บทที่ 3

ผลการทดลองและวิจารณ์

การพัฒนาและการประยุกต์ใช้ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิต น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป โดยเลือกน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปที่ผลิตจากกลุ่มสตรีชุมชนอิสลามบ้านตรับ ตำบลจะโหนง อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา เป็นต้นแบบ

การประเมินผลการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP โดยการตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการปนเปื้อนทางจุลินทรีย์ของภาชนะอุปกรณ์สัมผัสอาหาร และมือผู้ผลิตอาหาร ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ผลการทดลองประกอบด้วย

1. การพัฒนาระบบ HACCP สำหรับกระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ประกอบด้วย 12 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. การจัดตั้งคณะทำงาน ประกอบด้วยผู้ทำการวิจัยและสมาชิกกลุ่มสตรีชุมชนอิสลามบ้านตรับ ตำบลจะโหนง อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา จำนวน 5 คน (ตารางที่ 2) ทำความเข้าใจ หลักเกณฑ์ของระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม รวมถึงการอธิบายวัตถุประสงค์การวิจัยครั้งนี้ รายละเอียดในการทำงาน เพื่อให้ผู้วิจัยและกลุ่มสตรีชุมชนอิสลามบ้านตรับมีความเข้าใจตรงกัน

ขั้นตอนที่ 2 – 3. การกำหนดรายละเอียดผลิตภัณฑ์ และระบุวัตถุประสงค์การใช้ผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการพูดคุยให้ข้อมูลและปรึกษากันระหว่างกลุ่มสมาชิกและผู้ทำการวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 3

ผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ลักษณะผลิตภัณฑ์เป็นของเหลวข้นหนืด สีน้ำตาลเข้มกลิ่นหอมของบูดูดิบผสมเครื่องเทศ ไม่มีการใช้วัตถุกันเสีย ปัจจัยที่มีผลต่อความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ค่าพีเอช ปริมาณกรด ปริมาณเกลือ และปริมาณฮีสตามีน การระบุปัจจัยเหล่านี้ทำให้สามารถจัดระดับความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์ได้ระดับหนึ่ง เช่น การระบุค่าวอเตอร์แอกติวิตี อยู่ในช่วง 0.69 – 0.71 ทำให้สามารถจัดผลิตภัณฑ์อาหารนี้ได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งแห้ง (Intermediate Moisture Food : IMF) (Pascua *et al.,* 1994) และค่าพีเอช อยู่ในช่วง 5.15-5.24 และปริมาณกรด อยู่ในช่วงร้อยละ 3.56-3.81 (นน./นน.) จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดต่ำ และผ่านการให้ความร้อน บรรจุในขวดพลาสติกใสปิดสนิท จากข้อมูลที่ระบุทำให้ต้อง

ให้ความสำคัญในขั้นตอนการให้ความร้อน เรื่องการควบคุมอุณหภูมิ เวลาที่ใช้ในการเคี่ยวเป็นพิเศษ และต้องพิจารณาความเสี่ยงจากเชื้อจุลินทรีย์ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุกทั่วไป (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536)

ขั้นตอนที่ 4. การสร้างแผนภูมิการผลิต โดยข้อมูลทั้งหมดได้จากการพูดคุยสอบถามกับกลุ่มสมาชิกแม่บ้าน และการสังเกตจริง ณ กระบวนการผลิต เริ่มตั้งแต่แหล่งที่มาของวัตถุดิบทุกชนิด เกณฑ์ในการคัดเลือกวัตถุดิบ อุปกรณ์ เครื่องใช้ในการผลิต การทำความสะอาดตลอดจนการปฏิบัติในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งการตรวจวัดอุณหภูมิและเวลา ซึ่งเป็นดัชนีที่มีความสำคัญต่อความปลอดภัย การจัดเก็บ และการจำหน่าย หลังจากดำเนินการสร้างแผนภูมิการผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังแสดงในภาพที่ 2 ให้กลุ่มสมาชิกแม่บ้านตรวจสอบเพื่อความถูกต้องและให้เข้าใจตรงกัน

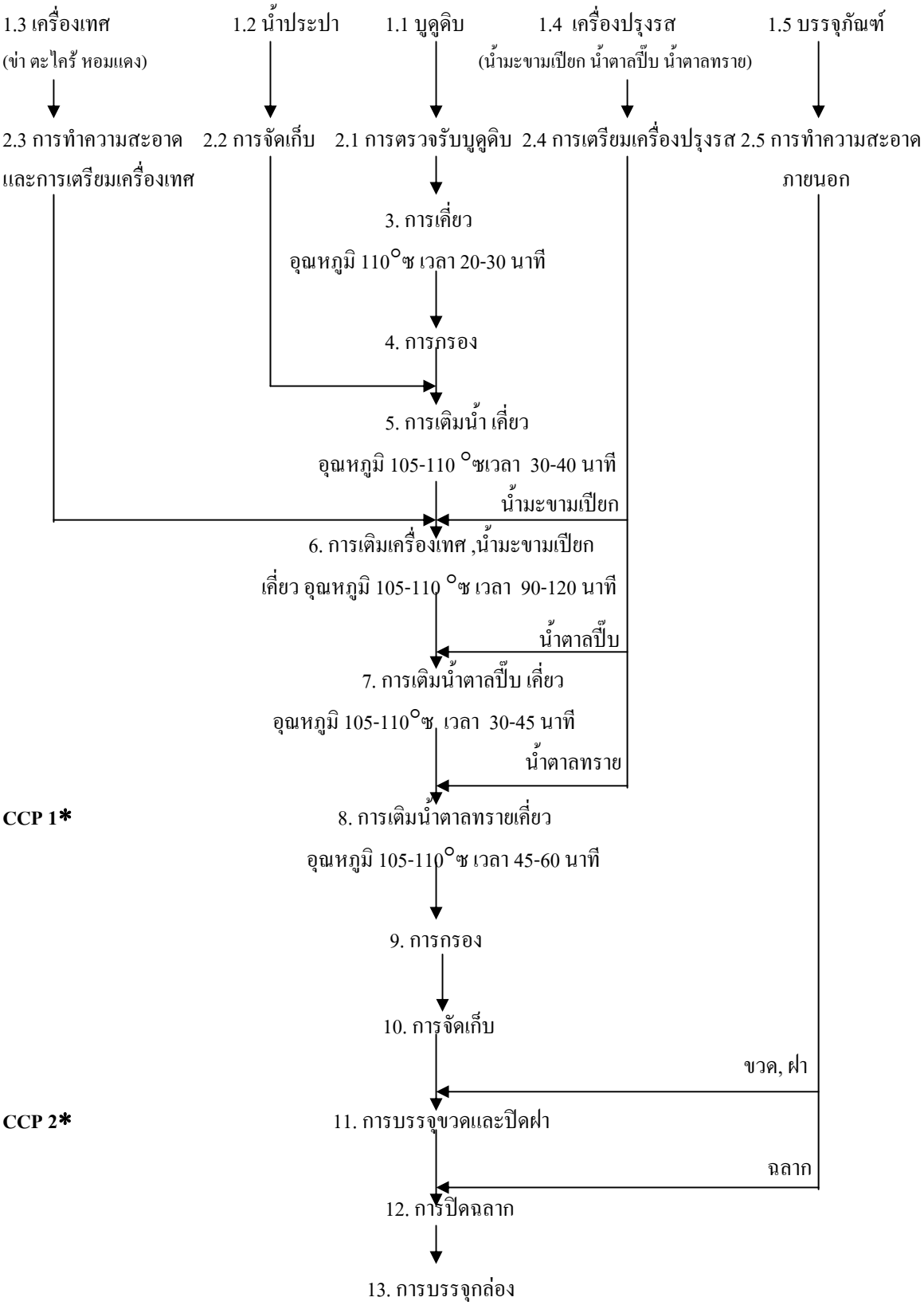
ขั้นตอนที่ 5. การทวนสอบแผนภูมิการผลิตที่จุดการผลิตจริง ทำการทวนสอบตามแผนภูมิการผลิตเพื่อยืนยันความถูกต้องทั้งหมด และจัดทำรายละเอียดการปฏิบัติงานให้เป็นมาตรฐานในกระบวนการผลิต การควบคุมอุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่างๆที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการผลิต (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 2 คณะทำงาน HACCP ของแผนการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป

ชื่อ-สกุล	การศึกษา/การอบรม	ตำแหน่ง	หน้าที่และความรับผิดชอบ
นางสุกัญญา เอียดวารี	การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและผ่านการอบรมเรื่องความสะอาด ปลอดภัยในการผลิตอาหารของโครงการ OTOP และหน่วยงานราชการ	ประธานกลุ่ม	ประธานคณะทำงาน ทำหน้าที่ร่วมกำหนดจัดทำระบบ HACCP รวมถึงการให้ข้อมูล และการนำระบบไปสู่การปฏิบัติ
นางมารูตี หัดเจริญ	การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและผ่านการอบรมเรื่องความสะอาด ปลอดภัยในการผลิตอาหารของโครงการ OTOP และหน่วยงานราชการ	รองประธานกลุ่ม	คณะทำงาน หน้าที่ในการให้ข้อมูลในการจัดทำ และให้ความร่วมมือในการปฏิบัติ
นางเจะมิเน๊าะ หัสมาน	การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและผ่านการอบรมเรื่องความสะอาด ปลอดภัยในการผลิตอาหารของโครงการ OTOP และหน่วยงานราชการ	สมาชิก	คณะทำงาน หน้าที่ในการให้ข้อมูลในการจัดทำ และให้ความร่วมมือในการปฏิบัติ
นางยีเส๊าะ หลำหมะ	การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและผ่านการอบรมเรื่องความสะอาด ปลอดภัยในการผลิตอาหารของโครงการ OTOP ของหน่วยงานราชการ	สมาชิก	คณะทำงาน หน้าที่ในการให้ข้อมูลในการจัดทำ และให้ความร่วมมือในการปฏิบัติ
น.ส.ทิพย์วรรณ อรัญดร	ปริญญาตรี สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	ผู้วิจัย	เลขานุการ ทำหน้าที่ตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ รวมถึงประสานงานและจัดทำเอกสารทั้งหมด

ตารางที่ 3 รายละเอียดและวัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป

1. Product Name (S) ชื่อผลิตภัณฑ์	น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป
2. Sources of Raw Material แหล่งที่มาของวัตถุดิบ	บูดูดิบ เครื่องเทศ เครื่องปรุงรส รับซื้อจากแม่ค้าประจำ ที่ตลาดนัดบริเวณตำบลปริก อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา
3. Important Characteristic of End Product ลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์	น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปบรรจุขวดพลาสติก ขนาด 500 มล. เป็นของเหลว หนืด สีน้ำตาลเข้ม กลิ่นหอมของบูดูดิบผสมกับเครื่องเทศไม่มีการใช้วัตถุกันเสียใดๆ pH อยู่ในช่วง 5.15-5.24 a_w อยู่ในช่วง 0.69-0.71 Acidity (%w/w) อยู่ในช่วง 3.56-3.81 Salt (%w/w) อยู่ในช่วง 7.12-7.15 Histamine (ppm) อยู่ในช่วง 86.00 -96.62
4. How The Product is to be Used ลักษณะการใช้ผลิตภัณฑ์	เป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค นิยมบริโภคร่วมกับข้าว และเครื่องเคียง เช่น มะม่วงดิบสับเส้นเล็ก กุ้งแห้งบด มะพร้าวคั่ว ตะไคร้ซอย ถั่วฝักยาวซอย แตงกวาหั่นหยาบ ถั่วงอก เรียกว่า ข้าวยำ
5. Packaging ภาชนะบรรจุ	บรรจุขวดพลาสติกใสประเภท PET ทนความร้อน ขนาด 500 มล.ปิดผนึกด้วยฝาพลาสติกประเภท PET สีขาวทึบแสง
6. Shelf Life อายุการเก็บรักษา	เก็บรักษาได้ไม่น้อยกว่า 7 เดือนที่อุณหภูมิห้อง
7. Where the product will be sold แหล่งจำหน่าย	จำหน่ายแก่ผู้บริโภคในประเทศไทย
8. Labelling Instruction รายละเอียดที่กำกับบนฉลาก	ระบุวันที่ผลิต/วันหมดอายุ สถานที่ผลิตหมู่ที่ 9 บ้านตรับ ตำบลจะโหนง อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ผู้ผลิต กลุ่มสตรีชุมชนอิสลามบ้านตรับ อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา
9. Special Distribution Control การควบคุมดูแลระหว่างขนส่ง	ขนส่งด้วยความระมัดระวัง ใส่กล่องกระดาษ หลีกเลี่ยงสภาวะที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง
10. Intended Use วัตถุประสงค์ในการใช้ เช่น กลุ่มผู้บริโภค	บุคคลทั่วไป



ภาพที่ 2 แผนภูมิการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป

ตรวจสอบโดย ทิพย์วรรณ อรัญดร วันที่ 1 เมษายน 2548

ตารางที่ 4 วิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป

ขั้นตอนการผลิตที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
1.1	บูดูดิบ	บูดูดิบบรรจุในถุงพลาสติกใส รัดยางถุงละ 1 กิโลกรัม โดยซื้อจากแม่ค้าประจำในตลาดท้องถิ่น มีการตกลงกับแม่ค้าในเรื่องอายุการหมักของบูดูดิบต้องอยู่ในช่วง 3-6 เดือน ต้องไม่ใส่สารเคมีใดๆทั้งสิ้นรวมทั้งตรวจสอบลักษณะภายนอกที่สังเกตด้วยตาเปล่าได้ เช่น เปลือกหอย เศษไม้ สีของบูดูดิบต้องเป็นสีเทาและสังเกตเห็นลักษณะของเนื้อปลาเริ่มเปื่อยยุ่ยหลุดจากตัวปลา หรือเป็นชิ้นๆ ไม่เละจนเกินไป และถุงพลาสติกต้องไม่มีรอยฉีกขาด และสกปรก
1.2	น้ำประปา	น้ำเป็นน้ำประปาหมู่บ้าน
1.3	เครื่องเทศ (ข่า ตะไคร้ หอมแดง)	ซื้อจากแม่ค้าประจำในตลาดท้องถิ่น ตรวจสอบคุณภาพภายนอก โดยเลือกที่ไม่แก่-อ่อน ไม่เน่าเสีย ไม่สกปรกมากเกินไป
1.4	เครื่องปรุงรส (น้ำมะขามเปียก น้ำตาลปี๊บ น้ำตาลทราย)	ซื้อจากแม่ค้าประจำในตลาดท้องถิ่น ตรวจสอบคุณภาพภายนอก - มะขามเปียก ต้องไม่มีแมลงเจาะ หรือหนอนเกาะอยู่ ไม่เน่าเสีย ไม่ขึ้นรา และสภาพถุงที่ใช้บรรจุต้องไม่ฉีกขาด หรือสกปรกมาก - น้ำตาลปี๊บ ตรวจสอบคุณภาพภายนอก สีเป็นสีน้ำตาลส้มอิฐสม่ำเสมอทั้งก้อน ไม่มีมดหรือแมลง และสภาพถุงน้ำตาลปี๊บ ที่ใช้บรรจุต้องไม่ฉีกขาด หรือสกปรกมาก - น้ำตาลทราย ไม่พบการปนเปื้อนมด แมลง เศษไม้และสภาพถุงน้ำตาลทราย ที่ใช้บรรจุต้องไม่ฉีกขาด หรือสกปรกมาก
1.5	บรรจุภัณฑ์	ประกอบด้วย ขวดที่ใช้บรรจุเป็นขวดพลาสติกใส และฝาพลาสติกสีขาวทึบแสงที่ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อจากโรงงานแล้ว โดยบรรจุแบบแยกขวดและฝาออก

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
1.5	บรรจุภัณฑ์ (ต่อ)	จากกันในถุงพลาสติก ลักษณะถุงต้องสะอาด และไม่มีรอยฉีกขาด ขวดและฝาที่ใช้ในการบรรจุต้องสะอาด โดยขวดไม่มีรอยรั่ว และฝาไม่มีรอยแตกหัก
2.1	การตรวจรับบูดูดิบ	ตรวจสอบลักษณะภายนอกที่สังเกตด้วยตาเปล่าได้ เช่น เปลือกหอย เศษไม้ เป็นต้น สีของบูดูดิบต้องเป็นสีเทา และ ลักษณะของเนื้อปลาเริ่มเปื่อยยุ่ยหลุดจากตัวปลาหรือเป็นชิ้นๆ ไม่เละจนเกินไป ไม่พบหนอน และไม่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว และระหว่างที่ตรวจรับควรมีการควบคุมอุณหภูมิ โดยการแช่บูดูดิบในน้ำแข็งตลอดเวลาที่ตรวจรับ
2.2	การจัดเก็บ	เป็นน้ำสะอาด ไม่มีการปนเปื้อนฝุ่น ตะกอน ไม่มีกลิ่น จัดเก็บน้ำในถังน้ำมีฝาปิดและใช้ขันน้ำพลาสติกแบบมีด้ามจับสำหรับตักน้ำเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิต
2.3	การทำความสะอาดและการเตรียมเครื่องเทศ	นำข่า ตะไคร้ หอมแดง ใส่ตะกร้าล้างน้ำประปา โดยใช้มือเช็ดถูเพื่อกำจัดสิ่งสกปรก ดังรายละเอียด ข่า : หั่นเอาส่วนที่เป็นหัวข่ามาใช้ในการผลิต ชิ้นข่ามีขนาด 2-3 เซนติเมตร ไม่มีคราบสกปรก หรือหนอนแมลง จากนั้นใช้ไม้ตีพริกทุบข่า อย่างหยาบๆ ตะไคร้ : หั่นตะไคร้ โดยหั่นเอาส่วนปลายออก ให้มีความยาวของตะไคร้ที่ใช้ในการผลิตประมาณ 20-25 เซนติเมตร จากนั้นใช้ไม้ตีพริกทุบตะไคร้ อย่างหยาบๆ หอมแดง : ปอกเปลือกหอมแดง คัดเลือกคุณภาพหอมแดงที่ไม่เน่าเสีย ไม่มีแมลง หรือสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ ติดมาปั่นผสมกับน้ำ จะได้หอมแดงละเอียด
2.4	การเตรียมเครื่องปรุงรส	เตรียมน้ำมะขามเปียก เติมน้ำสะอาด แล้วคั้นให้ได้น้ำมะขามเปียก

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
2.5	การทำความสะอาดภายนอก	ใช้ผ้าแห้งสะอาดเช็ดทำความสะอาดภายนอก
3.	การเคี่ยวบูดูดิบ	เทบูดูดิบใส่กระทะใบบัว ซึ่งทำจากเหล็กปลอดสนิม เคี่ยวบูดูดิบที่อุณหภูมิ110°ซ เป็นเวลา 20-30 นาที
4.	การกรอง	เตรียมกระชอนและหม้อสำหรับรองรับบูดูที่ผ่านการกรอง จากนั้นตักบูดูจากกระทะใบบัว ลงในกระชอน ซึ่งทำจากอะลูมิเนียม กรองเลือกเอาหนัง ก้าง เศษไม้ เปลือกหอยทิ้ง
5.	การเติมน้ำ เคี่ยวบูดูดิบ	เทบูดูที่ผ่านการกรองลงในกระทะใบบัวอีกครั้ง และเติมน้ำประมาณ 3-5 ลิตร จากนั้นเคี่ยวบูดูที่อุณหภูมิ 105-110°ซ เป็นเวลา 30-40 นาที
6.	การเติมเครื่องเทศ,น้ำมะขามเปียก เคี่ยว	เติมเครื่องเทศที่ผ่านการเตรียม (ข่าทุบ ตะไคร้ทุบ หอมแดง) น้ำมะขามเปียก กวนและเคี่ยวบูดูที่อุณหภูมิ 105-110°ซ เป็นเวลา 90-120 นาที
7.	การเติมน้ำตาลปี๊บ เคี่ยว	เติมน้ำตาลปี๊บ กวนและเคี่ยวบูดูที่อุณหภูมิ 105-110°ซ เป็นเวลา 30-45 นาที
8.	การเติมน้ำตาลทราย เคี่ยว	เติมน้ำตาลทรายกวนและเคี่ยวบูดูที่อุณหภูมิ 105-110°ซ เป็นเวลา 45-60 นาที ตรวจสอบรสชาติ จะได้น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป
9.	การกรอง	ใช้ตะแกรงที่มีขนาดรูกรองไม่ชำรุด กรองคัดเอาพวกเศษก้าง หนังปลา เศษส่วนผสม เช่น กากตะไคร้ กากข่า กากหอมแดงและสิ่งปนเปื้อนที่มองด้วยตาเปล่าเห็นทิ้ง
10	การจัดเก็บ	เก็บน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปในหม้อสะอาดปิดฝา รอจนอุณหภูมิของน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปเย็นลงที่ 20-25 °ซ ประมาณ 8-10 ชั่วโมง

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
11.	การบรรจุขวดและปิดฝา	ก่อนบรรจุขวด ตรวจสอบกลิ่น รส สีของน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปต้องเป็นสีน้ำตาลดำ และต้องไม่มีการปนเปื้อนพวกเศษไม้ เปลือกหอย จากนั้นบรรจุน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปลงในขวดพลาสติกใสขนาดปริมาณ 450 มิลลิลิตรปิดฝาขวด และเช็ดขวดด้วยผ้าสะอาดเพื่อลดคราบเปื้อนของผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป
12.	การปิดฉลาก	ฉลาก ทำด้วยกระดาษพื้นสีขาว ตัวอักษรและภาพเป็นสีน้ำเงิน รายละเอียดบนฉลากจะบอกรายละเอียดสถานที่ผลิต กลุ่มที่ทำการผลิต ส่วนผสม (เปอร์เซ็นต์) หน่วยงานที่ให้การสนับสนุน วันที่ทำการผลิตและวันหมดอายุ (อาจใช้การเขียนแทนการปั๊ม) และใช้กาวในการปิดฉลาก เตรียมฉลาก และปั๊มวันผลิตและวันหมดอายุ จากนั้นปิดฉลากขวดด้วยกาว
13.	การบรรจุกล่อง	จัดเก็บผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพภายนอก เช่น รอยฉีกขาดของฉลาก ฉลากมีการปั๊มวัน เดือน ปีที่ผลิตและหมดอายุชัดเจน ขวดและฝาไม่มีคราบสกปรกเลอะเทอะ ฝาปิดสนิท

ขั้นตอนที่ 6-8. การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม ระบุอันตรายทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต รวมทั้งวัตถุดิบทุกตัว พร้อมทั้งการกำหนดจุดวิกฤต ค่าวิกฤต และหามาตรการควบคุมในแต่ละจุด การวิเคราะห์หาจุดวิกฤต โดยใช้ CCP Decision Tree เพื่อทำการวิเคราะห์หาจุดวิกฤต ได้ผลดังแสดงใน ตารางที่ 5

การวิเคราะห์อันตราย และการหาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมของกระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปพบจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (CCP) 2 จุด คือ CCP 1 ขั้นตอนการผลิตที่ 8 การเติมน้ำตาลทรายและเคี่ยว และ CCP 2 คือ ขั้นตอนการผลิตที่ 11 การบรรจุและปิดฝาขวด

CCP 1 ขั้นตอนการผลิตที่ 8 การเติมน้ำตาลทรายและเคี่ยว จากการวิเคราะห์อันตราย พบว่า อาจมีการเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรค เนื่องจากอุณหภูมิและเวลาในการเคี่ยวที่ไม่สมบูรณ์ เป็นจุด CCP ซึ่งสามารถอธิบายเหตุผลโดยใช้ผังการตัดสินใจ ดังนี้

คำถามที่ 1 มีมาตรการป้องกันอันตรายที่ระบุหรือไม่ ตอบว่า ใช่ โดยมีมาตรการควบคุม ได้แก่ การนำ GMP การควบคุมการเตรียมเครื่องปรุงรส และกระบวนการผลิต และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติตามมาตรฐานของการเติมน้ำตาลทรายและเคี่ยว

คำถามที่ 2 ขั้นตอนนี้ออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ที่จะลด / กำจัดอันตรายให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ใช่หรือไม่ ตอบว่า ไม่ใช่ เพราะในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ความเข้มข้นและกลิ่นรสที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์

คำถามที่ 3 อันตรายนั้นมีโอกาสเพิ่มจำนวนจนเกินระดับที่ยอมรับได้ใช่หรือไม่ ตอบว่า ใช่ เนื่องจากการเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรคมีโอกาสเพิ่มจำนวนจนเกินระดับที่ยอมรับได้

คำถามที่ 4 ขั้นตอนถัดไป มีขั้นตอนใดบ้างที่สามารถลด/กำจัด อันตรายที่ระบุให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ตอบว่า ไม่มี ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการผลิตที่ 8 การเติมน้ำตาลทรายและเคี่ยว เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (CCP 1)

สำหรับขั้นตอนการผลิตที่ 11 การบรรจุขวดและปิดฝา จัดเป็น CCP 2 เพราะจากการวิเคราะห์อันตราย อาจพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากขวด และฝา เนื่องจากขวดและฝาที่ใช้บรรจุไม่สะอาด และขาดการตรวจเช็คก่อนที่นำไปใช้ ซึ่งสามารถอธิบายเหตุผลโดยใช้ผังการตัดสินใจ ดังนี้

คำถามที่ 1 มีมาตรการป้องกันอันตรายที่ระบุหรือไม่ ตอบว่า ใช่ โดยมีมาตรการควบคุม ได้แก่ การนำ GMP การควบคุมการปฏิบัติและการทำความสะอาดขวด ฝา และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการบรรจุขวดและปิดฝา

คำถามที่ 2 ขั้นตอนนี้ออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ที่จะลด / กำจัดอันตรายให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ใช่หรือไม่ ตอบว่า ไม่ใช่ เพราะว่าการบรรจุขวดและปิดฝา เพื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์และเพื่อความสะดวกในการขนส่ง

คำถามที่ 3 อันตรายนั้นมีโอกาสเพิ่มจำนวนจนเกินระดับที่ยอมรับได้ใช่หรือไม่ ตอบว่า ใช่ เนื่องจาก จุลินทรีย์ก่อโรคที่ปนเปื้อนมีโอกาสเพิ่มจำนวนได้

คำถามที่ 4 ขั้นตอนถัดไป มีขั้นตอนใดบ้างที่สามารถลด/กำจัด อันตรายที่ระบุให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ตอบว่า ไม่มี ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการผลิตที่ 11 การบรรจุขวดและปิดฝา เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอีกจุดหนึ่ง (CCP 2)

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์อันตรายและการหาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมของกระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป

ขั้นตอนการผลิตที่ (Step No.)	วัตถุดิบ/กระบวนการผลิต (RM/Process Step)	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย (Hazard / Source)	มาตรการควบคุม (Control Measure)	Decision Tree				CCP	ขั้นตอนถัดไป Subsequent step
					Q1	Q2	Q3	Q4	Y/N	
1.1	บูดูดิบ	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากบูดูดิบ	GMP - การควบคุมการตรวจรับวัตถุดิบ การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 1.1 บูดูดิบ	√	x	√	√	N	8
		C	การปนเปื้อนของ Histamine จากบูดูดิบ		√	x	√	√	N	8
		P	การปนเปื้อนของเศษหิน ไม้ เปลือกหอย กรวด จากวัตถุดิบ		√	x	√	√	N	4
1.2	น้ำประปา	B,C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
1.3	เครื่องเทศ (ข่า ตะไคร้ หอมแดง)	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากเครื่องเทศ	GMP – การปฏิบัติของกลุ่มแม่บ้าน การล้างทำความสะอาดภาชนะอุปกรณ์การผลิต การควบคุมแหล่งที่มาของเครื่องเทศ การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 1.3 เครื่องเทศ (ข่า ตะไคร้ หอมแดง)	√	x	√	√	N	8
		C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิตที่ (Step No.)	วัตถุดิบ/ กระบวนการผลิต (RM/Process Step)	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย (Hazard / Source)	มาตรการควบคุม (Control Measure)	Decision Tree				CCP	ขั้นตอนถัดไป Subsequent step
					Q1	Q2	Q3	Q4	Y/N	
1.4	เครื่องปรุงรส (น้ำมะขามเปียก น้ำตาลปี๊บ น้ำตาลทราย)	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากเครื่องปรุงรส	GMP - การควบคุมการปฏิบัติของกลุ่มแม่บ้านการล้างทำความสะอาด และกระบวนการผลิตการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 1.4 เครื่องปรุงรส (น้ำมะขามเปียก น้ำตาลปี๊บ น้ำตาลทราย)	√	x	√	√	N	8
		C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
1.5	บรรจุภัณฑ์	B,C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		.
2.1	การตรวจรับ (บูดูดิบ)	B	การเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ก่อโรคจากบูดูดิบ	GMP - การควบคุมการปฏิบัติของกลุ่มแม่บ้านการตรวจรับ และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 2.1 การตรวจรับ (บูดูดิบ)	√	x	√	√	N	8
		C	การเพิ่มปริมาณ Histamineจากบูดูดิบ		√	x	√	√	N	8
		P	การปนเปื้อนของเศษหิน ไม้ เปลือกหอย กรวดจากวัตถุดิบ		√	x	√	√	N	4

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิตที่ (Step No.)	วัตถุดิบ/ กระบวนการผลิต (RM/Process Step)	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย (Hazard / Source)	มาตรการควบคุม (Control Measure)	Decision Tree				CCP	ขั้นตอนถัดไป Subsequent step
					Q1	Q2	Q3	Q4	Y/N	
2.2	การจัดเก็บ	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากถัง ฝา และขัน	GMP – การควบคุมการปฏิบัติของกลุ่มแม่บ้านการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 2.2 การจัดเก็บ	√	x	√	√	N	8
		C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
2.3	การทำความสะอาดและการเตรียมเครื่องเทศ	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากเครื่องเทศ	GMP – การควบคุมการปฏิบัติของกลุ่มแม่บ้านในการทำความสะอาดและการเตรียมเครื่องเทศ การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 2.3 การทำความสะอาดและการเตรียมเครื่องเทศ	√	x	√	√	N	8
		C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
2.4	การเตรียมเครื่องปรุงรส	B	การเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรคจากเครื่องปรุงรส	GMP - การควบคุมการปฏิบัติของกลุ่มแม่บ้านการตรวจรับเครื่องปรุงรส กระบวนการผลิต การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 2.4 การเตรียมเครื่องปรุงรส	√	x	√	√	N	8

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิตที่ (Step No.)	วัตถุดิบ กระบวนการผลิต (RM/Process Step)	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย (Hazard / Source)	มาตรการควบคุม (Control Measure)	Decision Tree				CCP	ขั้นตอนถัดไป Subsequent step
					Q1	Q2	Q3	Q4	Y/N	
2.4	การเตรียมเครื่องปรุงรส (ต่อ)	C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
2.5	การทำความสะอาดภายนอก	B,C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
3.	การเคี่ยวบูดูดิบ	B	การเหลือรอดจุลินทรีย์ก่อโรคจากการเคี่ยวบูดูดิบ	GMP - การควบคุมกระบวนการผลิต การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 3 การเคี่ยวบูดูดิบ	√	x	√	√	N	8
		C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
4.	การกรอง	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์จากตะแกรงและจวัก	GMP - การควบคุมการทำความสะอาดอุปกรณ์การผลิต และกระบวนการผลิต การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 4 การกรอง	√	x	√	√	N	8
		C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิตที่ (Step No.)	วัตถุดิบ/กระบวนการผลิต (RM/Process Step)	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย (Hazard / Source)	มาตรการควบคุม (Control Measure)	Decision Tree				CCP	ขั้นตอนถัดไป Subsequent step
					Q1	Q2	Q3	Q4	Y/N	
5.	การเติมน้ำ เคี่ยว	B	การเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรคจากน้ำและการเคี่ยวที่ไม่สมบูรณ์	GMP - การควบคุมกระบวนการผลิต การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 5 การเติมน้ำ เคี่ยว	√	X	√	√	N	8
		C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
6.	การเติมเครื่องเทศ, น้ำมะขามเปียก เคี่ยว	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากเครื่องเทศและการเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรคจากการเคี่ยวที่ไม่สมบูรณ์	GMP - การควบคุมการเตรียมเครื่องเทศ เครื่องปรุงรส และกระบวนการผลิต การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 6 การเติมเครื่องเทศ, น้ำมะขามเปียก เคี่ยว	√	X	√	√	N	8
		C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
7.	การเติมน้ำตาลปี๊บ เคี่ยว	B	การเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรคจากการเคี่ยวที่ไม่สมบูรณ์	GMP - การควบคุมการเตรียมเครื่องปรุงรส และกระบวนการผลิต การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอน 7 การเติมน้ำตาลปี๊บ เคี่ยว	√	X	√	√	N	8

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิตที่ (Step No.)	วัตถุดิบ/ กระบวนการผลิต (RM/Process Step)	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย (Hazard / Source)	มาตรการควบคุม (Control Measure)	Decision Tree				CCP	ขั้นตอนถัดไป Subsequent step
					Q1	Q2	Q3	Q4	Y/N	
7.	การเติมน้ำตาลปี๊บเคี่ยว (ต่อ)	C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
8.	การเติมน้ำตาลทราย เคี่ยว	B	การเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรคจากการเคี่ยวที่ไม่สมบูรณ์	GMP - การควบคุมการเตรียมเครื่องปรุงรสและกระบวนการผลิต การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 8 การเติมน้ำตาลทราย เคี่ยว	√	X	√	X	Y	**CCP1**
		C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
9.	การกรอง	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากกระชอน จวัก หม้อ	GMP – การควบคุมการทำความสะอาดอุปกรณ์การผลิต และควบคุมกระบวนการผลิต การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 9 การกรอง	√	X	X	-	N	
		C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิตที่ (Step No.)	วัตถุดิบ/ กระบวนการผลิต (RM/Process Step)	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย (Hazard / Source)	มาตรการควบคุม (Control Measure)	Decision Tree				CCP	ขั้นตอนถัดไป Subsequent step
					Q1	Q2	Q3	Q4	Y/N	
10.	การจัดเก็บ	B	การเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรค เนื่องจากการเก็บที่ไม่ถูกวิธี	GMP – การควบคุมการทำความสะอาดอุปกรณ์การผลิต และควบคุมกระบวนการผลิต การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 10 การจัดเก็บ การตรวจเช็คจุลินทรีย์ในน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปบรรจุขวด	√	X	√	√	N	11
		C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
11.	การบรรจุขวดและปิดฝา	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากขวด ฝาที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์	GMP – การควบคุมการปฏิบัติและการทำความสะอาดขวด ฝา การปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 11 การบรรจุขวดและปิดฝา การตรวจเช็คจุลินทรีย์ในน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปบรรจุขวด	√	X	√	X	Y	**CCP2**
		C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิตที่ (Step No.)	วัตถุดิบ/ กระบวนการผลิต (RM/Process Step)	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย (Hazard / Source)	มาตรการควบคุม (Control Measure)	Decision Tree				CCP	ขั้นตอนถัดไป Subsequent step
					Q1	Q2	Q3	Q4	Y/N	
12.	การปิดฉลาก	B,C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		
13.	การบรรจุลงกล่อง	B,C,P	ไม่พบอันตราย		-	-	-	-		

หมายเหตุ

P หมายถึง อันตรายทางกายภาพ

C หมายถึง อันตรายทางเคมี

B หมายถึง อันตรายทางจุลินทรีย์

√ หมายถึง ใช่

x หมายถึง ไม่ใช่

- หมายถึง ไม่มีการตอบคำถาม

Y หมายถึง เป็นจุด CCP

N หมายถึง ไม่เป็นจุด CCP

เมื่อเริ่มเข้าสู่การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในกระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป โดยเริ่มตั้งแต่การให้ความรู้เรื่องสุขาภิบาลอาหาร หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (GMP) หลักการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป อธิบายวัตถุประสงค์การศึกษา และปฏิบัติงานร่วมกับกลุ่มแม่บ้าน พบว่า กลุ่มแม่บ้านมีความสนใจในเรื่องความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ และเมื่อผ่านการอบรมให้ความรู้ ในเรื่องต่างข้างต้น กลุ่มแม่บ้านมีความเข้าใจและใส่ใจในวิธีการปฏิบัติมากขึ้น เช่น การเปลี่ยนหรือยกเลิกการใช้อุปกรณ์ที่ชำรุด การใช้ถุงพลาสติกสวมมือ ขณะคั้นน้ำมะขามเปียก และการใช้ถุงพลาสติกหุ้มไม้และเขียงที่ใช้ทุบข่าและตะไคร้ การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติในกระบวนการผลิตของกลุ่มแม่บ้านให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม โดยนำหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิตมาเป็นมาตรการควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ดังแสดงใน ตารางที่ 5 ของขั้นตอนที่ 6-8 การวิเคราะห์อันตราย หาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (CCP) โดยใช้ผังการตัดสินใจ พร้อมทั้งหามาตรการควบคุมจุดวิกฤต และกำหนดค่าวิกฤต จากนั้นก็จะเข้าสู่ขั้นตอนที่ 9-12

ขั้นตอนที่ 9-12 การกำหนดระบบตรวจติดตามจุดควบคุมวิกฤต วิธีการแก้ไข และวิธีการทวนสอบเพื่อยืนยันว่าระบบ HACCP ดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูล ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6

จากผลการวิเคราะห์จุดวิกฤตที่ต้องควบคุม พบว่า ขั้นตอนการผลิตที่ 8 การเติมน้ำตาลทรายและเคี่ยว เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมจุดที่ 1 ซึ่งได้กำหนดค่าวิกฤต คือ อุณหภูมิในการเคี่ยวผลิตภัณฑ์ 105-110°ซ และใช้เวลาในการเคี่ยว 45-60 นาที ส่วนการตรวจติดตามจุดควบคุมวิกฤต ในเรื่องของอุณหภูมิ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ และเวลาในการเคี่ยวผลิตภัณฑ์ โดยใช้นาฬิกาจับเวลา ตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานที่กำหนด

ขั้นตอนการผลิตที่ 11 การบรรจุขวดและปิดฝา เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมจุดที่ 2 ซึ่งได้กำหนดค่าวิกฤต คือ ขวดและฝาที่ใช้ในการบรรจุต้องสะอาด ขวดไม่มีรอยรั่วและฝาไม่มีรอยแตกหัก การตรวจติดตามจุดควบคุมวิกฤต โดยการตรวจเช็คความสะอาดของขวดและฝา รวมทั้งรอยรั่วของขวด และรอยแตกหักของฝา โดยใช้การตรวจสอบด้วยสายตา และการจดบันทึกจำนวนขวด และฝาที่ไม่สะอาด ขวดที่มีรอยรั่ว ฝาที่มีการแตกหักทุกครั้งที่มีการผลิต

ตารางที่ 6 แผนงาน HACCP ของกระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป

ขั้นตอนการผลิตที่เป็น CCP	อันตราย (Hazard)	ค่าจำกัดวิกฤต (Critical Limit)	การตรวจติดตาม (Monitoring)				การแก้ไข (Corrective Actions)	การจดบันทึก (Record)	การทวนสอบ (Verification)
			อะไร	อย่างไร	ความถี่	โดยใคร			
8.การเติมน้ำตาลทรายและเคี่ยว	การเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรคจากการเคี่ยวที่ไม่สมบูรณ์	อุณหภูมิในการเคี่ยวผลิตภัณฑ์ 105-110°ซ และใช้เวลาในการเคี่ยว 45-60 นาที	อุณหภูมิและเวลาในการเคี่ยวผลิตภัณฑ์	ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทขนาด 300 °ซ วัดอุณหภูมิและใช้นาฬิกาจับเวลาในการเคี่ยว	ทุกครั้งที่ผลิต โดยเริ่มจับเวลาหลังจากเติมน้ำตาลทราย และวัดอุณหภูมิทุก 45 นาที จนเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต	กลุ่มแม่บ้าน	ถ้าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเคี่ยวไม่เป็นไปตามกำหนดต้องนำผลิตภัณฑ์มาให้ความร้อนซ้ำอีกครั้ง โดยเริ่มต้นจับเวลาใหม่	จดบันทึกอุณหภูมิและเวลาในการเคี่ยวทุกๆ 45 นาที และทุกครั้งที่มีการผลิตในตารางเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	การตรวจสอบผลการบันทึกอุณหภูมิและเวลาในการเคี่ยวทุกเดือน การส่งตัวอย่างตรวจสอบจุลินทรีย์ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไปทุก 3 เดือน

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิตที่เป็น CCP	อันตราย (Hazard)	ค่าจำกัดวิกฤต (Critical Limit)	การตรวจติดตาม (Monitoring)				การแก้ไข (Corrective Actions)	การจดบันทึก (Record)	การทวนสอบ (Verification)
			อะไร	อย่างไร	ความถี่	โดยใคร			
11. การบรรจุขวดปิดฝา	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากขวด และฝาที่ไม่สะอาด	ขวดและฝาที่ใช้ในการบรรจุต้องสะอาด โดยขวดไม่มีรอยรั่วและฝาไม่มีรอยแตกหัก	ความสะอาดของขวดและฝา รอยรั่วของขวด รอยแตกหักของฝา	ตรวจสอบด้วยสายตา	ทุกครั้งที่ผลิต โดยตรวจเช็คทุกครั้งก่อนนำไปใช้ และระหว่างที่กำลังบรรจุ	กลุ่มแม่บ้าน	ถ้าพบสิ่งปนเปื้อน คราบสกปรกหรือรอยรั่วของขวดและรอยแตกหักของฝา ไม่มีการนำมาใช้ในการบรรจุ	จดบันทึกจำนวนครั้งและจำนวนขวด-ฝาที่มีรอยรั่วแตกหักของขวดและฝา รวมทั้งสิ่งปนเปื้อนคราบสกปรกที่ติดอยู่ทุกครั้งในสมุดบันทึกเรื่องขวดและฝา	การตรวจสอบผลการบันทึกจำนวนครั้งและจำนวนขวด-ฝา ที่ไม่อยู่ในสภาพพร้อมนำมาใช้บรรจุ ทุกเดือน การส่งผลิตภัณฑ์ขวด ฝา ตรวจสอบจุลินทรีย์ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไปทุก 3 เดือน

2. การเปรียบเทียบคุณภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP

หลังจากนำระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป มีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการนำระบบเข้ามาใช้

การอบรมและให้ความรู้เรื่องสุขาภิบาลอาหาร หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (GMP) และหลักการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) ให้แก่กลุ่มแม่บ้าน พบว่า กลุ่มแม่บ้านมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในทางที่ดีขึ้น (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 การปฏิบัติงานของกลุ่มแม่บ้าน ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP

ก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP	หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP
1. ภาชนะอุปกรณ์การผลิต	1. ภาชนะอุปกรณ์การผลิต
1.1 ไม่มีการตรวจเช็คอุปกรณ์การผลิต	1.1 การตรวจเช็คและบำรุงรักษาอุปกรณ์การผลิต เมื่อพบว่าอุปกรณ์ชำรุดต้องเปลี่ยนหรือยกเลิกการใช้
1.2 การทำความสะอาดและการจัดเก็บภาชนะอุปกรณ์ไม่ถูกวิธี เช่น - ขณะนำภาชนะตากแดดไม่มีการใช้ผ้าสะอาดคลุม - การจัดเก็บภาชนะอุปกรณ์รวมกัน	1.2 การทำความสะอาดและการจัดเก็บอุปกรณ์ที่ถูกวิธี เช่น - การใช้ผ้าสะอาดคลุมภาชนะขณะตากแดด เพื่อป้องกันฝุ่น - การจัดเก็บภาชนะอุปกรณ์โดยแยกเป็นหมวดหมู่
1.3 ไม่มีการใช้ถุงพลาสติกหุ้มไม้ตีพริกและเขียง	1.3 การใช้ถุงพลาสติกสะอาดหุ้มไม้ตีพริกและเขียงขณะทุบข่าและตะไคร้
1.4 การใช้เชื้อเพลิง - ใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง	1.4 การใช้เชื้อเพลิง - ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง เพื่อช่วยควบคุมคุมอุณหภูมิและลดฝุ่นจากไม่ฟืนปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP	หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP
2. กระบวนการผลิต	2. กระบวนการผลิต
2.1 ไม่มีการตรวจวัดอุณหภูมิและจับเวลาในการเคี่ยวแต่ละขั้นตอนการผลิต	2.1 การแนะนำให้ใช้เทอร์โมมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิ และใช้นาฬิกาจับเวลาในการเคี่ยวแต่ละขั้นตอนการผลิต
2.2 ไม่มีขั้นตอนการกรองน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปก่อนการจัดเก็บ	2.2 เพิ่มขั้นตอนการผลิตที่ 9 การกรองก่อนการจัดเก็บในหม้อเพื่อรอบรรจุขวด
3. กลุ่มแม่บ้าน	3. กลุ่มแม่บ้าน
3.1 การปฏิบัติงานไม่ถูกวิธี เช่น - ไม่ล้างมือก่อนการปฏิบัติงานทุกครั้ง - ใช้มือเปล่าหยิบจับวัตถุดิบ	3.1 การปฏิบัติงานที่ถูกวิธี เช่น - ล้างมือก่อนการปฏิบัติงานทุกครั้ง - การใส่ถุงมือทุกครั้งที่จะทำการผลิตและไม่หยิบจับวัตถุดิบด้วยมือเปล่า
3.2 ไม่มีการแบ่งหน้าที่ในการทำงาน - บางคนหาฟืน แล้วมาเตรียมเครื่องเทศต่อทันที	3.2 การแบ่งหน้าที่ในการทำงาน - ฝ่ายเตรียมวัตถุดิบ ฝ่ายเคี่ยวบูดู ฝ่ายบรรจุ ฝ่ายล้างภาชนะ ฝ่ายสอบผลิตภัณฑ์สุดท้ายก่อนบรรจุลงกล่องกระดาษช่วยลดการเกิดการปนเปื้อนข้ามได้

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ได้ผลดังนี้

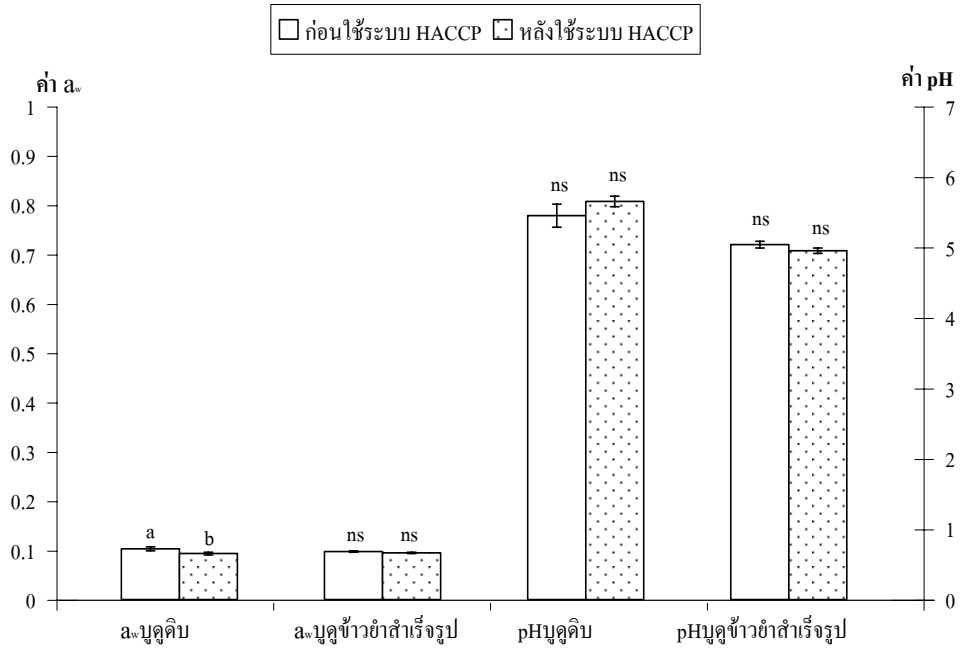
ลักษณะทางกายภาพ

การตรวจวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏและสิ่งแปลกปลอม ค่าวอเตอร์แอกติวิตี และค่าพีเอชของบูดูดิบซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก และผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป เพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพที่เกิดจากการนำระบบ HACCP เข้ามาประยุกต์ใช้

1. ลักษณะปรากฏและสิ่งแปลกปลอม

บูดูดิบ ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP มีลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกัน คือ พบเปลือกหนอนสีน้ำตาลเป็นเศษเล็ก ขนาดประมาณ 3 มิลลิเมตร จำนวน 5 ชิ้น และตัวหนอนที่กำลังจะลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย 5 ตัว มดดำตัวเล็กตายแล้ว มีหนังปลาสีขาวปริมาณมาก ก้างปลา เศษไม้ เศษกรวด หิน ทรายขนาดเล็ก เนื่องจากไม่สามารถควบคุมแหล่งผลิตบูดูดิบได้ การรับซื้อยังคงรับซื้อจากแหล่งเดิม เพียงแต่ควบคุมในส่วนของการขนส่งบูดูดิบจากแหล่งผลิตบูดูดิบมายังสถานที่ผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป โดยระหว่างการขนส่งจะมีการควบคุมเรื่องอุณหภูมิโดยการแช่น้ำแข็งตลอดเวลาจนกว่าจะถึงขั้นตอนการผลิต จากการควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งซึ่งส่งผลต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์มากกว่าทางกายภาพ ทำให้ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP มีลักษณะปรากฏและสิ่งแปลกปลอมของบูดูดิบแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น

น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ก่อนและหลังการใช้ระบบ HACCP มีลักษณะปรากฏแตกต่างกัน คือ หลังการประยุกต์ใช้ระบบไม่พบกากตะไคร้ หอมแดง และข่า รวมถึงเศษกรวด ทราย ก้างและหนัง ที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากการนำหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (GMP) มาใช้ควบคุมการผลิต และเพิ่มขั้นตอนการกรองผลิตภัณฑ์ด้วยกระชอนที่ไม่ชำรุด ในขณะที่กำลังตักและเทน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปในหม้อเคลือบรอการบรรจุขวดในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 3 ค่าวอเตอร์แอคติวิตีและค่าพีเอชของบูดูดิบและน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP

หมายเหตุ ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษร a และ b ที่ต่างกันในตัวอย่างเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2. ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w)

ค่าวอเตอร์แอกติวิตี เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณภาพและการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร เพราะความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตีจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมี หรือปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์อย่างช้าๆ และยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นต้นเหตุที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ ดังนั้นการลดปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์อาหารให้น้อยลง เพื่อทำให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีลดต่ำลง จึงเป็นการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ในอาหารทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีความปลอดภัย (Anthony and Fontana, 2000) จากการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกติวิตีในบูดูดิบ และผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ดังแสดงในภาพที่ 3

● บูดูดิบ หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP บูดูดิบมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.75 และหลังการประยุกต์ใช้ระบบ มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.68 อาจเป็นเพราะกลุ่มแม่บ้านนำหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (GMP) และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ขั้นตอนการผลิตที่ 2.1 การตรวจรับบูดูดิบ (ตารางที่ 4) โดยการควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่งบูดูดิบมายังสถานที่ผลิต

● น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อาจเนื่องมาจาก ก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ แม่บ้านใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงในการเคี่ยว ทำให้อุณหภูมิที่ใช้ในการเคี่ยวประมาณ 90-100 °ซ ระยะเวลาในการเคี่ยวประมาณ 8-10 ชั่วโมง แต่หลังการประยุกต์ใช้ระบบได้ควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเคี่ยวให้คงที่ตลอดกระบวนการผลิต โดยเปลี่ยนมาใช้แก๊สหุงต้ม เป็นเชื้อเพลิง จึงสามารถควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 105-110 °ซ ระยะเวลาในการเคี่ยวประมาณ 5-8 ชั่วโมง แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมีค่าวอเตอร์แอกติวิตี ซึ่งมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 0.69-0.71 จัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีปานกลาง (Intermediate moisture food : IMF) (Pascua *et al.,* 1994; Palou *et al.,* 1997)

3. ค่าพีเอช

ค่าพีเอชในผลิตภัณฑ์อาหาร มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการทำงานของเอ็นไซม์ ตลอดจนการยับยั้งหรือชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Wijtzes *et al.,* 1998) จากภาพที่ 3 การวิเคราะห์ค่าพีเอชของบูดูดิบ และผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป พบว่า

● บูดูดิบ มีค่าพีเอช ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ไม่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP เป็นเพียงการควบคุมให้กลุ่มแม่บ้านนำ GMP และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป โดยการควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่งบูดูดิบมายังสถานที่ผลิต แต่ยังคงใช้บูดูดิบจากแหล่งผลิตเดิมที่รับซื้อจากตลาดตำบลปริก ทำให้ค่าพีเอชของบูดูดิบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

● น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ผลการตรวจวิเคราะห์ค่าพีเอชของน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อาจเนื่องมาจากกลุ่มแม่บ้านเน้นเรื่องรสชาติของผลิตภัณฑ์เป็นหลักสำคัญ รสชาติที่ได้หลังประยุกต์ใช้

ระบบต้องไม่เปลี่ยนแปลงไปจากก่อนประยุกต์ใช้ระบบ ทำให้ค่าพีเอชของน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ลักษณะทางเคมี

การตรวจวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี ได้แก่ ปริมาณกรด (%นน./นน.) ปริมาณเกลือ (%นน./นน.) และปริมาณฮีสตามีน (ppm) โดยตรวจวิเคราะห์ในบูดูดิบ ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก และผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป เพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางเคมีที่เกิดจากการนำระบบ HACCP เข้ามาประยุกต์ใช้

1. ปริมาณกรด

ปริมาณกรดในรูปของกรดแลกติก (%นน./นน.) ของบูดูดิบ และผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ดังแสดงในตารางที่ 8

- บูดูดิบ ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ปริมาณกรดของบูดูดิบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ยังคงใช้บูดูดิบจากแหล่งผลิตเดิม ปริมาณกรดจะมีค่าสูงหรือต่ำ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของบูดูดิบ เช่น ระยะเวลาการหมักบูดูดิบ และจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลกติก ส่งผลให้ปริมาณกรดแตกต่าง เมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้น จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลกติกมากขึ้น ปริมาณกรดมากขึ้น ดังนั้นแม้ว่าจะควบคุมให้กลุ่มแม่บ้านปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ขั้นตอนการผลิตที่ 2.1 การตรวจรับบูดูดิบ (ตารางที่ 4) โดยการควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่งบูดูดิบมายังสถานที่ผลิต ก็ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดของบูดูดิบ
- น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP มีค่าสูงกว่าหลังการประยุกต์ใช้ระบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ มีปริมาณกรดร้อยละ 3.81 (นน./นน.) และหลังการประยุกต์ใช้ระบบ มีค่าปริมาณกรดร้อยละ 3.56 (นน./นน.) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหลังการประยุกต์ใช้ระบบสามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ตามมาตรฐานกว่าก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ แต่อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรดที่สูงขึ้นต้องอยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลต่อการยอมรับในเรื่องรสชาติของผลิตภัณฑ์ด้วย

ตารางที่ 8 ปริมาณกรด ปริมาณเกลือ และปริมาณฮีสตามีนของบูดูดิบและน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP

การตรวจวิเคราะห์	บูดูดิบ		น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป	
	ก่อนใช้ระบบ HACCP	หลังใช้ระบบ HACCP	ก่อนใช้ระบบ HACCP	หลังใช้ระบบ HACCP
ปริมาณกรด (%w/w)	2.34 ± 0.03^{ns}	2.27 ± 0.04^{ns}	3.81 ± 0.08^{a}	3.56 ± 0.02^{b}
ปริมาณเกลือ (%w/w)	22.73 ± 0.22^{a}	22.01 ± 0.11^{b}	7.12 ± 0.03^{ns}	7.15 ± 0.02^{ns}
ปริมาณฮีสตามีน (ppm)	415.06 ± 10.46^{a}	395.05 ± 8.62^{b}	96.62 ± 2.54^{a}	86.00 ± 0.54^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 6 ซ้ำ

ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษร a และ b ที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2. ปริมาณเกลือ

เกลือจัดเป็นสารเจือปนอาหารอย่างหนึ่งที่ทำให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์อาหารลดลง โดยการดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์อาหารและเพิ่มความเข้มข้นของตัวถูกละลายในผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อต่อการเจริญของจุลินทรีย์ นอกจากนี้เกลือยังมีบทบาทในการเพิ่มกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์อาหารด้วย (Hall, 1997) ดังนั้นการวิเคราะห์หาปริมาณเกลือของบูดูดิบ และผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ดังแสดงในตารางที่ 8 จึงเป็นอีกปัจจัยที่สามารถช่วยควบคุมคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ได้

- บูดูดิบ หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ปริมาณเกลือของบูดูดิบลดลงกว่าก่อนการประยุกต์ใช้ระบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ มีปริมาณเกลือร้อยละ 22.75 (นน/นน) และหลังการประยุกต์ใช้ระบบ มีปริมาณเกลือร้อยละ 22.01 (นน./นน.) อาจเนื่องจากหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ยังคงใช้บูดูดิบจากแหล่งผลิตเดิม ซึ่งปริมาณเกลือจะสูงหรือต่ำ ขึ้นอยู่กับอายุการหมักและอัตราส่วนของเกลือกับปลาที่ใช้หมัก ดังนั้น

การปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ขั้นตอนการผลิตที่ 2.1 การตรวจรับบูดูดิบ (ตารางที่ 4) การควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาการขนส่งบูดูดิบมายังสถานที่ผลิต ก็ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือของบูดูดิบ และจากการสอบถามกลุ่มแม่บ้านที่ทำการผลิตและกลุ่มที่จำหน่ายบูดูดิบ การคัดเลือกบูดูดิบมาใช้ในการผลิตจะเลือกบูดูดิบที่ผ่านการหมัก 4-6 เดือน อายุการหมักบูดูดิบที่แตกต่างกันส่งผลให้ปริมาณเกลือของบูดูดิบแตกต่างกัน

- น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเกลือ พบว่าก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อาจเนื่องมาจากหลังการประยุกต์ใช้ระบบ การควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเคี่ยวให้คงที่ตลอดกระบวนการผลิต (105-110 °ซ ระยะเวลา 5-8 ชั่วโมง) จุดประสงค์เพื่อทำลาย หรือลดปริมาณจุลินทรีย์ให้เหลือน้อยที่สุด โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติและความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยรสชาติของผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปหลังประยุกต์ใช้ระบบต้องไม่เปลี่ยนแปลงไปจากก่อนประยุกต์ใช้ระบบ จนเกิดการไม่ยอมรับของกลุ่มแม่บ้านเป็นสำคัญ

3. ค่าปริมาณฮีสตามีน

ฮีสตามีนเป็นไบโอจีนิกเอมีนชนิดหนึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนชนิด แอล-ฮีสติดีน ทำให้เกิดสารเอมีนที่เรียกว่า ฮีสตามีน ด้วยกระบวนการดีคาร์บอกซิเลชั่น โดยเอนไซม์ฮีสติดีนดีคาร์บอกซิเลสจากจุลินทรีย์ ดังนั้นการพบฮีสตามีนจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น (Vidal-Carou *et al.,* 1990; Sanceda *et al.,* 1999) ส่วนใหญ่พบในปลากลุ่ม Scombridae (Nadon *et al.,* 2001) ดังแสดงในตารางที่ 8

- บูดูดิบ หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ปริมาณฮีสตามีนของบูดูดิบลดลงกว่าก่อนการประยุกต์ใช้ระบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ มีปริมาณฮีสตามีน 415.06 ppm และหลังการประยุกต์ใช้ระบบ มีปริมาณฮีสตามีน 395.05 ppm เนื่องจากกลุ่มแม่บ้านปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (GMP) และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ขั้นตอนการผลิตที่ 2.1 การตรวจรับบูดูดิบ (ตารางที่ 4) การควบคุมอุณหภูมิของบูดูดิบ โดยการแช่น้ำแข็งเพื่อลดอุณหภูมิบูดูดิบ จนกว่าจะนำมาใช้ในกระบวนการผลิต และลดระยะเวลาการขนส่งบูดูดิบมายังสถานที่ผลิต อุณหภูมิที่ลดต่ำลงจะควบคุมการทำงานของ *Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas morganii* ซึ่งผลิตเอนไซม์ดีคาร์บ็อกซิเลส ทำหน้าที่เร่งการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนชนิดฮีสติดีนในเนื้อปลาเป็นสารฮีสตามีน (Vidal-Carou *et al.,* 1990; Sanceda *et al.,* 1999) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงาน

ของแบคทีเรียในการผลิตเอนไซม์ อยู่ที่อุณหภูมิ 20-30 °ซ พีเอช 6.5 (Pacheco-Aguilar *et al.,* 1998) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Silva และคณะ (1998) พบว่าที่อุณหภูมิการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากปลาหมักที่อุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการผลิตฮีสตามีนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วด้วย การผลิตฮีสตามีนและสารไบโอจีนิคเอมีนขึ้นอยู่กับระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (Middlebrocks *et al.,* 1998)

● น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ปริมาณฮีสตามีนของน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ลดลงกว่าก่อนการประยุกต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ มีปริมาณฮีสตามีน 96.62 ppm และหลังการประยุกต์ใช้ระบบ มีปริมาณฮีสตามีน 86.00 ppm อาจเนื่องมาจากหลังการประยุกต์ใช้ระบบปริมาณฮีสตามีนเริ่มต้นในบูดูดิบ มีปริมาณน้อยกว่าก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ ส่งผลให้ปริมาณฮีสตามีนในผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปหลังการประยุกต์ใช้ระบบมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณฮีสตามีนที่อนุญาตให้มีได้ในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดแตกต่างกันไป ประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานกำหนดปริมาณฮีสตามีนที่มีในผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำหมัก ปริมาณฮีสตามีนที่ก่อให้เกิดอันตราย (Hazard action level) ในผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำหมักหรือย่อยด้วยเอนไซม์ กำหนดสูงสุดไม่เกิน 500 ppm (FAO/WHO, 1996) ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานกำหนดปริมาณฮีสตามีนของบูดูดิบในงานวิจัยครั้งนี้ พบว่าก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ปริมาณฮีสตามีนของบูดูดิบ (415.06 และ 395.05 ppm ตามลำดับ) น้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนดของ FAO/WHO (1996) สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปหรือผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกับน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ยังไม่มีมาตรฐานกำหนดปริมาณฮีสตามีนที่มีในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

ลักษณะทางจุลินทรีย์

การตรวจวิเคราะห์ลักษณะทางจุลินทรีย์ (ตารางที่ 9) โดยตรวจวิเคราะห์ Coliform bacteria *E. coli* *B . cereus* และ*C. perfringens* ในบูดูดิบ ตรวจวิเคราะห์ Coliform bacteria และ *E. coli* ในเครื่องเทศ เครื่องปรุงรส และน้ำประปา รวมทั้งตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total bacteria) จากภาชนะอุปกรณ์สัมผัสอาหาร และมือผู้ผลิตอาหาร (กลุ่มแม่บ้าน) สุดท้ายตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุกทั่วไป (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536)

1. วัตถุดิบ

● บูดูดิบ หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP Coliform bacteria มีปริมาณลดลง ร้อยละ 90 ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และ*B . cereus* ลดลงกว่าก่อนการประยุกต์ใช้ระบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าลดลง ร้อยละ 51 และ 92 ตามลำดับ ยกเว้น *E. coli* มีปริมาณเท่าเดิม (<3 MPN/g) และไม่พบ *C. perfringens* ทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบอาจเนื่องมาจากการทำงานของจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลกติกสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ประเภทที่ไม่ทนต่อสภาวะที่เป็นกรดได้ (Nout and Mortarjemi, 1997) นอกจากนี้สภาวะของบูดูดิบมีปริมาณเกลือร้อยละ 22.01-22.73 (นน./นน.)ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกจากลักษณะของบูดูดิบแล้ว หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP กลุ่มแม่บ้านปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป (ตารางที่ 4) ขั้นตอนการผลิตที่ 1.1 บูดูดิบ ตรวจสอบลักษณะภายนอกของถุงบรรจุบูดูดิบด้วยตาเปล่า โดยถุงต้องไม่มีรอยฉีกขาด หรือสกปรกมากเกินไป และขั้นตอนการผลิตที่ 2.1 การตรวจรับบูดูดิบ ตรวจสอบลักษณะภายนอกของเนื้อบูดูดิบด้วยตาเปล่าต้องไม่พบเปลือกหอย เศษไม้ มากเกินไป และไม่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ระหว่างการตรวจรับมีการควบคุมอุณหภูมิแช่ในน้ำแข็งตลอดเวลาที่ตรวจรับ อุณหภูมิที่ลดต่ำลง สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค พวกที่ไม่ทนอุณหภูมิต่ำได้ (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2535; สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545; สุมาลี เหลืองสกุล, 2538) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ประเภทอาหารหมักพื้นเมืองที่เป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536) พบว่าทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

● เครื่องเทศ (ข่า ตะไคร้ หอมแดง) ก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ข่าและตะไคร้ มีปริมาณ *E. coli* สูงมาก (1100 และ >1100 MPN/g ตามลำดับ) เนื่องจากก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ กลุ่มแม่บ้านใช้มือเปล่าในการหยิบจับข่าและตะไคร้โดยตรง ไม่มีการใส่ถุงมือใดๆ ทั้งสิ้น ทำให้โอกาสเกิดการปนเปื้อนของ *E. coli* จากมือกลุ่มแม่บ้านได้ (Nout and Motarjemi, 1997) แต่หลังจากนำระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้ได้ควบคุมให้กลุ่มแม่บ้านปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ขั้นตอนการผลิตที่ 1.3 เครื่องเทศ (ข่า ตะไคร้ หอมแดง) ขั้นตอนการผลิตที่ 2.3 การทำความสะอาด และการเตรียมเครื่องเทศ (ตารางที่ 4) ทำให้มีปริมาณ *E. coli* ลดลง (210 และ240 MPN/g ตามลำดับ) โดยมีค่าลดลงร้อยละ 81 และ78 ตามลำดับ ในส่วนของหอมแดงมีปริมาณ *E. coli* เท่ากันทั้งก่อนและหลังประยุกต์ใช้ระบบ HACCP (<3 MPN/g)

● เครื่องปรุงรส (น้ำมะขามเปียก น้ำตาลปี๊บ น้ำตาลทราย) ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ตรวจพบปริมาณ *E. coli* เท่ากัน (<3 MPN/g) เนื่องจากลักษณะของเครื่องปรุงรสไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น น้ำมะขามเปียก มีสภาวะเป็นกรด น้ำตาลปี๊บ และน้ำตาลทราย มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูง ทำให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีลดลง ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ นอกจากนี้กลุ่มแม่บ้านปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ขั้นตอนการผลิตที่ 2.4 การเตรียมเครื่องปรุงรส (ตารางที่ 4) และการใช้ถุงพลาสติกเป็นถุงมือ ขณะคั้นมะขามเปียก เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์จากมือไปยังน้ำมะขามเปียก การจัดเก็บในภาชนะที่มีฝาปิดป้องกันแมลงและฝุ่นละอองต่างๆ

● น้ำประปา ก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ตรวจพบปริมาณ *E. coli* เท่ากัน (<2 MPN/g) เนื่องจากน้ำประปาที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต ใช้น้ำประปาหมู่บ้านจากแหล่งเดียวกันทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ โดยเฉพาะหลังการประยุกต์ใช้ระบบกลุ่มแม่บ้านปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ขั้นตอนการผลิตที่ 2.2 การจัดเก็บ (ตารางที่ 4) จัดเก็บในถังมีฝาปิดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนฝุ่น ละออง

กระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป วัตถุดิบทั้งหมดต้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยการให้ความร้อนด้วยวิธีการเคี่ยว อุณหภูมิ 105-110°ซ ระยะเวลา 5-8 ชั่วโมง สามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคได้ (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2535; สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545; สุมาลี เหลืองสกุล, 2538) ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในวัตถุดิบเริ่มต้นจะแสดงถึงความน่าเชื่อถึงในเรื่องความสะอาดปลอดภัยของแหล่งที่มาของวัตถุดิบ และบ่งบอกถึงการปฏิบัติที่ไม่ถูกสุขลักษณะในการจัดเตรียมวัตถุดิบ เนื่องจากการขาดความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้อง จะทำให้เกิดความเสี่ยงในเรื่องอันตรายทางด้านจุลินทรีย์ (Nout, 1994)

ตารางที่ 9 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของวัตถุดิบ : บูดูดิบ เครื่องเทศ (ข่า ตะไคร้ หอมแดง) เครื่องปรุงรส (น้ำมะขามเปียก น้ำตาลปี๊บ น้ำตาลทราย) น้ำประปาก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP

ตัวอย่างวัตถุดิบ	จุลินทรีย์	ปริมาณจุลินทรีย์ ก่อน	ค่ามาตรฐาน*	หลัง
บูดูดิบ				
	Coliform bacteria (MPN/g)	2	-	<1.8
	E. coli (MPN/g)	<1.8	<10	<1.8
	Total bacteria (CFU/ g)	630 ± 19.00^{a}	10^{6}	312 ± 12.01^{b}
	B. cereus (CFU/ g)	49 ± 1.73^{a}	100	5 ± 0.58^{b}
	C. perfringens (CFU/0.01 g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
เครื่องเทศ				
- ข่าทุบ	*E. coli* (MPN/g)	1100	-	210
- ตะไคร้	*E. coli* (MPN/g)	>1100	-	240
- หอมแดง	*E. coli* (MPN/g)	<3	-	<3
เครื่องปรุงรส				
- น้ำตาลทราย	*E. coli* (MPN/g)	<3	-	<3
- น้ำตาลปี๊บ	*E. coli* (MPN/g)	<3	-	<3
- น้ำมะขามเปียก	*E. coli* (MPN/g)	<3	-	<3
น้ำประปา	*E. coli* (MPN/g)	<2	-	<2

หมายเหตุ *ค่ามาตรฐานกำหนดทางจุลชีววิทยาของอาหาร ประเภทอาหารหมักพื้นเมืองที่เป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536)

ตัวอักษร a และ b ที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2. ภาชนะอุปกรณ์สัมผัสอาหาร

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของภาชนะอุปกรณ์ โดยสวอปภาชนะอุปกรณ์ที่พื้นที่ต่างๆ 5 จุด ได้ผลดังภาพที่ 4 หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงกว่าก่อนการประยุกต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าลดลงร้อยละ 42 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานกำหนดของ U.S. Department of Health, Education and Welfare (1943) ภาชนะอุปกรณ์ตั้งแต่กระทะ ถึง เครื่องปั่น ทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบมีค่าเกินมาตรฐานกำหนด นอกจากนี้ หลังการประยุกต์ใช้ระบบ สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเหยือกลงจนมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ในส่วนของขวด-ฝา ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบปริมาณจุลินทรีย์ ทั้งหมดมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

ถึงแม้ว่าวัตถุดิบที่มีการสัมผัสกับภาชนะอุปกรณ์ที่มีจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานกำหนด (U.S. Department of Health, Education and Welfare , 1943) มีความเสี่ยงน้อยมากหรืออาจไม่มีเลยที่จะส่งผลเสียต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากวัตถุดิบทั้งหมดต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ โดยการเคี่ยวที่อุณหภูมิ 105-110 °ซ ระยะเวลา 5-8 ชั่วโมง โอกาสที่จุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนมากับภาชนะอุปกรณ์ดังกล่าวจะปนเปื้อนไปสู่ผลิตภัณฑ์น้อยมาก หรืออาจไม่มีเลย แต่ถ้าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนมากับเหยือก ขวด-ฝาที่ใช้ในการบรรจุมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนดดังกล่าว ย่อมมีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมดไปยังผลิตภัณฑ์ เนื่องจากหลังจากการบรรจุขวดและปิดฝาแล้วจะไม่มีขั้นตอนใดที่จะลดอันตรายทางด้านจุลินทรีย์ลงได้อีกแล้ว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตระหนัก ให้ความสำคัญกับความสะอาดของเหยือก ขวด-ฝา ที่ใช้บรรจุมากเป็นพิเศษ หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP กลุ่มแม่บ้านปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ขั้นตอนการผลิตที่ 2.5 การทำความสะอาดภายนอก (ตารางที่ 4) และหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต การล้างทำความสะอาดภาชนะอุปกรณ์การผลิต รวมถึงการเก็บรักษา ดังนี้

- การล้างทำความสะอาด ใช้น้ำยาทำความสะอาด และการล้างด้วยน้ำเปล่า 3-4 ครั้ง จนหมดคราบ นำไปตากแดดโดยใช้ผ้าสะอาด คลุม เพื่อป้องกันฝุ่น ละออง และควรจัดวางภาชนะอุปกรณ์ให้สูงกว่าพื้นอย่างน้อย 60 เซนติเมตร ต้องล้างทำความสะอาดภาชนะอุปกรณ์ทุกครั้งหลังจากเสร็จสิ้นการผลิต

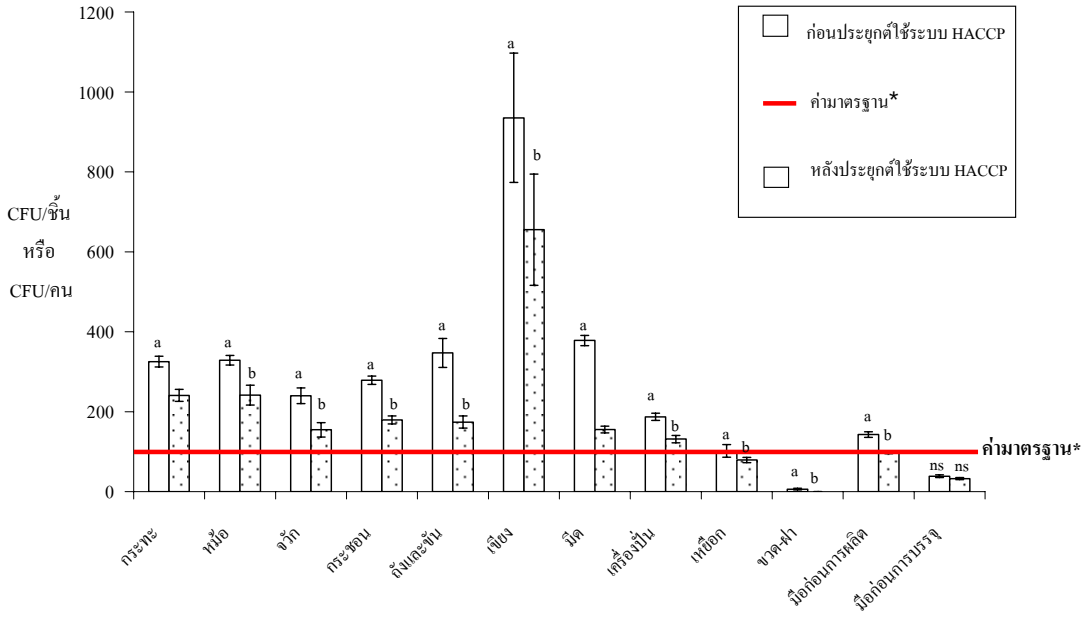
- การจัดเก็บ ควรมีสถานที่หรือภาชนะอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บแยกเป็นสัดส่วน ไม่ควรนำมาเก็บรวมกัน การเปลี่ยนแปลงการจัดเก็บอุปกรณ์ เช่น เครื่องปั่น มีด กระติก ขวดฝา ซึ่งมีขนาดไม่ใหญ่เกินไปสามารถที่จะนำมาแยกเก็บใส่ถุงหรือภาชนะที่มีฝาปิด และแยกเป็นสัดส่วน ซึ่ง

ส่งผลให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่สวอปจากเครื่องปั่น มีด เหยือก ขวดฝา มีปริมาณลดลงกว่าก่อนประยุกต์ใช้ HACCP

3. มือผู้ผลิตอาหาร (กลุ่มแม่บ้าน)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของมือผู้ผลิตอาหารก่อนการผลิตและก่อนการบรรจุ โดยสวอปมือทั้ง 2 ข้าง ของกลุ่มแม่บ้านทุกคนที่ทำการผลิต โดยหงายฝ่ามือขึ้นสวอปจากปลายนิ้วถึงข้อที่ 2 นอกจากหัวแม่มือให้สวอปถึงข้อที่ 1 (กรมอนามัย, 2544) ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 4

- มือผู้ผลิตอาหารก่อนการผลิต หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงกว่าก่อนการประยุกต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีค่าลดลงร้อยละ 31 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนประยุกต์ใช้ระบบ HACCP มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด แต่หลังการประยุกต์ใช้ระบบ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของมือผู้ผลิตมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943 และกรมอนามัย, 2544) เนื่องจากกลุ่มแม่บ้านปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิตอย่างเคร่งครัดมากขึ้น เช่น การล้างมือทุกครั้งก่อนที่จะทำการผลิตหรือหยิบจับวัตถุดิบ
- มือผู้ผลิตอาหารก่อนการบรรจุ ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดของU.S. Department of Health, Education and Welfare (1943) และกรมอนามัย (2544) ทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP



ภาพที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของภาชนะอุปกรณ์การผลิตและมือผู้ทำการผลิตก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP

หมายเหตุ ค่ามาตรฐาน* = 100 CFU/ชิ้น หรือ CFU/คน (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943 ; กรมอนามัย, 2544)

ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษร a และ b ที่ต่างกันในตัวอย่างเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4. ผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป (ตารางที่ 10) พบว่า ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไปของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536) โดยเฉพาะหลังการประยุกต์ใช้ระบบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด *B. cereus* และ *S. aureus* ของผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าลดลงร้อยละ 68, 100 และ 76 ตามลำดับ เนื่องจากกลุ่มแม่บ้านปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต เช่น การทำความสะอาด และดูแลรักษาภาชนะอุปกรณ์ในการผลิต การควบคุมกระบวนการผลิตตามหลักสุขาภิบาลที่ดีตั้งแต่การตรวจรับวัตถุดิบ การจัดเตรียม การผลิต การบรรจุ น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตเป็นน้ำที่สะอาด และมีการจัดเก็บในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท และสุขลักษณะการปฏิบัติงานของกลุ่มแม่บ้านที่ถูกต้อง การใส่ผ้า

กันเปื้อน ถุงมือ ทุกครั้งที่จะทำการผลิต และปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานในการผลิตน้ำบูดูข้าวยำ ขั้นตอนการผลิตที่ 3 และ 5-8 โดยควบคุมอุณหภูมิในการเคี่ยวผลิตภัณฑ์ 105-110 °ซ ระยะเวลา 5-8 ชั่วโมง

การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP อาจส่งผลต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆดังนี้

- Total bacteria เป็นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่อยู่ในอาหาร ถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน (ICMSF, 1996) จากตารางที่ 10 หลังการประยุกต์ใช้ระบบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงกว่าก่อนการประยุกต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากการควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเคี่ยว สม่ำเสมอตลอดกระบวนการผลิต

- Coliform bacteria และ *E.coli* เป็นจุลินทรีย์ดัชนีคุณภาพ หากตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อดังกล่าวสามารถบ่งชี้ได้ว่าเกิดการปนเปื้อนจากอุจจาระ ซึ่งเกิดจากจากการปฏิบัติไม่ถูกตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต จุลินทรีย์ดังกล่าวถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน (ICMSF, 1996) ผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปมีกระบวนการฆ่าเชื้อโดยการเคี่ยว ใช้อุณหภูมิสูงถึง 105-110 °ซ ระยะเวลา 5-8 ชั่วโมง จึงไม่มีโอกาสที่จะตรวจพบจุลินทรีย์ดังกล่าวได้เลย แต่ถ้าหากมีการตรวจพบในผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป แสดงว่าการปฏิบัติงานของกลุ่มแม่บ้านไม่ถูกต้องตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต เช่น ไม่ล้างมือหลังออกจากห้องน้ำและทำการผลิตต่อทันที เป็นต้น

- *S. aureus* *Salmonellae* spp. และ*V. parahaemolyticus* เป็นเชื้อที่ไม่สร้างสปอร์ ดังนั้นเชื้อจะถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน (ICMSF, 1996) ซึ่งจากผลการตรวจวิเคราะห์มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทางจุลชีววิทยาของอาหารประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไป กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536) แสดงว่าผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปมีการให้ความร้อนเพียงพอต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว

- *B. cereus* และ *C. perfringens* เป็นเชื้อที่สร้างสปอร์ และสปอร์จะสามารถทนความร้อนได้ค่อนข้างดี (ICMSF, 1996) นั้นหมายถึงกระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ต้องมีการให้ความร้อนในระดับที่สูงมากเพียงพอที่จะทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดได้ โดยเฉพาะหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ได้ควบคุมอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเคี่ยวให้คงที่ตลอดกระบวนการผลิต (105-110 °ซ 5-8 ชั่วโมง) ส่งผลดีต่อการทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ดังกล่าว โดยเฉพาะปริมาณ *B. cereus* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป เช่น ค่าวอเตอร์แอกติวิตี, ค่าพีเอช, ปริมาณกรดร้อยละ และปริมาณเกลือร้อยละ เท่ากับ 0.65, 4.99, 3.56 และ 6.92 ตามลำดับ เป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Wijtzes *et al.,* 1998) อาจส่งผลต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ได้

ตารางที่ 10 ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ของน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP

ตัวอย่าง	จุลินทรีย์	ปริมาณจุลินทรีย์		
		ก่อน	ค่ามาตรฐาน*	หลัง
บูดูข้าวยำสำเร็จรูป				
	Coliform bacteria (MPN/g)	<1.8	<500	<1.8
	E .coli (MPN/g)	<1.8	<3	<1.8
	Total bacteria (CFU/ g)	166 ± 8.89^{a}	10^{6}	53 ± 3.61^{b}
	B. cereus (CFU/ g)	6 ± 1.73^{a}	100	0 ± 0.00^{b}
	S. aureus (CFU/ g)	54 ± 4.00^{a}	100	13 ± 2.00^{b}
	Salmonellae spp. (CFU/ 25g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	C. perfringens (CFU/0.01 g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	V. parahaemolyticus (CFU/ 25g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ *ค่ามาตรฐานกำหนดทางจุลชีววิทยาของอาหารประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไป กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536)

ตัวอักษร a และ b ที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในกระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่กำหนดในมาตรฐานกำหนดทางจุลชีววิทยาของอาหารประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไปของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536) ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)