงคุณภาพของขนุนแผ่นกรอบที่ใช้อัตราส่วนของเนื้อขนุน ต่อเนื้อไก่

คุณภาพ	อัตราส่วนของเนื้อขนุน ต่อเนื้อไก่		
	45 : 10	40 : 15	35 : 20
คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
สี	7.33±0.88 ab	7.67±0.80**a**	7.07±1.11 b
กลิ่น	7.10±0.80 a	7.43±0.97**a**	6.97±1.03 a
รสชาติ	6.83±1.05 a	7.20±1.27**a**	6.13±1.36 b
ความแข็ง	6.77±1.17 b	7.43±1.13**a**	6.40±1.07 b
ความกรอบ	6.60±1.16 a	7.20±1.03**a**	6.40±1.16 b
ความชอบโดยรวม	6.87±0.94 b	7.47±0.97**a**	6.83±1.02 b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p≤ 0.05)

4.1.2 ศึกษาผงฟูในผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ

จากศึกษาปริมาณผงฟูในผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ 3 ระดับ คือ 1 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักมาวัดค่า สี วอเตอร์แอคติวิตี้ พบว่าขนุนแผ่นกรอบมีค่าสีความสว่าง (l*) และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) โดยขนุนแผ่นกรอบเมื่อปริมาณ ผงฟูเพิ่มขึ้นจาก 1.5 เป็น 2 % ค่าความสว่างเพิ่มขึ้นโดยขนุนแผ่นกรอบสีเหลืองทองอมน้ำตาล ส่วนค่าสี a* มีค่าอยู่ในช่วง 7.91-8.50 ส่วนค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของขนุนแผ่นกรอบเมื่อปริมาณผงฟูเพิ่มขึ้นจาก 1เป็น 1.5 % ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลงอยู่ในช่วง 0.47-0.53 ขนุนแผ่นกรอบที่ปริมาณผงฟู 3 ระดับ คือ 1 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ขนุนแผ่นกรอบ ที่ปริมาณผงฟู 1 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) แสดงดังตารางที่ 4.2.3 ขนุนแผ่นกรอบมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P≤0.05) โดยขนุนแผ่นกรอบที่เพิ่มอัตราส่วนปริมาณผงฟูเพิ่มขึ้นจะมีสีความสว่างมากขึ้น แต่คะแนนความชอบด้านสี และกลิ่นลดลงเนื่องจากขนุนแผ่นกรอบมีสีสว่างมากเกินไป ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัส ด้านความแข็ง และความกรอบ

พบว่า ขนุนแผ่นกรอบมีปริมาณผงฟูเพิ่มขึ้นความแข็งลดลง มีความกรอบเพิ่มขึ้น เนื่องจากขนุนเป็นปริมาณของแข็งเมื่อมีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นทำให้มีเนื้อสัมผัสแข็งเพิ่มขึ้น กรอบลดลง ทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบลดลงจึงเลือกขนุนแผ่นกรอบที่อัตราส่วนของผงฟู 1.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสุงสุดอยู่ในระดับชอบมาก (8.10)

ตารางที่ 4.2.3 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบปริมาณผงฟูในผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ

คุณภาพ	ปริมาณผงฟู (%)		
	1	1.5	2
คุณภาพทางกายภาพ			
L*	55.76 ± 3.08 b	56.42 ± 2.09 b	**61.63 ± 0.73 a**
a*	8.16 ± 0.31 a	8.50 ± 0.45 a	7.91 ± 0.19 a
b*	24.56 ± 2.22a	25.07 ± 0.23 a	25.62 ± 0.47 a
ค่า Water activity (a_w)	**0.08 ± 0.03 a**	0.05 ± 0.01 b	0.03 ± 0.01 b
คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
สี	5.60±0.70 ab	7.93±0.22a	6.60±0.16a
กลิ่น	5.60±0.52 b	7.07±0.13a	6.30±0.67ab
รสชาติ	7.10±0.32 a	6.83±0.11ab	7.08±0.15a
ความแข็ง	5.00 ±0.82 b	8.00±0.17a	7.52±0.15b
ความกรอบ	7.17±0.15 a	7.23±0.16a	6.48±0.12b
ความชอบโดยรวม	5.70 ±0.16 b	8.10±0.87a	6.30±0.48b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

4.1.3 ผลการศึกษาชนิดของขนุนต่อการผลิตขนุนแผ่นกรอบ

จากศึกษาชนิดของขนุนในผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ 3 ระดับ คือ ขนุนดิบ และ 2 ขนุนสด มาวัดค่า คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าขนุนแผ่นกรอบที่ใช้ขนุนดิบมาเป็นขนุนสุกมีค่าความชื้น และเถ้าเพิ่มขึ้นจาก 4.57±0.15 เป็น 5.01±0.15 **และ** 1.37±0.03 เป็น 1.50±0.22 ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากขนุนสดมีปริมาณน้ำมากกว่าขนุนดิบทำให้ค่าความชื้นเพิ่มขึ้น ส่วนค่าไขมัน และค่าโปรตีนไม่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4.2.5 ขนุนแผ่นกรอบที่ทำจากขนุนดิบมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้าน สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) โดยขนุนแผ่นกรอบที่ทำจากขนุนดิบมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้าน สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากกว่าขนุนแผ่นกรอบที่ทำจากขนุนสุก แต่คะแนนความชอบกลิ่นลดลง เนื่องจากขนุนแผ่นกรอบมีทำจากขนุนสุกมีกลิ่นขนุนมากกว่าขนุนแผ่นกรอบจากขนุน

ตารางที่ 4.2.5 คะแนนความชอบเฉลี่ยของ**ขนุนแผ่นกรอบ**

คุณลักษณะทางเคมี	**ขนุนแผ่นกรอบ(ขนุนดิบ)**	**ขนุนแผ่นกรอบ(ขนุนสุก)**
ความชื้น	4.57±0.15	5.01±0.15
ไขมัน	0.07±0.01	0.07±0.01
โปรตีน	0.25±0.00	0.25±0.00
เยื่อใย	**0.72±0.05**	0.64±0.11
เถ้า	1.37±0.03	1.50±0.22
คาร์โบไฮเดรต	93.00±0.07	92.43±0.11
คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**ขนุนแผ่นกรอบ(ขนุนดิบ)**	**ขนุนแผ่นกรอบ(ขนุนสุก)**
สี	**7.30±0.15** a	5.87±0.47 b
กลิ่น	6.37±0.18 b	**7.30±0.15** a
รสชาติ	**7.40±0.18** a	6.45±0.07 b
เนื้อสัมผัส	**7.33±0.17** a	6.30±0.05 b
ความชอบโดยรวม	**7.80±0.15** a	7.30±0.15 b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

4.1.4 **ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่แข็ง**

จากตารางที่ 4.1.6 การวัดค่าปริมาณน้ำที่มีในผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลา 90 วัน พบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไป 60 วัน ค่าปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกัน คือ มีค่าปริมาณน้ำที่มีในผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 0.991 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผ่านไปเป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่ามีค่าปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากน้ำในผลิตภัณฑ์มีการระเหย ในช่วงระยะเวลาที่แช่เยือกแข็ง เนื่องจากไม่ได้ทำการเคลือบผลิตภัณฑ์ก่อนแช่เยือกแข็ง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียน้ำเมื่อระยะเวลาผ่านไปช่วงเวลาหนึ่ง

จากตารางที่ 4.1.6 การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ ยีสต์ ราของผลิตภัณฑ์ทอดมันผสมเปลือกแตงโมแช่เยือกแข็ง พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นยีสต์ และรา ไม่พบเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นปริมาณที่มีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายของผู้บริโภคตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (อาหารแช่แข็ง) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณะสุข คือจะต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน1×10^5 CFU/g และมีปริมาณยีสต์ ราไม่เกิน 1×10^2 CFU/g

ตารางที่ 4.1.6 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

คุณภาพ	ผลิตภัณฑ์	
	ขนุนแผ่นกรอบ	**ขนุนแผ่นกรอบที่ผลิตใหม่**
ทางกายภาพ		
ค่าปริมาณน้ำอิสระ	0.51± 0.01	0.55 ± 0.01
ค่าสี		
-ค่าความสว่าง (L^*)	39.89 ± 0.00	42.94 ± 0.02
-ค่าสีแดง (a^*)	25.72 ± 0.00	35.02 ± 0.01
-ค่าสีเหลือง (b^*)	26.92 ± 0.01	36.98 ± 0.01
ทางจุลินทรีย์		
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)		
เดือนที่ 0	< 10	< 10
เดือนที่ 1	< 10	< 10
เดือนที่ 2	< 10	< 10
เดือนที่ 3	< 10	< 10
เดือนที่ 4	< 10	< 10
ยีสต์และรา (CFU/g)		
เดือนที่ 0	< 10	< 10
เดือนที่ 1	< 10	< 10
เดือนที่ 2	< 10	< 10
เดือนที่ 3	< 10	< 10
เดือนที่ 4	< 10	< 10

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$

4.1.5 ผลศึกษาการยอมรับของขนุนแผ่นกรอบ

พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 72 เปอร์เซ็นต์ อายุประมาณ 19-30ปี 50 เปอร์เซ็นต์ ระดับการศึกษาอยู่ในระดับ มัธยมศึกษา จนถึงระดับปริญญาตรี 80 เปอร์เซ็นต์ อาชีพนักเรียนนักศึกษา 56 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้อยู่ในช่วย 5,000-10,000 บาท 46 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าผู้บริโภคขนุนแผ่นกรอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มากกว่าเพศชาย อยู่ในระดับวัยรุ่นระดับมัธยมศึกษา รายได้ต่อเดือน 5,000 ถึง 10,000 บาท ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบน่าจะทำผลิตภัณฑ์ที่สีสันสดใสเหมาะสำหรับเด็กวัยรุ่นเพศหญิง ในการตั้งราคาควรที่จะตั้งราคาไม่แพงเกินไป เพื่อให้เหมาสมกับกลุ่มผู้บริโภค

ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นนักเรียนนักศึกษา มีความถี่ในการรับประทานขนุนแผ่นกรอบบ่อยมา 74 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคคิดว่าผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ ควรมีรสชาติหวาน

67 เปอร์เซ็นต์ และรสเค็ม 33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่รู้ว่าขนุนแผ่นกรอบมีปริมาณน้ำตาลและเกลือสูง 82 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.2.4 ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูล	ร้อยละ
1.เพศ	
ชาย	28
หญิง	72
2.อายุ	
ต่ำกว่า 18 ปี	12
19-25 ปี	50
26-30 ปี	25
33-39 ปี	5
มากกว่า 40 ปี	8
3.ระดับการศึกษา	
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	18
มัธยมศึกษา	56
ปริญญาตรี	24
ปริญญาโท	2
4.อาชีพ	
ข้าราชการ	10
รัฐวิสาหกิจ	2
พนักงานบริษัท	4
ค้าขาย,ธุรกิจส่วนตัว	28
นักเรียน,นักศึกษา	56
5.รายได้ต่อเดือน	
ต่ำกว่า 5,000	40
5,001-10,000	46
10,001-20,000	8
20,001-30,000	4
สูงกว่า 30,001	2

ข้อมูล	ร้อยละ
6.ความถี่ในรับประทานขนุนแผ่นกรอบ	
บ่อยมาก	74
นานๆครั้ง	22
ไม่เคยรับประทานเลย	4
7. คิดว่าขนุนแผ่นกรอบควรมีรสชาติใด	
หวาน	67
เค็ม	33
8.ท่านทราบไหมว่าขนุนแผ่นกรอบที่มีปริมาณน้ำตาลและเกลือสูง	
ทราบ	18
ไม่ทราบ	82
9.หากมีขนม**ขนุนแผ่นกรอบ**บรรจุ	
ซอง จำหน่ายน้ำหนัก 40 กรัม ราคา 20 บาท	
ท่านจะซื้อ หรือไม่	53
ซื้อ	30
ไม่แน่ใจ	17
ไม่ซื้อ	

องค์การมาตรฐานอาหารของอังกฤษมีการคัดค้านรัฐบาลที่มีการเตรียมยกเลิกกฎ ระบุปริมาณโปรตีนสูงสุดในเครื่องดื่มธัญพืชอาหารเช้า ทำให้ซีเรียลหรือขนมกรุบกรอบที่มีรสหวาน มันเค็ม ได้โอกาสโฆษณาขายในรายการเด็กทางโทรทัศน์ องค์การมาตรฐานอาหาร เห็นควรว่ากฎดังกล่าวน่าจะมีต่อไป เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารที่มีส่วนผสมของเกลือ น้ำตาล หรือไขมัน หลายยี่ห้อถูกจัดเข้าอยู่ในประเภทสินค้าที่สามารถโฆษณาในรายการทีวีของเด็ก เนื่องจากปัจจุบันเด็กทั่วโลกมีภาวะน้ำหนักเกินจากการรับประทานขนมและอาหารที่มีปริมาณน้ำตาล และเกลือสูง (ทพญ.สุณี, 2007) เอฟเอสเอได้กำหนดให้สินค้าต้องแสดงข้อมูลทางโภชนาการ และใช้ระบบการให้คะแนนในเรื่องคุณประโยชน์ต่อสุขภาพ เพื่อให้ผู้บริโภคดูข้อมูลทางโภชนาการได้ง่ายขึ้น โดยดูจากสารอาหารต่อน้ำหนัก 100 กรัม รายการที่ต้องแสดงนี้รวมถึงปริมาณสูงสุดของโปรตีนด้วย เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารที่เค็มจัด หวานจัด หรือมันจัด ถูกจัดเป็นอาหารที่มีประโยชน์ (http://www.thaipost.net/node/2336) หากมีขนุนแผ่นกรอบ ไม่ผ่านการเคลือบน้ำตาลและเกลือ จำหน่ายโดยบรรจุถุงฟลอยด์ บรรจุ 40กรัม ราคา 10 บาท ผู้บริโภคซื้อ 53 เปอร์เซ็นต์ ไม่แน่ใจ 30 เปอร์เซ็นต์ และไม่ซื้อ 17 เปอร์เซ็นต์ จากการทำการทดสอบคะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ คะแนนความชอบด้านสี รสหวาน ความแข็ง และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบปานกลาง แต่คะแนนความชอบด้านกลิ่นของขนุนแผ่นกรอบ อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

ภาพที่ 4.1.1 ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ

4.6 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ

ภาพที่ 4.2.2 ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ

ภาพที่ 4.2.3 บรรจุภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

บทที่ 4.3

ขนุนดอง
อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์
ผศ.ดวงแข สุขโข
กิตติ ช้องประเสริฐ

บทที่ 4.3

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.3.1 ผลการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนุนดอง

4.3.1.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนุนดอง

ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีของน้ำเกลือทั้ง 3 สูตรที่มีความเข้มข้นของน้ำเกลือ 10 11 และ 12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยทำการศึกษาความเป็นกรด - ด่างด้วยวิธีการ electrometeric ศึกษาปริมาณเกลือด้วยวิธี Mohr's method และศึกษาปริมาณเกลือที่ละลายได้ในสารละลายด้วยเครื่องไฮโดรมิเตอร์ ซึ่งแสดงผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.3.1 แสดงผลการวิเคราะห์ ค่าความเป็น ปริมาณเกลือด้วยวิธี Mohr's method และค่าปริมาณเกลือที่ละลายได้ในสารละลายด้วยเครื่องไฮโดรมิเตอร์ ของน้ำดองขนุน ทั้ง 4 สัปดาห์

คุณลักษณะทางเคมี	สัปดาห์			
	1	2	3	4
ความเป็นกรด- ด่าง	8.02±0.40[a]	3.93±0.80[b]	3.41±0.12[c]	3.09±0.66[d]
ปริมาณเกลือโดยวิธีของ Mohr's method (เปอร์เซ็นต์)	11.00±1.00[a]	10.00±1.00[b]	9.67±1.52[b]	9.00 ±1.00[c]
ปริมาณเกลือที่ละลายได้ในสารละลายด้วยเครื่องไฮโดรมิเตอร์ (องศาซาโลมิเตอร์)	11.00±1.00[a]	10.67±1.00[b]	9.27±1.52[b]	10.00±1.00[c]

หมายเหตุ : ตัวเลขที่กำกับตัวอักษร (a, b, c และ d) ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางผลการศึกษาค่า ความเป็นกรด- ด่าง ของน้ำเกลือ ประเภทดองเค็มทั้ง 3 สูตรในแต่ละสัปดาห์ พบว่าค่า ความเป็นกรด- ด่างจากเริ่มต้นเท่ากับ 7 ในสัปดาห์แรกจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการดองผ่านไปโดยค่า ความเป็นกรด- ด่างจะลดลง เนื่องจากในระหว่างกระบวนการหมักในสัปดาห์แรก จะมีการ pH ลดลง เจริญเติบโตของกลุ่มแลคติกแอซิดแบคทีเรีย ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะมีการสร้างกรดแลคติกทำให้ค่า และตายไปในที่สุด (Pederson, 1975) ซึ่งความเป็นกรดของน้ำเกลือที่ใช้ดองนั้นเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นแสดงว่าความเป็นกรดที่เกิดขึ้นเป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย และจากตารางผลการศึกษาการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของเกลือในน้ำดองทั้ง 3 สูตรในแต่ล่ะสัปดาห์ ทั้งด้วยการไทเทรตและด้วยการใช้เครื่องไฮโดรมิเตอร์ พบว่ามีความต่างกันตามปริมาณเปอร์เซ็นต์ของแต่ละสูตรโดยมีความแตกต่างกันโดยมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยความเข้มข้นจะลดลง โดยเกลือที่ใช้ในการดองนั้นยังสามารถป้องกันการเจริญเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์เนื่องจากเกลือช่วยลด a_w (water activity) ในอาหารจนจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ลดการละลายของออกซิเจนในอาหาร ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ในจุลินทรีย์ เพิ่มความดันออสโมซีส (osmosis pressure) ทำให้เซลล์เกิดการสูญเสียน้ำ เรียกว่าพลาสโมไลซีส (plasmolysis) นอกจากนั้นอนุมูลคลอไรด์ที่ได้จากการแตกตัวของเกลือในน้ำ ขัดขวางการเจริญของจุลินทรีย์ (มณฑาทิพย์, 2555)

4.3.1.2 ผลการตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมด(TPC)และปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์ขนุนดอง

นำน้ำดองขนุน ทั้ง 3 สูตร ทำการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์ราด้วยวิธี pour plate โดยสุ่มตัวอย่างทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ผลที่ได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.3.2 แสดงผลการตรวจสอบนับเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำดองสูตรดองเค็ม ทั้งหมด 4 สัปดาห์

ปริมาณเกลือ (เปอร์เซ็นต์)	คุณลักษณะทางจุลินทรีย์	สัปดาห์			
		1	2	3	4
10	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(CFU/g)	<10(ESPC)	<10(ESPC)	<10(ESPC)	<10(ESPC)
	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)	<10(ESPC)	<10(ESPC)	<10(ESPC)	<10(ESPC)
11	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(CFU/g)	<10(ESPC)	<10(ESPC)	<10(ESPC)	<10(ESPC)
	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)	<10(ESPC)	<10(ESPC)	<10(ESPC)	<10(ESPC)
12	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(CFU/g)	<10(ESPC)	<10(ESPC)	<10(ESPC)	<10(ESPC)
	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)	<10(ESPC)	<10(ESPC)	<10(ESPC)	<10(ESPC)

หมายเหตุ : ESPC (Estimated Standard Plate Count)

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด PCA ในการตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมดผลปรากฏว่าน้ำดองทั้ง 3 สูตร ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้นมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/g (ESPC) ซึ่งสอดคล้องกับ (Pederson,1975) รายงานว่าสภาวะน้ำดองที่มีเกลือเข้มข้น 10.6 เปอร์เซ็นต์ จุลินทรีย์แลคติกสามารถเจริญเติบโตได้เล็กน้อยและตายไป กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นต่อไปอาจต้องใช้เวลาประมาณ 1 เดือนหรือมากกว่า อย่างไรก็ตามที่ความเข้มข้นของเกลือทั้ง 3 ระดับ การเจริญของเชื้อกลุ่มแลคติกมีปริมาณน้อยมาก อาจเป็นเพราะว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่ละลายได้จากขนุนมีน้อยมาก จึงมีสารอาหารที่จุลินทรีย์จะนำไปใช้และเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติกได้น้อย

4.3.1.3 ผลการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนุนดองปรุงรส

เมื่อนำขนุนดองเค็มจากน้ำดองเค็มที่มีความเข้มข้นของน้ำเกลือแตกต่างกัน(10,11 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) มาดองด้วยน้ำดองปรุงรส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำขนุนดองมาทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ในด้านกลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบด้วยรวม ได้ผลตามตารางที่ 4.3.3

ตารางที่ 4.3.3 แสดง คะแนนเฉลี่ยการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของขนุนดองปรุงรส (n = 30)

คุณลักษณะ	**ปริมาณเกลือ(เปอร์เซ็นต์)**		
	10	**11**	**12**
กลิ่น	6.17±1.62 ^{b}	6.83±1.58 ^{a}	6.37±1.52 ^{ab}
กลิ่นรส ^{ns}	6.13±1.17	6.43±1.50	6.17±1.26
รสชาติ ^{ns}	6.40±1.19	6.60±1.54	6.20±1.30
เนื้อสัมผัส ^{ns}	5.60±1.65	6.17±1.60	5.90±1.67
ความชอบโดยรวม ^{ns}	6.33±1.27	6.47±1.60	6.37±1.26

หมายเหตุ : ตัวเลขที่กำกับตัวอักษร (a, b และ c) ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่4.3.3 พบว่าจากการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆในการศึกษาสูตรขนุนดองเค็มที่ผ่านการปรุงรสจากน้ำดองปลอดสารพิษ ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือ 10 11 และ 12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ พบว่าการศึกษาความชอบของผู้บริโภคการใช้ปริมาณความเข้มข้นของน้ำเกลือ พบว่ามีคะแนนความชอบในด้านคุณลักษณะทางด้านกลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในปริมาณเกลือ 11 เปอร์เซ็นต์ ได้รับคะแนนด้านกลิ่นดีที่ที่สุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากปริมาณ เกลือที่ 11 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้คุณลักษณะทางด้านกลิ่นเป็นที่ยอมรับมากที่สุด จึง

ทำการเลือกปริมาณเกลือที่ 11 เปอร์เซ็นต์ ไปทำการปรุงรสเพื่อนำไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ต่อไปนำขนุนดองปรุงรส ที่ได้จากขนุนดองเค็ม ด้วยน้ำดองเค็มที่มีวามเข้มข้นของน้ำเกลือ 11 เปอร์เซ็นต์ มาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ได้ผลดังที่ 4.1.4

4.3.1.4 ศึกษาข้อมูลทั่วไปและพฤติกรรมของผู้บริโภค

4.1.4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม100 คน คือ เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร แยกเป็นเพศชาย 40 เปอร์เซ็นต์ เพศหญิง 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอายุอยู่ในระหว่าง 21-25 ปี คิดเป็น 97 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่า 25 ปีเท่ากับ 3 เปอร์เซ็นต์ ระดับการศึกษาปวช./มัธยมศึกษา หรือเทียบเท่า เท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์ และปริญญาตรี เท่ากับ 99 เปอร์เซ็นต์ มีอาชีพเป็นนักศึกษา 100 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้เฉลี่ย น้อยกว่า 5,000 บาท/เดือน เท่ากับ 47 เปอร์เซ็นต์ ระหว่าง 5,001-10,000 บาท/เดือน เท่ากับ 45 เปอร์เซ็นต์ ระหว่าง 10,001-15,000 บาท/เดือน เท่ากับ 6 เปอร์เซ็นต์ ระหว่าง 15,001-20,000 บาท/เดือน เท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่า 25,001 บาท/เดือน เท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์ แสดให้เห็นว่าเป้าหมายกลุ่มผู้บริโภคเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชายและมีรายได้เฉลี่ยน้อยกว่า 5,000 บาท/เดือน ผลที่ได้ดังตารางที่ 4.3.4

ตารางที่ 4.3.4 ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลักษณะประชากรศาสตร์	ความถี่(เปอร์เซ็นต์)
เพศ	
- เพศชาย	40
- เพศหญิง	60
อายุ	
- < 20 ปี	-
- 21-25ปี	97
- > 25 ปี	3
ท่านนับถือศาสนา	100
- พุทธ	-
- อิสลาม	-
- คริสต์	-
- อื่น	-
สถานะภาพ	
- โสด	98
- แต่งงานแล้ว	2

- หย่าร้าง,หม้าย,แยกกันอยู่	-
การศึกษา	
- ประถมศึกษา	-
- ปวช./มัธยมศึกษา หรือเทียบเท่า	1
- ปวส./ปริญญาตรี	99
- สูงกว่าปริญญาตรี	-
อาชีพ	
- นิสิต/นักศึกษา	100
- รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	-
- พนักงานบริษัทเอกชน	-
- ประกอบธุรกิจส่วนตัว	-
- พ่อบ้าน/แม่บ้าน	-
- รับจ้าง	-
- อื่นๆ	-
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
- < 5,000 บาท	47
- 5,001 – 10,000 บาท	45
- 10,001 – 15,000 บาท	6
- 15,001 – 20,000 บาท	1
- 20,001 – 25,000 บาท	-
- > 25,001 บาท	1

4.3.1.4.2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบสอบถาม

จากการศึกษาข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบสอบถามทั้งหมด 100 คน พบว่า 96 เปอร์เซ็นต์ เคยรับประทานขนุนปรุงรส และอีก 4 เปอร์เซ็นต์ ไม่เคยรับประทานขนุนปรุงรส ความถี่ในการ รับประทาน 1 - 2 สัปดาห์/ครั้ง เท่ากับ 49 เปอร์เซ็นต์ รับประทาน 3 - 4 สัปดาห์/ครั้ง เท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์ อื่นๆ เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ และจากผู้ทดสอบทั้งหมดรู้จักขนุนดองปรุงรส ผลที่ได้ดังตารางที่ 4.3.5

ตารางที่ 4.3.5 ผลการศึกษาข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบสอบถาม

ลักษณะประชากรศาสตร์	ความถี่(เปอร์เซ็นต์)
ท่านเคยรับประทานขนุนปรุงรสหรือไม่	
- เคย	96
- ไม่เคย	4
ท่านมีความถี่ในการการรับประทานขนุนปรุงรสปริมาณเท่าใด	
- 1 – 2 ครั้ง/สัปดาห์	49
- 3 – 4 ครั้ง/สัปดาห์	1
- > 4 ครั้ง/สัปดาห์	-
- อื่นๆ	50
ท่านรู้จักขนุนปรุงรสหรือไม่	
- รู้จัก	100
- ไม่รู้จัก	-

จากการศึกษาข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบสอบถามทั้งหมด 100 คน พบว่า 96 เปอร์เซ็นต์ เคยรับประทานขนุนปรุงรส และอีก 4 เปอร์เซ็นต์ ไม่เคยรับประทานขนุนปรุงรส ความถี่ในการ รับประทาน 1-2 สัปดาห์/ครั้ง เท่ากับ 49 เปอร์เซ็นต์ รับประทาน 3-4 สัปดาห์/ครั้ง เท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์ อื่นๆ เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ และจากผู้ทดสอบทั้งหมดรู้จัก

4.3.1.4.3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาข้อมูลด้านการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภค 100 คน ชอบมาก เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ ชอบปานกลาง เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ ชอบเล็กน้อย เท่ากับ 35 เปอร์เซ็นต์ เฉยๆ เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่ชอบเล็กน้อย เท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ ไม่ชอบปานกลาง เท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ได้ดังตารางที่ 4.3.6

ตารางที่ 4.3.6 ผลการศึกษาด้านการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ลักษณะประชากรศาสตร์	ความถี่(เปอร์เซ็นต์)
ความรู้สึก หลังจากชิมผลิตภัณฑ์ขนุนดองที่ผ่านการปรุงรส	
- ชอบมากที่สุด	20
- ชอบมาก	25
- ชอบปานกลาง	35
- ชอบเล็กน้อย	10
- เฉยๆ	5
- ไม่ชอบเล็กน้อย	5
- ไม่ชอบปานกลาง	-
- ไม่ชอบมาก	-
- ไม่ชอบมากที่สุด	-
ผลิตภัณฑ์ขนุนดองที่ผ่านการปรุงรสออกจำหน่าย ท่านคิดว่าจะซื้อมาบริโภคหรือไม่	
- ซื้อ	97
- ไม่แน่ใจ	3
ราคาของผลิตภัณฑ์ต่อภาชนะบรรจุ 150 กรัม ควรมีราคาเท่าไร	
- 20 บาท / ชิ้น	66
- 25 บาท / ชิ้น	16
- 30 บาท / ชิ้น	6
- อื่นๆ	12
ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนุนดองที่ผ่านการปรุงรส นี้หรือไม่	
- ยอมรับ	100
- ไม่ยอมรับ	-

4.3.1.4.4 ข้อมูลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนดองปรุงรส 100 คน

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ขนุนดองปรุงรส พบว่าผู้ทดสอบมีความพึงพอใจด้านกลิ่นต่อผลิตภัณฑ์ขนุนดองปรุงรส อยู่ที่ความชอบมากที่สุดที่ 19 เปอร์เซ็นต์ ชอบมากที่ 42 เปอร์เซ็นต์ ชอบปานกลางที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ในความพอใจด้านกลิ่นรสต่อผลิตภัณฑ์ขนุนดองปรุงรส อยู่ที่ความชอบมากที่สุดที่ 19 เปอร์เซ็นต์ ชอบมากที่ 40 เปอร์เซ็นต์ ชอบปานกลางที่ 29 เปอร์เซ็นต์ ในด้านความพึงพอใจด้านรสชาติต่อผลิตภัณฑ์ขนุนดองปรุงรส อยู่ที่ความชอบมากที่สุดคิด 20 เปอร์เซ็นต์ ชอบมากที่ 47 เปอร์เซ็นต์ ชอบปานกลางที่ 24 เปอร์เซ็นต์ ในด้านความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ขนุนดองปรุงรส อยู่ที่ความชอบมากที่สุดที่ 17 เปอร์เซ็นต์ ชอบมากที่ 53 เปอร์เซ็นต์ ชอบปานกลางที่ 25 เปอร์เซ็นต์ ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ขนุนดองปรุงรส อยู่ที่ความชอบมากที่สุด 15 เปอร์เซ็นต์ ชอบมากที่ 33 เปอร์เซ็นต์ ชอบปานกลางที่ 35 เปอร์เซ็นต์ และชอบเล็กน้อยที่ 12 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ได้ดังตารางที่ 4.3.7

ตารางที่ 4.3.7 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนดองปรุงรส(เปอร์เซ็นต์)

ผลิตภัณฑ์ขนุนดองปรุงรส	ความถี่(เปอร์เซ็นต์)
กลิ่น	
-ชอบมากที่สุด	19
-ชอบมาก	42
-ชอบปานกลาง	30
-ชอบเล็กน้อย	9
-เฉยๆ	2
-ไม่ชอบเล็กน้อย	1
กลิ่นรส	
-ชอบมากที่สุด	19
-ชอบมาก	40
-ชอบปานกลาง	29
-ชอบเล็กน้อย	7
-เฉยๆ	3
-ไม่ชอบปานกลาง	2

ผลิตภัณฑ์ขนุนดองปรุงรส	ความถี่(เปอร์เซ็นต์)
รสชาติ	
-ชอบมากที่สุด	20
-ชอบมาก	47
-ชอบปานกลาง	24
-ชอบเล็กน้อย	5
-เฉยๆ	2
-ไม่ชอบเล็กน้อย	1
-ไม่ชอบมาก	1
ความชอบโดยรวม	
-ชอบมากที่สุด	17
-ชอบมาก	53
-ชอบปานกลาง	25
-ชอบเล็กน้อย	4
-ไม่ชอบเล็กน้อย	1
ลักษณะเนื้อสัมผัส	
-ชอบมากที่สุด	15
-ชอบมาก	33
-ชอบปานกลาง	35
-ชอบเล็กน้อย	12
-เฉยๆ	4
-ไม่ชอบปานกลาง	1

4.3.6 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ทอดมันผสมเปลือกแตงโมแช่เยือกแข็ง

ภาพที่ 4.3.1 ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์ทอดมันผสมเปลือกแตงโมแช่เยือกแข็ง

ภาพที่ 4.3.2 บรรจุภัณฑ์ซูชิขนุนแช่เยือกแข็ง

บทที่ 4.4

ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง
อาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

บทที่ 4.4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.4.1 ผลการศึกษาปริมาณน้ำเชื่อมจากน้ำผึ้งทดแทนน้ำเชื่อมจากน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้ง

จากการศึกษาปริมาณน้ำเชื่อมจากน้ำผึ้งทดแทนน้ำเชื่อมจากน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้ง โดยวางแผนการทดลองสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ศึกษาปริมาณน้ำเชื่อมน้ำผึ้งต่อน้ำเชื่อมน้ำตาลทราย จำนวน 3 ระดับ(ร้อยละ) ได้แก่ 100:0, 75:25 และ50:50 ตามลำดับ โดยน้ำเชื่อมน้ำผึ้งและน้ำเชื่อมน้ำตาลทรายมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเริ่มต้นในการแช่อิ่มอยู่ที่ 40 ^{0}Brix โดยมีผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี แสดงดังตารางที่ 4.4.1 และคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.4.2

4.4.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของขนุนแช่อิ่มอบแห้งที่ผลิตจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง จำนวน 3 ระดับ

ตารางที่ 4.4.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของขนุนแช่อิ่มอบแห้งที่ผลิตจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง จำนวน 3 ระดับ

คุณภาพ	ปริมาณน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง : น้ำเชื่อมน้ำตาลทราย		
	100 : 0	75 : 25	50 : 50
ทางกายภาพ			
-ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)^{ns}	0.50 ± 0.01	0.50 ± 0.01	0.51 ± 0.02
-ค่าสี			
ค่าความสว่าง(L*)	41.15 ± 0.53^{c}	45.25 ± 0.85^{b}	51.72 ± 0.27^{a}
ค่าสีแดง (a*)	8.42 ± 0.38^{c}	5.51 ± 0.64^{b}	3.79 ± 0.41^{a}
ค่าสีเหลือง (b*)	20.28 ± 0.29^{c}	28.33 ± 0.29^{b}	32.48 ± 0.33^{a}
ทางเคมี			
-ค่าปริมาณความชื้น^{ns}	19.20 ± 0.12	19.27 ± 0.08	20.02 ± 0.17

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษร^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.4.1 การศึกษาปริมาณน้ำเชื่อมจากน้ำผึ้งทดแทนน้ำเชื่อมจากน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้ง จำนวน 3 ระดับ พบว่า ค่า a_w ของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง พบว่า มีค่า a_w ลดลงเล็กน้อย เมื่อเพิ่มอัตราส่วนน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง แต่ค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) มีค่าลดลงเรื่อยๆ เมื่อเพิ่มอัตราส่วนน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง ส่วน ค่าสีแดง (a*) มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเพิ่มอัตราส่วนน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง โดยค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสีของขนุนแช่อิ่มอบแห้งที่ได้มีสีเหลืองอมแดงน้ำตาลคล้ำลงเรื่อยๆ เมื่อเพิ่มอัตราส่วนน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง เนื่องจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่ใช้ในการแช่อิ่มอบแห้งมีสีน้ำตาลทองแดงจึงส่งผลให้ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งดูดสีของน้ำเชื่อม ค่าความชื้น มีปริมาณความชื้นลดลงเล็กน้อย แต่มีค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.4.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางทางประสาทสัมผัสของขนุนแช่อิ่มอบแห้งที่ผลิตจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง จำนวน 3 ระดับ

ตารางที่ 4.4.2 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของขนุนแช่อิ่มที่ผลิตจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง จำนวน 3 ระดับ

คุณลักษณะ	ปริมาณน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง : น้ำเชื่อมน้ำตาลทราย		
	100 : 0	75 : 25	50 : 50
ลักษณะปรากฏ	6.94 ± 0.42^{c}	7.00 ± 0.67^{b}	7.10 ± 0.51^{a}
สี	6.83 ± 0.83^{c}	6.90 ± 0.48^{b}	7.15 ± 0.44^{a}
กลิ่น	6.91 ± 0.53^{c}	6.98 ± 0.78^{b}	7.08 ± 0.81^{a}
รสชาติ	6.90 ± 0.62^{c}	7.08 ± 0.96^{b}	7.19 ± 0.72^{a}
เนื้อสัมผัส	6.82 ± 0.79^{c}	6.97 ± 0.85^{b}	7.20 ± 0.78^{a}
ความชอบโดยรวม	6.96 ± 0.89^{c}	7.13 ± 0.72^{b}	7.24 ± 0.38^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.4.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มที่ผลิตจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง จำนวน 3 สูตร พบว่า สูตรขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำผึ้งที่ใช้ปริมาณน้ำเชื่อมน้ำผึ้งต่อน้ำเชื่อมน้ำตาลทรายที่ 50 : 50 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดในทุกๆด้าน ซึ่งค่าที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากสูตรขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำผึ้งที่ใช้ปริมาณน้ำเชื่อมน้ำผึ้งต่อน้ำเชื่อมน้ำตาลทรายที่ 50 : 50 มีลักษณะของสีผลิตภัณฑ์ที่สวยกว่า มีเนื้อสีเหลืองอมน้ำตาล ได้กลิ่นหอมและรสชาติของขนุนผสมกับน้ำผึ้งอย่างเหมาะสม เนื้อสัมผัสไม่เหนียวแข็งจนเกินไป ส่วนสูตรขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำผึ้งที่ใช้ปริมาณน้ำเชื่อมน้ำผึ้งต่อน้ำเชื่อมน้ำตาลทรายที่ 75 : 25 และ 100 : 0 เนื่องจากสูตรขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำผึ้งที่ใช้ปริมาณน้ำเชื่อมน้ำผึ้งต่อน้ำเชื่อมน้ำตาลทรายที่ 50 : 50 มีลักษณะของสีเนื้อขนุน สีเหลืองอมน้ำตาลคล้ำเข้ม ได้กลิ่นหอมและรสชาติของน้ำผึ้งกลบกลิ่นขนุน เนื้อสัมผัสเหนียวแข็ง จึงได้เลือกสูตรขนุน

แช่อิ่มอบแห้งจากน้ำผึ้งที่ใช้ปริมาณน้ำเชื่อมน้ำผึ้งต่อน้ำเชื่อมน้ำตาลทรายที่ 50 : 50 มาทำการศึกษาและพัฒนาต่อไป

4.4.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลกับขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

จากการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลจากสูตรดั้งเดิม มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง โดยมีผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี แสดงดังตารางที่ 4.4.3

ตารางที่ 4.4.3 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลกับขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

คุณภาพ	ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาล	ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง
ทางกายภาพ		
-ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)^{ns}	0.52 ± 0.01	0.51 ± 0.02
-ค่าสี		
ค่าความสว่าง(L*)	59.54 ± 0.39^{a}	51.72 ± 0.27^{b}
ค่าสีแดง (a*)	2.13 ± 0.28^{b}	3.79 ± 0.41^{a}
ค่าสีเหลือง (b*)	38.33 ± 0.92^{a}	32.48 ± 0.33^{b}
-ค่าเนื้อสัมผัส		
ค่าแรงเฉือน(Shear force)	80.64 ± 0.43^{b}	95.23 ± 0.58^{a}
ทางเคมี		
-ค่าปริมาณความชื้น^{ns}	20.10 ± 0.02	20.02 ± 0.17

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษร^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.4.3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลกับขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง พบว่า ค่า a_w ของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลกับขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง ค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เมื่อเปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลมีความสว่างกว่าขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง ส่วนค่าสีแดง (a*) ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลมีสีแดงน้อยกว่าขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง และค่าสีเหลือง (b*) ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลมีสีเหลืองมากกว่าขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง เนื่องจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งมีสีน้ำตาลทองอมแดง ส่งผลต่อขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งมีสีของน้ำผึ้ง ค่าเนื้อสัมผัสของขนุนแช่อิ่มอบแห้งทั้ง 2 ชนิด มีค่าแรงเฉือน(Shear force) ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลมีค่าแรงเฉือนน้อยว่าขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง แสดง

ว่า ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลมีความเหนียวน้อยกว่าขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง และค่าความชื้น พบว่า ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำตาลมีความชื้นน้อยกว่าขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งเล็กน้อย โดยมีค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ฉะนั้นน้ำเชื่อมน้ำผึ้งมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งให้มีสีน้ำตาลเข้มคล้ำขึ้น และมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งให้แห้งเหนียวมากขึ้น

4.4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง โดยบรรจุในถุงพลาสติกใส ขนาด 2x3 นิ้ว ต่อขนุน 1 ชิ้น จากนั้นนำมาใส่รวมในกล่องที่มีสารดูดความชื้น 1 ซอง ใส่ผลิตภัณฑ์ถุงละน้ำหนัก 100 กรัม ทำการเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้อง สุ่มตรวจทุกๆ 2 สัปดาห์ นาน 8 สัปดาห์ โดยมีผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี แสดงดังตารางที่ 4.4.4

ตารางที่ 4.4.4 แสดงการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

คุณภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)				
	0	2	4	6	8
ทางกายภาพ					
ค่าสี					
ค่าความสว่าง (L*)	51.72 ± 0.27^{a}	50.89 ± 0.22^{a}	48.75 ± 0.38^{b}	44.36 ± 0.36^{c}	42.11 ± 0.48^{d}
ค่าสีแดง (a*)	3.79 ± 0.41^{a}	3.71 ± 0.59^{a}	3.47 ± 0.78^{b}	3.22 ± 0.25^{c}	3.14 ± 0.22^{c}
ค่าสีเหลือง (b*)	32.48 ± 0.33^{a}	31.92 ± 0.67^{a}	30.84 ± 0.53^{b}	29.96 ± 0.68^{c}	28.17 ± 0.47^{c}
ค่า a_w	$0.51^{ns} \pm 0.02$	0.51 ± 0.02	0.52 ± 0.00	0.54 ± 0.01	0.56 ± 0.02
ทางเคมี					
ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	20.02 ± 0.17^{a}	20.11 ± 0.24^{a}	20.39 ± 0.19^{a}	21.41 ± 0.49^{b}	21.97 ± 0.20^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษร^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าสี พบว่า ค่าความสว่าง (L*), ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ค่อนข้างคงที่ แต่มีค่าลดลงเรื่อยๆ ทำให้สีของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่เริ่มแรกมีสีน้ำตาลเหลืองอมแดงคล้ำลงเรื่อยๆ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ส่งผลให้ค่าสีที่แสดงเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ

ค่า a_w ของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง พบว่า หลังการเก็บรักษา ค่า a_w จะลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น แต่ในระยะเวลา 0 – 8 สัปดาห์ มีค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากการบรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึกไม่มีการซึมผ่านของ

ความชื้นจากภายนอก พร้อมทั้งมีสารดูดความชื้นอยู่ในกล่องผลิตภัณฑ์ จึงทำให้ความชื้นและออกซิเจนในอากาศต่ำ ดังนั้นความชื้นในขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง จึงคายออกมาเข้าสู่สภาวะสมดุลทำให้มีค่า a_w ต่ำและสามารถเก็บได้นานแต่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

ค่าความชื้นของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง พบว่า มีปริมาณความชื้นเพิ่มเรื่อยๆ โดยระยะเวลาการเก็บรักษาขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง สัปดาห์ที่ 0 – 4 สัปดาห์ มีค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากสารดูดความชื้นที่อยู่ภายในกล่องมีผลทำให้สภาวะภายในภาชนะบรรจุมีปริมาณความชื้นต่ำ จึงมีการปรับสภาวะบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุ ดังนั้นขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งจึงมีการคายความชื้นเกิดขึ้นอย่างช้าๆ (ณัฏชา, 2547) แต่สัปดาห์ที่ 6 – 8 สัปดาห์ ค่าความชื้นเพิ่มมากขึ้นโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งทั้งด้านคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี โดยระยะเวลาการศึกษา 0 – 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งมีอายุการเก็บรักษาได้ถึง 8 สัปดาห์ หรือมากกว่า 8 สัปดาห์ เนื่องจากค่า a_w ยังมีค่าต่ำกว่า 0.6 ทำให้จุลินทรีย์ที่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้

4.4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง โดยใช้แบบสอบถามผู้บริโภค จำนวน 100 คน สุ่มแบบบังเอิญในด้านความพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง ทำการแจกใบสอบถามบริเวณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร แสดงผลแบบสอบถามดังตารางที่ 4.4.5

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคซึ่งในส่วนนี้จะบอกถึงเพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ และระดับรายได้ต่อเดือนของผู้บริโภคที่ได้ทำการสำรวจ แสดงดังตารางที่ 4.4.5

ตารางที่ 4.4.5 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (n = 100)

ข้อมูล	เปอร์เซ็นต์
1. เพศ	
1.1 หญิง	78
1.2 ชาย	22
2. อายุ	
2.1 ต่ำกว่า 20 ปี	48
2.2 21 – 25 ปี	41
2.3 26 – 30 ปี	7
2.4 มากกว่า 30 ปี	4

ตารางที่ 4.4.5 (ต่อ)

ข้อมูล	เปอร์เซ็นต์
3. สถานภาพ	
3.1 โสด	97
3.2 สมรส	3
3.3 หย่าร้าง,หม้าย,แยกกันอยู่	0
4. ระดับการศึกษา	
4.1 ประถมศึกษา	0
4.2 มัธยมศึกษา	0
4.3 ปวช./ปวส./อนุปริญญา	4
4.4 ปริญญาตรี	89
4.5 สูงกว่าปริญญาตรี	7
5. อาชีพ	
5.1 ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	4
5.2 พนักงานบริษัทเอกชน	0
5.3 ครู/อาจารย์	5
5.4 นักเรียน/นักศึกษา	90
5.5 ธุรกิจส่วนตัว	1
5.6 อื่นๆ	0
6. ระดับรายได้ต่อเดือน	
6.1 น้อยกว่า 5,000 บาท	48
6.2 5,001 – 10,000 บาท	40
6.3 10,001 – 15,000 บาท	6
6.4 15,001 – 20,000 บาท	2
6.5 20,001 – 25,000 บาท	2
6.6 มากกว่า 25,000 บาท	2

จากตารางที่ 4.4.5 ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็น 78 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็น 48 เปอร์เซ็นต์ ระดับการศึกษาปริญญาตรี คิดเป็น 89 เปอร์เซ็นต์ มีอาชีพเป็นนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ รายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 5,000 บาท คิดเป็น 48 เปอร์เซ็นต์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้งในส่วนนี้จะบอกถึงความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้งในแต่ละสัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.4.6 แสดงพฤติกรรมในการบริโภคผลิตผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง

ข้อมูล	เปอร์เซ็นต์
7. ปกติท่านนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้งใช่หรือไม่	
7.1 ใช่	71
7.2 ไม่ใช่	29
8. คุณมีความถี่ในการรับประทานผลไม้แช่อิ่มอบแห้งกี่ครั้งใน 1 สัปดาห์	
8.1 1 - 2 ครั้ง/สัปดาห์	89
8.2 3 - 4 ครั้ง/สัปดาห์	9
8.3 มากกว่า 4 ครั้ง/สัปดาห์	2
8.4 อื่นๆ	0
9. คุณพบเห็น/ซื้อผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้งที่ไหนบ้าง	
9.1 ร้านค้าสะดวกซื้อ เช่น 7/11 , มินิมาร์ท	51.43
9.2 ห้างสรรพสินค้า	23.18
9.3 ซุปเปอร์มาร์เก็ต เช่น Lotus , Big C	20.06
9.4 อื่นๆ	5.33

จากตารางที่ 4.4.6 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง คิดเป็น 71 เปอร์เซ็นต์ บริโภคผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง 1 - 2 ครั้ง/สัปดาห์ คิดเป็น 89 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคพบเห็น/ซื้อผลไม้แช่อิ่มอบแห้งจากร้านค้าสะดวกซื้อ เช่น 7/11, มินิมาร์ท คิดเป็น 51.43 เปอร์เซ็นต์

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง ในส่วนนี้บอกถึงความชอบโดยรวม การยอมรับ และราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง แสดงดังตารางที่ 4.4.7

ตารางที่ 4.4.7 แสดงความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

ข้อมูล	เปอร์เซ็นต์
10. ความชอบโดยรวม	
10.1 1 = ไม่ชอบมากที่สุด	0
10.2 2 = ไม่ชอบมาก	0
10.3 3 = ไม่ชอบปานกลาง	0
10.4 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	0
10.5 5 = เฉยๆ	2
10.6 6 = ชอบเล็กน้อย	14
10.7 7 = ชอบปานกลาง	45
10.8 8 = ชอบมาก	39
10.9 9 = ชอบมากที่สุด	0
11. หากว่ามีผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งวางจำหน่าย ท่านคิดว่าจะซื้อมาบริโภคหรือไม่	
11.1 ซื้อ	79
11.2 ไม่ซื้อ	7
11.3 ไม่แน่ใจ	14
12. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง ซึ่งมีน้ำหนักสุทธิ 100 กรัม ควรมีราคาเท่าใด	
12.1 45 บาท	84
12.2 50 บาท	7
12.3 55 บาท	0
12.4 อื่นๆ	9

จากตารางที่ 4.4.7 พบว่า ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง ผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง คิดเป็น 45 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคจะเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง คิดเป็น 79 เปอร์เซ็นต์ และผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง ซึ่งมีน้ำหนักสุทธิ 100 กรัม ควรมีราคา 45 บาท คิดเป็น 84 เปอร์เซ็นต์

4.4.5 ผลการศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

จากการศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง โดยทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่ใช้ในการจำหน่าย น้ำหนักสุทธิ 100 กรัม จำนวน 10 ชิ้น ปิดผนึกแบบธรรมดา ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ภาพที่ 4.4.1 บรรจุภัณฑ์ภายในของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

ภาพที่ 4.4.2 บรรจุภัณฑ์ภายนอกของขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

4.4.6 ผลการศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการนำน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่เหลือจากการแช่อิ่มขนุนมาผลิตไซรัป

จากการศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่เหลือจากการแช่อิ่มขนุน มาทำการผลิตไซรัปจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 68 ^{0}Brix โดยใช้วิธีการเติมน้ำตาลทรายกับการต้มเพื่อระเหยน้ำออก นำมาคัดเลือกจากคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไซรัปจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง และจากกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไซรัปจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง แสดงผลดังตารางที่ 4.4.8

ตารางที่ 4.4.8 แสดงผลคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ซังขนุนทอดกรอบไซรัปจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่เหลือจากการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

คุณภาพ	ไซรัปจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง	
	วิธีที่ 1[1]	วิธีที่ 2[2]
ทางกายภาพ		
- ลักษณะของผลิตภัณฑ์	สีน้ำตาลอ่อนใส มีกลิ่นอ่อนๆของน้ำผึ้งและขนุน มีรสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย และมีกลิ่นรสของน้ำผึ้งกับขนุนเล็กน้อย	สีน้ำตาลเข้มมากใส มีกลิ่นหอมของน้ำผึ้งและขนุนปานกลาง มีรสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย และมีกลิ่นรสของน้ำผึ้งกับขนุนปานกลาง
- ค่าสี		
ค่าความสว่าง(L*)	45.22 ± 0.48^{b}	39.40 ± 0.30^{b}
ค่าสีแดง (a*)	5.04 ± 0.37^{b}	7.39 ± 0.95^{a}
ค่าสีเหลือง (b*)	8.98 ± 0.60^{b}	4.98 ± 0.59^{a}
ทางเคมี		
- ค่า pH	4.25. ± 0.94^{a}	3.92 ± 0.78^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

[1] วิธีที่ 1 ทำการเติมน้ำตาลทรายให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ 68 ^{0}Brix

[2] วิธีที่ 2 ทำการต้มเพื่อระเหยน้ำออกจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ 68 ^{0}Brix

จากตารางที่ 4.4.8 การศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการนำน้ำเชื่อมน้ำผึ้งที่เหลือจากการแช่อิ่มขนุนมาผลิตไซรัป พบว่า วิธีที่ 1 มีลักษณะของผลิตภัณฑ์ของสี กลิ่น กลิ่นรส และรสชาติของน้ำผึ้งกับขนุนอ่อนกว่าวิธีที่ 2 ส่วนค่าสี ค่าความสว่าง (L*), ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยไซรัปที่ได้จากกรรมวิธีที่ 1 มีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ที่มากกว่า ค่าค่าสีแดง (a*) มีค่ามากกว่า ทางเคมี ค่า pH ของไซรัปที่ได้จากวิธีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 3.92 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดสูงกว่าไซรัปที่ได้จากวิธีที่ 1 ทำให้รสชาติไซรัปของวิธีที่ 2 มีรสเปรี้ยวมากกว่า และจากกรรมวิธีการผลิตวิธีที่ 1 ทำการเติมน้ำตาลทรายลงไปเพื่อให้ไซรัปมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ 68 ^{0}Brix ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นจากน้ำตาลทรายที่ใส่เติมลงไป พร้อมทั้งยังส่งผลต่อกลิ่นกับรสชาติของไซรัปที่น้อยลง ฉะนั้นจึงเลือกวิธีที่ 2 ทำการต้มเพื่อระเหยน้ำออกจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ 68 ^{0}Brix เนื่องจากไม่ต้องเติมน้ำตาลทรายที่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง และยังคงกลิ่นกับรสชาติของน้ำผึ้งกับขนุนได้ดีมากกว่าอีกด้วย

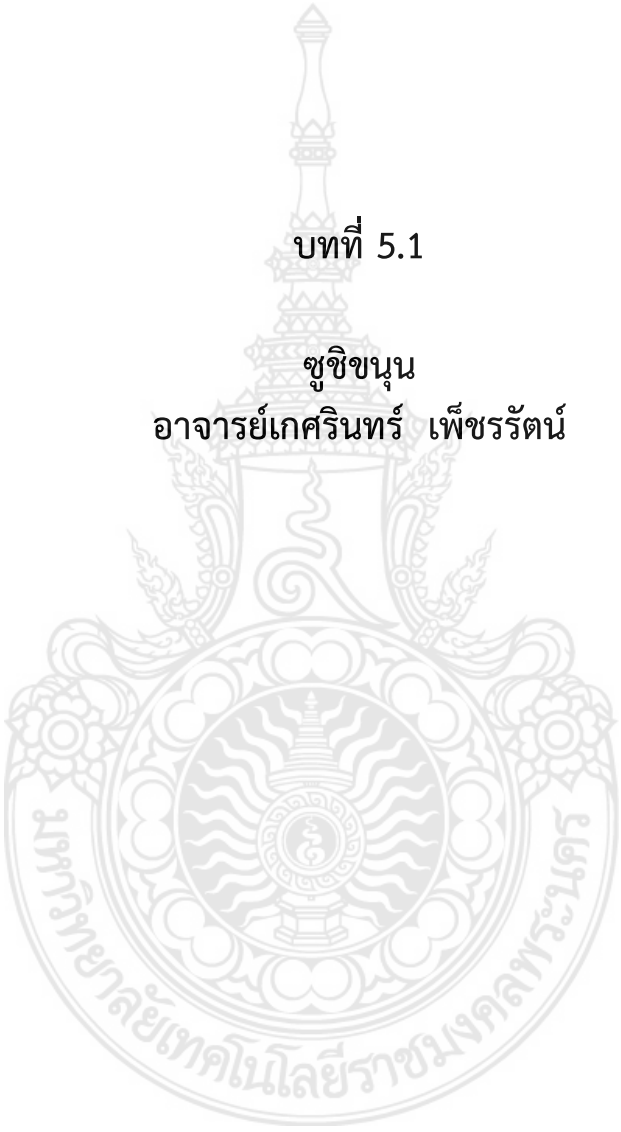
บทที่ 5

การสรุปผลการวิจัย

บทที่ 5.1

ซูชิขนุน

อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์



บทที่ 5.1

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. จากศึกษาปริมาณกะทิ : น้ำตาลทราย (กรัม) ในการมูลข้าวเหนียวทำซูซิขนุนแช่แข็ง(-18 องศาเซลเซียส) 3 ระดับ พบว่าปริมาณกะทิ : น้ำตาลทราย ต่างกันทำให้ชูชิขนุนมีค่าคุณภาพด้านค่าสี และคะแนนความชอบด้านรสชาติ (ความมันของกะทิ) รสชาติ (ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของซูชิขนุนแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่เลือกซูชิขนุนที่อัตราส่วนกะทิ ต่อ น้ำตาลทรายที่ 60 : 40 มาทำการขึ้นรูปชูชิ เพราะ สูตรที่ 3(70 : 30) เมื่อนำไปม้วนชูชิแล้วเวฟ ข้าวเหนียวมีลักษณะร่วนไม่เกาะติดกัน
2. จากนั่นศึกษาปริมาณข้าวเหนียวมูล : เนื้อขนุน (ชิ้น) 3 ระดับ พบว่าปริมาณเนื้อขนุนต่างกันทำให้ ซูชิขนุนมีค่าคะแนนความชอบด้าน รสชาติ (ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของซูชิขนุนแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่เลือกซูชิขนุนที่ปริมาณเนื้อขนุน 3 ชิ้นมาทำชูชิ เพราะ 4 ชิ้น เมื่อนำไปม้วนชูชิแล้วมีลักษณะร่วนไม่เกาะติดกัน
3. จากนั่นศึกษาการคืนรูปชูชิขนุนแช่งแข็ง (-18 องศาเซลเซียส) : ความร้อนที่ 30 วัตต์ ในเวลา (วินาที) 3 ระดับ พบว่าซูชิขนุนมีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ(ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างทางสถิติ($P \leq 0.05$) เมื่อนำซูชิขนุนแช่แข็งไปคืนรูปในระยะเวลาเพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 60 วินาที พบว่าซูชิขนุนมีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสชาติ(ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมลดลงเนื่องจากซูชิที่ได้มีลักษณะร่วนแตก โดยมีค่าความแข็งลดลงสอดคล้องกันคะแนนความชอบ โดยมีค่าความแข็งลดลงจาก 13.2 เป็น 10.5 นิวตัน จึงเลือกกรรมวิธีการคืนรูปชูชิขนุนแช่งแข็ง (-18 องศาเซลเซียส) : ความร้อนที่ 30 วัตต์ ใน 50 วินาที ซูชิขนุนที่ได้มีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสุงสุดอยู่ในระดับชอบมาก
4. วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ซูชิขนุน พบว่าค่าความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 45.5 0.2 1.0 1.2 1.4 และ 50.7 ตามลำดับ ตรวจคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ฮญู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยของอาหารแช่แข็ง
5. จากการทดสอบผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคมีหญิงสูงสุดร้อยละ 68 อายุอยู่ในช่วง 15 - 24 ปี สูงสุด ร้อยละ 62 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีร้อย 71 และ 54 ตามลำดับ มีรายได้ 5000 ถึง 7500 บาทต่อเดือน ร้อยละ 44 โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคเคยรับประทานทุกสัปดาห์ร้อยละ 62 โดยผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัทณ์ร้อยละ 86 และจะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 86 โดยให้ราคา 50 บาท

บทที่ 5.2

ขนุนแผ่นกรอบ
อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

บทที่ 5.2

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. จากการนำขนุนแผ่นกรอบที่อัตราส่วนจากเนื้อขนุน ต่อเนื้อไก่ 100 : 500 150 : 450 และ200 : 400 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มาวัดค่า สี วอเตอร์แอคติวิตี้ พบว่าขนมขนุนแผ่นกรอบมีค่าสีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.2.1 ขนุนแผ่นกรอบที่อัตราส่วนจากเนื้อขนุน ต่อเนื้อไก่ 45 : 10 40 : 15 และ35 : 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เมื่อนำมาวัดค่าสีพบว่า ขนมขนุนแผ่นกรอบเพิ่มขึ้น จาก 10 เป็น 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มีค่าความสว่าง (L*) อยู่ระดับปานกลางมีความแตกต่าง เมื่อเพิ่มกากมะพร้าว 20 เปอร์เซ็นต์ ขนุนแผ่นกรอบจะมีความสว่างเพิ่มขึ้น เนื่องจากขนุนมีสีเหลืองทำให้ขนุนแผ่นกรอบที่ใช้ขนุน 20 เปอร์เซ็นต์มีความสว่างเพิ่ม ส่วนค่าสีแดงของขนุนแผ่นกรอบมีค่าเพิ่มขึ้น แล้วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจากขนุนมีสีออกเหลืองทอง ทำให้ขนุนแผ่นกรอบมีสีแดงสุดสุดที่ เนื้อขนุน ต่อเนื้อไก่ 150 : 450
2. จากศึกษาปริมาณผงฟูในผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ 3 ระดับ คือ 1 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักมาวัดค่า สี วอเตอร์แอคติวิตี้ พบว่าขนุนแผ่นกรอบมีค่าสีความสว่าง (l*) และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยขนุนแผ่นกรอบเมื่อปริมาณ ผงฟูเพิ่มขึ้นจาก 1.5 เป็น 2 %
3. จากศึกษาชนิดของขนุนในผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ 3 ระดับ คือ ขนุนดิบ และ 2 ขนุนสด มาวัดค่า คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าขนุนแผ่นกรอบที่ใช้ขนุนดิบมาเป็นขนุนสุกมีค่าความชื้น และเถ้า เพิ่มขึ้นจาก 4.57±0.15 เป็น 5.01±0.15 **และ** 1.37±0.03 เป็น 1.50±0.22 ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากขนุนสดมีปริมาณน้ำมากกว่าขนุนดิบทำให้ค่าความชื้นเพิ่มขึ้น ส่วนค่าไขมัน และค่าโปรตีนไม่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4.2.5 ขนุนแผ่นกรอบที่ทำจากขนุนดิบมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้าน สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) โดยขนุนแผ่นกรอบที่ทำจากขนุนดิบมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้าน สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากกว่าขนุนแผ่นกรอบที่ทำจากขนุนสุก แต่คะแนนความชอบกลิ่นลดลง เนื่องจากขนุนแผ่นกรอบมีทำจากขนุนสุกมีกลิ่นขนุนมากกว่าขนุนแผ่นกรอบจากขนุน
4. การวัดค่าปริมาณน้ำที่มีในผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลา 90 วัน พบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไป 60 วัน ค่าปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกัน คือ มีค่าปริมาณน้ำที่มีในผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 0.991 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผ่านไปเป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่ามีค่าปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากน้ำในผลิตภัณฑ์มีการระเหย ในช่วงระยะเวลาที่แช่เยือกแข็ง เนื่องจากไม่ได้ทำการเคลือบผลิตภัณฑ์ก่อนแช่เยือกแข็ง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียน้ำเมื่อระยะเวลาผ่านไปช่วงเวลาหนึ่ง

บทที่ 5.3

ขนุนดอง

อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

บทที่ 5.3

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

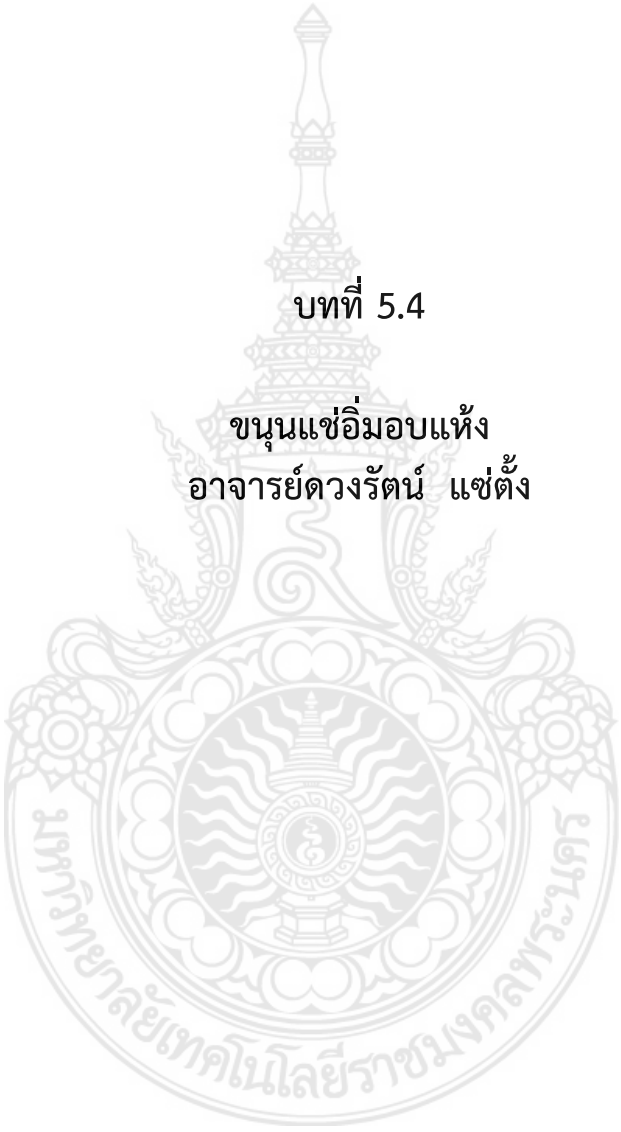
1. จากตารางผลการศึกษาค่า ความเป็นกรด- ด่าง ของน้ำเกลือ ประเภทดองเค็มทั้ง 3 สูตร ในแต่ละสัปดาห์ พบว่าค่า ความเป็นกรด- ด่างจากเริ่มต้นเท่ากับ 7 ในสัปดาห์แรกจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการดองผ่านไปโดยค่า ความเป็นกรด- ด่างจะลดลง เนื่องจากในระหว่างกระบวนการหมักในสัปดาห์แรก จะมีการ pH ลดลง เจริญเติบโตของกลุ่มแลคติกแอซิดแบคทีเรีย ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะมีการสร้างกรดแลคติกทำให้ค่า และตายไปในที่สุด (Pederson, 1975) ซึ่งความเป็นกรดของน้ำเกลือที่ใช้ดองนั้นเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นแสดงว่าความเป็นกรดที่เกิดขึ้นเป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย และจากตารางผลการศึกษาการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของเกลือในน้ำดองทั้ง 3 สูตรในแต่ล่ะสัปดาห์ ทั้งด้วยการไทเทรตและด้วยการใช้เครื่องไฮโดรมิเตอร์ พบว่ามีความต่างกันตามปริมาณเปอร์เซ็นต์ของแต่ละสูตรโดยมีความแตกต่างกันโดยมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยความเข้มข้นจะลดลง โดยเกลือที่ใช้ในการดองนั้นยังสามารถป้องกันการเจริญเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์เนื่องจากเกลือช่วยลด a_w (water activity) ในอาหารจนจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ลดการละลายของออกซิเจนในอาหาร ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ในจุลินทรีย์ เพิ่มความดันออสโมซีส (osmosis pressure) ทำให้เซลล์เกิดการสูญเสียน้ำ เรียกว่าพลาสโมไลซีส (plasmolysis) นอกจากนั้นอนุมูลคลอไรด์ที่ได้จากการแตกตัวของเกลือในน้ำ ขัดขวางการเจริญของจุลินทรีย์ (มณฑาทิพย์, 2555)

2. จากการศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด PCA ในการตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมดผลปรากฏว่าน้ำดองทั้ง 3 สูตร ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้นมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/g (ESPC) ซึ่งสอดคล้องกับ (Pederson,1975) รายงานว่าสภาวะน้ำดองที่มีเกลือเข้มข้น 10.6 เปอร์เซ็นต์ จุลินทรีย์แลคติกสามารถเจริญเติบโตได้เล็กน้อยและตายไป กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นต่อไปอาจต้องใช้เวลาประมาณ 1 เดือนหรือมากกว่า อย่างไรก็ตามที่ความเข้มข้นของเกลือทั้ง 3 ระดับ การเจริญของเชื้อกลุ่มแลคติกมีปริมาณน้อยมาก อาจเป็นเพราะว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่ละลายได้จากขนุนมีน้อยมาก จึงมีสารอาหารที่จุลินทรีย์จะนำไปใช้และเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติกได้น้อย

3. จากการศึกษาข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบสอบถามทั้งหมด 100 คน พบว่า 96 เปอร์เซ็นต์ เคยรับประทานขนุนปรุงรส และอีก 4 เปอร์เซ็นต์ ไม่เคยรับประทานขนุนปรุงรส ความถี่ในการ รับประทาน 1 - 2 สัปดาห์/ครั้ง เท่ากับ 49 เปอร์เซ็นต์ รับประทาน 3 - 4 สัปดาห์/ครั้ง เท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์ อื่นๆ เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ และจากผู้ทดสอบทั้งหมดรู้จักขนุนดองปรุงรส ผลที่ได้ดังตารางที่ 4.5

บทที่ 5.4

ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง
อาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง



บทที่ 5.4

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการทำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง

จากการสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคเกี่ยวกับความต้องการในการทำผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 18-23 ปี เลือกซื้อผลไม้แช่อิ่ม อบแห้งเพราะมีรสชาติหวาน นิยมบริโภคเนื้อสัมผัสกรอบ ผู้บริโภคมีความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบที่มีในประเทศ ควรมีราคา 15 บาท/ ซอง และจะเลือกซื้อขนุนแช่อิ่มอบแห้ง

5.2 จากการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งระดับเวลา 4 ระดับ

จากการศึกษาชนิดที่เหมาะสมทำการพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งระดับเวลา 4 ระดับ ซึ่งนำข้อมูลจากแบบสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนุนแช่อิ่มอบแห้งที่ระดับเวลา 4 ระดับ ได้แก่ 55:13 , 55:15 , 55:17 และ 55:19 ชม. พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบระดับที่ 3 มากที่สุด (55:17) เนื่องจากเมื่อขนุนแช่อิ่มอบแห้งได้รับ อุณหภูมิและเวลา ที่เหมาะสมให้รสชาติกลมกล่อม โดยที่มีค่าเฉลี่ยด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส(ความแข็ง) ความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ส่วนในด้านรสชาติ และ กลิ่นรส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยที่ระดับที่ใช้เวลาในการอบน้อยจะมีสีน้ำตาล และเนื้อสัมผัส(ความแข็ง) ค่อนข้างน้อย ส่วนระดับที่ใช้เวลาในการอบมากที่สุด จะมีจะมีสีน้ำตาล และเนื้อสัมผัส(ความแข็ง) เกินไป

5.3 จากการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของขนุนแช่อิ่มอบแห้งพบว่า ขนุนแช่อิ่มอบแห้งระดับ 55:17 ชม. มีค่าสีความสว่าง(L^*) เท่ากับ $25.22^b \pm 0.01$, ค่าสีแดง (a^*) เท่ากับ $5.64^a \pm 0.01$ และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ $10.45^c \pm 0.01$ และค่าปริมาณน้ำอิสระ มีค่า0.53 ± 0.01 ซึ่งเป็นตามมาตรฐานกำหนดไว้

คุณภาพทางเคมี พบว่าขนุนแช่อิ่มอบแห้งทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 13.17± 1.02 ซึ่งเป็นตามมาตรฐานกำหนดไว้ต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 18 โดยน้ำหนัก

คุณภาพทางจุลินทรีย์ จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งที่เก็บในถุงพลาสติก ปิดผนึกด้วยความร้อนแยกเป็นต่อชิ้น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยสุ่มตัวอย่างทุก 1 สัปดาห์ รวมเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา <

10 (CFU/g) ซึ่งผลิตภัณฑ์ประเภทนี้สามารถเก็บรักษาได้นานเนื่องจากมีปริมาณน้ำอิสระที่ค่อนข้างน้อย เชื้อจุลินทรีย์จึงเจริญเติบโตได้ช้า มีความปลอดภัยในการบริโภค รวมทั้งสอดคล้องกับ (มผช. 136/2550) เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลไม้แห้ง ที่จะต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์ ต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และราต้องไม่เกิน 500 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

5.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนุนแช่อิ่มอบแห้ง

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนุนแช่อิ่มอบแห้งพบว่า มีความพอใจชอบปานกลาง ลักษณะปรากฏ (สีที่ผิว) เข้มเล็กน้อย รสชาติหวานปานกลาง กลิ่นของสมุนไพรหอมปานกลาง ลักษณะเนื้อสัมผัส(ความแข็ง) แข็งตัวมาก และลักษณะเนื้อสัมผัส(ความแข็ง) แข็งตัวปานกลาง ร้อยละ 60

ข้อเสนอแนะ : ควรมีการลองศึกษากรรมวิธีการผลิตผลไม้แช่อิ่ม อบแห้งประเภทอื่นๆ เพื่อนำวัตถุดิบที่เหลือใช้มาใช้เกิดประโยชน์และได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ และช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบที่มีในประเทศ

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1วิธีการดำเนินการวิจัย ปีที่ 2 (1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2559)

ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป ให้กับกลุ่มเป้าหมายทั้งภาคทฤษฎีและอบรมเชิงปฏิบัติ

3.1.4.ถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปสู่ชุมชน

3.1.4.1 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปโดยวิธีการวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากเนื้อขนุนในผลิตภัณฑ์อาหารที่เก็บในภาชนะปิดผนึกด้วยความร้อน ได้แก่ซูชิขนุนแช่แข็งเก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่แข็ง -18 $^{\circ}$C ขนุนแผ่นกรอบ ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง ขนุนดอง เก็บที่อุณหภูมิห้อง นำผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา

3.1.4.2 การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

- คัดเลือกกลุ่มเป้าหมายในการถ่ายทอดเทคโนโลยีได้แก่ กลุ่มชุมชน วิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้าน สถานประกอบการที่ผลิตอาหารแปรรูป อาหารคาว อาหารหวาน ขนม ฯ
- สำรวจความต้องการของกลุ่มเป้าหมายในการฝึกอบรมการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปโดยการใช้แบบสอบถามประเมินความต้องการเข้ารับการฝึกอบรม

2. จัดทำเอกสาร/ สื่อประกอบการอบรม ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

- จัดทำเอกสารการอบรมการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป
- จัดทำผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทุกชนิดที่นำไปฝึกอบรม
- จัดทำสื่อประกอบการอบรมและเผยแพร่

3. การดำเนินการ

- ขออนุมัติโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป - จัดเตรียมสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ วิทยากร ผู้เข้าอบรม ผู้ประสานงาน คณะกรรมการ ดำเนินงาน และสิ่งอำนวยความสะดวก
- ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการระยะเวลาในการอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน 2 วัน (รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง) จัดการอบรมในวันที่ 20 - 21 สิงหาคม 2559 ประกอบด้วย พิธีเปิดการอบรม อธิบายความเป็นมาของโครงการ ให้ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ซูชิขนุนแช่แข็ง ขนุนแผ่นกรอบ ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง ขนุนดอง รวมถึงจัดเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ไว้สำหรับผู้เข้ารับการอบรม
- สถานที่ฝึกอบรม : ณ วิสาหกิจชุมชนบางตาโฉง จ.สิงห์บุรี
- จำนวนครั้งที่ฝึกอบรม : 1 ครั้ง 30 คน

- การประเมินผลโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม โดยใช้ค่าสถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ภาพที่ 3.5.1 แสดงผู้เข้าอบรมลงทะเบียนเข้าร่วมการอบรม

ขนมอบกรอบ
ซูชิขนมน
Jackfer

ภาพที่ 3.5.2 แสดงวัตถุดิบ อุปกรณ์และผลิตภัณฑ์ในการอบรม

ภาพที่ 3.5.3 แสดงบรรยากาศการปฏิบัติงานของผู้อบรมและผลงานสำเร็จของผู้เข้าอบรม

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 ผลการดำเนินการวิจัย ปีที่ 2 (1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2559)

4.1.1 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปโดยวิธีการวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากเนื้อขนุนในผลิตภัณฑ์อาหารที่เก็บในภาชนะปิดผนึกด้วยความร้อน ได้แก่ซูชิขนุนแช่แข็งเก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่แข็ง -18 oC ขนุนแผ่นกรอบ ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง ขนุนดอง เก็บที่อุณหภูมิห้อง นำผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา นำผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ทำการสุ่มตรวจผลิตภัณฑ์โดยวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นเวลา 10 เดือน

ตารางที่ 4.5.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์

คุณภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์			
	ซูชิขนุนแช่แข็ง	ขนุนแผ่นกรอบ	ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง	ขนุนดอง
	(8 เดือน)	(8เดือน)	(5 เดือน)	(7 เดือน)
จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	< 10 โดยประมาณ	< 10 โดยประมาณ	1x10 โดยประมาณ	< 10 โดยประมาณ
ยีสต์และรา (cfu/g)	< 10 โดยประมาณ	< 10 โดยประมาณ	1x10 โดยประมาณ	1x10 โดยประมาณ

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ พบว่า ซูชิขนุนแช่แข็งเก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่แข็ง -18 oC ขนุนแผ่นกรอบเก็บที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 8 เดือน เนื่องจากซูชิขนุนเป็นผลิตภัณฑ์แช่แข็ง ส่วนขนุนแผ่นกรอบมีปริมาณน้ำอิสระที่ค่อนข้างน้อย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนลูกเดือยกรอบ (มผช.900/2558) ส่วนขนุนแช่อิ่มอบแห้ง ขนุนดองเก็บที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้อย่างน้อย 5 และ8 เดือน ตามลำดับ เนื่องจากเกิดการออกซิเดชันของในอาหารทำให้เกิดการยีสต์ราที่ผิวของขนุนได้

4.1.2 ผลการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป

ผลการวิเคราะห์ความต้องการเข้ารับการฝึกอบรมการรับการถ่ายทอด จากการวิเคราะห์ความต้องการ ของสมาชิกชุมชน กลุ่มแม่บ้านและประชาชนที่สนใจ ณ วิสาหกิจชุมชนบางตาโฉง จ.สิงห์บุรี จำนวน 30 คน ได้ผลแสดงเป็นค่าร้อยละ แสดงดังตารางที่ 4.5.2 - 4.5.4

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตารางที่ 4.5.2 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม N=30

ข้อมูล	จำนวน(คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 เพศหญิง	28	93.3
1.2 เพศชาย	2	6.7
2. อายุ		
2.1 ต่ำกว่า 21 ปี	0	0
2.2 21-30 ปี	5	16.7
2.3 31-40 ปี	15	50
2.4 41-50 ปี	10	33.3
2.5 51-60 ปี	0	0
2.6 มากกว่า 60 ปี	0	0
3. สถานภาพ		
3.1 โสด	**24**	80
3.2 สมรส	**6**	20
3.3 หย่าร้าง, หม้าย, แยกกันอยู่	**0**	0
4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด		
4.1 ประถมศึกษา	0	0
4.2 มัธยมศึกษา	12	40
4.3 ปวช./ปวส./อนุปริญญา	15	50
4.4 ปริญญาตรี	3	10
4.5 ปริญญาโทหรือสูงกว่า	0	0

ตารางที่ 4.5.2 (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวน(คน)	ร้อยละ
5. อาชีพ		
5.1 นิสิต/นักศึกษา	7	23.3
5.2 ประชาชนทั่วไป	6	20
5.3 บุคลากร	5	16.7
5.4 ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	0	0
5.5 พนักงานบริษัทเอกชน	0	0
5.6 ธุรกิจส่วนตัว	0	0
5.7 รับจ้าง	7	23.3
5.8 แม่บ้าน	5	16.7
5.9 อื่นๆ โปรดระบุ.....	0	0

6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
6.1 น้อยกว่า 5,000 บาท	7	23.3
6.2 5,000-10,000 บาท	17	56.7
6.3 10,001-20,000 บาท	6	20.0
6.4 20,001-30,000 บาท	0	0
6.5 มากกว่า 30,000 บาท	0	0

จากตารางที่ 4.5.2 ผู้ตอบแบบประเมินจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 93.3 อายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 50 สถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ 80 ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด ปวช./ปวส./อนุปริญญา คิดเป็นร้อยละ 50 อาชีพเป็นนิสิตนักศึกษา และรับจ้างทั่วไป คิดเป็นร้อยละ23.3 และมีรายได้ 5,000-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 56.7

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามประสบการณ์ ด้านการทำผลิตภัณฑ์อาหาร

ตารางที่ 4.5.3 แสดงข้อมูลความต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี N=30

ประสบการณ์ด้านการทำผลิตภัณฑ์อาหาร	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ไม่เคยทำ	21	70.0
เคยทำรับประทานเอง	7	23.4
เคยทำจำหน่ายเป็นอาชีพเสริม	2	6.6
อื่นๆ	0	0

จากตารางที่ 4.5.3 แสดงข้อมูลความต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ของผู้ตอบแบบสอบถามด้านการทำผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีส่วนใหญ่ ไม่เคยทำผลิตภัณฑ์อาหาร คิดเป็นร้อยละ 70.0 รองลงมาเคยทำรับประทานเอง คิดเป็นร้อยละ 23.4 และเคยทำเป็นอาชีพเสริม คิดเป็นร้อยละ 6.6

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามความประสงค์ในการับการการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ตารางที่ 4.5.4 แสดงข้อมูลความประสงค์รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี N=30

ความประสงค์	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ต้องการเข้าร่วม	30	100
ไม่ต้องการเข้าร่วม	0	0
ยังไม่สามารถตัดสินใจ	0	0

จากตารางที่ 4.5.4 แสดงข้อมูลความประสงค์รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีความประสงค์ต้องการเข้าร่วมรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 100

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่อความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการการอบรมเชิงปฏิบัติการในการจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป

เป็นการวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถาม ส่วนที่ 3 ซึ่งข้อคำถามเป็นการถามถึงความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน เกี่ยวกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านกระบวนการให้บริการ ด้านวิทยากร และสิ่งอำนวยความสะดวก โดยแบ่งเป็นระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ ลักษณะแบบสอบถามเป็น (Rating scale) กำหนดให้กลุ่มเป้าหมายประเมินค่า (1-5 คะแนน) เลือกได้เพียงคำตอบเดียว จากการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.5.5

ตารางที่ 4.5.5 แสดงค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับด้านกระบวนการให้บริการ ด้านวิทยากร และสิ่งอำนวยความสะดวก

ประเด็นคำถาม	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านกระบวนการให้บริการ			
1. การประชาสัมพันธ์การจัดโครงการอย่างทั่วถึง	4.15	0.57	มาก
2. กำหนดระยะเวลา สถานที่จัดอบรมไว้อย่างชัดเจน	4.20	0.50	มาก
3. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดโครงการ	4.24	0.47	มาก
4. สถานที่จัดโครงการมีความเหมาะสม	4.26	0.50	มาก
5. ประเด็นเนื้อหาการอบรมมีความเหมาะสม	4.50	0.55	มาก
6. ทีมผู้จัดโครงการมีการเตรียมตัวและมีความตั้งใจที่จะให้บริการเป็นอย่างดี	4.45	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ย	**4.30**	**0.52**	**มาก**
ด้านวิทยากร			
7. คุณสมบัติและบุคลิกภาพมีความเหมาะสม	4.20	0.50	มาก
8. ความเชี่ยวชาญ/ความรอบรู้ในเนื้อหาของการอบรม	4.45	0.55	มาก
9. ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ให้เข้าใจ	4.56	0.40	มาก
10. ความสามารถในการสร้างบรรยากาศการอบรม	4.55	0.52	มาก
11. เทคนิควิธีการถ่ายทอดความรู้มีความน่าสนใจ	4.35	0.65	มาก
12. การรักษาเวลาในการอบรมได้อย่างเหมาะสม	4.20	0.60	มาก
13. ความชัดเจนในการตอบคำถาม/ข้อซักถาม	4.65	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.42**	**0.53**	**มาก**
ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก			
14. ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม	4.35	0.40	มาก
15. ความเพียงพอของสิ่งอำนวยความสะดวกทั่วไป	4.52	0.52	มาก

16. การจัดรายการอาหารว่างและอาหารกลางวัน มีความเหมาะสมและเพียงพอ	4.60	0.59	มาก
17. มีการให้บริการและอำนวยความสะดวกของทีมงาน ผู้จัดโครงการเป็นอย่างดี	4.50	0.65	มาก
ค่าเฉลี่ย	**4.49**	**0.54**	**มาก**
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.40**	**0.53**	**มาก**

หมายเหตุ : เกณฑ์การพิจารณาค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.00 พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51-4.50 พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51-3.50 พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51-2.50 พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.50 พึงพอใจน้อยที่สุด

จากตารางที่ 4.5.5 แสดงค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับด้านกระบวนการให้บริการ ด้านวิทยากร และสิ่งอำนวยความสะดวก พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.40 และจากการประเมินผลในแต่ละด้าน พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวก อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.49 รองลงมามีความพึงพอใจด้านวิทยากร และด้านกระบวนการให้บริการ อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.42 และ 4.30 ตามลำดับ นอกจากนี้ จากการประเมินผลร้อยละของความพึงพอใจ พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการการอบรมเชิงปฏิบัติการการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยปีที่ 2 (1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2559)

5.1.2 สรุปผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป

5.1.2.1 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปโดยวิธีการวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์ ซูชิขนุนแช่แข็งเก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่แข็ง -18 oC ขนุนแผ่นกรอบเก็บที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 8 เดือน ส่วนขนุนแช่อิ่มอบแห้ง ขนุนดองเก็บที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้อย่างน้อย 5 และ8 เดือน ตามลำดับ เนื่องจากเกิดการออกซิเดชันของในอาหารทำให้เกิดการยีสต์ราที่ผิวของขนุนได้

5.1.2.2 การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปพบว่า สำรวจความต้องการของกลุ่มเป้าหมายในการฝึกอบรมโดยการใช้แบบสอบถามประเมินความต้องการเข้ารับการฝึกอบรมกลุ่มเป้าหมายเป็นสมาชิกชุมชนในเมือง กลุ่มแม่บ้านและประชาชนที่สนใจ ระยะเวลา จำนวน 2 วัน (รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง) จัดการอบรมในวันที่ 20 - 21 สิงหาคม 2559 จัดทำเอกสาร/ สื่อประกอบการอบรม จัดเตรียมสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ วิทยากร จำนวน 3 คน ผู้เข้าอบรม จำนวน 30 คน และเมื่อเสร็จสิ้นโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม สรุปผลวิเคราะห์ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปแบบสอบถามประเมินความต้องการเข้ารับการฝึกอบรม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 31-40 ปี สถานภาพโสด ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด ปวช./ปวส./อนุปริญญา มีอาชีพเป็นประชาชนทั่วไป และมีรายได้ 5,000-10,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามประสบการณ์ ด้านการทำผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีส่วนใหญ่ ไม่เคยทำผลิตภัณฑ์อาหาร รองลงมาเคยทำรับประทานเองและเคยทำเป็นอาชีพเสริม จำแนกตามความประสงค์ในการรับการการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีความประสงค์ต้องการเข้าร่วมรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจเกี่ยวกับด้านกระบวนการให้บริการ ด้านวิทยากร และสิ่งอำนวยความสะดวก ผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และจากการประเมินผลในแต่ละด้าน พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจด้านวิทยากร ความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวก และด้านกระบวนการให้บริการ อยู่ในระดับมาก ผู้เข้าร่วมโครงการการอบรมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีโครงการการพัฒนาศักยภาพเนื้อขนุนตกเกรดในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป

5.2.1 ควรปรับเปลี่ยนกลุ่มเป้าหมายให้กระจายสู่ชุมชนชนบทเพิ่มขึ้น

5.2.2 ควรสอนในวันหยุดราชการประชาชนที่สนใจจะมีมากขึ้น

บรรณานุกรม

เกลือ. [ออนไลน์]. เข้าถึงhttp://www.thaitambon.com/tambon/tsmepdesc.asp? (วันสืบค้น 28 เม.ย. 2558)

กระยาทิพย์ เรือนใจ. 2537. **ถนอมอาหารด้วยการดอง.** พิมพ์ครั้งที่ 1 ต้นธรรม สำนักพิมพ์

แซคคาริน. [ออนไลน์]. เข้าถึง http://www.chemipan.com/home/index.php/635 (วันสืบค้น 28 เม.ย. 2558)

มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด. 2555. **มะม่วงดอง :การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41

น้ำดอง.[ออนไลน์]. เข้าถึง http://www.monmai.com/(วันสืบค้น 20 กุมภาพันธ์ 2557)

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2536. ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากจุลินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่1 โดยทุนอุดหนุนการแต่งแปล และเรียบเรียงตำรา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 237 หน้า.

สารเคมีที่ใช้ในการดองผลไม้. [ออนไลน์]. เข้าถึงhttp://www.fda.moph.go.th/project/foodsafety/foodsafety. (วันสืบค้น 28 เม.ย. 2558)

สุจินดา นิมมานิตย์ 2521. ผลิตภัณฑ์มะม่วง. อาหาร 10 (2) : 107.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 328 หน้า.

“ประโยชน์ของใบฝรั่ง” มปป. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.dekgeng.com/thai/conp/7534.htm

“รู้จักเลือก รู้จักใช้ งามตั้งแต่ศีรษะจรดปลายเท้าด้วยสมุนไพรจากธรรมชาติ” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.herbdd.com/index.php?lay=boardshow&ac=webboard_show&WBntype=1&Category=herbddcom&thispage=6&No=341356 [วันที่ 23 สิงหาคม 2555]

ลูกอมมะตูม,นางสาวกมลธิดา สอนหลวย และคณะ. รายงานประกอบการเรียนวิชาเทคโนโลยีขนมหวาน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

“ลูกอมสมุนไพร” 2553 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.archeep.com/chemistry/lukoom.htm

“น้ำตาล” ภัทธิรา เลิศปฤงคพ. 2555 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.thaigoodview.com/node/18637

“สีผสมอาหาร”2555(ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก:http://www.thaigoodview.com/node/6195

“น้ำตาล” สุมาลี ลือเรืองฤทธิ์. 2555 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.numtan.com/nineboard/view.php?id=353

บรรณานุกรม (ต่อ)

"สมุนไพร" 2555 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก
http://www.samunpri.com/modules.php?name=News&file=print&sid=183

คณิตตา พัฒนาภา. 2553. **การพัฒนากระบวนการผลิตส้มสายน้ำผึ้งแช่อิ่มอบแห้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณัฏชา เปี่ยมคล้า. 2547. **การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทอดทุเรียนสุกแช่แข็งด้วยเครื่องทอดสุญญากาศ**. สาขาวิศวกรรมอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

รพีพร ตลับใหม่. 2551. **การพัฒนากระบวนการผลิตมะกรูดแช่อิ่มอบแห้งด้วยเทคนิคเครื่องข่ายประสาทเทียม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิไล รังสาดทอง. 2547. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2546. **ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2549. **ผลไม้แช่อิ่ม.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2550. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลไม้แห้ง.** มผช.136/2550.

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม และคณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2546. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุธีรา เลิศวุฒิชัยกุล. 2540. **การลดเวลาในการผลิตสับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

บรรณานุกรม (ต่อ)

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists. 15th ed.Arlington. Virginia. 1298p.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists. 15th ed.Arlington. Virginia. (942.15)

Agnelli, M.E., C.M. Marani and R.H. Mascheroni. 2005. Modelling of heat and mass transfer during(osmo) dehydrofreezing of fruits. **Journal of Food Engineering**. 69(4): 415-424.

Bennion, M. and Hughes, O. 1975. **Introductory Foods**. Sixth ed. Mcmillan Publishing Co., Inc.New York. 537p.

Ertekin, F.K. and T. Cakaloz. 1996. Osmotic dehydration of peas : influence of process variables on mass transfer**. Journal of Food Processing and preservation.** 20: 87-104.

Khin, M.M., W. Zhou and C.O. Perera. 2007. Impact of process condititions and coatings on the dehydration efficiency and cellular structure of apple tissue during osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering.** 79: 817-827.

Pederson, C. S. and Ward, L. 1949. **The effect of salt upon the bacteriological and chemical changes in fermenting cucumbers**. N. Y. State Agri. Expt. Sta. Bull. 273.

Vaugh, R. H. 1985. **The Microbiology of Vegetable Fermentation**. *In* Brain J. B. Wood (ed.). **Microbiology of Fermented Foods**. Vol. 1. Elsevier Applied Science Publishers. 371 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
สูตรและขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต
ผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่แข็ง

ซูซิขนุน

สูตร

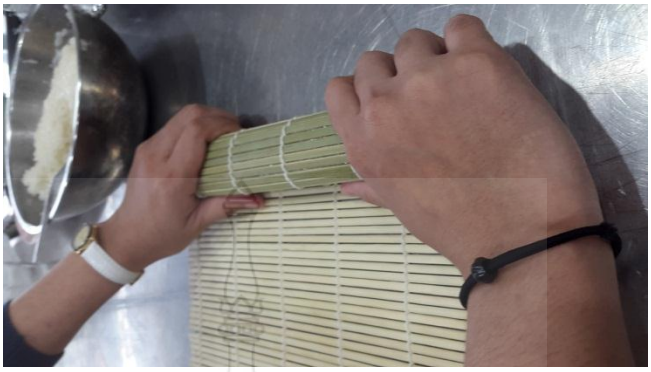
1. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู	800	กรัม	2. หัวกะทิ	415.8	กรัม
3. น้ำตาลทราย	277.2	กรัม	4. เกลือ	8	กรัม

ขั้นตอนการซูซิขนุน

นึ่งข้าวเหนียว 800 กรัม เป็นเวลา 10 นาที

ละลาย น้ำตาล เกลือ ในน้ำกะทิ ตามอัตราส่วนที่เตรียมไว้

ผสมน้ำกะทิที่ละลายไว้ กับข้าวเหนียว เป็นระยะเวลา 10 นาที



ม้วนซูชิ โดยใช้ข้าวเหนียวมูล 200 กรัมต่อซูชิ 3 ชิ้น

คลุกซูชิขนุนด้วยงาดำคั่ว

ซูชิขนุน

สูตรและขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต
ผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ

ขนุนแผ่นกรอบ

สูตร

2. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู	800	กรัม	2. หัวกะทิ	415.8	กรัม
4. น้ำตาลทราย	277.2	กรัม	4. เกลือ	8	กรัม

ขั้นตอนการซูชิขนุน

นึ่งข้าวเหนียว 800 กรัม เป็นเวลา 10 นาที

บดเนื้อหมูและส่วนผสมให้ละเอียดด้วยเครื่องสับผสม

ผสมน้ำกะทิที่ละลายไว้ กับข้าวเหนียว เป็นระยะเวลา 10 นาที

รีดเนื้อหมูด้วยไม้คลึงแป้งให้ได้เป็นแผ่นบาง

ม้วนซูชิ โดยใช้ข้าวเหนียวมูล 200 กรัมต่อซูชิ 3 ชิ้น

ตัดหมูแผ่นที่อบแห้งแล้วเป็นชิ้นเล็กขนาด 4x6 นิ้ว

ขนุนแผ่นกรอบ

สูตรและขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต
ผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้ง

สูตรและขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต
ผลิตภัณฑ์ขนุนดอง

สูตรน้ำดอง(ดองเค็ม)

ส่วนผสม

เกลือ	100	กรัม
น้ำเปล่า	900	กรัม
แคลเซียมคลอไรด์	5	กรัม

วิธีทำ

ชั่งส่วนผสมตามสูตร

↓

ผสมคนให้ละลาย แล้วกรองด้วยขาวบาง 3 – 4 รอบ

↓

นำน้ำเกลือที่ได้ไปต้มให้ให้น้ำเดือด ประมาณ 5 – 10 นาที(จับเวลาเมื่อน้ำเริ่มเดือด)

↓

เทใส่ภาชนะปิดสนิท และทำให้เย็น

สูตรน้ำดองปรุงรส

ส่วนผสม

น้ำตาลทราย	410	กรัม
น้ำเปล่า	450	กรัม
แคลเซียมแลคเทต	0.25	กรัม
น้ำส้มสายชู	0.35	กรัม
กรดซิตริก	1.5	กรัม
เกลือ	15	กรัม

วิธีทำ

ชั่งส่วนผสมตามสูตร

↓

ผสมคนให้ละลาย แล้วกรองด้วยขาวบาง 3 – 4 รอบ

↓

นำน้ำเกลือที่ได้ไปต้มให้ให้น้ำเดือด ประมาณ 5 – 10 นาที(จับเวลาเมื่อน้ำเริ่มเดือด)

↓

เทใส่ภาชนะปิดสนิท และทำให้เย็น

ขั้นตอนการเตรียม เนื้อขนุน การดองเค็ม และ การดองปรุงรส

นำเนื้อขนุนสุกที่ได้มาตัดแต่ง และทำความสะอาดด้วยการล้างน้ำเปล่า

↓

ทำการลวกในน้ำเดือด ประมาณ 5-10 นาที

↓

นำขนุนบรรจุใส่ขวดโหลที่เตรียมไว้ (ขวดโหลต้องผ่านการลวกแล้ว)

เทน้ำดองเค็มลงในขวดโหลจนท่วมขนุน	เทน้ำดองปรุงรสลงในขวดโหลจนท่วมขนุน
↓	↓
ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 เดือน	ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชม.

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ใบรายงานการทดสอบ

เรื่อง การให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ ขนุนดองที่ผ่านการปรุงรส **ชุดที่** .....

ชื่อ .....**วันที่** ..... **เวลา** .....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

9= ชอบมากที่สุด 6 = ชอบเล็กน้อย 3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก 5 = เฉยๆ 2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

และกรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบ**		
	รหัส	**รหัส .....**	**รหัส .....**
กลิ่น			
กลิ่นรส			
รสชาติ			
ลักษณะเนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

แบบสอบถาม

เรื่อง การสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนุนดองที่ผ่านการปรุงรส

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเพื่อประกอบการทำโครงการวิจัยขนุนดอง ของ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนุนดองที่ผ่านการปรุงรสจึงขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถามซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม
ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์ขนุนดองที่ผ่านการปรุงรส(จากน้ำดองปลอดสารพิษ) ในการดองมีการใช้เกลือเป็นวัตถุดิบหลักและใช้เวลาในการดอง 3 สัปดาห์ จากนั้นนำขนุนที่ได้มาทำการปรุงรส ให้มีรสชาติที่น่ารับประทาน

ขอแสดงความนับถือ
ผู้ดำเนินโครงการวิจัย

คำแนะนำ กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงใน ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ ( ) < 20 ปี ( ) 21-25 ปี
( ) > 25 ปี

3.ท่านนับถือศาสนา
( ) พุทธ ( ) อิสลาม
( ) คริสต์ ( ) อื่นๆ ระบุ.....

4. สถานะภาพ ( ) โสด ( ) แต่งงานแล้ว
( ) หย่าร้าง,หม้าย,แยกกันอยู่

5. การศึกษา ( ) ประถมศึกษา ( ) ปวช./มัธยมศึกษา หรือเทียบเท่า
( ) ปวส./ปริญญาตรี ( ) สูงกว่าปริญญาตรี

6. อาชีพ ( ) นิสิต/นักศึกษา ( ) รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ
( ) พนักงานบริษัทเอกชน ( ) ประกอบธุรกิจส่วนตัว
( ) พ่อบ้าน/แม่บ้าน ( ) รับจ้าง
( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

7. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน
( ) < 5,000 บาท ( ) 5,001 – 10,000 บาท
( ) 10,001 – 15,000 บาท ( ) 15,001 – 20,000 บาท
( ) 20,001 – 25,000 บาท ( ) > 25,001 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

8. ท่านเคยรับประทานขนุนปรุงรสหรือไม่

( ) เคย ( ) ไม่เคย

9. ท่านมีความถี่ในการการรับประทานขนุนปรุงรสปริมาณเท่าใด

( ) 1 – 2 ครั้ง/สัปดาห์ ( ) 3 – 4 ครั้ง/สัปดาห์

( ) > 4 ครั้ง/สัปดาห์ ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

10. ท่านรู้จักขนุนปรุงรสหรือไม่

( ) รู้จัก ( ) ไม่รู้จัก

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์ขนุนดองที่ผ่านการปรุงรส ในการดองมีการใช้เกลือเป็นวัตถุดิบหลักและใช้เวลาในการดอง 3 สัปดาห์ จากนั้นนำขนุนที่ได้มาทำการปรุงรส ให้มีรสชาติที่น่ารับประทาน

11. กรุณาทำเครื่องหมาย √ ที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด หลังจากท่านชิมผลิตภัณฑ์ขนุนดองที่ผ่านการปรุงรส

( ) ชอบมากที่สุด ( ) ชอบมาก

( ) ชอบปานกลาง ( ) ชอบเล็กน้อย

( ) เฉยๆ ( ) ไม่ชอบเล็กน้อย

( ) ไม่ชอบปานกลาง ( ) ไม่ชอบมาก

( ) ไม่ชอบมากที่สุด

12. หากว่ามีผลิตภัณฑ์ขนุนดองที่ผ่านการปรุงรสออกจำหน่าย ท่านคิดว่าจะซื้อมาบริโภคหรือไม่

( ) ซื้อ ( ) ไม่แน่ใจ เพราะ.....

13. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนุนดองที่ผ่านการปรุงรส ซึ่งมีน้ำหนักสุทธิต่อภาชนะบรรจุ 150 กรัม ควรมีราคาเท่าไร

( ) 20 บาท / ชิ้น ( ) 25 บาท / ชิ้น

( ) 30 บาท / ชิ้น ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

14. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนุขดองที่ผ่านการปรุงรส นี้หรือไม่

( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ

จบแบบสอบถาม
ขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความกรุณาในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างยิ่ง

ใบรายงานการทดสอบ

เรื่อง การให้คะแนนความชอบ **ชุดที่**.....

ผลิตภัณฑ์ ขนุนดองที่ผ่านการปรุงรส

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด	6 = ชอบน้อยที่สุด	3 = ไม่ชอบปานกลาง
8 = ชอบมาก	5 = เฉยๆ	2 = ไม่ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบ**
	ขนุนปรุงรส
กลิ่น	
กลิ่นรส	
รสชาติ	
ลักษณะเนื้อสัมผัส	
ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณ

ภาคผนวก ก

ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

ของอาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

สูตรและกรรมวิธีการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

ข.1 การเตรียมเนื้อขนุนก่อนทำการแช่อิ่มอบแห้ง

การคัดเลือกขนุน โดยใชขนุนพันธุ์ทองประเสริฐที่หามไมแกจัด และไมเนาเสีย

↓

นำผลขนุนมาลางทำความสะอาด แลวผาครึ่งแกะเอาเมล็ดออก ใช้เฉพาะยวงขนุน
จากนั้นผาครึ่งตามยาวของยวงขนุน จะได้เป็น 2 สวน

ลางเนื้อขนุนด้วยน้ำ เปนเวลา 2 นาที แลวสะเด็ดน้ำวางเรียงบนตะแกรง เป็นเวลา 5 นาที

ส่วนผสม

เนื้อขนุน	800	กรัม
น้ำสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 0.5%	1,000	กรัม
น้ำเชื่อมน้ำผึ้งเริ่มต้น(40^{0}Brix)	1,000	กรัม

น้ำตาลทรายขาวใช้สำหรับปรับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ

กรรมวิธีการผลิตขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

นำเนื้อขนุนที่เตรียมไว้ จำนวน 800 กรัม มาแชสารละลายซิตริกหรือกรดมะนาว 0.5% ลงแชกดใหจมน้ำแชทิ้งไวนาน 30 นาที แลวนำมาวางเรียงบนตะแกรง เพื่อให้สะเด็ดน้ำ

↓

นำเนื้อขนุนลงแช่น้ำรอนที่อุณหภมิ 90-100 องศาเซลเซียล จำนวน 1 ลิตร นาน 5 นาที กดใหจมน้ำ (ควรปดฝาภาชนะใหสนิท) จากนั้นนำมาวางเรียงบนตะแกรงเพื่อให้ขนุนสะเด็ดน้ำ

↓

นำเนื้อขนุนมาเรียงใส่ขวดโหลแก้วที่ผ่านการลวกแล้ว เทน้ำเชื่อมน้ำผึ้งความเข้มข้น 40 บริกซ์ จำนวน 1,000 กรัม ขณะที่น้ำเชื่อมร้อนหรือที่เตรียมเสร็จใหม่ๆทันที จากนั้นนำถุงร้อนพลาสติกมาสวมปากขวดโหล และเทน้ำร้อนๆลงในถุงร้อน เพื่อทำการกดทับเนื้อขนุนให้จมในน้ำเชื่อมตลอดเวลา พร้อมทั้งปิดฝาขวดโหล โดยทำการแช่เนื้อขนุนในน้ำเชื่อมเป็นเวลา 21 ชั่วโมง

นำเนื้อขนุนขึ้นจากน้ำเชื่อมโดยสะเด็ดน้ำเชื่อมน้ำผึ้งนาน 5 นาที แลวใส่น้ำตาลทรายลงในน้ำเชื่อมครั้งที่ 1 ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเชื่อมให้ได้ 45 บริกซ์ โดยใช้เครื่องรีแฟรคโตมิเตอรวัดบริกซน้ำเชื่อม ให้อยูในชวง 45 ± 2 บริกซ์ นำตั้งไฟจนน้ำเชื่อมน้ำผึ้งมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

นำเนื้อขนุนที่สะเด็ดน้ำเชื่อมไว 5 นาที เรียงใส่ขวดโหลแก้วที่ผ่านการลวกแล้ว จากนั้นเทน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง 45 บริกซ ขณะที่น้ำเชื่อมยังรอน นำถุงร้อนพลาสติกมาสวมปากขวดโหล และเทน้ำร้อนๆลงในถุงร้อน เพื่อทำการกดทับเนื้อขนุนให้จม พร้อมทั้งปิดฝาขวดโหล โดยทำการแช่เนื้อขนุนในน้ำเชื่อมเป็นเวลา 21-24 ชั่วโมง

↓

นำเนื้อขนุนขึ้นจากน้ำเชื่อมโดยสะเด็ดน้ำเชื่อมนาน 5 นาที แลวใส่น้ำตาลทรายลงในน้ำเชื่อมน้ำผึ้งครั้งที่ 2 ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเชื่อมให้ได้ 50 บริกซ์ โดยใช้เครื่องรีแฟรคโตมิเตอรวัดบริกซน้ำเชื่อมน้ำผึ้งอยูในชวง 50 ± 2 บริกซ์ นำตั้งไฟจนน้ำเชื่อมมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

↓

นำเนื้อขนุนเรียงใส่ขวดโหลแก้วที่ผ่านการลวกแล้ว จากนั้นเทน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง 50 บริกซ ขณะที่น้ำเชื่อมยังรอน จากนั้นนำถุงร้อนพลาสติกมาสวมปากขวดโหล และเทน้ำร้อนๆลงในถุงร้อน เพื่อทำการกดทับเนื้อขนุนให้จม พร้อมทั้งปิดฝาขวดโหล โดยทำการแช่เนื้อขนุนในน้ำเชื่อมเป็นเวลา 21-24 ชั่วโมง

↓

นำเนื้อขนุนสะเด็ดน้ำเชื่อมนาน 5 นาที ไปลางน้ำเชื่อมที่ติดผิวขนุนออกดวยน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยลางนาน 5 วินาที นำมาสะเด็ดน้ำ นำเนื้อขนุนมาเรียงบนถาด จากนั้นนำเขาอบในตูอบลมรอน ใชอุณหภูมิภายในตูอบลมรอน 55 องศาเซลเซียส ใชเวลาอบ 10 ชั่วโมง จากนั้นนำมาผึ่งให้เย็น 15 นาที

ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

<u>ข้อควรระวัง</u>

1) ขณะต้มน้ำเชื่อมควรปดฝาภาชนะทุกครั้ง เพื่อปองกันการระเหยของน้ำเชื่อมจะทำใหความเขม ขนเปลี่ยนไป
2) ในการแชน้ำเชื่อมน้ำผึ้งนี้ไมควรแชนานเกิน 22 ชั่วโมง เพราะจะทำใหน้ำเชื่อมน้ำผึ้งเสีย และไมควรนอยกวา 20 ชั่วโมง เพื่อใหน้ำตาลในน้ำเชื่อมน้ำผึ้งซึมเขาไปในเนื้อขนุนได้มากที่สุด อีกทั้งควรแชเนื้อขนุนหลังจากสะเด็ดน้ำไว 5 นาที ลงในน้ำเชื่อมน้ำผึ้งทันที
3) การแชเนื้อขนุนในน้ำเชื่อมน้ำผึ้งครั้งที่ 2 สามารถแชได้นานขึ้นกวาการแชน้ำเชื่อมน้ำผึ้งครั้งที่ 1 เพราะน้ำเชื่อม มีความหวานเหลือ 40 ± 2 บริกซ แตไมควรเกิน 24 ชม.
4) การระเหยน้ำในการน้ำเชื่อมที่มีความหวานสูงไมควรใชไฟแรง และควรใชภาชนะที่มีปากกวาง เพื่อใหมีพื้นที่ระเหยน้ำมากขึ้น เพราะจะทำใหน้ำเชื่อมที่ได้มีสีเขม และอาจมีกลิ่นน้ำตาลไหม้ จะทำใหกลิ่นผิดไปจากปกติ

5) การใชน้ำอุนจัดๆ ลางชวยใหน้ำเชื่อมที่ติดอยูที่ผิวเนื้อขนุนออกจากผิว เพราะถ้ามีน้ำเชื่อมที่ติดผิวเนื้อขนุนเวลาอบแห้งจะทำใหมีเกร็ดน้ำตาลเกาะที่ผิวเนื้อขนุน และถ้าลวกเนื้อขนุนในน้ำอุ่นนานเกินไปจะทำใหรสชาติของขนุนหายไปกับน้ำได้

ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

และแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ชุดที่ .....

เรื่อง ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

วันที่ .....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบน้อยที่สุด
5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบคำถาม

ชุดที่ .....

<u>แบบสอบถาม</u>

เรื่อง การสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นแบบสอบถามเพื่อประกอบโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร ของคณะผู้วิจัย คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ศูนย์โชติเวช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของท่าน จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

กรุณาตอบแบบสอบถามทั้ง 3 ส่วน โดยข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะไม่มีผลกระทบใดๆต่อผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้นขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามฉบับนี้

ขอขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือ

คณะผู้วิจัย

คำแนะนำ: กรุณาใส่เครื่องหมาย□ลงใน□ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

□ชาย □หญิง

2. อายุ

□ต่ำกว่า 20 ปี □21-25ปี

□26-30 ปี □มากกว่า 30 ปี

3. สถานภาพ

□โสด □สมรส □หย่าร้าง,หม้าย,แยกกันอยู่

4. ระดับการศึกษา

□ประถมศึกษา □มัธยมศึกษา □ปวช./ปวส./อนุปริญญา

□ปริญญาตรี □สูงกว่าปริญญาตรี

5. อาชีพ

□ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ □พนักงานบริษัทเอกชน

□ครู/อาจารย์ □นักเรียน/นักศึกษา

□ธุรกิจส่วนตัว □อื่น.....

6. ระดับรายได้ต่อเดือน

□น้อยกว่า 5,000 บาท □5,001 - 10,000 บาท

□10,001 - 15,000 บาท □15,001 - 20,000 บาท

□20,001 – 25,000 บาท □มากกว่า 25,000 บาท

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง

7. ปกติท่านนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้งใช่หรือไม่

☐ใช่ ☐ไม่ใช่

8. คุณมีความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้งบ่อยแค่ไหน

☐1-2 ครั้ง/สัปดาห์ ☐3-4 ครั้ง/สัปดาห์

☐มากกว่า 4 ครั้ง/สัปดาห์ ☐อื่นๆโปรดระบุ.....

9. คุณพบเห็น/ซื้อผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้งที่ไหนบ้างตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

☐ร้านค้าสะดวกซื้อเช่น 7/11, มินิมาร์ท

☐ห้างสรรพสินค้า

☐ซุปเปอร์มาร์เก็ตเช่น Lotus Big C

☐อื่นๆ (ระบุ).....

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

10. กรุณาบอกความพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งตามรหัสที่กำหนดให้โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่กำหนดให้พร้อมระบุคะแนนความชอบตามลำดับที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดตามคำอธิบายข้างล่างนี้ควรบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้งคะแนนความชอบ

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปลานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบ**
ลักษณะปรากฏ	.....
สี	.....
กลิ่น (ขนุนและน้ำผึ้ง)	.....
รสชาติ	.....
ลักษณะเนื้อสัมผัส	.....
ความชอบโดยรวม	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

11. หากว่ามีผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งวางจาหน่ายท่านคิดว่าจะซื้อมาบริโภคหรือไม่

☐ซื้อ ☐ไม่ซื้อเพราะ.....

☐ไม่แน่ใจเพราะ.....

12. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้งซึ่งมีน้ำหนักสุทธิต่อถุง 100 กรัมควรมีราคาเท่าใด

☐45 บาท ☐50 บาท

☐55 บาท ☐อื่นๆโปรดระบุ.....

จบแบบสอบถาม

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความกรุณาในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างยิ่ง

ภาคผนวก ง

ฉลากของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

ภาพที่ ง.1 ฉลากของผลิตภัณฑ์ขนุนแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำเชื่อมน้ำผึ้ง

ขนมแผ่นทอดกรอบ

ผู้วิจัย อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

บทคัดย่อ

ชนิดของเมล็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน ได้แก่ แป้งเมล็ดขนุน และเมล็ดขนุนนึ่ง และ กรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน 2 วิธีได้แก่ อบ และนึ่ง พบว่าการเตรียมเมล็ดขนุนต่างกันทำให้ซีเรียลเมล็ดขนุนมีค่าคุณภาพด้านค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้แตกต่างทางสถิติ($P\leq0.05$) พอว่าแบบนึ่งมีค่าทั้งสองอย่างสูงกว่าแบบอบ แต่กรรมวิธีการเตรียมขนุนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จึงเลือกกรรมวิธีการเตรียมขนุนแบบทำเป็นแป้งเมล็ดขนุนจากนั่นนำมาขึ้นรูปด้วยวิธีการอบทำให้ซีเรียลเมล็ดขนุนเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพร้อมนมมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสุงสุดอยู่ในระดับชอบมาก จากนั่นศึกษาอัตราส่วนแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งสาลีพบว่าที่อัตรส่วนแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งสาลีเพิ่มขึ้น ซีเรียลจากแห้งเมล็ดขนุนจะมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคุณทางสถิติ($P<0.05$) ส่วนค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของซีเรียลจากแป้งเมล็ดขนุนมีค่าลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคุณทางสถิติ($P<0.05$) โดยซีเรียลจากแป้งเมล็ดขนุนอัตราส่วนแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งสาลี 50:50 ซีเรียลจากแป้งเมล็ดขนุน มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านลักษณะปรากฏ สี รส และความชอบโดยรวมสุงสุดอยู่ในระดับชอบมาก จากนั่นนำซีเรียลจากแป้งเมล็ดขนุนมาทำซีเรียลบาร์โดยศึกษาอัตราส่วนแบะแซที่ใช้ 3 ระดับ พบว่าซีเรียลบาร์จากซีเรียลแป้งเมล็ดขนุนที่ปริมาณแบะแซ 50 นั่นผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงสุดอยู่ในระดับชอบมากแตกต่างแตกต่างอย่างมีนัยสำคุณทางสถิติ($P<0.05$) จากการทดสอบผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคมีทั้งเพศชายและหญิง อายุอยู่ในช่วง 25 ถึง 34 ปี เป็นนักเรียนนักศึกษาร้อยละ 54 มีรายได้ 5000 ถึง 7500 บาทต่อเดือน โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคเคยรับประสาทศีเรียลบาร์รับประทานทุกสัปดาห์ร้อยละ 52 โดยผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัฑณ์ร้อยละ 98 และจะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 84 โดยให้ราคา 15 บาท

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้ขนุนกับผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ

2.เพื่อศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ

3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นกรอบ

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาอัตราส่วนเนื้อไก่ : ขนุน (กรัม) ในการผลิตขนุนแผ่นกรอบ 3 ระดับ มาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Randomized Completely Block Design-RCBD นำขนุนแผ่นทอดกรอบวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ (aw) จากนั่นขนุนแผ่นทอดกรอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale

2. ศึกษาปริมาณผงฟู 3 ระดับ ในการผลินขนุนแผ่นทอดกรอบ มาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Randomized Completely Block Design-RCBD นำขนุนแผ่นทอดกรอบวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เช่นเดียวกับข้อที่1 เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุด

3. ศึกษาระยะเวลาในการอลไล่น้ำมัน 3 ระดับนำขนุนแผ่นทอดกรอบมาอบไล่น้ำมันด้วยความร้อน 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 20 30 นาที มาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Randomized Completely Block Design-RCBD นำขนุนแผ่นทอดกรอบวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เช่นเดียวกับข้อที่1 เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุด

4.วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ชูขนุนแผ่นทอดกรอบและเปรียบเทียบกับชูขนุนแผ่นทอดกรอบในท้องตลาดในยี่ห้อที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงนำผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นทอดกรอบในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการทดสอบคุณภาพและนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

5.ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค(Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นทอดกรอบการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่นทอดกรอบโดยการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ไปทดลองตลาด (Consumer test) ทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน แบบ Central Location test (CLT) เพื่อศึกษาแนวโน้มการตลาด การการกำหนดราคาเพื่อทราบถึงแนวโน้มในการยอมรับผลิตภัณฑ์และต้นทุนการผลิต

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเพิ่มความหลากหลายและคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์ขนุนผ่นกรอบ

2. สามารถเพิ่มมูลค่าของขนุนตกเกรด

3. เพิ่มรายได้แก่ชุมชนและภาคเอกชน

ส่วนประกอบขนุนแผ่กรอบ

ข้าวเหนียวเขี้ยวงู	800	กรัม
หัวกะทิ	415.8	กรัม
น้ำตาลทราย	277.2	กรัม
เกลือ	8	กรัม
ขนุน	100	กรัม

กรรมวิธีการผลิต

แช่ข้าวเหนียว 3 ชั่วโมง 800 กรัม นึ่ง 10 นาที

ละลาย น้ำตาล เกลือ ในน้ำกะทิ

ม้วนซูชิ โดยใช้ข้าวเหนียวมูล 200 กรัมต่อซูชิ 3 ชิ้นคลุกซูชิขนุนด้วยงาดำคั่ว

ๆ”๐

ขนุนแผ่นกรอบ

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ขนุนแผ่นกรอบ

ผู้วิจัย

อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
ที่อยู่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวิชระ เขตดุสิต
กรุงเทพมหานคร 10300 โทร 02- 281-9756-8
เว็บไซท์ www.rmutp.ac.th

ซูชิขนุนแช่เยือกแข็ง

ผู้วิจัย อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

บทคัดย่อ จากศึกษาปริมาณกะทิ : น้ำตาลทราย (กรัม) ในการมูลข้าวเหนียวทำซูชิขนุนแช่แข็ง(-18 องศาเซลเซียส) 3 ระดับ พบว่าปริมาณกะทิ : น้ำตาลทราย ต่างกันทำให้ซูชิขนุนมีค่าคุณภาพด้านค่าสี และคะแนนความชอบด้านรสชาติ (ความมันของกะทิ) รสชาติ (ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของซูชิขนุนแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่เลือกซูชิขนุนที่อัตราส่วนกะทิ ต่อ น้ำตาลทรายที่ 60 : 40 มาทำการขึ้นรูปซูชิ เพราะ สูตรที่ 3(70 : 30) เมื่อนำไปม้วนซูชิแล้วเวฟข้าวเหนียวมีลักษณะร่วนไม่เกาะติดกัน จากนั่นศึกษาปริมาณข้าวเหนียวมูล : เนื้อขนุน (ชิ้น) 3 ระดับ พบว่าปริมาณเนื้อขนุนต่างกันทำให้ ซูชิขนุนมีค่าคะแนนความชอบด้าน รสชาติ (ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของซูชิขนุนแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่เลือกซูชิขนุนที่ปริมาณเนื้อขนุน 3 ชิ้นมาทำซูชิ เพราะ 4 ชิ้น เมื่อนำไปม้วนซูชิแล้วมีลักษณะร่วนไม่เกาะติดกัน จากนั่นศึกษาการคืนรูปซูชิขนุนแช่งแข็ง (-18 องศาเซลเซียส) : ความร้อนที่ 30 วัตต์ ในเวลา (วินาที) 3 ระดับ พบว่าซูชิขนุนมีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ(ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างทางสถิติ($P \leq 0.05$) เมื่อนำซูชิขนุนแช่แข็งไปคืนรูปในระยะเวลาเพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 60 วินาที พบว่าซูชิขนุนมีค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ(ความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมลดลงเนื่องจากซูชิที่ได้มีลักษณะร่วนแตก โดยมีค่าความแข็งลดลงสอดคล้องกันคะแนนความชอบ โดยมีค่าความแข็งลดลงจาก 13.2 เป็น 10.5 นิวตัน จึงเลือกกรรมวิธีการคืนรูปซูชิขนุนแช่งแข็ง (-18 องศาเซลเซียส) : ความร้อนที่ 30 วัตต์ ใน 50 วินาที ซูชิขนุนที่ได้มีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสุงสุดอยู่ในระดับชอบมาก จากนั่นวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ซูชิขนุน พบว่าค่าความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 45.5 0.2 1.0 1.2 1.4 และ 50.7 ตามลำดับ ตรวจคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ฮญ่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยของอาหารแช่แข็ง จากการทดสอบผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคมีหญิงสูงสุดร้อยละ 68 อายุอยู่ในช่วง 15 - 24 ปี สูงสุด ร้อยละ 62 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีร้อย 71 และ 54 ตามลำดับ มีรายได้ 5000 ถึง 7500 บาทต่อเดือน ร้อยละ 44 โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคเคยรับประทานทุกสัปดาห์ร้อยละ 62 โดยผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัฑณ์ร้อยละ 86 และจะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 86 โดยให้ราคา 50 บาท

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้ขนุนกับผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่เยือกแข็ง

2.เพื่อศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่เยือกแข็ง

3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่เยือกแข็ง

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาปริมาณกะทิ : น้ำตาลทราย (กรัม) ในการมูลข้าวเหนียวทำซูชิขนุนแช่แข็ง(-18 องศาเซลเซียส) 3 ระดับ มาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Randomized Completely Block Design-RCBD นำซูชิขนุนวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ (aw) จากนั่นซูชิขนุนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale

2. ศึกษาปริมาณข้าวเหนียวมูล : เนื้อขนุน (ชิ้น) 3 ระดับ นำซูชิขนุนมาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ เช่นเดียวกับข้อที่1 เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุด

3. ศึกษาการคืนรูปซูชิขนุนแช่งแข็ง (-18 องศาเซลเซียส) : ความร้อนที่ 30 วัตต์ ในเวลา (วินาที) 3 ระดับนำซูชิขนุน มาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Randomized Completely Block Design-RCBD นำซูชิขนุนวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เช่นเดียวกับข้อที่1 เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุด

4.วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนและเปรียบเทียบกับซูชิขนุนในท้องตลาดในยี่ห้อที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง นำผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการทดสอบคุณภาพและนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

5.ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค(Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซูชิขนุน โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน แบบ Central Location test (CLT) เพื่อศึกษาแนวโน้มการตลาด การการกำหนดราคาเพื่อทราบถึงแนวโน้มในการยอมรับผลิตภัณฑ์และต้นทุนการผลิต

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเพิ่มความหลากหลายและคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์ซูชิขนุนแช่เยือกแข็ง

2. สามารถเพิ่มมูลค่าของขนุนตกเกรด

3. เพิ่มรายได้แก่ชุมชนและภาคเอกชน

ส่วนประกอบซูชิขนุนแช่เยือกแข็ง

ข้าวเหนียวเขี้ยวงู	800	กรัม
หัวกะทิ	415.8	กรัม
น้ำตาลทราย	277.2	กรัม
เกลือ	8	กรัม
ขนุน	100	กรัม

กรรมวิธีการผลิต

แช่ข้าวเหนียว 3 ชั่วโมง 800 กรัม นึ่ง 10 นาที

ละลาย น้ำตาล เกลือ ในน้ำกะทิ ตามอัตราส่วนที่เตรียมไว้

ม้วนซูชิ โดยใช้ข้าวเหนียวมูล 200 กรัมต่อซูชิ 3 ชิ้นคลุกซูชิขนุนด้วยงาดำคั่ว

ซูชิขนุนแช่เยือกแข็ง

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ซูชิขนุนแช่เยือกแข็ง

ผู้วิจัย

อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
ที่อยู่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวิชระ เขตดุสิต
กรุงเทพมหานคร 10300 โทร 02- 281-9756-8
เว็บไซท์ www.rmutp.ac.th