



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชื่อโครงการ

การสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่า

โดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์

โดย

ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล

อาจารย์วชิรญา เหลียวตระกูล

เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชื่อโครงการ

การสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่า

โดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์

โดย

ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล

อาจารย์วชิรญา เหลียวตระกูล

เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์นี้เป็นการดำเนินโครงการการสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าโดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ประจำปีงบประมาณ 2558 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย 1 ปี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงการ หน่วยนวัตกรรมเพื่อสังคมและชุมชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างมากในการดำเนินการวิจัยและการพัฒนาการวิจัยในโครงการให้เป็นไปในทิศทางที่มีประโยชน์อย่างสูงสุด จนกระทั่งการดำเนินโครงการนี้สำเร็จเรียบร้อย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน นักพัฒนาชุมชน กลุ่มเกษตรกร และกลุ่มแปรรูปในชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ในการเข้าทำวิจัยในพื้นที่ตำบลสามเรือน การให้ข้อมูลและการมีส่วนร่วมในโครงการวิจัยตั้งแต่แรกจนกระทั่งงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งขอขอบคุณชุมชนสามเรือนที่ยินดีให้ความร่วมมือในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการจัดเวทีเสวนาในการคืนข้อมูลเป็นอย่างดี และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ตลอดจนนักศึกษาที่ให้การช่วยเหลือด้านการทดลอง การวิเคราะห์ การฝึกอบรม และการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ จนทำให้ผลงานวิจัยครบถ้วนสมบูรณ์และมีประโยชน์ต่อการพัฒนาชุมชนในพื้นที่ต่อไป

ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล

หัวหน้าโครงการ

กุมภาพันธ์ 2559

Executive Summary

เห็ดดัดเต่าเป็นเห็ดปลอดสารพิษ มีเนื้อสัมผัสเหนียวและรสชาติดี สามารถปรุงอาหารได้หลายชนิด มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเห็ดดัดเต่าจะให้พลังงานและไขมันน้อย และมีเยื่อใยสูง (low fat and high fiber) ทั้งยังมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูง ถือเป็นอาหารประเภท light and healthy food ที่เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ แต่เห็ดดัดเต่าจะเพาะได้เฉพาะในฤดูกาลเท่านั้น ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เห็ดดัดเต่าแห้งและเห็ดดัดเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาและทำให้มีผลิตภัณฑ์เห็ดดัดเต่าจำหน่ายนอกฤดูกาลได้ และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดดัดเต่า จากการศึกษาโดยการนำเห็ดดัดเต่ามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์และมีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ร่วมกับชุมชนสามเรือนและผู้บริโภคทั่วไป พบว่าเห็ดดัดเต่าอบแห้งยังคงสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระประมาณร้อยละ 25 เทียบกับเห็ดดัดเต่าสด เมื่อบรรจุเห็ดดัดเต่าแห้งในถุงพลาสติกใสและปิดผนึกแบบสุญญากาศ สามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 6 เดือน ขนาดบรรจุ 25 กรัมต่อถุง และควรจำหน่ายในราคา 35 บาทต่อถุง และเห็ดดัดเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดยังคงมีปริมาณฟีนอลิกคงอยู่ร้อยละ 42.09 และมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระคงอยู่ร้อยละ 74.49 เทียบกับเห็ดดัดเต่าสด สามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 6 เดือน โดยไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเลย ขนาดบรรจุคือ น้ำหนักสุทธิ 290 กรัมต่อขวด มีปริมาณเนื้อเห็ดดัดเต่า 180 กรัมต่อขวด และควรจัดจำหน่ายที่ราคา 60 บาทต่อขวด

สำหรับการถ่ายทอดองค์ความรู้และเผยแพร่ผลงานวิจัยนั้น ได้แก่ การอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ชุมชนสามเรือนและผู้สนใจด้วยการฝึกปฏิบัติและการให้ความรู้โดยใช้สื่อและผลิตภัณฑ์ต้นแบบ การจัดเวทีในการคืนข้อมูลเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับชุมชนสามเรือนและบุคคลที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ โดยพบว่าชุมชนให้ความสนใจเห็ดดัดเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วเป็นพิเศษ เพราะสะดวกต่อการนำไปปรุงเป็นเมนูเห็ดดัดเต่าได้อย่างหลากหลาย และต้องการให้มีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์นี้ทั้งในชุมชนและในประเทศ นอกจากนี้ยังได้รวมตัวกันจัดตั้งกลุ่มพัฒนาร่วมใจ เพื่อแปรรูปเห็ดดัดเต่าและสินค้าเกษตรของชุมชนอีกด้วย และคณะวิจัยได้นำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ จำนวน 2 เรื่อง ในงานการประชุมวิชาการนานาชาติ “การยกระดับคุณภาพชีวิตและภูมิปัญญาท้องถิ่นอาเซียน” ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 30 พฤศจิกายน – 3 ธันวาคม 2558 ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้านานาชาติเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา จังหวัดเชียงใหม่ อีกด้วย

ชื่อโครงการ	การสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าโดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์
หัวหน้าโครงการ	ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล
ผู้ร่วมโครงการ	อาจารย์วชิรญา เหลียวตระกูล
ประจำปีงบประมาณ	2558

บทคัดย่อ

การสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าของชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่า และสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่เห็ดตับเต่าได้ เห็ดตับเต่าสด 100 กรัม จะให้พลังงาน 23.44 กิโลแคลอรี ประกอบด้วยน้ำ 93.06 กรัม โปรตีน 2.58 กรัม ไขมัน 0.07 กรัม เยื่อใย 0.44 กรัม เกลือ 0.72 กรัมและคาร์โบไฮเดรต 3.14 กรัม เห็ดตับเต่ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเห็ดหอม เห็ดออริโนจิและเห็ดนางฟ้า เห็ดตับเต่าที่อบแห้งด้วยเตาอบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง จะมีปริมาณความชื้นร้อยละ 14 และยังคงสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระประมาณร้อยละ 25 เทียบกับเห็ดตับเต่าสด เมื่อบรรจุเห็ดตับเต่าแห้งทั้งในถุงพลาสติกใสและปิดผนึก และแบบบรรจุในถุงพลาสติกใสและปิดผนึกแบบสุญญากาศ สามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 6 เดือน และเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1 จะมีปริมาณฟีนอลิกคงอยู่ร้อยละ 42.09 และมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระคงอยู่ร้อยละ 74.49 เทียบกับเห็ดตับเต่าสด และเนื้อเห็ดมีปริมาณเกลือร้อยละ 0.47 เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วสามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 6 เดือน โดยพบว่าปริมาณเกลือในเห็ดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งในเดือนที่ 6 มีปริมาณเกลือในเห็ดร้อยละ 0.55 และไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด จากการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า โดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน พบว่าชุมชนสามเรือนและผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน มีความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาได้เป็นอย่างมาก โดยบรรจุภัณฑ์ของเห็ดตับเต่าที่พัฒนาได้คือ เห็ดตับเต่าอบแห้งขนาดบรรจุ 25 กรัมต่อถุง บรรจุในถุงพลาสติกใสแบบสุญญากาศและติดฉลากที่ทำด้วยกระดาษคราฟท์สีน้ำตาล โดยควรจำหน่ายในราคา 35 บาทต่อถุง ส่วนเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุในขวดแก้วใสมีฝาปิดสนิท น้ำหนักสุทธิ 290 กรัมต่อขวด มีปริมาณเนื้อเห็ดตับเต่า 180 กรัมต่อขวด และควรจัดจำหน่ายที่ราคา 60 บาทต่อขวด จากนั้นคณะวิจัยได้ถ่ายทอดองค์ความรู้ในงานวิจัยนี้โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ชุมชนสามเรือนและผู้สนใจ จำนวน 42 คน โดยให้ผู้เข้าร่วมอบรมมีการฝึกปฏิบัติจริง และการให้ความรู้ โดยใช้สื่อแผ่นพับและผลิตภัณฑ์ต้นแบบ นอกจากนี้คณะวิจัยได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับชุมชนและประเมินผลการ

ดำเนินการร่วมกับชุมชน สามเรือนและบุคคลที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ โดยการจัดเวทีในการคืนข้อมูล
 อีก 2 ครั้ง พบว่าชุมชนให้ ความสนใจและต้องการเรียนรู้ในกระบวนการแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้ง
 และเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว เพราะ
 สะดวกต่อการนำไปปรุงเป็นเมนู เห็ดตับเต่าได้อย่างหลากหลาย และต้องการให้มีการจำหน่าย
 ผลิตภัณฑ์นี้ในวงกว้างต่อไป นอกจากนี้คนในชุมชนสามเรือนได้รวมตัวกันสร้างกลุ่มพัฒนาร่วมใจ เพื่อแปรรูป
 เห็ดตับเต่าและสินค้าเกษตรของชุมชนอีกด้วย

ABSTRACT

The added value of Tub Tao mushroom (*Phlebopus colossus* (R. Heim) Singer) of Samreun Sub-district, Bang Pa In District, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province was studied by extending the shelf life of the mushroom and development of the processed products. Fresh Tub Tao mushrooms provide 23.44 kilocalories/100 g, 93.06% of water, 2.58% of protein, 0.07 % of fat, 0.44% of fiber, 0.72% of ash and 3.14% of carbohydrate. They contain an efficient antioxidant activity, showing higher antioxidative properties than Shiitake mushroom, *Pleurotus eryngii* (Eryngii mushroom) and oyster mushroom. Dried Tub Tao mushrooms which were dried at 60 degree Celsius for 5 hours by a hot air oven, contained 14% of moisture and retained about 25% of antioxidative properties compared to the fresh mushroom. They were packed in plastic bags with and without vacuum and might be kept for 6 months at room temperature. Tub Tao mushroom in 1% brine is the most suitable condition due to the high antioxidant properties (remain 42.09% of total phenolic compounds and 74.49% of DPPH activity compared to the fresh mushroom), and the least salt content (0.47%). Moreover, the product might be stored at room temperature for at least 6 months which slightly increased in salt content up to 0.55% at the sixth month and without any microorganisms over the studied period. The communes and hundred consumers participated for the packaging development and they were very satisfied with the developed package of both processed products from Tub Tao mushrooms. Dried Tub Tao mushrooms in vacuum plastic bags and wrap with craft paper were set the price for 35 baht/bag which is 25 gram per bag. Tub Tao mushroom in brine, which the net weight of 290 grams per bottle and drained weight of 180 grams per bottle, was designed to be 60 baht per bottle by the consumers. The workshop was performed to transfer the research knowledge to the communes and other interested persons (42 of the participants) by theoretical and practical sections. Moreover, researches and communes had exchange their knowledge and evaluate the implementation of the project for 2 times. The community especially pays attention to Tub Tao mushroom in brine because this product can be cooked in variety of mushroom menus. They also would like to

distribute this product in a broad following. In addition, a producer group of the community was established during the project for production and distribution of processed mushrooms and any agricultural products in the community.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
Executive Summary	๗
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
حددดับเต่า	3
การแปรรูปอาหาร	6
การอบแห้ง	9
การอบแห้งแบบถาด	18
การแปรรูปโดยการให้ความร้อนด้วยการสเทอริไลซ์	19
อนุมูลอิสระ	23
สารต้านอนุมูลอิสระ	23
วิธีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ	27
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	31
การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของحددดับเต่า	31
การแปรรูปحددดับเต่า	32
การแปรรูปحددดับเต่าแห้ง	32
การแปรรูปحددดับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด	34
การศึกษาอายุการเก็บรักษาحددดับเต่าแห้งและحددดับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด	36

การศึกษาอายุการเก็บรักษาหีตดบเต้าแห้ง	36
การศึกษาอายุการเก็บรักษาหีตดบเต้าในน้ำเกลือบรรจุขวด	37
การสร้างแบรนต์ของผลิตภัณฑ์หีตดบเต้า	37
การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย	37
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย	38
ผลการศึกษาคคุณค่าทางโภชนาการ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของหีตดบเต้า	43
ผลการแปรรูปหีตดบเต้า	48
ผลการแปรรูปหีตดบเต้าแห้ง	48
ผลการแปรรูปหีตดบเต้าในน้ำเกลือบรรจุขวด	54
การศึกษาอายุการเก็บรักษาหีตดบเต้าแห้งและหีตดบเต้าในน้ำเกลือบรรจุขวด	57
การศึกษาอายุการเก็บรักษาหีตดบเต้าแห้ง	57
การศึกษาอายุการเก็บรักษาหีตดบเต้าในน้ำเกลือบรรจุขวด	59
การสร้างแบรนต์ของผลิตภัณฑ์หีตดบเต้า	61
การพัฒนาบรรจุภัณฑ์หีตดบเต้าแห้ง	66
ผลการแปรรูปหีตดบเต้าในน้ำเกลือบรรจุขวด	70
การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย	74
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	87
สรุปผลการวิจัย	87
ข้อเสนอแนะ	90
บรรณานุกรม	91
ภาคผนวก	99
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์	100
และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ	
ภาคผนวก ข แบบสอบถามการวิจัย	108
ภาคผนวก ค การเผยแพร่ผลงานวิจัย	117
ภาคผนวก ง กิจกรรมการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์โดยการมีส่วนร่วมกับชุมชน	123
ภาคผนวก จ ตารางแผนและผลการดำเนินการ	145

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 บัญชีน้ำหนักเนื้ออาหาร ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 144 (พ.ศ. 2535) เรื่องอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท	21
4.1 คุณภาพทางกายภาพ เคมีและคุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างเห็ด	45
4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของตัวอย่างเห็ด	46
4.3 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH radical scavenging activity) ของตัวอย่างเห็ด	47
4.4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ของตัวอย่างเห็ดตับเต่าแห้ง	53
4.5 คุณภาพของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือต่างกัน	56
4.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้ง (N=100)	69
4.7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือ บรรจุขวด (N=100)	73
จ.1 แผนการดำเนินงานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	146
จ.2 แผนกิจกรรม/ผลที่คาดว่าจะได้รับ/ผลการดำเนินการ	147

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เหตุดับเตาในพื้นที่บริเวณตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	4
2.2 กระบวนการระเหยของน้ำในการทำแห้ง	10
2.3 การเคลื่อนที่ของน้ำด้วยแรงผ่านช่องแคบ	12
2.4 การเคลื่อนที่ของน้ำด้วยการแพร่ผ่านเซลล์	12
2.5 การเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งกับความชื้นวัสดุ	14
2.6 การทำงานของเครื่องอบแห้งแบบถาดทั่วไป	18
2.7 โครงสร้างทางเคมีของกรดฟีนอล	25
2.8 ปฏิกริยาระหว่าง DPPH• และสารต้านอนุมูลอิสระ	29
3.1 การแปรรูปเห็ดดับเตาอบแห้ง	33
3.2 การแปรรูปเห็ดดับเตาในน้ำเกลือบรรจุขวด	35
4.1 การลงพื้นที่พบกับกลุ่มชุมชนและผู้นำชุมชน เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	38
4.2 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลชุมชน คือ แผนที่ ปฏิทินวิถีชีวิตและประวัติศาสตร์ ของชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	39
4.3 การลงพื้นที่พบกับกลุ่มชุมชนและผู้นำชุมชน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิเคราะห์ปัญหา และความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์เห็ดดับเตา	40
4.4 พื้นที่ที่มีการเพาะเห็ดดับเตาบริเวณโคต้นโสนในตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	42
4.5 เห็ดดับเตาที่เพาะในตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	42
4.6 เห็ดนางฟ้า (A) เห็ดออริโนจิ (B) เห็ดหอมสด (C) และเห็ดดับเตา (D)	44
4.7 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) ของ เห็ดดับเตา เห็ดหอมสด เห็ดออริโนจิ และเห็ดนางฟ้า	47
4.8 เห็ดดับเตาแห้งจากกรรมวิธีการอบแห้งโดยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกัน	48
4.9 กราฟการทำแห้งของเห็ดดับเตาที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง	49
4.10 ค่า water activity (a_w) ของเห็ดดับเตาแห้งที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 40, 50 และ	50

60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

4.11 ปริมาณความชื้นของเห็ดตับเต่าแห้งที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง	50
4.12 ค่าสี ของเห็ดตับเต่าแห้งด้วยอุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง	51
4.13 ค่าสี a^* ของเห็ดตับเต่าแห้งด้วยอุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง	51
4.14 ค่าสี b^* ของเห็ดตับเต่าแห้งด้วยอุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง	52
4.15 เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1, 1.5 และ 2	55
4.16 ค่า water activity (a_w) ของเห็ดตับเต่าแห้งที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน	58
4.17 ปริมาณความชื้นของเห็ดตับเต่าแห้งที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน	58
4.18 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเห็ดตับเต่าแห้งที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน	59
4.19 ค่าสี L^* , a^* และ b^* ของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดในระยะเวลา 6 เดือน	60
4.20 ปริมาณเกลือและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดในระยะเวลา 6 เดือน	61
4.21 กรอบแนวคิดของการสร้างแบรนด์ของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า	62
4.22 คณะวิจัยทำการปรึกษาร่วมกับชุมชนสามเรือน	63
4.23 บรรจุภัณฑ์ของเห็ดตับเต่าแห้งที่พัฒนาได้	63
4.24 บรรจุภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่พัฒนาได้	64
4.25 การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดร่วมกับชุมชนสามเรือน	65
4.26 เหตุผลในการตัดสินใจซื้อเห็ดตับเต่าอบแห้งในถุงพลาสติกสุญญากาศ ($N=100$)	68
4.27 เหตุผลในการตัดสินใจซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด ($N=100$)	72
4.28 การคืนข้อมูลให้แก่ชุมชนสามเรือน เมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2558	75
4.29 สื่อ เอกสารประกอบคำบรรยาย และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	76
4.30 คณะวิจัยให้ความรู้เกี่ยวกับการแปรรูปเห็ดตับเต่าแก่ชุมชนสามเรือน	77
4.31 คณะวิจัยทำการสาธิตการทำข้าวเกรียบเห็ดตับเต่าและให้ชุมชนฝึกปฏิบัติจริง	78
4.32 คณะวิจัยคืนข้อมูลงานวิจัยให้แก่ชุมชนสามเรือน กลุ่มพัฒนาร่วมใจ และผู้นำชุมชน	79
4.33 ประธานกลุ่มพัฒนาร่วมใจได้ทำข้าวเกรียบเห็ดตับเต่าที่ได้จากการเรียนรู้จากคณะวิจัยที่ไปถ่ายทอดความรู้ เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2559 ณ ศูนย์การเรียนรู้หมู่ที่ 5 ตำบลสามเรือน นำมาให้ผู้เข้าร่วมงานชิม	80

4.34 คณะวิจัยและผู้เข้าร่วมงาน “เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิธีชุมชนสามเรือน”	80
4.35 ผลลัพธ์ที่ปรับปรุงจากเห็ดตับเต่า	81
4.36 ผู้เข้าร่วมงานให้ความสนใจแก่ผลลัพธ์ที่ปรับปรุงจากเห็ดตับเต่าเป็นอย่างมาก	82
4.37 ภาพงาน“เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิธีชุมชนสามเรือน” จากสถานีข่าวเอทีวี อยุธยา	83
4.38 ข่าวงาน“เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิธีชุมชนสามเรือน” จากงานประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	84
4.39 ข่าวงาน“เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิธีชุมชนสามเรือน” จากหนังสือพิมพ์ไทยโพสต์	85
4.40 ข่าวงาน“เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิธีชุมชนสามเรือน” จากหนังสือพิมพ์เดลินิวส์	86
ก.1 แผ่น 3M Petrifilm™ Aerobic Count Plate	106
ก.2 โคลีนีสีแดงบนแผ่น 3M Petrifilm™ Aerobic Count Plate หลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง	107

บทที่ 1 บทนำ

สัญญาเลขที่	:RDG58A0002/08
ชื่อโครงการ	: การสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าโดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์
หัวหน้าโครงการ	: ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล
หน่วยงานต้นสังกัด	: คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
หน่วยงานร่วมโครงการ	: องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ระยะเวลาดำเนินการ	: 1 ปี (ตั้งแต่วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2558 ถึงวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2559)

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการสำรวจบริบทของชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เมื่อวันที่ 3 ธันวาคม 2557 ณ ศูนย์การเรียนรู้ตำบลสามเรือนนั้น พบว่าชุมชนนี้เป็นชุมชนที่ทำการเกษตรโดยมีผลผลิตหลักคือเห็ดตับเต่า ที่มีเฉพาะตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม การเพาะเลี้ยงและจำหน่ายเห็ดตับเต่าเป็นอาชีพและรายได้หลักของเกษตรกรบ้านสามเรือน โดยได้จัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนผู้เพาะเห็ดตับเต่าชุมชนสามเรือน อ.บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา มีจำนวนเกษตรกรประมาณ 100 ราย และมีพื้นที่ในการเพาะเห็ดทั้งหมดประมาณ 200 ไร่ โดยมีราคาขายอยู่ที่กิโลกรัมละ 80-150 บาท ขึ้นกับช่วงฤดูกาล ในพื้นที่ตำบลสามเรือนนี้สามารถผลิตเห็ดตับเต่าได้ประมาณ 5 ตัน จากภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนในการเพาะเห็ดตับเต่า ทำให้มีผู้สนใจมาศึกษาดูงานการเพาะเห็ดตับเต่าตลอดทั้งปี พร้อมกันนี้ทางจังหวัดพระนครศรีอยุธยาได้ส่งเสริมและพัฒนาให้ชุมชนสามเรือนเป็นแหล่งท่องเที่ยว โดยเน้นการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ (ทางน้ำ) เพื่อสนับสนุนให้민ักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมเห็ดตับเต่า รวมทั้งมีโครงการจะทำตลาดน้ำเพื่อจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในชุมชน ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น สร้างความเข้มแข็งและยั่งยืนให้กับชุมชน เป็นการเชิดชูและคงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ของชุมชน เห็ดตับเต่านี้สามารถนำไปประกอบเป็นอาหาร และสมุนไพรรักษาโรคได้ มีคุณสมบัติเป็นสมุนไพรที่ใช้บำรุงกำลัง บำรุงตับและปอด เห็ดตับเต่าสามารถนำไปประกอบเป็นอาหารได้โดยนำเอาเห็ดตับเต่ามาปรุงเป็นแกงผสมกับผักหลายชนิด รสชาติดี เนื้อเห็ดมีความหนา เคี้ยวได้อย่างเต็มที่ ส่วนโคนก้านของเห็ดตับเต่ามีเนื้อมากกว่าเห็ดโดยทั่วไป เมื่อเคี้ยวจะมีความเหนียวหนืด และนุ่มกรอบ ซึ่งต่างจากเห็ดชนิดอื่น และจากการสอบถามความต้องการของชุมชนเมื่อวันที่ 8 ธันวาคม 2557

ณ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน นั้น พบว่าทางวิสาหกิจชุมชนผู้เพาะเห็ดตับเต่าชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีความต้องการอย่างจำเป็นและเร่งด่วนสำหรับองค์ความรู้และเทคโนโลยีในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า เพื่อเน้นการแก้ไขปัญหาราคาเห็ดตับเต่าตกต่ำ หรือให้สามารถมีผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าจำหน่ายนอกฤดูกาลได้ โดยยืดอายุการเก็บรักษาได้แก่ การแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้ง และเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว รวมทั้งการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า โดยต้องมีการสร้างแบรนด์หรือพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากเรื่องราวที่สำคัญในชุมชนเกี่ยวกับเห็ดตับเต่า ทั้งนี้เพื่อจำหน่ายให้แก่นักท่องเที่ยวและผู้สนใจ ซึ่งมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาวิจัยโดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์การอาหาร และนำผลงานวิจัยไปถ่ายทอดให้แก่ชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อแปรรูปเห็ดตับเต่า
2. เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่า
3. เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าโดยการสร้างแบรนด์
4. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ชุมชนสามเรือน

ประโยชน์ที่ได้รับ

ชุมชนสามเรือนสามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดตับเต่า ได้แก่ เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่าให้จำหน่ายในช่วงนอกฤดูกาลได้ และสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าได้

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เห็ดตับเต่า

เห็ดตับเต่า หรือเห็ดตับเต๋าดำ มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Phlebopus colossus* (R. Heim) Singer จะมีลักษณะเป็นดอกเดี่ยว หรือกลุ่มโคนของดอกติดกัน เห็ดชนิดนี้จะมีสีออกน้ำตาล น้ำตาลเข้ม ไปจนถึงสีดำ เนื้อเห็ดตับเต่าจะสีเหลือง หมวกเห็ดเป็นรูปกระทะคว่ำ ดอกอ่อนมีขนละเอียดคล้ายกำมะหยี่ เห็ดตับเต่ามีสีน้ำตาลเมื่อบานเต็มที่ บริเวณกลางหมวกเว้าเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลเข้มอมเหลืองอ่อนปริแตกเป็นแฉ่งๆ ด้านล่างของหมวกมีรูกลมเล็กๆ สีเหลือง ปากรูเชื่อมติดเป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อบานเต็มที่เนื้อจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียวหม่นและเขียวหม่นอมน้ำตาล ก้านอวบใหญ่สีน้ำตาลอมเหลือง โคนก้านโป่งเป็นกระเปาะ บางส่วนนูนและเว้าเป็นร่องลึก (Seehanan and Petcharat, 2008) เมื่อตัดหรือหั่นหรือสัมผัสกับอากาศ เนื้อเห็ดตับเต่าจะมีสีน้ำตาลอมเขียว เห็ดตับเต่าจัดเป็นเชื้อราในกลุ่มเอ็คโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhizal fungi) ซึ่งอาศัยร่วมกับรากพืชแบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis relationships) เชื้อราเจริญห่อหุ้มรากพืช ช่วยให้รากพืชสามารถรักษาความชื้นได้ดีขึ้นรวมทั้งป้องกันการเกิดโรคที่ระบบรากได้ด้วย อีกทั้งเชื้อราดังกล่าวยังช่วยละลายธาตุอาหารในดินที่ละลายตัวยากให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที ส่งผลให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดีขึ้น (ธงชัย, 2546) โดยปกติเห็ดตับเต่าจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ไม่สามารถเพาะได้ แต่เป็นที่น่าสนใจที่ชุมชนตำบลสามเรือน อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยาสามารถเพาะเห็ดตับเต่าโดยจำลองสภาวะการเจริญเติบโตของเห็ดที่เหมาะสมได้ เห็ดตับเต่าจะขึ้นในบริเวณที่ชื้นใกล้แหล่งน้ำ ซึ่งพื้นที่ตำบลสามเรือนนี้ เป็นลักษณะพื้นที่ลุ่ม มีคลองโพธิ์ไหลผ่านและมีลักษณะเป็นป่าไผ่ที่เอื้อต่อการเจริญของเห็ดตับเต่าได้เป็นอย่างดี เห็ดตับเต่าจะขึ้นในบริเวณที่ขึ้นอนุกรมวิธานประมาณ 31 องศาเซลเซียส เห็ดตับเต่าเจริญเติบโตได้ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงกรกฎาคม แต่พบมากที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคมและมิถุนายนของทุกปี ดังแสดงในภาพที่ 2.1

เห็ดตับเต่าถือเป็นอาหารสุขภาพ รับประทานแล้วได้ประโยชน์ต่อร่างกาย เห็ดตับเต่าส่วนที่รับประทานได้เตรียมสดมีองค์ประกอบทางเคมีโดยมีความชื้นสูงถึงกว่าร้อยละ 80 มีโปรตีนถึงร้อยละ 6.95 มีวิตามิน A และวิตามิน E 9.43 และ 2.37 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ และมีคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยมี scavenging effect ถึงร้อยละ 16.67 (ทศพรและคณะ, 2557) ส่วนสรรพคุณทางยาของเห็ดตับเต่านั้นเป็นยาบำรุงหัวใจ บำรุงกำลัง บำรุงตับ บำรุงปอด กระจายโลหิต และดับพิษร้อนภายในร่างกาย นอกจากนี้ยังช่วยบำบัดอาการปวดหลัง ปวดข้อ ปวดเส้นเอ็นและกระดูก ป้องกันการชักกระตุก คนจีนใช้เป็นสมุนไพร แก้เคล็ดขัดยอก และปวดกระดูก



ภาพที่ 2.1 เห็ดตับเต่าในพื้นที่บริเวณตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

เห็ดในกลุ่ม *Boletus edulis* ซึ่งเป็นเห็ดตระกูลใกล้เคียงกันกับเห็ดตับเต่านี้ประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคส แกลกโทส รัมโนส และอะราบิโนส มีปฏิกริยาในการปรับภูมิคุ้มกันและใช้ในการป้องกัน มะเร็งได้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wang *et al.*, 2014) ปริมาณโปรตีนในเห็ดแห่งกลุ่ม *Boletus* มีปริมาณ โปรตีนสูงกว่าเห็ดสายพันธุ์อื่น ปริมาณเบต้ากลูแคนอยู่ระหว่างร้อยละ 2-13 ของปริมาณเยื่อใยอาหาร ทั้งหมด ปริมาณไคตินอยู่ในช่วง 0.5-3.3 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักที่รับประทานได้ (Manzi *et al.*, 2004) นอกจากนี้ในเห็ด *Boletus edulis* ยังมีรสอูมามิค่อนข้างสูงสามารถใช้เป็นส่วนผสมอาหารได้ (Shu-Yao *et al.*, 2008) เห็ดตับเต่านี้นำไปประกอบเป็นอาหารได้โดยนำเอาเห็ดตับเต่ามาปรุงเป็นแกง ผสมกับผักหลายชนิด รสชาติดี เนื้อเห็ดมีความหนา เคี้ยวได้อย่างเต็มที่ ส่วนโคนก้านของเห็ดตับเต่ามีเนื้อ มากกว่าเห็ดโดยทั่วไป เมื่อเคี้ยวจะมีความเหนียวซึ่งต่างจากเห็ดชนิดอื่น ส่วนใหญ่ในการปรุงเป็นอาหาร นิยมใช้ทั้งดอกเห็ดตับเต่า และเนื่องจากเห็ดตับเต่าจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จึงเป็นเห็ดปลอดสารพิษ อย่างแท้จริง ส่วนการแปรรูปสามารถทำได้หลายวิธี เพื่อเป็นการถนอมรักษาและยืดอายุการเก็บรักษาเห็ด ตับเต่า เช่น การแช่แข็งซึ่งไม่ทำให้เห็ดตับเต่าเสื่อมสภาพ แต่จะทำให้เนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป น้ำพริกเผาเห็ดตับเต่าสามารถใช้เห็ดตับเต่าได้ถึงร้อยละ 33 ของส่วนผสมทั้งหมด เห็ดสวรรค์หรือเห็ด

สามารถ หรือเห็ดอบกรอบปรุงรส สามารถใช้เห็ดดับเต่าและเห็ดนางฟ้าได้ในปริมาณหนึ่งต่อหนึ่ง (ทศพร และคณะ, 2557)

ส่วนใหญ่ในการปรุงเห็ดดับเต่าเป็นอาหาร นิยมใช้ทั้งดอกเห็ดทำเป็นแกงลาวใส่ยอดผักทอง หน่อไม้สด ใส่ใบแมงลักเพิ่มกลิ่นหอมเป็นซุสให้ชวนรับประทานยิ่งขึ้น สำหรับเครื่องประกอบจะมีพริก ขี้หนูสด หรือพริกขี้หนูแห้ง หอมแดง ข่าและตะไคร้ โขลกให้ละเอียดคั่วกับน้ำจนเดือดแล้วใส่เห็ดดับเต่า ปรุงรสด้วยน้ำปลาหรือใช้เกลือแทน น้ำตาลทรายเล็กน้อยโรยด้วยใบแมงลัก เนื้อเห็ดจะชุ่มน้ำแกงทำให้ มีเนื้อสัมผัสที่กรอบและมีรสชาติดี อาจจะใส่เห็ดเผาะหรือเห็ดฟางลงไปทำเป็นแกงเห็ดรวม หรือนำมา ทำแกงคั่วเห็ดดับเต่าใส่ปลาสดย่าง ทำน้ำพริกเห็ดดับเต่า เป็นต้น เมื่อนำไปปรุงเป็นอาหารแล้วจะมี รสชาติดีไม่แพ้เห็ดทรัฟเฟิลของฝรั่งเศสที่มีราคาแพงมาก และเห็ดดับเต่าจะมีสีดำเหมือนกัน ที่สำคัญจะ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเช่นกัน จึงเป็นเห็ดปลอดสารพิษอย่างแน่นอน รับประทานแล้วได้คุณค่าทาง อาหารอย่างเต็มเปี่ยม (ศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยอำเภอไทยเจริญจังหวัด ยโสธร, 2556) ส่วนการถนอมรักษาเห็ดดับเต่าสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การแช่แข็งเห็ดดับเต่าซึ่งไม่ทำ ให้เกิดการเสื่อมสภาพ แต่ทำให้เนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย เห็ดดับเต่าแห้งโดยนำเห็ดดับเต่าสด มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จนกระทั่งความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 12 แล้ว นำมาทำให้คืนตัวหรือ rehydrate โดยการแช่น้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วต้มในน้ำเกลือเป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปปรุงอาหาร การแปรรูปเห็ดดับเต่าทำได้หลายแบบ เช่น น้ำพริกเผาเห็ดดับเต่าสามารถใช้เห็ด ดับเต่าได้ถึงร้อยละ 33 ของส่วนผสมทั้งหมด การทำเห็ดสวรรค์ หรือเห็ดสามารถ หรือเห็ดอบกรอบปรุงรส สามารถใช้เห็ดดับเต่าและเห็ดนางฟ้าได้ในปริมาณ 50 : 50 การทำหมุยอ โดยใช้เห็ดดับเต่าแทนที่เนื้อหมู สามารถใช้ได้ปริมาณร้อยละ 10 ของปริมาณเนื้อหมู และการใช้เห็ดดับเต่าเสริมลงในบะหมี่ในระดับ ร้อยละ 9.89 ทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับไม่แตกต่างจากการใช้แป้งสาลีแต่เพียงอย่างเดียว (ทศพรและ คณะ, 2557) เห็ดดับเต่ามีศักยภาพที่จะแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆได้ เพื่อช่วยให้เก็บรักษาไว้ได้นานนอก ฤดูกาลเก็บเกี่ยว และสามารถมีบริโภคได้ตลอดทั้งปี

ในพื้นที่ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีเกษตรกรผู้เพาะเห็ด ดับเต่ากระจายทั่วทั้งตำบลประมาณ 100 ราย และมีพื้นที่ในการเพาะเห็ดทั้งหมดประมาณ 200 ไร่ โดยมี ราคาขายอยู่ที่กิโลกรัมละ 80-150 บาทขึ้นอยู่กับฤดูกาล ในพื้นที่ตำบลสามเรือนนี้สามารถเพาะเห็ด ดับเต่าได้มากกว่า 5 ตันต่อปี เห็ดดับเต่าสามารถนำไปประกอบเป็นอาหารได้โดยนำเอาเห็ดดับเต่ามาปรุง เป็นแกงผสมกับผักหลายชนิด รสชาติดี เนื้อเห็ดมีความหนา ส่วนโคนก้านของเห็ดดับเต่ามีเนื้อมากกว่า เห็ดโดยทั่วไป เมื่อเคี้ยวจะมีความเหนียว จากการที่เห็ดดับเต่าสามารถเพาะได้เฉพาะในฤดูกาลและไม่สามารถเพาะเห็ดดับเต่านอกฤดูกาลได้ ดังนั้น การแปรรูปเป็นเห็ดดับเต่าแห้งและเห็ดดับเต่าในน้ำเกลือ

บรรจุขวดและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้ดับเต่าแห้งและให้ดับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อสามารถจัดจำหน่ายให้ดับเต่านอกฤดูกาลได้ รวมทั้งเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ให้ดับเต่า โดยมีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ร่วมกับชุมชนสามเรือน และใช้แบบสอบถามสำหรับผู้บริโภคทั่วไปเพื่อประโยชน์ในการจัดจำหน่ายให้แก่นักท่องเที่ยวและผู้บริโภคทั่วไป นอกจากนี้ทางชุมชนกำลังพัฒนาให้พื้นที่ชุมชนสามเรือนเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ทำให้มีนักท่องเที่ยวและผู้สนใจมาศึกษาดูงานการเพาะให้ดับเต่าเป็นจำนวนมาก ชุมชนสามเรือนจึงต้องการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์แปรรูปจากให้ดับเต่า โดยจัดตั้งเป็นกลุ่มแปรรูปชุมชนสามเรือน ซึ่งทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น สร้างความเข้มแข็งและยั่งยืนให้กับชุมชน เป็นการเชิดชูและคงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ของชุมชน

การแปรรูปอาหาร

หลักการแปรรูปอาหารมีหลายวิธี บางวิธีทำได้ง่ายโดยสามารถทำได้ในระดับครัวเรือน แต่บางวิธีต้องทำในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งอาหารที่ผ่านการแปรรูปแล้วบางอย่างเก็บได้หลายวัน บางอย่างเก็บได้เป็นเดือน และบางอย่างเก็บได้เป็นปีโดยยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ก่อนที่จะแปรรูปหรือถนอมอาหาร ควรทราบสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหาร เพื่อจะได้เลือกวิธีการแปรรูปอาหารได้อย่างเหมาะสม สำหรับสาเหตุการเสื่อมเสียของอาหารส่วนใหญ่เกิดจากเอนไซม์ (enzyme) มีอยู่ในวัตถุดิบทั่วไปทั้งอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้ เอนไซม์เป็นสารอินทรีย์ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต เช่น เอนไซม์ในผลไม้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนเป็นน้ำตาล เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส ทำให้เกิดการสุกงอม เอนไซม์ถูกทำลายได้โดยความร้อน เช่น การลวก การต้ม ส่วนการเก็บในที่เย็น เอนไซม์จะหยุดทำงานชั่วคราว หรือทำงานช้าลง และเกิดจากจุลินทรีย์ (microorganism) ได้แก่ เชื้อรา แบคทีเรีย ยีสต์ พบทั่วไปในน้ำ อากาศ และดิน โดยปนเปื้อนเข้ามาตั้งแต่กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว หรือการขนย้ายที่ไม่ถูกวิธี ทำให้ผักหรือผลไม้ชำรุดเสียหาย จุลินทรีย์จะปนเปื้อนเข้าไปตามรอยขีด ทำให้เกิดการเน่าเสีย นอกจากนี้การเสื่อมเสียของอาหารอาจเกิดเนื่องจากปฏิกิริยาเคมี เช่น การเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน ทำให้อาหารเหม็นหืน ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ส่วนสาเหตุอื่นๆ ได้แก่ เกิดจากการใช้ภาชนะบรรจุที่ไม่เหมาะสม ทำให้อาหารที่ควรจะกรอบกลายเป็นนิ่ม ส่วนการใช้วิธีการเก็บเกี่ยวไม่เหมาะสม ตลอดจนการขนส่งและการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม จะช่วยทำให้เกิดการเสื่อมเสียให้เกิดขึ้น

วิธีการแปรรูป

การแปรรูปอาหารมีหลายวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันมี 6 วิธี (รุ่งนภา, 2535; วิไล, 2546; พรพล, 2545) คือ

1. การใช้ความร้อนในการทำลายจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหารมี 2 วิธี คือ

1.1 การพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization) เป็นการใช้ความร้อนต่ำกว่าจุดเดือด อุณหภูมิประมาณ 60-85 องศาเซลเซียส ความร้อนระดับนี้สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคต่อมนุษย์และทำให้อาหารปลอดภัย แต่ไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทุกชนิด จำเป็นต้องใช้วิธีการถนอมอาหารอื่นร่วมด้วย เพื่อให้ยืดอายุการเก็บได้นานขึ้นก่อนถึงมือผู้บริโภค เช่น นมโรงเรียนต้องเก็บในถังแช่น้ำแข็งหรือตู้เย็น เป็นต้น

1.2 การสเตอริไลส์ (sterilization) เป็นการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่าเพื่อทำลายจุลินทรีย์และสปอร์ที่มีอยู่ในอาหาร สามารถเก็บได้นานขึ้นในอุณหภูมิห้องประกอบด้วย

1.2.1 อาหารกระป๋อง (canning) เป็นเทคโนโลยีการใช้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์ในอาหาร และเมื่อผ่านความร้อนแล้วอาหารจะต้องบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทและในระบบสุญญากาศ เพื่อป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์เข้าไปปะปนในอาหารอีก สามารถเก็บรักษาอาหารได้ในอุณหภูมิห้อง

1.2.2 ยูเอชที (ultra high temperature: UHT) เป็นกระบวนการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 135-150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-4 วินาที เช่น นมยูเอชที น้ำผลไม้ยูเอชที เป็นต้น

2. การถนอมอาหารโดยใช้ความเย็น เป็นการทำให้กระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และกิจกรรมของเอนไซม์เกิดได้ช้าลง โดยการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำลง แต่ไม่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยวิธีการดังนี้

2.1 การแช่เย็น (chilling) เป็นการเก็บรักษาอาหารสดหรืออาหารที่ผ่านการแปรรูปโดยใช้อุณหภูมิในระดับตู้เย็น ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ช้าลง ไม่สามารถแบ่งตัวเพิ่มจำนวนและทำให้อาหารเสียได้ จึงสามารถเก็บอาหารได้นานกว่าเก็บที่อุณหภูมิห้อง และยังช่วยป้องกันการเปรี้ยวของนม การเหี่ยวของกะหล่ำปลีและการหืนของไขมันได้

2.2 การแช่เยือกแข็ง (freezing) เป็นการใช้อุณหภูมิในระดับที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำคือต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส การแช่เยือกแข็งเป็นการทำให้น้ำอิสระในอาหารกลายเป็นน้ำแข็งเพื่อป้องกันและควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และแบคทีเรีย อุณหภูมิที่ต่ำมากจนถึง -10 องศาเซลเซียส ยังทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ช้าลง ถ้าจะป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น รสของอาหารจากปฏิกิริยาของเอนไซม์จะต้องลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า -180 องศาเซลเซียส สำหรับผักและผลไม้ก่อนนำไปแช่เยือกแข็งให้นำไปลวกเพื่อทำลายเอนไซม์ก่อน นิยมใช้กับอาหารที่ปรุงเสร็จแล้ว และบรรจุภัณฑ์พร้อมจำหน่าย นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพราะผู้บริโภคประหยัดเวลาและแรงงานในการประกอบอาหาร ถึงแม้จะมีราคาสูงแต่รสชาติดีกว่าอาหารกระป๋อง

3. การถนอมอาหารโดยการหมักดอง เป็นการถนอมอาหารโดยใช้ความเข้มข้นของเกลือ น้ำส้ม และน้ำตาล ควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยการจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมเพื่อการเจริญเติบโต การหมักดองมี 4 ประเภท คือ

3.1 การหมักที่ทำให้เกิดแอลกอฮอล์ เช่น การทำไวน์ การทำเหล้า การทำเบียร์ เป็นต้น

3.2 การหมักที่ทำให้เกิดกรดแลคติก เช่น การทำน้ำส้มสายชู เป็นต้น

3.3 การหมักที่ทำให้เกิดกรดแลกติก เช่น การทำแหนม การทำนมเปรี้ยว การดองผักต่างๆ เป็นต้น

3.4 การหมักอื่นๆ เช่น การทำกะปิ ปลาเฒ่า ปลาร้า เต้าเจี้ยว เป็นต้น

4. การถนอมอาหารโดยการทำให้แห้ง เป็นการลดปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร โดยให้ระเหยออกไปให้มากที่สุด มีผลให้กระบวนการเมตาบอลิซึมและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เกิดได้ช้าลง การทำให้แห้งมี 2 วิธี คือ

4.1 การทำให้แห้งโดยอาศัยธรรมชาติเป็นวิธีที่ง่ายและประหยัดมากที่สุด โดยเฉพาะในประเทศไทยที่มีแสงแดดเพียงพอ แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณภาพต่ำ จะทำได้ก็ต่อเมื่อมีแสงแดดเท่านั้น อาหารแห้งไม่ต่อเนื่องและอาจเน่าเสียระหว่างการรอตากครั้งต่อไป การผึ่งแดดยังทำให้เสียคุณค่าทางอาหารมาก และผลิตภัณฑ์ไม่ค่อยสะอาด อาหารที่นิยมนำมาทำแห้ง เช่น ปลา เนื้อสัตว์ เครื่องเทศ ผักผลไม้ เป็นต้น

4.2 การทำให้แห้งโดยอาศัยวิธีการเป็นการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้อาหารแห้งด้วยเครื่องจักรอื่นๆ เช่น ตู้อบลมร้อน เครื่องพ่นฝอย เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง เครื่องทำแห้งแบบอบแห้งเยือกแข็ง เป็นต้น การทำให้อาหารแห้งโดยวิธีนี้ สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมในการทำแห้งและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ

5. การถนอมอาหารโดยใช้สารเคมี สารเคมีที่ใช้เพื่อการถนอมอาหารมีจุดประสงค์เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย รวมถึงเพื่อปรับปรุงลักษณะสัมผัส กลิ่น รส และป้องกัน การเหม็นหืนของอาหาร โดยชนิดและปริมาณที่ใช้ต้องเป็นไปตามพระราชบัญญัติอาหารของกระทรวงสาธารณสุข ได้แก่

5.1 น้ำตาล น้ำตาลจะรวมกับน้ำในอาหารและดึงน้ำออกจากเซลล์ของจุลินทรีย์ด้วยทำให้จุลินทรีย์ไม่มีน้ำและความชื้นเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ การถนอมอาหารด้วยวิธีการเติมน้ำตาลมักใช้ในผัก ผลไม้ และน้ำผลไม้ เช่น ผลไม้เชื่อม แยม ผักแช่อิ่ม น้ำผลไม้เข้มข้น เป็นต้น ปริมาณน้ำตาลที่ใช้จะต้องมีความเข้มข้นร้อยละ 60 - 70

5.2 น้ำส้มสายชู เป็นการทำให้อาหารมีความเป็นกรดมากขึ้นมีผลทำให้สภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ อาหารจึงไม่เน่าเสีย เช่น การทำผักดอง ผลไม้ดอง เป็นต้น

5.3 เกลือ ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และทำให้อาหารเก็บได้นาน โดยเกลือจะรวมกับน้ำในอาหารและดึงน้ำออกจากเซลล์ของจุลินทรีย์เช่นเดียวกับการเติมน้ำตาล การถนอมอาหารด้วยการเติมเกลือมักใช้กับผัก ผลไม้และเนื้อปลา

5.4 สารกันเสีย ได้แก่ สารเคมีที่สามารถป้องกันการเน่าเสียของอาหาร เช่น กรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก เกลือซัลไฟด์ เป็นต้น สารเหล่านี้จะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตช้าลง

5.5 การรมควัน ควันที่ได้จากการรมควันอาหาร ประกอบด้วยสารฟีนอล (phenol) กรดฟอร์มิก กรดแอสติกและเมทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งจะทำให้เมทาบอลิซึมและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหารช้าลง การรมควันเป็นการถนอมอาหารที่ต่างไปจากการตากแห้งธรรมดา นอกจากจะทำให้อาหารแห้งแล้ว ยังช่วยรักษาอาหารให้เก็บได้นาน มีกลิ่นหอมและรสชาติแปลกจึงเป็นที่นิยมกันมาก

5.6 แอลกอฮอล์ เป็นการดึงน้ำออกมาจากอาหาร ทำให้เมทาบอลิซึมและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ช้าลง

6. การถนอมอาหารโดยการอาบรังสี การฉายรังสีเป็นวิธีการถนอมอาหารที่ต้องการเลี่ยงการใช้ความร้อน เนื่องจากความร้อนสามารถเปลี่ยนแปลงสมบัติด้านประสาทสัมผัสของอาหารได้ รังสีชนิดที่แตกตัวได้ที่มีคลื่นช่วงสั้น สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การทำงานของเอนไซม์ การเจริญเติบโตของไข่และตัวอ่อนของแมลงและป้องกันการงอกของเมล็ดพืช ผลไม้ โดยยังคงคุณค่าทางโภชนาการ ลักษณะและรสชาติของอาหารได้ดี รังสีที่ใช้ในการถนอมอาหารมี 3 ชนิด คือ รังสีแกมมา (Gamma ray) รังสีเอกซ์ (X-ray) และอิเล็กตรอนกำลังสูง (high speed electron) ในปัจจุบันผู้บริโภคยังไม่มั่นใจในความปลอดภัยของอาหารฉายรังสี แต่จากการ ประกาศขององค์การอนามัยโลกและทบวงพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศว่า ถ้าอาหารใดได้อาบรังสีไม่เกิน 10 กิโลเกรย์ จะไม่มีรังสีตกค้างในอาหารและไม่ทำให้อาหารนี้กลายเป็นสารกัมมันตภาพและจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาใดๆ ด้านความปลอดภัย ดังนั้นอาหารอาบรังสีจึงเหมาะที่จะบริโภค

การอบแห้ง

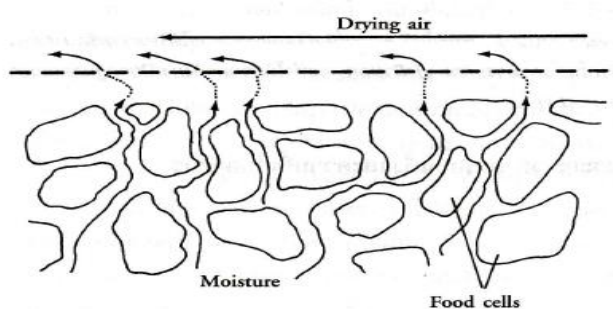
การทำอาหารแห้งเป็นการดึงน้ำออกจากอาหาร เป็นการถนอมอาหารแบบหนึ่งที่ทำได้ง่าย เป็นวิธีที่เก่าแก่ที่สุดวิธีหนึ่ง สามารถเก็บรักษาได้นานเป็นปี จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณความชื้นที่จะป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ โดยทั่วไปควรจะดึงน้ำออกให้เหลือน้อยกว่าร้อยละ

10 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบเป็นสำคัญ ถ้าจะป้องกันการเสื่อมเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ควรจะลดต่ำลงจนถึงประมาณร้อยละ 5 (รุ่งนภา, 2535)

กลไกการทำแห้ง

เมื่ออากาศร้อนสัมผัสกับอาหารที่เปียกชื้น ความร้อนจะถ่ายเทไปที่ผิวนอกของอาหาร ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้ำ (latent heat of vaporization) จะทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำ แล้วแพร่กระจายผ่าน boundary film ของอากาศ และพาไอน้ำระเหยออกไป โดยมีอากาศแห้งเข้ามาแทนที่ ดังภาพที่ 2.2 ทำให้บริเวณผิวนอกของอาหารจะมีความดันไอลดต่ำลง เกิดความแตกต่างของความดันไอน้ำของน้ำระหว่างอากาศภายนอกของอาหารกับความชื้นในชิ้นอาหาร จึงเป็นแรงขับให้น้ำจากภายในอาหารจะเคลื่อนย้ายออกมาที่ผิวนอกของอาหารด้วยกลไกดังนี้ (นิธิยา, 2544)

1. การเคลื่อนที่โดยแรงคาปิลลารี (capillary force) ซึ่งจะขึ้นมากในช่วงที่อาหารมีความชื้นอยู่สูง ระยะทางการเดินทางของน้ำมาสู่ผิวอาหารยังสั้นอยู่
2. การเคลื่อนที่โดยการแพร่กระจายของน้ำ เนื่องจากตัวถูกละลายมีความเข้มข้นต่างกันที่บริเวณต่างๆ กันในชิ้นอาหาร
3. การแพร่ของของเหลวถูกดูดซับ โดยผิวหน้าของของแข็งในอาหาร
4. ความแตกต่างของความดันไอน้ำทำให้เกิดการแพร่ของไอน้ำในช่องอากาศของอาหาร โดยการแพร่ในรูปแบบต่างๆ จะเกิดเมื่อน้ำในอาหารลดน้อยลงและระยะทางการเคลื่อนของน้ำในอาหารมาสู่ผิวนอกเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2.2 กระบวนการระเหยของน้ำในการทำแห้ง

ที่มา : วิไล (2546)

กระบวนการทำแห้งอาหาร

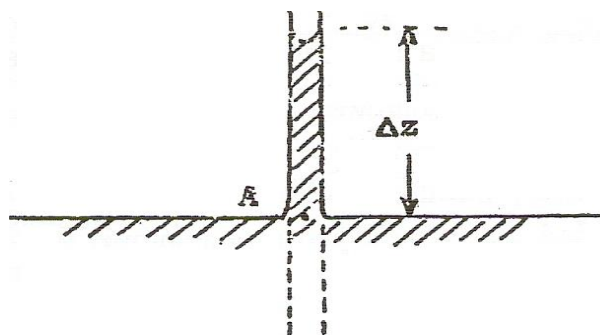
สมบัติ (2529) กล่าวว่าการทำแห้งคือ การลดความชื้นในอาหารหรือการลดค่า a_w ของอาหาร ค่า a_w มาจากคำว่า available water หรือ water activity หมายถึง ปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์จะสามารถนำไปใช้ในการเจริญได้ น้ำที่มีอยู่ในอาหาร (water content of food) ทุกชนิดจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบในปริมาณมากน้อยแตกต่างกันตั้งแต่ร้อยละ 10-95 โดยน้ำหนัก อาหารที่มีน้ำมากจะเกิดการเสื่อมเสียเร็ว แต่ปริมาณน้ำอย่างเดียวไม่สามารถที่จะบ่งชี้ว่าอาหารนั้นจะเสื่อมเสียได้เร็วหรือช้า เพราะองค์ประกอบของอาหารแตกต่างกัน น้ำที่มีอยู่ในอาหารแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. น้ำอิสระ (free water) หมายถึงน้ำที่อยู่ในเซลล์พืช เซลล์สัตว์ ไซโทพลาซึม ช่องว่างระหว่างเซลล์ ท่อส่งน้ำ ท่ออาหาร น้ำอิสระสามารถดึงออกจากอาหารได้ง่ายๆ โดยใช้พลังงานความร้อนและแสง ในช่วงการอบแห้งที่อัตราเร็วคงที่ น้ำอิสระเป็นน้ำที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเป็นน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เพื่อการเจริญและการสืบพันธุ์ เรียกน้ำส่วนนี้ว่า available water หรือ water activity เป็นน้ำที่มีความสำคัญ มีบทบาทต่อการถนอมอาหารและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2. น้ำไม่อิสระ (bound water) น้ำไม่อิสระเพราะโมเลกุลไปเกาะเกี่ยวกับโมเลกุลของสารเคมีหรือสารประกอบอื่นๆ ในอาหารด้วยพันธะต่างๆ เช่น พันธะไฮโดรเจน พันธะแวนเดอร์วาลส์ การจับตัวด้วยพันธะต่างๆ มีผลต่อความแข็งแรง ความยากง่ายในการทำลายพันธะระหว่างโมเลกุลของน้ำกับโมเลกุลของสารอื่นๆ

การเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารเนื่องจากการทำแห้งนั้น พบว่าการทำแห้งเป็นการดึงน้ำออกจากอาหารโดยการระเหย การระเหยเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของน้ำในอาหาร 2 ระดับ คือ การเคลื่อนที่จากภายในอาหารไปสู่ผิวหน้าของอาหาร และจากผิวหน้าของอาหารไปสู่อากาศ การเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ

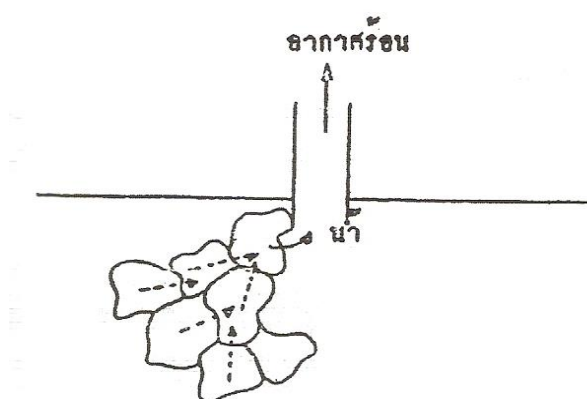
1. การเคลื่อนที่ด้วยแรงผ่านช่องแคบ (capillary force) เป็นการเคลื่อนที่ของไอน้ำในอาหารที่มีเซลล์โปร่ง มีรูพรุนขนาดใหญ่ มีช่องว่างระหว่างเซลล์ต่อเนื่องกันเป็นทางแคบๆ เกิดแรงดันของน้ำขึ้นมาตามท่อส่งน้ำ และท่อแคปิลลารี เกิดขึ้นได้สะดวกรวดเร็ว หยุดเมื่อน้ำในช่องแคบๆ ขาดตอนลง ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 การเคลื่อนที่ของน้ำด้วยแรงผ่านช่องแคบ (capillary force)

ที่มา : สมบัติ (2529)

2. การเคลื่อนที่ด้วยการแพร่ (diffusion) ผ่านเซลล์ เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำในอาหารที่มีเนื้อแน่น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ที่ต่อเนื่องเป็นทางแคบๆ หรือเกิดในอาหารที่อบแห้งไประยะหนึ่งแล้วที่แรงผ่านช่องแคบหมดไปแล้ว น้ำจะต้องแพร่ผ่านผนังเซลล์จึงเคลื่อนที่ได้เข้า ซึ่งมีลักษณะเป็น semipermeable membrane จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งน้ำเคลื่อนที่มาจากผิวอาหารแล้วจะระเหยไปกับกระแสลมร้อน ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การเคลื่อนที่ของน้ำด้วยการแพร่ (diffusion) ผ่านเซลล์

ที่มา : สมบัติ (2529)

อัตราการแห้งของอาหาร (drying rate)

ลักษณะการเคลื่อนย้ายของน้ำในอาหารมีผลต่ออัตราการแห้งหรือการสูญเสียน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา อาหารที่มีเนื้อโปรงนั้นการเคลื่อนที่ของน้ำจะเป็นแบบการไหลผ่านช่องแคบ น้ำที่เคลื่อนมาที่ผิวอาหารจะเร็วกว่าการระเหยกลายเป็นไอ ผิวอาหารจะเปียกชุ่มด้วยน้ำ การระเหยน้ำเกิดอย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ เรียกรการทำแห้งช่วงนี้ว่า อัตราการทำแห้งคงที่ เมื่อการไหลผ่านช่องแคบของน้ำหมดไป น้ำจะเคลื่อนที่ด้วยการแพร่ที่ช้าลงมากจนผิวอาหารแห้ง การระเหยเกิดขึ้นช้าลง อัตราการทำแห้งจึงลดลง

อัตราการอบแห้ง เป็นการวัดความเร็วหรือความสามารถในการระเหยของน้ำต่อเวลาหรือพื้นที่ โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

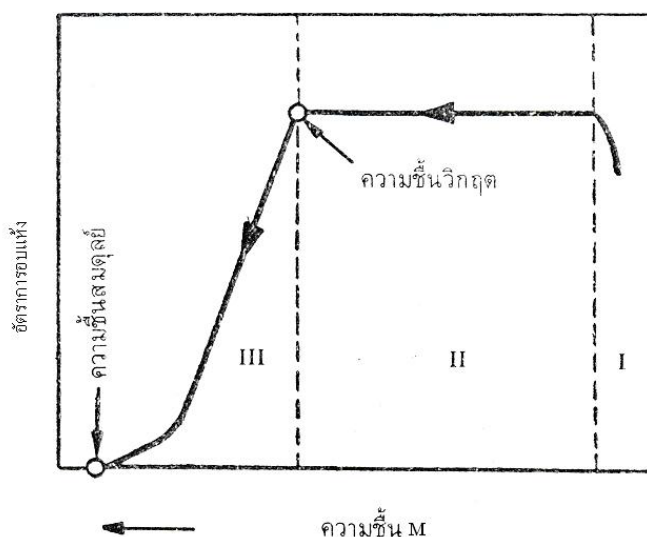
$$\text{อัตราการอบแห้ง} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยไป}}{\text{ระยะเวลาหรือพื้นที่}}$$

การทำแห้งจะสิ้นสุดลงเมื่อความชื้นของอากาศในเครื่องทำแห้งสมดุลกับความชื้นของอาหารหรือค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ มีค่าเท่ากับ ค่ากิจกรรมน้ำอิสระ (water activity: a_w) ของอาหารคูณด้วย 100 เรียกว่าความชื้นสมดุล และการอบแห้งแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วงดังต่อไปนี้

- I : ช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ
- II : ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่
- III : ช่วงอัตราการอบแห้งลดลง

บริเวณผิวของวัสดุที่เปียกชื้น ความชื้นที่ผิวของอาหารจะอยู่ในรูปของน้ำ ถ้าเอาวัสดุนี้มาอบแห้งภายใต้เงื่อนไขที่คงที่ อุณหภูมิและความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิวก็จะคงที่ โดยอุณหภูมิของวัสดุจะมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของลมร้อน ช่วงเวลาที่วัสดุใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิจนถึงค่านี้คือ ช่วง I ในช่วงเวลา II ที่ถัดไป อุณหภูมิของวัสดุจะมีค่าคงที่ トラバไตที่ยังมีความชื้นเหลืออยู่ในรูปของน้ำที่ผิววัสดุ ความร้อนทั้งหมดที่วัสดุได้รับในช่วงนี้จะถูกใช้ในการระเหยความชื้นเท่านั้น อัตราส่วนความชื้นของวัสดุจะลดลงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับเวลา ในช่วงนี้การอบแห้งจะเป็นแบบอัตราการอบแห้งคงที่ (constant drying rate) ในช่วง III ความชื้นในรูปของน้ำที่ผิวของวัสดุจะระเหยหมดไป การถ่ายเทความชื้นในรูปของน้ำจากส่วนในของวัสดุเกิดขึ้นไม่ทันกับการระเหยของน้ำจากผิวของวัสดุ ดังนั้นผิวของวัสดุจะอยู่ในสภาพที่แห้งและอุณหภูมิของวัสดุจะเริ่มสูงขึ้น ปริมาณความร้อนที่วัสดุได้รับนอกจากจะ

ลดลงแล้ว ความร้อนนี้ยังต้องใช้ในการระเหยความชื้นและเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุด้วย ในช่วงนี้การอบแห้งจะเป็นแบบอัตราการอบแห้งลดลง (falling drying rate) การอบแห้งจะสิ้นสุดลงเมื่อความชื้นลดลงถึงค่าความชื้นสมดุล (equilibrium moisture content) ส่วนค่าของความชื้นที่จุดต่อระหว่างช่วง II และ III เรียกว่า ความชื้นวิกฤติ (critical moisture content) ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 การเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งกับความชื้นวัสดุ

ที่มา : สมบัติ (2529)

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้งมีทั้งปัจจัยภายนอกและภายใน (ชมภู, 2550) ดังนี้

1. ธรรมชาติของอาหาร อาหารมีเนื้อโปร่ง น้ำจะเคลื่อนที่แบบผ่านช่องแคบซึ่งเร็วกว่าการแพร่ผ่านเซลล์ในอาหารเนื้อแน่น อาหารเนื้อโปร่งจะแห้งเร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารมีน้ำตาลสูงจะเหนียวกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจะแห้งช้า อาหารที่ผ่านการลวก นวดคลึง จนเซลล์แตก จะแห้งได้เร็วขึ้น

2. ขนาดและรูปร่างมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก อาหารขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าอาหารขนาดใหญ่จึงแห้งได้เร็วกว่า ส่วนความหนาของอาหารนั้นอาหารยิ่งหนามากเท่าไร การอบแห้งก็จะใช้เวลานาน นอกจากนั้นต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศที่เคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วย

3. ตำแหน่งของอาหารในเตา อัตราการอบแห้งภายในตู้เกิดไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับชนิดประสิทธิภาพ ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมร้อน อาหารที่สัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำ ในกรณีลมร้อนมีอุณหภูมิสูง จะทำให้ระเหยได้ดี

4. ปริมาณอาหารต่อพื้นที่ในถาดมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวที่จะสัมผัสกับลมร้อน การอบแห้งอาหารโดยใส่อาหารเข้าไปในตู้อบครั้งละมากๆ ทำให้การอบแห้งไม่ทั่วถึง โดยเฉพาะช่วงกลางๆ อาหารจะซ้อนทับกัน น้ำจะระเหยออกได้ไม่ดี อาหารจะสัมผัสกับอากาศร้อนไม่ทั่วถึง ไอน้ำไม่สามารถแพร่กระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนได้จึงทำให้อาหารแห้งช้า การจัดเรียงอาหารเพื่อนำไปอบแห้งมีผลต่ออัตราการอบแห้ง โดยจัดเรียงอาหารให้แผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอ ไม่ซ้อนทับกัน อาหารจะสัมผัสกับลมร้อนได้อย่างทั่วถึงสม่ำเสมอ จะทำให้อาหารแห้งได้อย่างทั่วถึง

5. ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (relative humidity : RH) เป็นความแตกต่างระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนกับอาหารมีผลต่อแรงขับเคลื่อนความชื้นออกจากอาหาร ในการอบแห้งลมร้อนยังมีความชื้นต่ำ อัตราการอบแห้งยิ่งสูง แต่ถ้าลมร้อนมีความชื้นเข้าใกล้จุดอิ่มตัวหรือมีน้ำเยอะ จะรับไอน้ำได้น้อย อัตราการอบแห้งจะต่ำ ความชื้นของอากาศจะเป็นตัวกำหนดว่าจะสามารถลดความชื้นของอาหารในกระบวนการอบแห้งให้ต่ำเท่าไร อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มากจะรับไอน้ำเพิ่มได้น้อย ความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนจะเป็นตัวกำหนดความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ที่อาหารและอากาศร้อนถึงจุดสมดุลการระเหยนํ้าจะไม่เกิดขึ้นอีก

6. อุณหภูมิของอากาศ เพิ่มอุณหภูมิของลมร้อนเท่ากับลดค่าความชื้นสัมพัทธ์ เป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำ เพิ่มแรงขับเคลื่อนน้ำหรือความชื้นออกจากผิวหน้าอาหาร ถ้าใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้งโมเลกุลของน้ำจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น อัตราการอบแห้งจะสูงขึ้น อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่ใช้ต้องไม่สูงจนทำให้อาหารไหม้ หรือเกิดความเสียหายจากปฏิกิริยาทางเคมี หรือกายภาพ การกำหนดอุณหภูมิของอากาศที่ใช้ขึ้นกับลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศร้อนและระยะเวลาในการอบแห้ง การอบแห้งผักและผลไม้ อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 45-70 องศาเซลเซียส ถ้าสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส น้ำจะระเหยเร็วเกินไป อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงซ้อนทางเคมีและกายภาพที่ผิวหน้าของอาหาร ผิวหน้าเกิดเปลือกแห้งแข็งกระด้าง น้ำซึมผ่านไม่ได้เรียกว่า case hardening อัตราการอบแห้งลดต่ำลง ผลิตภัณฑ์มีความชื้นอยู่ภายในสูง เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้จะเกิดการเน่าเสียและเกิดสีคล้ำ

7. ความเร็วของลมร้อนในการอบแห้งลมร้อนให้กับอาหารพาความชื้นออกไป ถ้าใช้ความเร็วลมสูงก็จะพาไอน้ำจากผิวหน้าของอาหารสู่ภายนอกได้เร็วขึ้น และยังช่วยป้องกันการเกิดสภาวะอึดตัวในบรรยากาศเหนือผิวของอาหาร ช่วยลดเวลาในช่วงการอบแห้งคงที่

การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง

การอบแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารขึ้นกับธรรมชาติของอาหาร และสภาวะที่ใช้ในการอบแห้ง (ชมภู, 2550) คือ

1. การหดตัว เซลล์ของสิ่งมีชีวิตโดยธรรมชาติจะมีลักษณะเต่ง ผนังเซลล์มีความยืดหยุ่นสามารถต้านทานแรงได้ระดับหนึ่ง ถ้าแรงที่ได้รับมากเกินไปกว่าที่ผนังเซลล์จะรับได้ผนังเซลล์จะแตก เซลล์ผิดรูปไปในการอบแห้งเมื่อน้ำระเหยไปจะเกิดช่องว่างขึ้นทำให้เซลล์ของอาหารซึ่งเชื่อมโยงติดกันถูกดึงให้เข้าไปแทนที่ช่องว่างนั้น เซลล์หดตัวแต่ไม่สามารถหดตัวเข้าไปได้เท่าๆ กันทุกส่วน ส่วนที่หดตัวไม่ได้ก็จะเกิดการยืดตัวออกทำให้เกิดแรงดึง ผนังเซลล์ทนต่อแรงดึงได้ระดับหนึ่ง ถ้าแรงที่ได้รับมากเกินไปกว่าที่ผนังเซลล์จะรับได้ทำให้เกิดการฉีกขาด ซึ่งมักเกิดกับอาหารที่มีโครงสร้างแข็งแรงหรือการอบแห้งที่เร็วเกินไป ถ้าทำการอบแห้งอย่างรวดเร็วโดยใช้อุณหภูมิสูง ผิวหน้าจะแห้งแข็งก่อนที่อาหารส่วนที่อยู่ใจกลางจะแห้ง ดังนั้นเมื่อบริเวณใจกลางแห้งและหดตัว จะดึงส่วนที่ผิวหน้าทำให้เกิดการปริแตกภายใน เกิดช่องว่าง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะคล้ายรังผึ้งได้ จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแข็ง มีผิวหน้าที่โค้งเล็กน้อย มีลักษณะเหี่ยวมากกว่า มีช่องว่างมากกว่า ถ้าอบอย่างช้าๆ จะมีผิวหน้าที่โค้งมากกว่า มีเนื้อแน่น การเสียน้ำทำให้เซลล์ของอาหารเกิดการหดตัวจากผิวนอก ส่วนที่แข็งจะคงสภาพส่วนที่อ่อนจะเว้าลงไป อาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่มากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วอาหารจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งอย่างช้าๆ

2. การเปลี่ยนสี สีของอาหารหลังการอบแห้งจะเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการอบแห้งทำให้ลักษณะผิวหน้าของอาหารเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการสะท้อนแสง สีเปลี่ยน และยังมีผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของรงควัตถุ คลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ ที่เกิดขึ้นระหว่างการอบแห้ง อาหารที่ผ่านการทำแห้งจะมีสีเข้มขึ้น เนื่องจากความร้อน ปฏิกิริยาทางเคมี การเกิดสารสีน้ำตาล อุณหภูมิและความชื้นของอาหาร

3. การเกิดเปลือกแข็ง อาหารจะมีเปลือกแข็งหุ้มส่วนในที่ยังไม่แห้งไว้ ซึ่งเกิดจากในช่วงแรกที่ทำให้ น้ำระเหยเร็วเกินไป น้ำจากด้านในของอาหารเคลื่อนที่มาที่ผิวไม่ทันหรือมีสารละลายน้ำตาล โปรตีน เคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิว สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยไม่ใช้อุณหภูมิสูงในการทำแห้ง

4. การเสียความสามารถในการคืนรูป อาหารแห้งบางชนิดต้องนำกลับมาคืนสภาพโดยการแช่น้ำ จะดูน้ำกลับคืนได้ไม่ถึงร้อยละ 100 และใช้เวลานาน ผลิตภัณฑ์อาหารหลังคืนสภาพจะมีเนื้อเหนียว สูญเสียความนุ่ม ความฉ่ำน้ำ ความกรอบ อาจมีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น การหดตัว การบิดเบี้ยว การฉีกขาดของเซลล์ เซลล์อาหารจะเสียความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ โปรตีนเสียสภาพในการดูดน้ำ อัตราการคืนรูปอาจใช้เป็นดัชนีชี้คุณภาพของอาหาร อาหารถูกทำแห้งภายใต้สภาวะที่เหมาะสมจะ

เสียหายน้อย คืนรูปได้เร็วและสมบูรณ์กว่าอาหารที่ทำแห้งไม่เหมาะสม อาหารทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง จะมีความสามารถในการคืนสภาพดีที่สุด เพราะไม่ได้ใช้ความร้อนในการทำลายผนังเซลล์ หรือเปลี่ยนโครงสร้างของสตาร์ชโปรตีน

5. การเสียคุณค่าทางอาหารและสารระเหย คุณค่าทางอาหารที่เหลืออยู่ในอาหารแห้งมีความแตกต่างกันเป็นผลมาจากวิธีการเตรียมอุณหภูมิ ระยะเวลาในการทำแห้ง สภาพะในการเก็บรักษา มีการเสื่อมสลายของวิตามินซี แคโรทีน เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การเสื่อมสลายไรโบฟลาวินจากแสง ส่วนไทอะมิน โปรตีน เกิดจากความร้อน เมื่อใช้เวลาในการทำแห้งนาน การสูญเสียก็จะยิ่งมาก การสูญเสียสารระเหย เนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นหอม กลิ่นรสของอาหารแห้งลดน้อยลงจากเดิม สารระเหยจะสูญเสียไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ปริมาณของแข็งที่มีอยู่ในอาหาร ความดันไอของสารละลาย

ข้อดีของการทำให้อาหารแห้ง (พรพล, 2545)

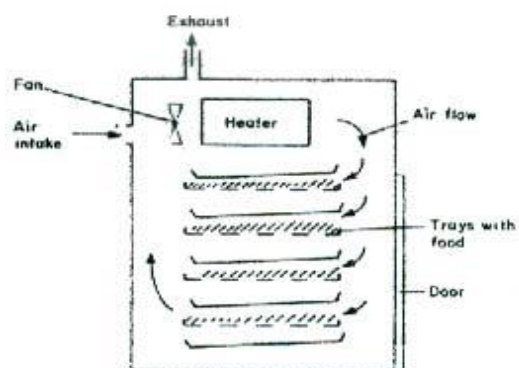
1. มีน้ำหนักเบา ซึ่งการทำแห้งสามารถลดน้ำหนักลงได้ประมาณร้อยละ 60-90 ของอาหารสด ยกเว้นธัญพืชประกอบด้วยน้ำ และน้ำส่วนนี้เองจะถูกกำจัดออกโดยกระบวนการอบแห้งหรือตากแห้ง
2. มีความกระชับ คือผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งนั้นต้องการเนื้อที่น้อยกว่าอาหารสด อาหารแช่เยือกแข็ง หรืออาหารกระป๋อง โดยเฉพาะถ้าสามารถจัดเก็บในภาชนะบรรจุได้
3. ความคงตัวที่สภาวะการเก็บ ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งไม่จำเป็นต้องใช้ตู้เย็นในการเก็บรักษา แต่มีข้อจำกัดของอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้ในระหว่างการเก็บรักษา เพื่อให้ได้ระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น

ข้อเสียของการทำให้อาหารแห้ง (พรพล, 2545)

1. ความไวต่อความร้อน เนื่องจากอาหารส่วนมากมีความไวต่อความร้อนในระดับหนึ่ง อาจทำให้เกิดกลิ่นรสใหม่ขึ้นได้ ถ้าควบคุมสภาวะไม่เหมาะสม
2. เกิดการสูญเสียกลิ่นรส สารระเหยที่ระเหยได้ และเกิดการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ได้
3. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ซึ่งรวมถึงการเกิดการแห้งกรอบอันเนื่องมาจากการหดตัว
4. เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดการหืนของไขมัน
5. เกิดการเสื่อมเสียอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ได้ ถ้าหากว่าอัตราการอบแห้งเริ่มต้นช้า ปริมาณความชื้นสุดท้ายมีค่าสูง หรือเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง

การอบแห้งแบบภาค

การอบแห้งแบบภาคเป็นการอบแห้งโดยใช้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่สัมผัสกับอาหารโดยอาหารอาจจะอยู่กับที่หรือมีการเคลื่อนที่ด้วย ซึ่งเครื่องอบแห้งนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาเนื่องจากการทำแห้งแบบตากแดดมีข้อด้อยหลายข้อ เช่น พลังความร้อนจากแสงอาทิตย์ให้อุณหภูมิที่ไม่สูงนัก และกระแสลมธรรมชาติไม่แรงพอ ทำให้ใช้เวลานาน ใช้พื้นที่มากและมักทำในที่เปิดโล่ง คุณค่าทางอาหารบางอย่าง เช่น สีสัน รส อาจสูญเสียไป เกิดการปนเปื้อนจากฝุ่น แมลงต่างๆ และจุลินทรีย์ (ดรุณี, 2532) เครื่องอบแห้งแบบภาคเป็นเครื่องมือทำแห้งลมร้อนแบบไม่ต่อเนื่อง ซึ่งทำงานที่ความดันบรรยากาศ ลักษณะของเครื่องมือจะเป็นตู้บุฉนวน มีภาคสำหรับใส่อาหาร มีระบบท่อหรือแบฟเฟิล เพื่อนำความร้อนขึ้นไปด้วยด้านบนผ่านแต่ละภาคเพื่อให้ลมร้อนกระจายอย่างสม่ำเสมอ อาจมีการติดตั้งเครื่องนำความร้อนเพิ่มขึ้นด้านบนหรือด้านข้างของภาคเพื่อเพิ่มอัตราการทำแห้ง (วิไล, 2546) ส่วนปัญหาเครื่องอบแห้งที่พบคือควบคุมดูแลยากจึงมีการอบแห้งที่ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการกระจายลมไม่ทั่วถึง มีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่อยู่บริเวณทางเข้าของลมมีลักษณะแห้งกว่าด้านทางออกของลม ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่มีความสม่ำเสมอ สามารถแก้ไขได้โดยสลับภาคหรือกลับทิศทางลม (ไพบูลย์, 2532) โดยลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบภาคทั่วไปแสดงดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 การทำงานของเครื่องอบแห้งแบบภาคทั่วไป

ที่มา : ไพบูลย์ (2532)

การแปรรูปโดยการให้ความร้อนด้วยการสเตอริไลซ์ (sterilization)

การสเตอริไลซ์เป็นการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายสปอร์ของแบคทีเรียซึ่งมีความทนทานต่อความร้อนมากกว่าเซลล์ปกติ (vegetative cell) จุดมุ่งหมายหลักของการสเตอริไลซ์อาหาร คือ การทำให้จุลินทรีย์และสปอร์ของจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ภายใต้สภาวะปกติที่ใช้ในการเก็บรักษา หมายความว่าอาจมีจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเหลือรอดอยู่บ้างในอาหาร แต่สภาวะแวดล้อมทำให้มันไม่สามารถเจริญขึ้นได้ โดยทั่วไปอาหารที่อยู่ในสภาพปลอดเชื้อจะอยู่ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (hermetical sealed containers) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนขึ้นอีกหลังการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ตามหลักการผลิตอาหารในภาชนะปิดสนิทจะต้องทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีปริมาณออกซิเจนเหลืออยู่ในระดับต่ำมาก ดังนั้นจุลินทรีย์ที่ต้องใช้ออกซิเจน (obligate aerobes) จึงไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ทำให้อาหารไม่เน่าเสีย หรือเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (ทิพาพร, 2558) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (พ.ศ.2535) เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท หมายถึง อาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อนภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (hermetical sealed container) ที่เป็นโลหะหรือวัสดุอื่นที่คงรูป ที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิปกติหรืออาหารในภาชนะบรรจุชนิดลามิเนต (laminated) ฉาบ เคลือบ อัด หรือติดด้วยโลหะ หรือสิ่งอื่นใด หรืออาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นขวด แก้วที่ฝามียางหรือวัสดุอื่นผนึก หรืออาหารในภาชนะบรรจุอื่น ซึ่งสามารถป้องกันมิให้ความชื้นหรืออากาศผ่านซึมเข้าภายในภาชนะบรรจุได้ใน ภาวะปกติ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ

ภาชนะบรรจุได้มีการปรับปรุงพัฒนามาโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ทำจากดีบุก ต่อมาดีบุกหายากและแพงขึ้น จึงใช้กระป๋องที่ทำด้วยแผ่นเหล็กเคลือบผิวทั้งสองด้านด้วยดีบุก ทำให้ประหยัดปริมาณของดีบุกที่ใช้ได้มาก ขณะเดียวกันก็ได้มีการใช้กระป๋องที่ทำจากอลูมิเนียมซึ่งน้ำหนักเบาแต่มีข้อเสียคือบุบง่ายส่วนมากจึงใช้ทำกระป๋องเพื่อบรรจุผลไม้ หรือเครื่องดื่ม หรือนมสด แต่การใช้กระป๋องอลูมิเนียมไม่แพร่หลายเท่ากับกระป๋องที่ทำจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก นอกเหนือจากภาชนะจะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการถนอมผลิตผลการเกษตรแล้วประเภทของอาหารก็มีความสำคัญมากว่าจะใช้ความร้อนสูงเท่าใดในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารที่ต้องการเก็บรักษา เนื่องจากการถนอมผลิตผลทางการเกษตร โดย

ความร้อนจะเปลี่ยนสภาพของอาหารจากสดเป็นอาหารสุกที่พร้อมจะรับประทานได้ ดังนั้นจึงมีการเติมเครื่องปรุงต่างๆ หรือเปลี่ยนสภาพเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ ส่วนประกอบอาจจะมีทั้งเนื้อสัตว์ ผัก และเครื่องเทศ สำหรับอาหารคาวหรือถ้าเป็นอาหารหวาน เช่น ผลไม้บรรจุในน้ำเชื่อม เป็นต้น กรรมวิธีการผลิตอาหารกระป๋องหรืออาหารในขวดแก้ว จำเป็นต้องใช้ความร้อน เพื่อทำให้อาหารที่บรรจุภายในสุก และเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ความร้อนที่ใช้จะต้องสัมพันธ์กันเพราะถ้าใช้ความร้อนสูงเกินไป อาจจะทำให้อาหารที่บรรจุในกระป๋องหรือขวดนั้นไหม้และไม่น่ารับประทาน ถ้าความร้อนต่ำเกินไปอาจจะมีจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่ซึ่งจะทำให้อาหารนั้นเสีย เกิดกระป๋องบวมและระเบิดได้ในที่สุด การถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน หมายถึงการฆ่าเชื้อในอาหารที่บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท เพื่อป้องกันการเสื่อมสลายหรือเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์หรือจากการปฏิกิริยาของเอนไซม์ในอาหาร การฆ่าเชื้อโดยความร้อนมี 3 ระดับ คือ การฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลซ์ (sterilization) การฆ่าเชื้อระดับการค้า (commercial sterilization) และการฆ่าเชื้อแบบพาสเตอร์ (pasteurization)

หลักการในการฆ่าเชื้อ เพื่อทำลายจุลินทรีย์ รวมทั้งสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและสปอร์ส่วนใหญ่ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ปริมาณความร้อนที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจะอยู่ในระดับที่เรียกว่า การฆ่าเชื้อเชิงการค้าเนื่องจากมีได้ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดแบบที่ใช้ในการฆ่าเชื้อทางการแพทย์ อาหารที่ผ่านการแปรรูปในระดับการฆ่าเชื้อเชิงการค้าอาจยังมีสปอร์ของแบคทีเรียทนร้อน (thermophiles) หลงเหลืออยู่ แต่ไม่เป็นปัญหาเนื่องจากอาหารถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหรือต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส สปอร์ของแบคทีเรียทนร้อนจึงไม่งอกและเพิ่มจำนวนทำให้อาหารเน่าเสียในการฆ่าเชื้อหลังการบรรจุซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมสามารถทำได้ เครื่องจักรส่วนใหญ่ผลิตได้ในประเทศจึงทำให้ต้นทุนไม่สูงมากนัก ตัวอย่างเช่นการผลิตน้ำผลไม้สเตอริไลซ์ในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

ประเภทของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

ประเภทของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (พ.ศ.2535) มีรายละเอียด ดังนี้

1. อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทจำแนกตามค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าแอกติวิตีของน้ำ (water activity, a_w) ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.1 อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (low acid food) คือ อาหารที่มีค่าความเป็น กรด-ด่าง มากกว่า 4.5 และมีค่าแอกติวิตีของน้ำมากกว่า 0.85

1.2 อาหารที่ปรับสภาพกรด (acidified low-acid food) คือ อาหารที่ตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง มากกว่า 4.5 แต่ในการผลิตมีการปรับสภาพความเป็นกรดของอาหาร โดยการลวกหรือ แช่ชิ้นอาหารในสารละลายกรด หรือเติมกรด หรือเติมอาหารที่มีความเป็นกรด จนทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่เกิน 4.5 และมีค่าแอกติวิตีของน้ำ (water activity, a_w) มากกว่า 0.85

1.3 อาหารที่มีความเป็นกรด (acid food) คือ อาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่เกิน 4.5 และมีค่าแอกติวิตีของน้ำ (water activity, a_w) มากกว่า 0.85

2. อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท จำแนกตามค่า a_w ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1 อาหารที่มีค่าแอกติวิตีของน้ำต่ำ (low water activity food) คือ มีค่า a_w ไม่เกิน 0.85

2.2 อาหารที่มีค่า a_w สูงเกิน 0.85

ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 144 (พ.ศ. 2535) เรื่องอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท นั้น ได้แสดงบัญชีน้ำหนักเนื้ออาหารตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 บัญชีน้ำหนักเนื้ออาหาร ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 144 (พ.ศ. 2535) เรื่องอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท

ประเภทอาหาร	ชนิด	น้ำหนักเนื้ออาหารเป็นร้อยละของน้ำหนักสุทธิ
ผลไม้	1. ขึ้นหรือแวน	ไม่น้อยกว่า 60
	2. ทั้งผล	ไม่น้อยกว่า 40
พืช	1. ขึ้น	ไม่น้อยกว่า 60
	2. เมล็ด	ไม่น้อยกว่า 50
	3. ฝักหรือหัว	ไม่น้อยกว่า 40
	4. ดอกเค็มหรือหวาน เช่น ซีเซกฉ่าย	ไม่น้อยกว่า 65
	กิงฉ่าย ตั้งฉ่าย	ไม่น้อยกว่า 60
	5. เต้าหู้ยี้	ไม่น้อยกว่า 60
เนื้อสัตว์	6. เต้าเจี้ยว	
	1. บรรจุในน้ำเกลือ ซอส น้ำมัน หรือ	ไม่น้อยกว่า 60

ประเภทอาหาร	ชนิด	น้ำหนักเนื้ออาหารเป็นร้อยละของน้ำหนักสุทธิ
อาหารปรุงสำเร็จที่ทำให้สุกแล้ว	สิ่งอื่นที่ไม่ใช่เครื่องปรุง	
	2. เนื้อหอยในน้ำเกลือ ซอส น้ำมัน หรือสิ่งอื่นที่ไม่ใช่เครื่องปรุง	ไม่น้อยกว่า 50
	3. ไส้กรอกในน้ำเกลือ	ไม่น้อยกว่า 50
	1. แกงเผ็ดต่างๆ	ไม่น้อยกว่า 50
	2. พะแนงต่างๆ	ไม่น้อยกว่า 65
	3. แกงกะหรี่ หรือมัสมั่น	ไม่น้อยกว่า 60
	4. ผัดเผ็ดอย่างแห้ง เช่น ผัดพริกขิง ผัดเผ็ดปลาหรือกุ้ง	ไม่น้อยกว่า 80
	5. กุ้งเค็มหรือหวานหมูหวาน	ไม่น้อยกว่า 75
	6. ไก่หรือหมูพะโล้/ไก่หรือหมูหรือขาหมูต้มเค็ม	ไม่น้อยกว่า 55

ขั้นตอนสำคัญในการแปรรูปอาหารโดยการให้ความร้อน

1. การฆ่าเชื้ออาหาร สามารถทำการฆ่าเชื้อโดยการส่งผ่านความร้อนจากไอน้ำหรือน้ำร้อนไปยังอาหารอย่างรวดเร็ว ทำให้ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อสั้นและช่วยลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพด้านประสาทสัมผัสได้มาก
2. การฆ่าเชื้อภาชนะที่นำมาบรรจุ เช่น ขวดแก้วต้องผ่านการอบไอน้ำประมาณ 15 นาที เครื่องบรรจุและอากาศที่ผ่านเข้าห้องบรรจุต้องอยู่ในสภาพปลอดเชื้อ
3. การบรรจุอาหาร โดยทั่วไปแล้วนิยมใส่อาหารส่วนที่เป็นของแข็ง และของเหลวลงไปก่อน นำเข้าเครื่องไล่อากาศ โดยให้มีช่องว่างเหนืออาหาร (headspace) อยู่ในช่วง 1/4 - 3/8 นิ้ว แต่ถ้าบรรจุในขวดแก้วปากกว้างควรมีช่องว่างเหนืออาหารประมาณ 1/2 - 1 นิ้ว
4. การไล่อากาศ การบรรจุขณะร้อนเป็นขั้นตอนหนึ่งของการไล่อากาศ เพราะอากาศร้อนจะลอยตัวออกไปและถูกแทนที่ด้วยไอน้ำเหนืออาหาร เมื่ออากาศถูกไล่ออกไป ส่วนที่อยู่เหนืออาหารในกระป๋องจะมีแต่ไอน้ำ

5. การฆ่าเชื้อ อุณหภูมิและเวลาเป็นสิ่งสำคัญในขั้นตอนการฆ่าเชื้อเพื่อกำจัดสปอร์ของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายก่อให้เกิดการเน่าเสีย อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารแต่ละชนิดจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของส่วนผสมอาหาร

6. การทำให้เย็น เมื่อครบกำหนดเวลาในการให้ความร้อนแล้ว จะต้องทำให้อาหารกระป๋องเย็นลงอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารได้รับความร้อนนานเกินไป การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วจะช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่ทนร้อนและเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงเพราะอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ซึ่งทำได้โดยการใช้ น้ำหรือลมเป่าจนกระป๋องมีอุณหภูมิ 40 – 45 องศาเซลเซียส เพื่อให้พื้นที่เกาะข้างกระป๋องแห้งจะได้ไม่เกิดสนิม

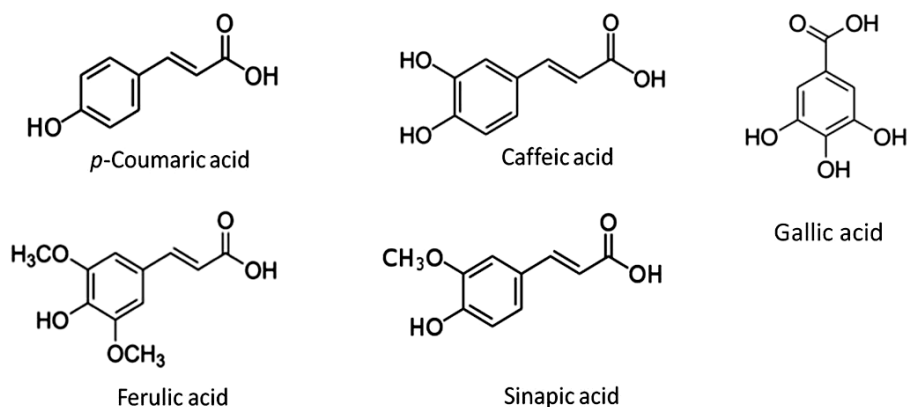
อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ คือ โมเลกุลหรืออนุภาคที่อิเล็กตรอนวงนอกมีสภาพอิสระเนื่องจากการรับเพิ่มหรือขาดอิเล็กตรอนไปหนึ่งตัว ทำให้โมเลกุลหรืออนุภาคนั้นไม่เสถียรและมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาสูงมาก ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเสถียร โมเลกุลหรืออนุภาคนั้นต้องแย่งอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่นไปเรื่อยๆ หากปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นกับร่างกายมนุษย์จะก่อให้เกิดการทำลายสารชีวโมเลกุล เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และดีเอ็นเอ (Wiseman and Halliwell, 1996)

สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระหรือสารต้านออกซิเดชัน หมายถึง สารที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระชนิดต่างๆได้ โดยสารเหล่านี้มีกลไกการทำงานเพื่อกำจัดอนุมูลอิสระหลายรูปแบบ เช่น การดักจับอนุมูลอิสระโดยตรง การยับยั้งการสร้างอนุมูลอิสระ และป้องกันการสร้างอนุมูลอิสระ เป็นต้น (โอภาและคณะ, 2550) นอกจากนี้นิยามของสารต้านออกซิเดชัน ยังแปลว่าเป็นสารที่ใช้สำหรับยืดอายุการเก็บรักษาของอาหาร โดยการชะลอการเสื่อมเสีย อันเป็นผลมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Shahidi and Wannasundara, 1996; สุวลี, 2549) ยังกล่าวไว้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระหรือสารแอนติออกซิแดนท์ เป็นสารที่ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดกระบวนการออกซิเดชันได้ดี หรือกล่าวได้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระช่วยยับยั้งอนุมูลอิสระไม่ให้มีผลในการทำลายเซลล์ที่ดี ทั้งนี้ การบริโภคอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระมีผลดีต่อร่างกาย คือ ลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งได้หลายชนิดและช่วยยับยั้งการกลายพันธุ์ ลดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดแดงแข็งและการเกิดโรคต่อกระเพาะใน

ผู้สูงอายุ และยังช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ สารต้านอนุมูลอิสระมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (peroxidation) ในเยื่อหุ้มเซลล์ โดยการกำจัดออกซิเจน เพื่อป้องกันการเป็นโรคต่างๆ (Tesoriere *et al.*, 2009) โดยทั่วไปสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มไฮดรอกซิลและกลุ่มอะโรมาติกริง เช่น เบนซีนริง เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบมากในพืชผักผลไม้ สารประกอบฟีนอลิกมีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบฟีนอลิก เช่น สารฟีนอล กรดฟีนอล และโพลีฟีนอล ซึ่งทำหน้าที่ที่แตกต่างกันไปในพืชผักผลไม้ เช่น เป็นสารรงควัตถุ หรือส่งผลทางประสาทสัมผัส หรือเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (Ignat *et al.*, 2011; Parr and Bolwell, 2000; Jaiswal *et al.*, 2011; Nagasaka *et al.*, 2007; Maestri *et al.*, 2006) ภาพที่ 2.7 แสดงโครงสร้างทางเคมีของกรดฟีนอล ซึ่งเป็นประเภทกรด hydroxycinnamic ที่พบมากในพืชผักผลไม้ เช่น กรดแกลลิก (gallic acid) กรดคาเฟอิก (caffeic acid) กรดเฟรูลิก (ferulic acid) กรดพิกูมาริก (p-coumaric acid) และกรดซินาปิก (sinapic acid) (Ignat *et al.*, 2011) นอกจากนี้ยังอาจพบสาร flavonoid ซึ่งเป็นสารประกอบโพลีฟีนอลอีกด้วย เช่น phloretin-2-O-glucoside และ myricetin-3-O-galactopyranoside (Kim *et al.*, 2011) กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกนั้นมีประสิทธิภาพมาก โดยสารเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์และทำหน้าที่ในการบริจาคไฮโดรเจนให้กับอนุมูลอิสระ (Maestri *et al.*, 2006; Stevenson and Hurst, 2007; Karadag *et al.*, 2009) กรดฟีนอลสามารถดูดซึมได้โดยตรงผ่านลำไส้ใหญ่ และมีอัตราการดูดซึมที่ค่อนข้างสูง (Stevenson and Hurst, 2007) ส่วนสาร flavonoids ถูกดูดซึมได้ไม่มากนัก ทำให้ร่างกายใช้ประโยชน์จากการต้านอนุมูลอิสระได้น้อย (Suzuki, 2009) นอกจากนี้พืชผักผลไม้ยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ เช่น โทโคฟีรอลหรือวิตามินอี (Lim *et al.*, 2010; Chemah *et al.*, 2010) และกรดแอสคอบิกหรือวิตามินซี (Choo and Yong, 2011) โทโคฟีรอลซึ่งเป็นวิตามินที่ละลายในไขมัน จะทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันที่เกิดจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้ (Sies *et al.*, 1992; Choe and Min, 2009; Sarin *et al.*, 2007) ส่วนวิตามินซีนั้น ถือเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญที่สุดของเซลล์ สามารถป้องกัน biomembranes ต่อความเสียหายจากการเกิดออกซิเดชันได้ (Sies *et al.*, 1992)

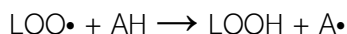
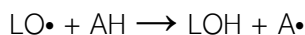
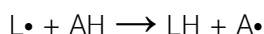


ภาพที่ 2.7 โครงสร้างทางเคมีของกรดฟีนอล

ที่มา : ดัดแปลงจาก Kawsar *et al.* (2008) และ Ignat *et al.* (2011)

ประเภทของสารต้านอนุมูลอิสระ

กลไกการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระมีหลายแบบ เช่น การขนย้ายออกซิเจนออกไป การยับยั้งการสร้างอนุมูลอิสระ เป็นต้น สารต้านออกซิเดชันมีทั้งสารธรรมชาติและเป็นสารสังเคราะห์ เช่น วิตามินอี บิวทิเลตไฮดรอกซีอะนิโซล (BHA) วิตามินเหล่านี้จะพบมากในผัก และผลไม้หลายชนิด ผู้ที่บริโภคผักและผลไม้ที่มีวิตามินเหล่านี้ก็จะทำให้มีปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจะช่วยในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระ (free radicals) สารต้านอนุมูลอิสระทำหน้าที่สังการ และควบคุมระบบภูมิคุ้มกันทางชีววิทยาที่สำคัญที่สุดของร่างกาย อีกทั้งช่วยเสริมประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกาย มักพบสารแอนติออกซิแดนท์ในอาหารจำพวกผักและผลไม้ ได้แก่ วิตามินอีได้จากเมล็ดทานตะวัน วิตามินซีได้จากผักใบเขียวทั่วไป แคโรทีนอยด์ (carotenoids) พบในมะเขือเทศ สารประกอบฟีนอล (phenolic) พบในองุ่น และผักพื้นบ้าน สารต้านอนุมูลอิสระจะไปหยุดยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระทำให้คงตัว และหยุดการก่อตัวใหม่ มีกลไกการทำงานดังนี้



สารต้านอนุมูลอิสระ (AH) จะแตกตัวให้อนุมูลอิสระไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาออกซิเดชัน เกิดเป็นสารที่ไม่เป็นอนุมูลอิสระ และอนุมูลสารต้านอนุมูลอิสระที่เสถียร ($\text{A}\cdot$) ซึ่งไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระหรือปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ มีทั้งสารที่มาจากธรรมชาติ (natural antioxidants) และสารสังเคราะห์ (synthetic antioxidants) สารต้านอนุมูลอิสระที่มาจากธรรมชาติ ได้แก่ กรดอะมิโน (amino acid) วิตามินซี (ascorbic acid) แคโรทีนอยด์ (carotenoids) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เมลานอยดิน (melanoidin) โทโคฟีรอล (tocopherol) แทนนิน (tannins) เปปไทด์ (peptides) และกรดอินทรีย์อื่นๆ ส่วนสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสารสังเคราะห์นั้นมีมากมายหลายชนิด ตัวอย่างเช่น Tert-butyl-4-hydroxytoluene (BHT) และ Tert-butylthioquinone (TBHQ) เป็นต้น โดยทั่วไปสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท (จิราวรรณ, 2554) ดังนี้

1. Primary antioxidant ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) และโทโคฟีรอล (tocopherol) รวมถึงสารโทโคฟีรอลสังเคราะห์บางชนิด เช่น alkyl gallate, BHA, BHT และ TBHQ เป็นต้น สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มนี้ทำหน้าที่หยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันโดยการให้อิเล็กตรอนแก่มอเลกุลของอนุมูลอิสระให้เป็นสารที่มีความเสถียร สารประกอบฟีนอลเป็นสารที่พบได้ในผักและผลไม้ทั่วไปมีโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนอะโรมาติก (aromatic ring) ที่มีจำนวน hydroxyl group อย่างน้อยหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งหมู่ในโมเลกุล ส่วนมากสารประกอบฟีนอลมักเชื่อมอยู่กับ mono- และ polysaccharides เกิดเป็นโครงสร้างที่หลากหลาย สารประกอบฟีนอลในธรรมชาติจึงมีอยู่หลายชนิด สามารถละลายได้ในน้ำ ส่วนใหญ่สารประกอบฟีนอลมักพบอยู่ร่วมกับน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycoside) นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลยังอาจรวมกับสารประกอบอื่นอีกหลายชนิด เช่น hydroxycinnamic acid อาจพบรวมกับ organic acids, aminogroups, lipids, terpenoids, phenolics และกลุ่มอื่นๆ นอกเหนือจากน้ำตาล สารประกอบฟีนอลหลายชนิดมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก และลิกนิน เป็นต้น

นอกจากนั้นปริมาณสารประกอบฟีนอลของพืชยังขึ้นอยู่กับปัจจัยภายใน เช่น สกุล ชนิด และพันธุ์ และปัจจัยภายนอก เช่น สภาพแวดล้อม วิธีการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษา ประโยชน์ของสารประกอบฟีนอลในการรักษาโรค เช่น มีฤทธิ์ต่อต้านอาการอักเสบ และอาการเส้นเลือดโป่งพอง ช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและไวรัส

2. Oxygen scavenger ได้แก่ วิตามินซี (ascorbic acid) และอนุพันธ์ เช่น ascorbyl palmitate, erythorbic acid (isoascorbic acid) และ sodium erythorbate เป็นต้น สารในกลุ่มนี้เข้าทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ซึ่งจะเป็นการกำจัดโมเลกุลของออกซิเจนส่วนเกินในระบบปิด

3. Secondary antioxidant ได้แก่ dilauryl thiopropionate และ thiopropionic acid เป็นต้น สารในกลุ่มนี้ทำหน้าที่สลาย lipid hydroperoxide ให้กลายเป็นสารที่มีความเสถียร

4. Enzymic antioxidant ได้แก่ เอนไซม์ต่างๆ ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ เอนไซม์เหล่านี้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ primary antioxidant enzyme และ ancillary antioxidant enzyme ซึ่งสารเหล่านี้ทำหน้าที่กำจัดออกซิเจนและอนุพันธ์ โดยเฉพาะไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

5. Chelating agent หรือ Sequestrant ได้แก่ กรดซิตริก (citric acid) กรดอะมิโน (amino acid) และ ethylenediaminetetra-acetic acid (EDTA) เป็นต้น สารกลุ่มนี้ทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะ เช่น เหล็กและทองแดง ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระให้กลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีความเสถียร

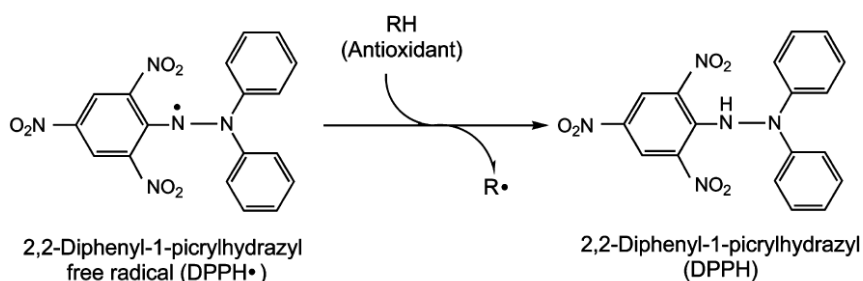
วิธีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ

ในการวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดนิยมใช้วิธี Folin-Ciocalteu เป็นวิธีโดยการถ่ายโอนอิเล็กตรอน มีการใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการหาปริมาณของสารฟีนอลิกทั้งหมดในพืชผัก เนื่องจากความสะดวก ความเรียบง่ายและให้ผลวิเคราะห์ที่เป็นที่ยอมรับ (Prior *et al.*, 2005) ปฏิกิริยาของสาร Folin-Ciocalteu กับกลุ่มไฮดรอกซิลของสารประกอบฟีนอลิกในสถานะที่เป็นต่าง จะทำให้เกิดสารเชิงซ้อนสีน้ำเงินที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธี spectrophotometry ในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 750 และ 765 นาโนเมตร โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน แสดงผลเป็นปริมาณของสารฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างเทียบกับกรดแกลลิก (Karadag *et al.*, 2009; Lim *et al.*, 2007) การทดสอบนี้มีความน่าเชื่อถือเทียบเคียงกับผลที่ได้ด้วยวิธี HPLC มีค่าใช้จ่ายน้อย เนื่องจากสารเคมีมีราคาไม่สูงนักและใช้เวลาในการวิเคราะห์น้อยกว่าวิธี HPLC (Hrnčirik and Fritsche, 2004)

สารต้านอนุมูลอิสระสามารถจำแนกออกได้เป็นหลายประเภท และมีกลไกในการทำปฏิกิริยาแตกต่างกันออกไปตามคุณสมบัติเฉพาะตัวดังรายละเอียดที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้น การวิเคราะห์หรือทดสอบความสามารถในการยับยั้งหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระจึงไม่สามารถทำได้อย่างสมบูรณ์โดยใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงวิธีเดียว เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติย่อมมีความซับซ้อนของคุณสมบัติในทางเคมี วิธีการทดสอบปฏิกิริยาของสารต้านอนุมูลอิสระ ปัจจุบันมีหลายวิธี โดยทั่วไปอาศัยหลักการของการเกิดเรโซแนนซ์ (electron spin resonance: ESR) และความสามารถในการปลดปล่อยพลังงานแสงของสารเคมี (chemiluminescence) เพื่อวัดปฏิกิริยาของสารต้านอนุมูลอิสระต่ออนุมูลอิสระและ ROS เช่น วิธี 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) free radical โดย decolorization assay เป็นการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีหลักการคล้ายกับวิธี DPPH คือ สร้างอนุมูลอิสระที่มีสีขึ้น โดยสร้างอนุมูลอิสระจากการทำปฏิกิริยาของสารละลาย ABTS กับ oxidizing agent คือ สารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ($K_2S_2O_8$) เมื่อ ABTS ถูกออกซิไดส์ด้วย oxidizing agent จะเกิด ABTS free radical ($ABTS^{\bullet+}$) สารต้านอนุมูลอิสระที่ต้องการนำมาทดสอบจะขจัด $ABTS^{\bullet+}$ ที่เกิดขึ้นแล้วทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร โดยหากค่าการดูดกลืนแสงลดลงมาก หรือสีของสารละลายจางลงมากจะแสดงถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี วิธี oxygen radical antioxidant capacity (ORAC) เป็นปริมาณการดูดจับอนุมูลออกซิเจน คือ การวัดศักยภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ ที่จะทำให้อนุมูลอิสระกลายเป็นกลาง (neutralize) ปริมาณค่า ORAC ที่สูงกว่าหรือมากกว่า จะมีผลต่อต้านการทำลายของอนุมูลอิสระได้มากกว่า หรือวิธี thiobarbituric reactive substances (TBARS) วิธีนี้เป็นการติดตามปริมาณสารประกอบ อัลดีไฮด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่มีความหนาแน่นต่ำ (low density lipoprotein; LDL) กับโลหะไอออน เช่น Fe^{2+} Cu^{2+} โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร (จิราวรรณ, 2554) โดยวิธีการทดสอบหาประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นที่นิยมในปัจจุบัน ได้แก่

วิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl assay (DPPH assay) เป็นการทดสอบกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระโดยใช้ 2,2 - diphenyl -1- picrylhydrazyl (DPPH) ได้รับความนิยมมาก เพราะเป็นวิธีที่เรียบง่ายและมีความไวสูง (Moon and Shibamoto, 2009; Karadag *et al.*, 2009) วิธี DPPH

ขึ้นอยู่กับกลไกการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและเฉพาะเจาะจงมากขึ้นสำหรับสารต้านอนุมูลอิสระชนิด lipophilic ระหว่างการวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH นั้น สารต้านอนุมูลอิสระสามารถบริจาคอิเล็กตรอนหรือโปรตอนให้กับ DPPH• จะได้ DPPH ที่เป็นสารสีม่วงเข้ม แสดงดังภาพที่ 2.8 (Ebada *et al.*, 2008; Molyneux, 2004; Gressler *et al.*, 2010; Moon and Shibamoto, 2009) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีนี้สามารถประเมินได้โดยการตรวจสอบการดูดกลืนแสงที่ลดลงในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 515 และ 528 นาโนเมตร (Giada and Mancini-Filho, 2009; Wu *et al.*, 2006; Karadag *et al.*, 2009)



ภาพที่ 2.8 ปฏิกิริยาระหว่าง DPPH• และสารต้านอนุมูลอิสระ

ที่มา : Moon and Shibamoto (2009)

วิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) เป็นการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านสารอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ขึ้นอยู่กับความสามารถของสารประกอบ ฟีนอลิกที่จะรีดิวซ์ Fe^{3+} เป็น Fe^{2+} ในสถานะที่เป็นกรด โดยอิเล็กตรอนจะถูกบริจาคให้กับสารอนุมูลอิสระ วิธีการนี้เหมาะสำหรับสารต้านอนุมูลอิสระชนิด hydrophilic (Karadag *et al.*, 2009) การวิเคราะห์นี้เป็นวิธีการที่ง่าย รวดเร็ว และราคาไม่สูง เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ด้วยเครื่อง spectrophotometer ได้ (Prior *et al.*, 2005; Moon and Shibamoto, 2009) เป็นการวัดความสามารถรวมในการรีดิวซ์โดยใช้สารประกอบเชิงซ้อนของเหล็ก เฟอริก Fe^{3+} -TPTZ (ferric tripyridyltriazine) เป็นสารทดสอบ อะตอมของเหล็กในสารนี้จะถูกรีดิวซ์โดยสารต้านออกซิเดชัน ได้สารประกอบเชิงซ้อนของเหล็กเฟอร์รัส Fe^{2+} -TPTZ ซึ่งมีสีน้ำเงิน ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร (Benzie and Strain, 1996)

สารต้านอนุมูลอิสระในผักผลไม้โดยทั่วไปจะลดลงในระหว่างกระบวนการให้ความร้อนและการเก็บรักษา เนื่องจากความไม่คงตัวของสารต้านอนุมูลอิสระ (Murcia *et al.*, 2009) นอกจากนี้ความร้อนอาจทำให้เกิดสารประกอบจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Maillard reaction) ซึ่งสามารถทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพได้ Nicoli *et al.* (1997b) แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระในมะเขือเทศเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารประกอบจากปฏิกิริยา Maillard ในระหว่างการให้ความร้อนเพิ่มขึ้น Nicoli *et al.* (1997a) แสดงให้เห็นว่า กาแฟมีคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น หลังจากผ่านการให้ความร้อน โดยการคั่ว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของสารประกอบจากปฏิกิริยา Maillard แต่พบว่าสารโพลีฟีนอลิกบางส่วนซึ่งมีอยู่ในกาแฟดิบจะหายไปในช่วงการให้ความร้อน ในทำนองเดียวกัน Kusznierevich *et al.* (2008) รายงานว่าคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำกะหล่ำปลีเพิ่มขึ้นในช่วงการทำความร้อน เนื่องจากสารฟีนอลิกและสารประกอบจากปฏิกิริยา Maillard เพิ่มขึ้น โดยสารประกอบจากปฏิกิริยา Maillard นี้สามารถวิเคราะห์ได้จากการเกิดสารรงควัตถุสีน้ำตาลด้วยเครื่อง spectrophotometer สำหรับงานวิจัยสารต้านอนุมูลอิสระในผักพื้นบ้านไทยนั้นมีความค่อนข้างจำกัดมาก Athiwat *et al.* (2013) ศึกษาคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในมะเขือม่วงสีสายพันธุ์ในประเทศไทยหลังผ่านการให้ความร้อนวิธีต่างๆ ได้แก่ การต้ม การนึ่งและคลื่นไมโครเวฟเป็นเวลา 5-15 นาที พบว่าเมื่อเวลาในการให้ความร้อนทั้งสามวิธีเพิ่มขึ้น คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในมะเขือม่วงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาที่คนไทยนิยมนำพืชสมุนไพรและผักพื้นบ้านมาเป็นส่วนประกอบหลักในอาหารไทยแทบทุกชนิด Plernchai *et al.* (2011) จึงทำการศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของอาหารไทยที่มีสมุนไพรและผักพื้นบ้านเป็นส่วนประกอบหลัก (ร้อยละ 13.3-44.2) จำนวน 10 ชนิด และพบว่าหลังจากผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25-30 นาที กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างอาหารไทยเพิ่มขึ้นสูงถึงร้อยละ 120 และ 54 ตามลำดับ Plernchai *et al.* (2006) ยังพบว่าผักพื้นบ้านในภาคเหนือเป็นแหล่งโภชนาการที่สำคัญ ทั้งยังอุดมไปด้วยเยื่อใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระมากมาย

บทที่ 3ระเบียบวิธีวิจัย

คณะวิจัยทำการสำรวจปัญหา ศึกษาข้อมูลบริบท สภาพวิถีการดำเนินชีวิตและอาชีพในเบื้องต้นเกี่ยวกับชุมชนสามเรือน ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และสำรวจความต้องการของเกษตรกร ผู้นำชุมชน และองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน โดยจัดเวทีเสวนาในพื้นที่ชุมชนสามเรือน จากนั้นคณะวิจัยและชุมชนสามเรือนร่วมกันสังเคราะห์และสรุปความต้องการที่แท้จริงของชุมชนและความเป็นไปได้ในการวิจัย พบว่าทางชุมชนสามเรือนต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า โดยต้องการองค์ความรู้และเทคโนโลยีในการสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าโดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ซึ่งแบ่งงานวิจัยออกเป็น 5 การทดลองหลัก โดยมีระเบียบวิธีวิจัยดังนี้

3.1 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต่า

นำเห็ดตับเต่ามาตรวจสอบคุณภาพโดยทำการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ เคมี คุณค่าทางโภชนาการและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระอย่างละ 3 ซ้ำ เทียบกับเห็ดหอม เห็ดออริจิ และเห็ดนางฟ้า ดังนี้

3.1.1 การวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ เคมี คุณค่าทางโภชนาการ

- ค่า water activity (a_w) โดยเครื่อง water activity analysis ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.1.2
- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.1
- ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.2
- ปริมาณเยื่อใย (AOAC, 2000) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.3
- ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.4
- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.5
- ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.6

3.1.2 การวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

การสกัดตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH และ Ferric reducing antioxidant power (ดัดแปลงวิธีจาก Mahattanatawee *et al.*, 2006; Wu *et al.*, 2006) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.8

- ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยวิธี Folin-Ciocalteu's reagent (Lim *et al.*, 2007) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.9

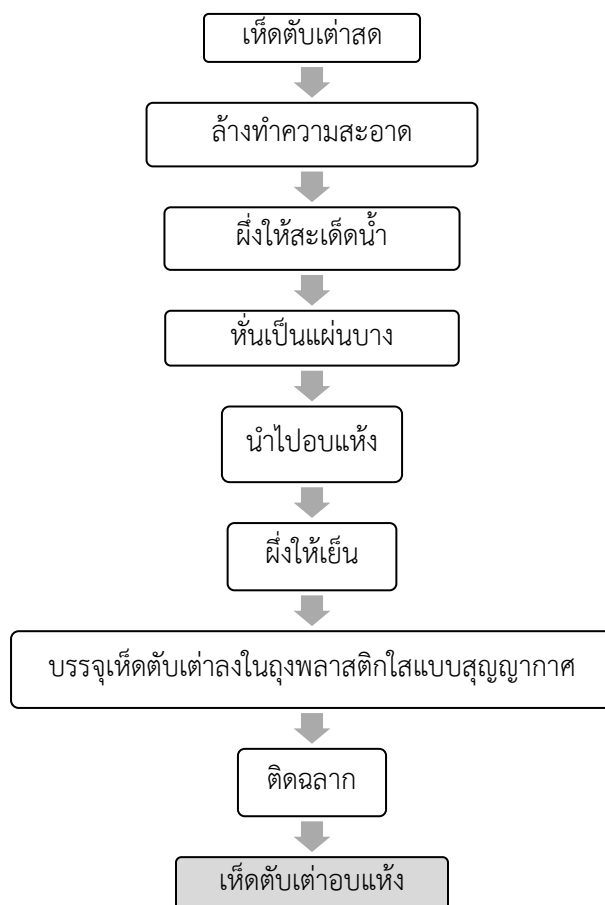
- ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี 2,2-diphenyl-1 picrylhydrazyl (DPPH) (ดัดแปลงวิธีจาก Wu *et al.*, 2006) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.10

นำข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต่า เห็ดหอม เห็ดออริโนจิ และเห็ดนางฟ้ามาเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

3.2 การแปรรูปเห็ดตับเต่า

3.2.1 การแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้ง

การแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้งจากกรรมวิธีการอบแห้งโดยเตาอบลมร้อน นำเห็ดตับเต่าสดจากตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าอบแห้ง ซึ่งมีขั้นตอนในการแปรรูปตามภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การแปรรูปหีตดัดบเต้าอบแห้ง

โดยศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งที่ 3 ระดับ คือ ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งมีกระบวนการเตรียมหีตดัดบเต้า ดังนี้ นำหีตดัดบเต้าสด ตัดโคนเพื่อเอาดินออก ทำล้างและแช่น้ำ 2 ครั้ง (แช่น้ำปูนใส 1 ครั้ง) ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แล้วหั่นเป็นชิ้นตามยาว หนาประมาณ 5 มิลลิเมตร จัดวางเรียงลงในถาดแล้วอบแห้งโดยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างที่เวลา 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง บรรจุและปิดผนึก เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งนำไปวิเคราะห์คุณภาพ ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 ค่า water activity (a_w) โดยเครื่อง water activity analysis ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.1.2

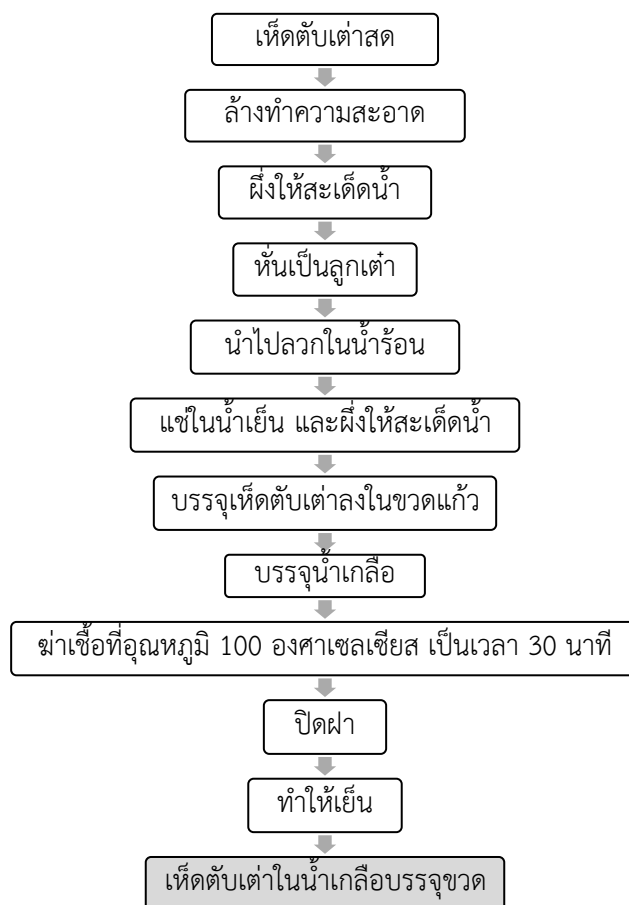
3.2.1.2 ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.5

- 3.2.1.3 วัดสีในระบบ Hunter (L^* , a^* , b^*) โดยใช้เครื่องวัดสี ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.1.1
- 3.2.1.4 ค่าการคืนตัว (rehydration) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.1.3
- 3.2.1.5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยวิธี Folin-Ciocalteu's reagent (Lim *et al.*, 2007) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.9
- 3.2.1.6 ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (ดัดแปลงจาก Wu *et al.*, 2006) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.10

นำข้อมูลที่ได้ มาเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ระหว่างคุณสมบัติต่างๆของเห็ดตับเต่าและอุณหภูมิเวลาที่ทำแห้ง วิเคราะห์หาสภาวะในการทำแห้งที่เหมาะสมที่สุดในการแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้ง

3.2.2 การแปรรูปเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

การแปรรูปเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดจากกรรมวิธีการให้ความร้อนแบบสเตอริไลซ์ โดยนำเห็ดตับเต่าสดจากตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มาแปรรูปเป็นเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด มีขั้นตอนในการแปรรูปตามภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 การแปรรูปหีดดับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

โดยศึกษาความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ในการดองหีดดับเต่าบรรจุขวดแก้ว 3 ระดับ คือ ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ร้อยละ 1, 1.5 และ 2 (ผลสมกรดซิตริกร้อยละ 0.1) ซึ่งมีกระบวนการเตรียมหีดดับเต่า ดังนี้ นำหีดดับเต่าสด ตัดโคนเพื่อเอาดินออก ล้างและแช่ในน้ำ 2 ครั้ง (แช่ในน้ำปูนใส 1 ครั้ง) ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ หั่นหีดดับเต่าเป็นลูกเต๋า ขนาดประมาณ 2x2 เซนติเมตร นำไปลวกในน้ำร้อน 7 นาที แล้วนำไปแช่ในน้ำเย็น 5 นาที แล้วผึ่งให้สะเด็ดน้ำ บรรจุหีดดับเต่าที่ลวกแล้วข้างต้นลงในขวดแก้วที่ทำทำความสะอาดและลวกน้ำร้อนเรียบร้อยแล้ว ปริมาณเนื้อหีดดับเต่าประมาณ 3 ใน 4 ของขวด (น้ำหนักหีด 180 กรัม/ขวด) เติมน้ำเกลือถึง บรรจุน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1, 1.5 และ 2 ซึ่งผลสมกรดซิตริกร้อยละ 0.1 ที่กำลังเดือดลงในขวดจนเต็ม นึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำออกจากลังถึงและปิดฝาให้แน่น แช่ในน้ำเย็น 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งนำไปวิเคราะห์คุณภาพ ดังต่อไปนี้

- 3.2.2.1 วัดสีในระบบ Hunter (L^* , a^* , b^*) โดยใช้เครื่องวัดสี ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.1.1
- 3.2.2.2 ปริมาณเกลือในเห็ดตับเต่า โดย titration method ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.7
- 3.2.2.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยวิธี Folin-Ciocalteu's reagent (Lim *et al.*, 2007) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.9
- 3.2.2.4 ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (ดัดแปลงวิธีจาก Wu *et al.*, 2006) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.10

นำข้อมูลที่ได้ มาเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ระหว่างคุณสมบัติต่างๆของเห็ดตับเต่าและความเข้มข้นของน้ำเกลือ วิเคราะห์หาความเข้มข้นของน้ำเกลือในการดองเห็ดตับเต่าบรรจุขวดแก้วที่เหมาะสมที่สุด

3.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

3.3.1 การศึกษาอายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่าแห้ง

นำเห็ดตับเต่าแห้งที่ได้จากสภาวะในการทำแห้งที่เหมาะสมที่สุดในขั้นตอนที่ 3.2.1 มาศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ นำเห็ดตับเต่าแห้งมาบรรจุในสภาวะที่แตกต่าง 2 สภาวะ คือ บรรจุในถุงพลาสติกใสและปิดผนึก และบรรจุในถุงพลาสติกใสและปิดผนึกแบบสุญญากาศ นำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) และทำการสุ่มเก็บตัวอย่างที่เวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน มาทำการวิเคราะห์ค่า water activity (a_w) โดยเครื่อง water activity analysis ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.1.2 ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.5 และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.3.1 จากนั้นนำข้อมูลมาทำการเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

3.3.2 การศึกษาอายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

นำเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือเหมาะสมที่สุดจากขั้นตอนที่ 3.2.2 มาศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ นำเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) และทำการสุ่มเก็บตัวอย่างที่เวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน มาทำการวิเคราะห์ค่าสี (L^* , a^* , b^*) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.1.1 ปริมาณเกลือในเห็ดตับเต่า โดย titration method ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.2.7 และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.3.1 จากนั้นนำข้อมูลมาทำการเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

3.4 การสร้างแบรนด์ของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า

การสร้างแบรนด์จากกลุ่มหรือชุมชน คือ การสร้างประสบการณ์ในรูปแบบของ "พื้นที่" สำหรับผู้ที่สนใจในสิ่งเดียวกัน ในชุมชนสามเรือนมีความโดดเด่นเรื่อง เห็ดตับเต่า และเมื่อมีการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ยังเป็นการชี้ให้เห็นถึงความเอกลักษณ์ของเห็ดตับเต่าที่ขึ้นในชุมชนสามเรือนนี้ เป็นการสร้างบรรยากาศขึ้น เพื่อสื่อสารกับกลุ่มคนที่มาชมวิถีชีวิตของชุมชน ดังนั้นการสร้างแบรนด์นี้สามารถทำได้โดยการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ให้เป็นตัวบอกเล่าเรื่องราวและคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดตับเต่า โดยมีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

3.4.1 ทำการพัฒนาและออกแบบบรรจุภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดร่วมกับชุมชนสามเรือน

3.4.2 ออกแบบสอบถามเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด โดยให้ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน เป็นผู้ตอบแบบสอบถาม

3.4.3 วิเคราะห์ผลทางสถิติจากแบบสอบถาม

3.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย

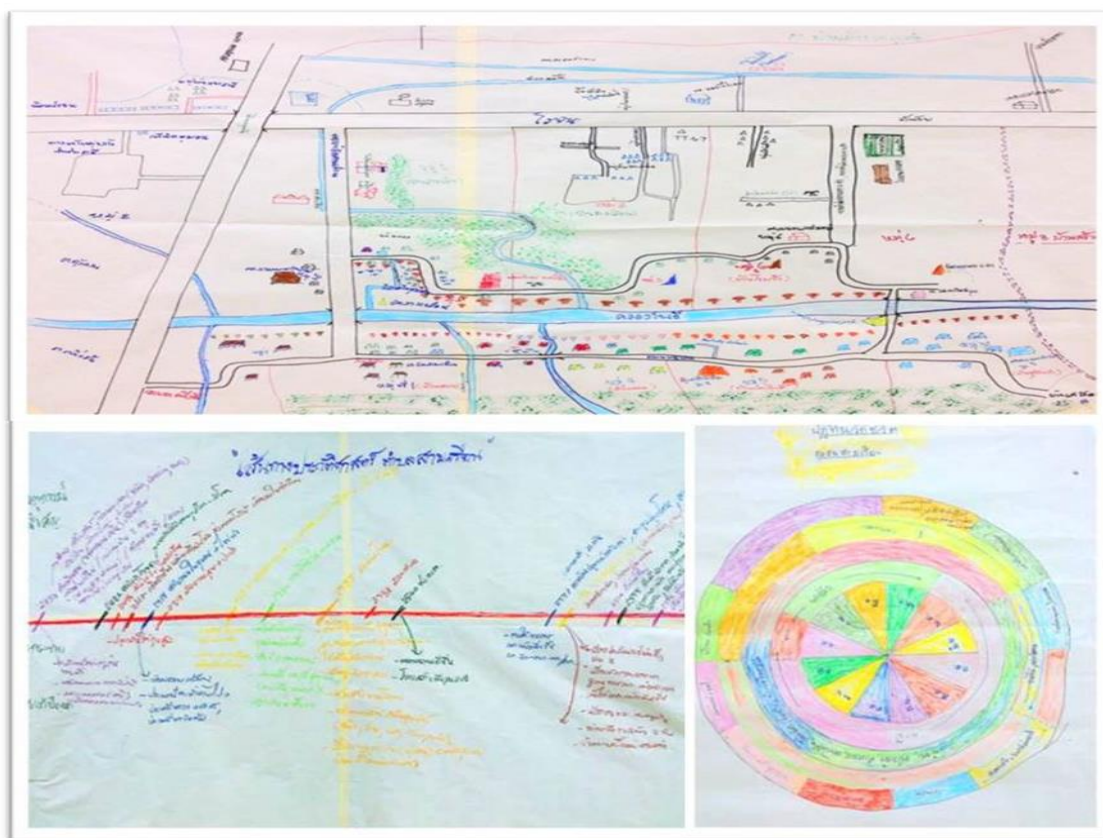
นำผลงานวิจัยไปทำการอบรมเชิงปฏิบัติการ การอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ชุมชนสามเรือน ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 30 คน โดยมีการสาธิต การฝึกปฏิบัติจริง การให้ความรู้โดยการบรรยาย โดยใช้สื่อและเอกสารประกอบคำบรรยาย

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

การสำรวจปัญหาและความต้องการของชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เติบโตมีขั้นตอนการดำเนินงานโดยอาศัยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของชุมชนดังนี้ คณะวิจัยลงพื้นที่พบกับกลุ่มชุมชนและผู้นำชุมชน เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชุมชนสามเรือน ศึกษาบริบท สภาพวิถีการดำเนินชีวิตและอาชีพสำรวจปัญหาและความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ให้เติบโตของชุมชนสามเรือน โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลชุมชน 3 ชนิด คือ แผนที่ ภูมินิเวศชีวิตและประวัติศาสตร์ของชุมชน (ภาพที่ 4.1-4.2) เมื่อวันที่ 3 ธันวาคม 2557 ณ ศูนย์การเรียนรู้ตำบลสามเรือน



ภาพที่ 4.1 การลงพื้นที่พบกับกลุ่มชุมชนและผู้นำชุมชน เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชุมชนสามเรือน
อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา



ภาพที่ 4.2 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลชุมชน คือ แผนที่ ปฏิทินวิถีชีวิตและประวัติศาสตร์
ของชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

คณะวิจัยลงพื้นที่พบกับกลุ่มชุมชนและผู้นำชุมชน เพื่อจัดประชุมทำความเข้าใจโครงการ และเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า มีผู้เข้าร่วม คือ นายกองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน นักพัฒนาชุมชน กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน กลุ่มวิสาหกิจชุมชน และเกษตรกรผู้เพาะเห็ดตับเต่า เมื่อวันที่ 8 ธันวาคม 2557 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน (ภาพที่ 4.3) ผู้วิจัยและชุมชนร่วมกันคัดเลือกกรณีศึกษาที่ต้องการจะพัฒนาร่วมกัน โดยวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการศึกษาร่วมกัน จากการสอบถามความต้องการของชุมชนนั้น พบว่าทางชุมชนผู้เพาะเห็ดตับเต่า ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีความต้องการอย่างจำเป็นและเร่งด่วนสำหรับองค์ความรู้และเทคโนโลยีในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า เพื่อเน้นการแก้ไขปัญหาอายุการเก็บรักษาของเห็ดตับเต่า ทำให้สามารถมีผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าจำหน่ายนอกฤดูกาลได้

โดยยึดอายุการเก็บรักษา ได้แก่ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้ง และเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว รวมทั้งการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า โดยต้องมีการสร้างแบรนด์หรือพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากเอกลักษณ์ของชุมชนเกี่ยวกับเห็ดตับเต่า ทั้งนี้เพื่อจำหน่ายให้นักท่องเที่ยว ผู้มาศึกษาดูงาน การเพาะเห็ดตับเต่าและผู้สนใจ ในการวิจัยครั้งนี้ได้รับความร่วมมือและความเข้าใจเป็นอย่างดีจากคนในชุมชนและผู้นำชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา



ภาพที่ 4.3 การลงพื้นที่พบกับกลุ่มชุมชนและผู้นำชุมชน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิเคราะห์ปัญหา และความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า

จากการสำรวจบริบทของชุมชนสามเรือน พบว่า ชุมชนสามเรือนเพาะเห็ดตับเต่าบริเวณโคนต้น โสนเกือบทั่วทั้งชุมชน โดยเห็ดตับเต่าจะขึ้นตามธรรมชาติตลอดแนวที่ลุ่มริมคลองโพธิ์ และมีการติดตั้งน้ำรดบริเวณโคนต้นโสนด้วยเพื่อสร้างสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดตับเต่า และมีจำนวนเกษตรกรผู้เพาะเห็ดตับเต่าประมาณ 100 ราย และมีพื้นที่ในการเพาะเห็ดทั้งหมดประมาณ 200 ไร่ โดยมีราคาขายอยู่ที่กิโลกรัมละ 80-150 บาท ขึ้นกับช่วงฤดูกาล ในพื้นที่ตำบลสามเรือนนี้สามารถผลิตเห็ดตับเต่าได้มากกว่า 5 ตันต่อปี พร้อมกันนี้ทางจังหวัดพระนครศรีอยุธยาได้ส่งเสริมและพัฒนาให้ชุมชนสามเรือนเป็นแหล่งท่องเที่ยว โดยเน้นการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ เพื่อสนับสนุนให้นักท่องเที่ยวมาเที่ยวชมเห็ดตับเต่า รวมทั้งมีโครงการจะทำตลาดน้ำเพื่อจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในชุมชน ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น สร้างความเข้มแข็งและยั่งยืนให้กับชุมชน เป็นการเชิดชูและคงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ของชุมชน และพบปัญหาคือชุมชนต้องการให้มีผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าจำหน่ายนอกฤดูกาลได้ เห็ดตับเต่ามีศักยภาพที่จะแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆได้ เพื่อช่วยให้เก็บรักษาไว้ได้นานนอกฤดูกาลเก็บเกี่ยว และสามารถมีบริโภคได้ตลอดทั้งปี จากการร่วมมือระหว่างชุมชนกับคณะวิจัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจะทำการแปรรูป พบว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งและผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะเพิ่มมูลค่าแก่เห็ดตับเต่า สามารถทำให้สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่านอกฤดูกาลได้ และสามารถนำเนื้อเห็ดไปประกอบอาหารได้อย่างหลากหลายตามที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นเกษตรกรในตำบลสามเรือนจึงต้องการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว เพื่อการจำหน่ายแม้นอกฤดูกาล รวมทั้งการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า

คณะวิจัยได้ทำการสำรวจและทำความร่วมมือกับคนในชุมชนและประสานผ่านทางผู้นำชุมชนในการขอเข้าทำงานวิจัยในชุมชนสามเรือนแล้ว พบว่าชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีการเพาะเห็ดตับเต่าบริเวณโคนต้นโสนเกือบทั่วทั้งชุมชน โดยเห็ดตับเต่าจะขึ้นตามธรรมชาติตลอดแนวที่ลุ่มริมคลองเทพ และมีการติดตั้งน้ำรดบริเวณโคนต้นโสนด้วย ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 พื้นที่ที่มีการเพาะเห็ดตับเต่าบริเวณโคนต้นโสนในตำบลสามเรือน

อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

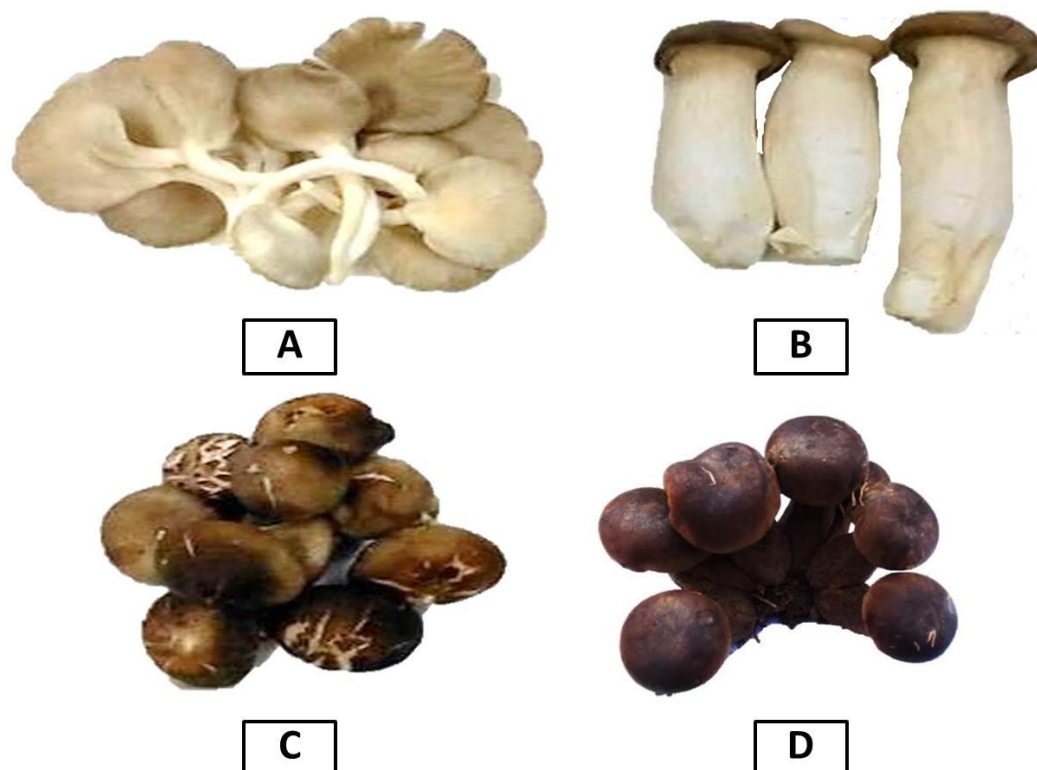
เห็ดตับเต่าที่ขึ้นบริเวณตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีหลายขนาด โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-10 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นหมวกเห็ด ลักษณะมนเป็นรูปกระทะคว่ำ ผิวมัน เนื้อแข็ง สีน้ำตาลเข้ม โคนก้านใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 เห็ดตับเต่าที่เพาะในตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

4.1 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต่า

โดยปกติเห็ดเป็นแหล่งอาหารมีไขมันต่ำ เยื่อใยสูง ในการทดลองนี้ทำการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดตับเต่าและเห็ดเศรษฐกิจอีก 3 ชนิด ได้แก่ เห็ดหอมสด เห็ดออริโนจิ และเห็ดนางฟ้า (ภาพที่ 4.6) เห็ดทั้ง 4 ชนิดมีปริมาณความชื้นสูงกว่าร้อยละ 85.54 และเป็นอาหารประเภทกรดต่ำ (ค่า pH อยู่ระหว่าง 4.41-6.58) จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเห็ดสดพร้อมบริโภครวม 100 กรัม (ร้อยละน้ำหนักสดหรือ %wet basis) พบว่า เห็ดหอมมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด (ร้อยละ 4.83) ส่วนเห็ดตับเต่า เห็ดออริโนจิ และเห็ดนางฟ้ามีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 2.58-2.86) สำหรับปริมาณไขมันของเห็ดตับเต่า เห็ดหอมสด และเห็ดนางฟ้ามีค่อนข้างน้อยประมาณร้อยละ 0.07-0.08 และพบว่า เห็ดออริโนจิมีปริมาณไขมันน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 0.02 นอกจากนี้ยังพบว่าเห็ดหอมสดมีปริมาณเยื่อใยสูงที่สุด (ร้อยละ 0.58) รองลงมาคือ เห็ดตับเต่า (ร้อยละ 0.44) เห็ดออริโนจิ (ร้อยละ 0.24) และเห็ดนางฟ้า (ร้อยละ 0.15) ตามลำดับ



ภาพที่ 4.6 เห็ดนางฟ้า (A) เห็ดออริจิน (B) เห็ดหอมสด (C) และเห็ดตับเต่า (D)

เห็ดตับเต่า 100 กรัม จะให้พลังงานน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเห็ดที่ทำการทดลองทั้งหมด คือ 23.44 กิโลแคลอรี ประกอบด้วยน้ำ 93.06 กรัม โปรตีน 2.58 กรัม ไขมัน 0.07 กรัม เยื่อใย 0.44 กรัม เกลือ 0.72 กรัมและคาร์โบไฮเดรต 3.14 กรัม ส่วนเห็ดหอมสด 100 กรัม จะให้พลังงานมากที่สุดเมื่อเทียบกับเห็ดที่ทำการทดลองทั้งหมด คือ 51.23 กิโลแคลอรี ประกอบด้วยน้ำ 85.54 กรัม โปรตีน 4.83 กรัม ไขมัน 0.08 กรัม คาร์โบไฮเดรต 7.80 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางกายภาพ เคมีและคุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างเห็ด

คุณภาพ	เห็ดตับเต่า	เห็ดหอม	เห็ดออริโนจิ	เห็ดนางฟ้า
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.997 ± 0.001^a	0.993 ± 0.002^b	0.996 ± 0.002^a	0.996 ± 0.001^a
ค่า pH	6.03 ± 0.02^b	5.44 ± 0.04^c	4.41 ± 0.01^d	6.58 ± 0.02^a
พลังงาน (กิโลแคลอรี/100 กรัม)	23.44 ± 0.44^d	51.23 ± 0.91^a	34.45 ± 0.17^c	41.64 ± 0.49^b
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	93.06 ± 0.05^a	85.54 ± 0.27^d	90.40 ± 0.10^b	88.60 ± 0.13^c
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	0.72 ± 0.02^d	1.17 ± 0.03^a	0.77 ± 0.02^c	0.93 ± 0.00^b
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	0.07 ± 0.01^a	0.08 ± 0.02^a	0.02 ± 0.01^b	0.07 ± 0.02^a
ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	2.58 ± 0.15^b	4.83 ± 0.16^a	2.86 ± 0.17^b	2.73 ± 0.14^b
ปริมาณเยื่อใย (ร้อยละ)	0.44 ± 0.08^b	0.58 ± 0.00^a	0.24 ± 0.04^c	0.15 ± 0.01^d
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	3.14 ± 0.05^c	7.80 ± 0.35^a	5.71 ± 0.19^b	7.53 ± 0.28^a

หมายเหตุ : ^{a, b, c, d} แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแถวเดียวกันที่ P -value < 0.05 (N=3)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของเห็ดทั้ง 4 ชนิด อยู่ระหว่าง 35.93-64.27 gallic acid equivalent (GAE) mg/100 g ตัวอย่าง (เทียบกับน้ำหนักเห็ดสดพร้อมบริโภค 100 กรัม, %wet basis) ดังตารางที่ 4.2 โดยเห็ดตับเต่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (64.27 GAE mg/100 g ตัวอย่าง) รองลงมาคือ เห็ดหอม (50.47 GAE mg/100 g ตัวอย่าง) เห็ดนางฟ้า (38.66 GAE mg/100 g ตัวอย่าง) และเห็ดออริโนจิ (35.93-38.66 GAE mg/100 g ตัวอย่าง) ตามลำดับ สารประกอบฟีนอลเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีโครงสร้างหลักเป็นวงอะโรมาติกและมีหมู่แทนที่เป็นหมู่ไฮดรอกซิล โดยมีความสามารถในการให้ไฮโดรเจนอะตอมทำให้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูล สารประกอบฟีนอลมีกลไกในการต้านอนุมูลอิสระได้หลายลักษณะ ได้แก่ 1) สามารถกำจัด reactive species ต่างๆโดยตรง เช่น อนุมูลไฮดรอกซิล อนุมูลซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออน ไนตริกออกไซด์ 2) สามารถหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยกำจัดอนุมูลเปอร์ออกไซด์ (Chain-breaking peroxy radical scavenger) และ 3) สารประกอบฟีนอลสามารถคีเลทไอออนของโลหะที่เป็นตัวการสำคัญของการเร่งปฏิกิริยาในการสร้างอนุมูลตัวอื่นๆ

ตารางที่ 4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของตัวอย่างเห็ด

ตัวอย่างเห็ด	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (GAE mg/ 100 g ตัวอย่างสด)
เห็ดตับเต่า	64.27 ± 0.51 ^a
เห็ดหอม	50.47 ± 0.60 ^b
เห็ดออริโนจิ	35.93 ± 0.58 ^d
เห็ดนางฟ้า	38.66 ± 0.70 ^c

หมายเหตุ : ^{a, b, c} แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคอลัมน์เดียวกันที่ $P\text{-value} < 0.05$ (N=3)

จากการวิเคราะห์กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ โดยการวิเคราะห์ความสามารถในการจับสารอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH พบว่า สารสกัดตัวอย่างเห็ดทั้ง 4 ชนิด มีความแตกต่างกันและสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่วิเคราะห์ได้ โดยเห็ดตับเต่าออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับค่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่มีค่าสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH radical scavenging activity) สูงสุด (37.87 GAE mg/100 g ตัวอย่างเทียบกับน้ำหนักเห็ดสดพร้อมบริโภคน้ำหนัก 100 กรัม (%wet basis) ดังตารางที่ 4.3 รองลงมาคือ เห็ดหอมสดมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ 34.48 GAE mg/100 g ตัวอย่าง ส่วนเห็ดนางฟ้าและเห็ดออริโนจิมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระเป็น 11.42 และ 9.99 GAE mg/100 g ตัวอย่าง ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของภาวดีและคณะ (2558) ที่ทำการศึกษาผลของการต้มต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเห็ดออริโนจิ เห็ดหูหนูดำ เห็ดนางฟ้า และเห็ดหอม โดยพบว่า เห็ดหอมมีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด เมื่อเทียบกับเห็ดออริโนจิและเห็ดนางฟ้า

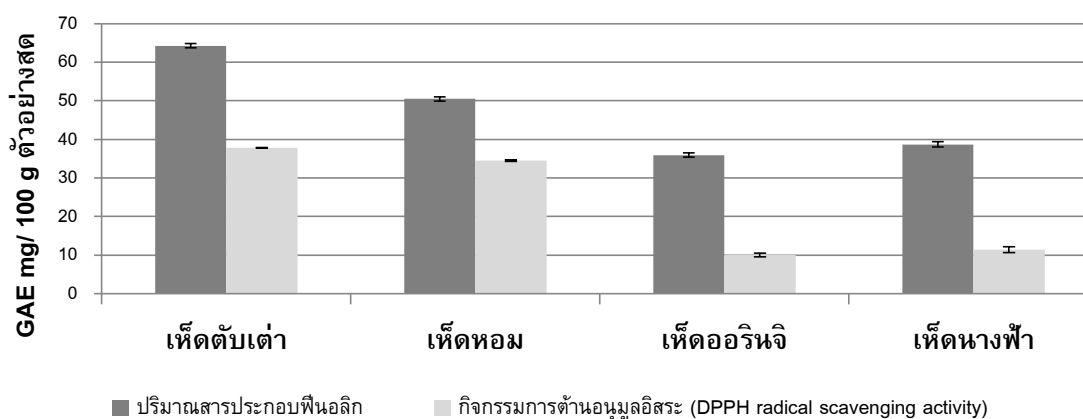
เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH radical scavenging activity) ของตัวอย่างเห็ดทั้ง 4 ชนิด พบว่าเห็ดตับเต่ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดอย่างเห็นได้ชัดเจน ดังภาพที่ 4.7 ปัจจุบันผู้บริโภคมีความสนใจในอาหารเพื่อสุขภาพ (functional food) มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่างๆ ทั้งโรคมะเร็ง โรคอัลไซเมอร์ โรคหัวใจ รวมทั้งโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น เนื่องจากสารที่พบในพืช (phytonutrients) เป็นสารที่เข้าไปทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น รังควัตถุและสารฟีนอลิกต่างๆ เป็นต้น (อ้อมใจ, 2556; ลลิตา, 2542) สารต้านอนุมูล

อิสระมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (peroxidation) ในเยื่อหุ้มเซลล์ โดยการกำจัดออกซิเจน เพื่อป้องกันการเป็นโรคต่างๆ (Tesoriere *et al.*, 2009) โดยทั่วไปสารประกอบฟีนอลิกประกอบด้วยกลุ่มไฮดรอกซิลและ กลุ่มอะโรมาติกริง เช่น เบนซีนริง เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบมากในพืช สารประกอบฟีนอลิกมีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบฟีนอลิก เช่น สารฟีนอล กรดฟีนอล และโพลีฟีนอล ซึ่งทำหน้าที่ที่แตกต่างกันไปในพืช เช่น เป็นสารรงควัตถุ หรือส่งผลทางประสาทสัมผัส หรือเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (Ignat *et al.*, 2011; Parr and Bolwell, 2000; Maestri *et al.*, 2006)

ตารางที่ 4.3 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH radical scavenging activity) ของตัวอย่างเห็ด

ตัวอย่างเห็ด	กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH radical scavenging activity) (GAE mg/ 100 g ตัวอย่างสด)
เห็ดตับเต่า	37.87 ± 0.07^a
เห็ดหอม	34.48 ± 0.25^b
เห็ดออริโนจิ	9.99 ± 0.46^d
เห็ดนางฟ้า	11.42 ± 0.75^c

หมายเหตุ : ^{a, b, c} แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคอลัมน์เดียวกันที่ $P\text{-value} < 0.05$ (N=3)



ภาพที่ 4.7 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) ของเห็ดตับเต่า เห็ดหอมสด เห็ดออริโนจิ และเห็ดนางฟ้า

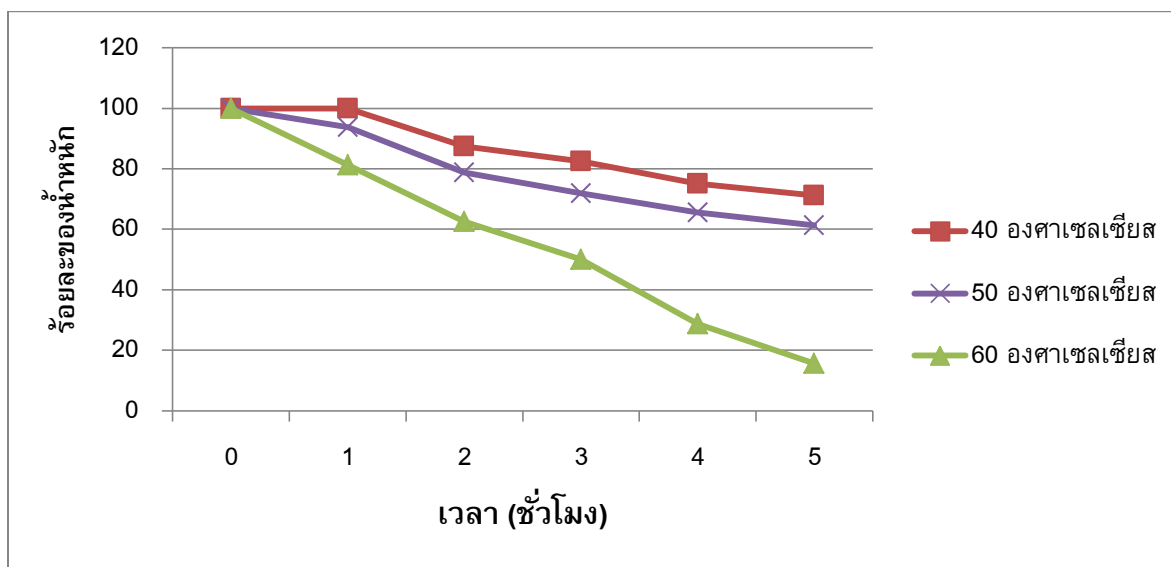
4.2 ผลการแปรรูปเห็ดตับเต่า

4.2.1 ผลการพัฒนาการแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้ง

การแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้งจากกรรมวิธีการอบแห้งโดยเตาอบลมร้อน โดยศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งที่ 3 ระดับ คือ ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส โดยนำเห็ดตับเต่าไป ล้าง และแช่น้ำ 2 ครั้ง (แช่น้ำปูนใส 1 ครั้ง) ผึ่งให้สะเด็ดน้ำและนำมาหั่นเป็นชิ้นตามยาว หนาประมาณ 5 มิลลิเมตร วางเรียงลงในถาดแล้วอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง (ภาพที่ 4.8) โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างที่เวลา 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง นำเห็ดตับเต่าแห้งที่ได้มาวิเคราะห์ พบว่า ในขั้นตอนการเตรียมเห็ดตับเต่าสด โดยทำการตัดโคนทิ้งเพื่อเอาดินออก มีปริมาณ yield ของเห็ดตับเต่าค่อนข้างสูงคือร้อยละ 94.03 ± 0.35 และเมื่อนำเห็ดตับเต่ามาทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส แล้วนำข้อมูลการอบแห้งที่ได้มาวิเคราะห์ พบว่า กราฟการทำแห้งของเห็ดตับเต่าแสดงดังภาพที่ 4.9 มีอัตราการทำแห้งเห็ดตับเต่าที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็น 46, 62 และ 135 กรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ เห็ดตับเต่าเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้น พบว่ามีอัตราการทำแห้งสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

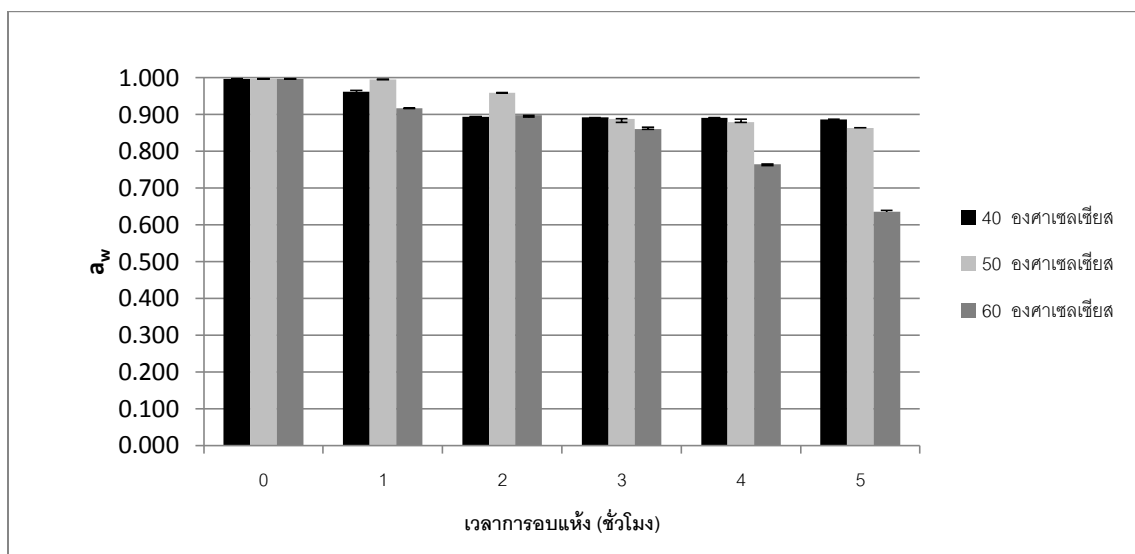


ภาพที่ 4.8 เห็ดตับเต่าแห้งจากกรรมวิธีการอบแห้งโดยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกัน

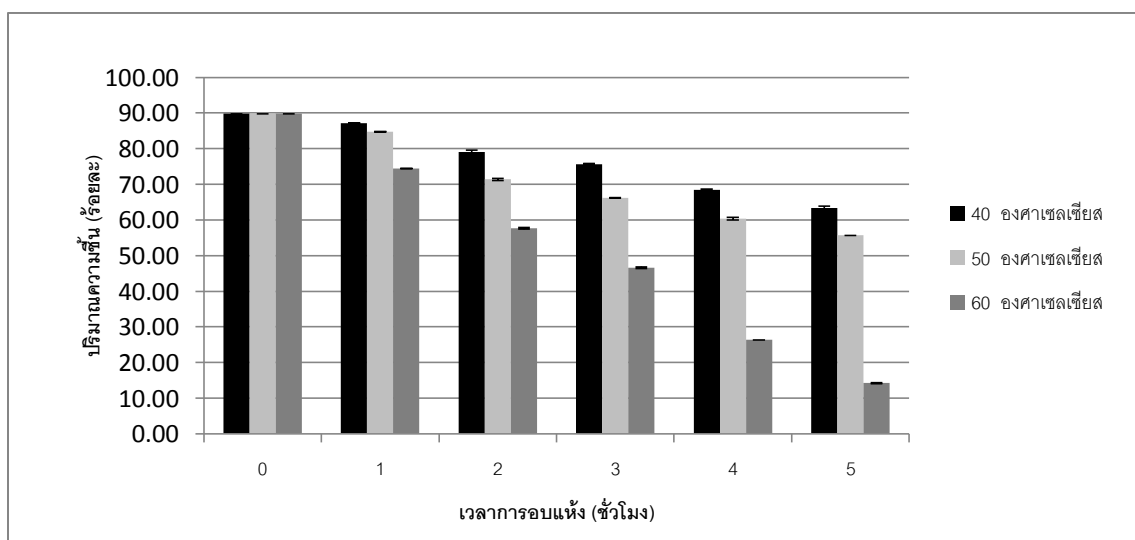


ภาพที่ 4.9 กราฟการทำแห้งของเห็ดตับเต่าที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

เมื่อสุ่มเก็บตัวอย่างเห็ดตับเต่าแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียสที่เวลา 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง มาตรวจสอบคุณภาพโดยทำการวิเคราะห์ค่า water activity (a_w) ปริมาณความชื้น ได้ผลตามภาพที่ 4.10 และ 4.11 พบว่า ค่า water activity และปริมาณความชื้นของเห็ดตับเต่าอบแห้ง ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 ถึงชั่วโมงที่ 3 ในการอบแห้งเห็ดตับเต่าทั้ง 3 อุณหภูมิไม่แตกต่างกัน และในชั่วโมงที่ 4 จะพบว่าค่า water activity (a_w) และปริมาณความชื้นของเห็ดตับเต่าแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างจากเห็ดตับเต่าที่อบด้วยอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส และเห็นได้อย่างชัดเจนในการอบแห้งที่ชั่วโมงที่ 5

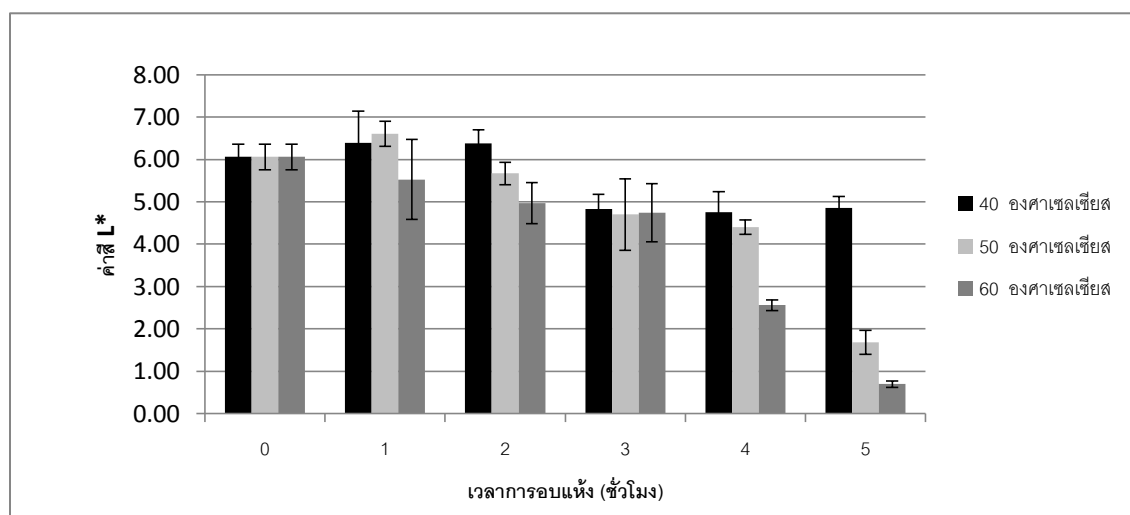


ภาพที่ 4.10 ค่า water activity (a_w) ของเห็ดตับเต่าแห้งที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

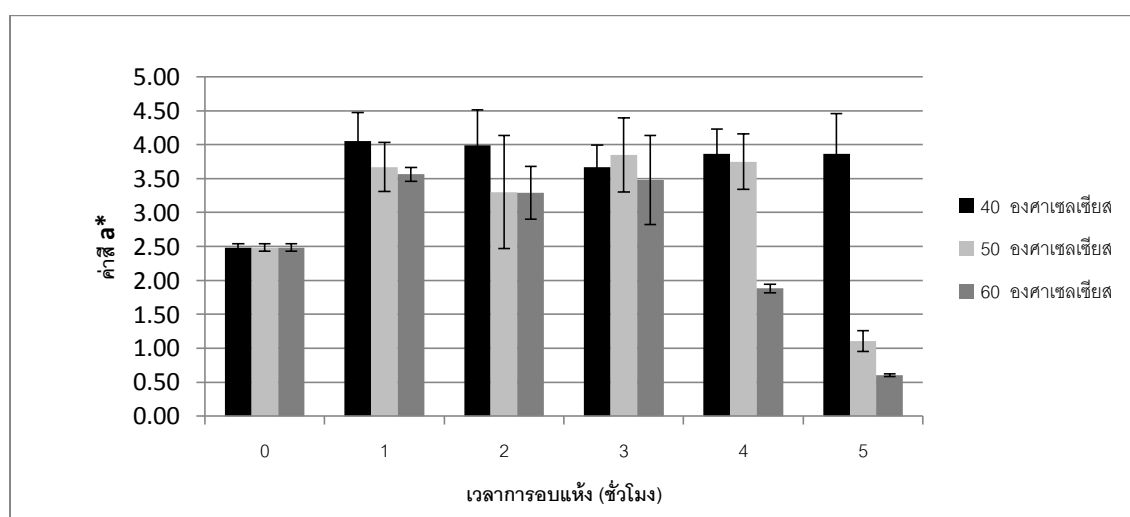


ภาพที่ 4.11 ปริมาณความชื้นของเห็ดตับเต่าแห้งที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

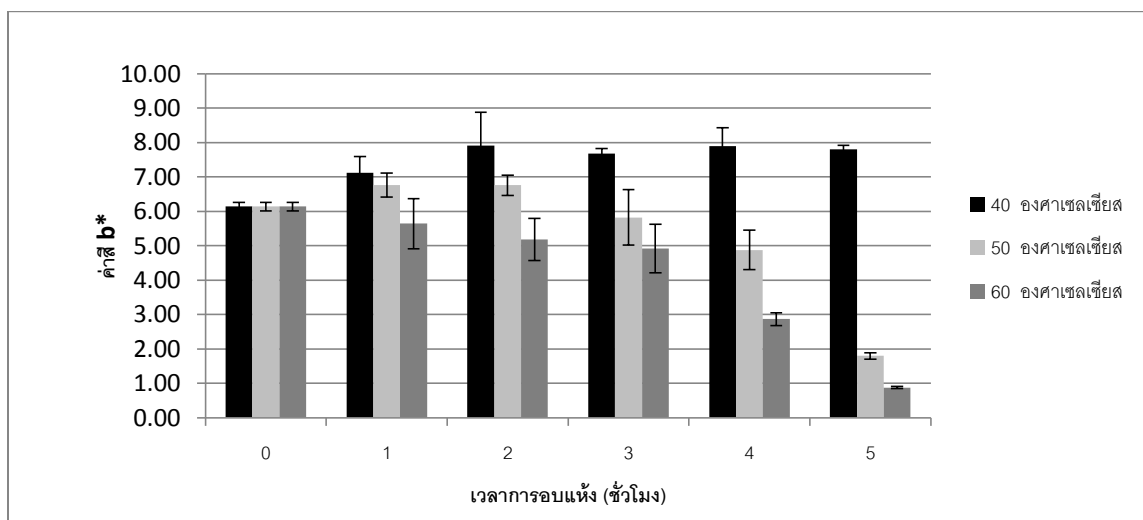
ค่าสีของเห็ดตับเต่าแห้ง ทำการวิเคราะห์ 3 ค่า คือ ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*) แสดงตามรูปที่ 4.12-4.14 พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเห็ดตับเต่าแห้งมีแนวโน้มลดลง เมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส แสดงว่าเห็ดจะมีสีคล้ำมากขึ้น และจะเห็นชัดเจนเมื่อเวลาอบแห้งนานขึ้น



ภาพที่ 4.12 ค่าสี L^* ของเห็ดตับเต่าแห้งด้วยอุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.13 ค่าสี a^* ของเห็ดตับเต่าแห้งด้วยอุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.14 ค่าสี b* ของเห็ดดัดเบ้าแห้งด้วยอุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดตามวิธีของ Folin-ciocalteu colorimetric assays และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ โดยการวิเคราะห์ความสามารถในการจับสารอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.4 พบว่า เมื่ออุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบเห็ดดัดเบ้ามากขึ้น ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และเมื่ออบแห้งเห็ดดัดเบ้าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจะมีปริมาณลดลงจาก 64.27 เป็น 16.65 (GAE mg/ 100 g ตัวอย่างสด) และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจะลดลงจาก 37.87 เป็น 9.28 (GAE mg/ 100 g ตัวอย่างสด) ซึ่งเมื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับเห็ดดัดเบ้าสด พบว่ามีปริมาณลดลงจากเห็ดดัดเบ้าสดประมาณร้อยละ 74.09 และ 75.50 ตามลำดับ ดังนั้นเห็ดดัดเบ้าแห้งมีกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระคงอยู่ประมาณร้อยละ 25

ผลการวิเคราะห์ค่าการคืนตัว (rehydration) ของเห็ดดัดเบ้าแห้งที่อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบการคืนตัวที่ 3 อุณหภูมิ คือ 25, 55 และ 85 องศาเซลเซียส พบว่า อัตราการคืนตัวของเห็ดดัดเบ้าแห้งเป็น 2.06 ± 0.02 , 2.47 ± 0.01 และ 2.88 ± 0.02 เท่า ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการคืนตัวเห็ดดัดเบ้าแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้น เห็ดจะสามารถดูดน้ำได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Pablo *et al.* (2005) ที่ศึกษาการคืนตัวของเห็ด *Boletus edulis* เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเห็ดดัดเบ้าอบแห้งที่ได้ พบว่า เมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาในการอบแห้ง

ที่มากขึ้นส่งผลให้เห็ดตับเต๋ามีค่า water activity (a_w) และปริมาณความชื้นต่ำ และยังคงสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เห็ดตับเต๋่าแห้งอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการอบแห้งเห็ดตับเต๋่าจากกรรมวิธีการอบแห้งโดยเตาอบลมร้อน

ตารางที่ 4.4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างเห็ดตับเต๋่าแห้ง

เห็ดตับเต๋่าอบแห้ง		ปริมาณสารประกอบ	กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ
อุณหภูมิที่ใช้ (องศาเซลเซียส)	เวลา (ชั่วโมง)	ฟีนอลิก (GAE mg/ 100 g ตัวอย่างสด)	(DPPH radical scavenging activity) (GAE mg/ 100 g ตัวอย่างสด)
สด	0	64.27 ± 0.51	37.87 ± 0.07
	40	61.38 ± 0.42 ^a	36.42 ± 0.42 ^a
	2	60.13 ± 0.76 ^a	28.05 ± 0.43 ^b
	3	56.97 ± 0.75 ^b	26.94 ± 0.42 ^c
	4	47.12 ± 0.21 ^c	24.91 ± 0.36 ^d
50	5	38.91 ± 0.25 ^d	21.55 ± 0.22 ^e
	1	48.24 ± 0.10 ^a	25.19 ± 0.87 ^a
	2	43.58 ± 0.54 ^b	24.95 ± 0.71 ^a
	3	39.55 ± 0.72 ^c	22.49 ± 0.16 ^b
	4	37.05 ± 0.70 ^d	19.89 ± 0.48 ^c
60	5	32.62 ± 0.87 ^e	15.44 ± 0.06 ^d
	1	41.80 ± 0.44 ^a	22.13 ± 0.51 ^a
	2	40.87 ± 0.74 ^a	19.04 ± 0.63 ^b
	3	34.82 ± 0.53 ^b	17.48 ± 0.17 ^c
	4	21.91 ± 0.26 ^c	11.64 ± 0.20 ^d
	5	16.65 ± 0.17 ^d	9.28 ± 0.11 ^e

หมายเหตุ : ^{a, b, c, d} แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคอลัมน์เดียวกันในแต่ละ
 อุณหภูมิที่ $P\text{-value} < 0.05$ ($N=3$)

4.2.2 ผลการพัฒนาการแปรรูปเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

การแปรรูปเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดจากกรรมวิธีการให้ความร้อนแบบสเตอริไลซ์เป็นเวลา 30 นาที โดยศึกษาความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ในการดองเห็ดตับเต่าบรรจุขวดแก้ว 3 ระดับ คือ ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ร้อยละ 1, 1.5 และ 2 ซึ่งมีกระบวนการเตรียมเห็ดตับเต่า ดังนี้ นำเห็ดตับเต่าสด ตัดโคนเพื่อเอาดินออก ล้างและแช่น้ำ 2 ครั้ง (แช่น้ำปูนใส 1 ครั้ง) ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ หั่นเห็ดตับเต่าเป็นลูกเต๋า ขนาดประมาณ 2×2 เซนติเมตร นำไปลวกในน้ำร้อน 7 นาที แล้วนำไปแช่น้ำเย็น 5 นาที แล้วผึ่งให้สะเด็ดน้ำ บรรจุเห็ดตับเต่าที่ลวกแล้วข้างต้นลงในขวดแก้วที่ทำความสะอาดและลวกน้ำร้อนเรียบร้อยแล้ว ปริมาณ 180 กรัมต่อขวดหรือร้อยละ 60 ของน้ำหนักทั้งหมด บรรจุน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1, 1.5 และ 2 ซึ่งผสมกรดซิตริกร้อยละ 0.1 ที่กำลังเดือดลงในขวดจนเต็ม นึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำออกจากลังถึงและปิดฝาให้แน่น แช่น้ำเย็น 30 นาที ได้ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดดังภาพที่ 4.15 จากการศึกษาขั้นตอนการเตรียมเห็ดตับเต่า โดยการตัดโคนเห็ดตับเต่าทิ้งเพื่อเอาดินออก พบว่ามี yield เท่ากับร้อยละ 74.64 ± 0.36 ซึ่ง yield น้อยกว่าการเตรียมเพื่อแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้ง เนื่องมาจากการเตรียมแปรรูปเป็นเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดนั้น ต้องมีการตัดแต่งส่วนที่อยู่บริเวณปากของดอกเห็ดทิ้งไป ทำให้น้ำหนักส่วนนี้หายไปค่อนข้างมาก

จากผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ได้นั้น มีร้อยละ น้ำหนักเนื้อเห็ด (drained weight) ของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดเท่ากับ 62.72 ± 0.53 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 144 (พ.ศ. 2535) เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กล่าวว่า น้ำหนักเนื้ออาหาร (drained weight) หมายถึง น้ำหนักของอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท (hermetically sealed container) เช่น อาหารกระป๋อง (canned food) ภายหลังผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (thermal processing) เมื่อรินแยกเอาส่วนที่เป็นของเหลวออกแล้ว โดยกำหนดว่าหากเป็นพืชผักที่เป็นขึ้นต้องมีย่านน้ำหนักเนื้ออาหารเป็นร้อยละของน้ำหนักสุทธิไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60

เมื่อนำเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วมาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีได้ผลดังตารางที่ 4.5 พบว่า ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ในการบรรจุเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือให้ผลค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) และร้อยละน้ำหนักเนื้อเห็ด (drained weight) รวมทั้งกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเห็ดตับเต่าบรรจุในน้ำเกลือมีสีที่แตกต่างจากเห็ดตับเต่าสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากกระบวนการแปรรูปมีขั้นตอนการล้างและลวก ทำให้สีดำนอกจากเห็ดสดจางลง นอกจากนี้ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลื่อยังมีผลเล็กน้อยต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามความเข้มข้นของน้ำเกลือที่เพิ่มขึ้น ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดลดลงจากเห็ดสดร้อยละ 57.91 และ 25.51 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการเตรียม การลวก และการให้ความร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จึงทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระลดลงจากกระบวนการแปรรูปที่กล่าวมา แต่อย่างไรก็ตามเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดก็ยังคงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดคงอยู่มากถึงร้อยละ 42.09 และ 74.49 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.15 เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1, 1.5 และ 2

เมื่อพิจารณาจากคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ได้ พบว่าเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1 เหมาะสมที่สุดในการทำเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด เนื่องจากมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด และเนื้อเห็ดมีปริมาณเกลือร้อยละ 0.47 ซึ่งมีปริมาณเกลือมากกว่าเห็ดสดประมาณ 2.5 เท่า

หลังจากเห็ดตับเต่าสดผ่านกระบวนการแปรรูป พบว่า ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์แปรรูปเห็ดตับเต่าน้อยกว่าเห็ดสด ซึ่งเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 27.05 ± 0.34 และ 28.19 ± 0.63 GAE mg/ 100 g ตัวอย่างสด ตามลำดับ และเห็ดตับเต่าแห้งมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 16.65 ± 0.17 และ 9.28 ± 0.11 GAE mg/ 100 g ตัวอย่างสด ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าขึ้นกับกระบวนการแปรรูปโดยการให้ความร้อน

ตารางที่ 4.5 คุณภาพของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือต่างกัน

คุณภาพ	เห็ดตับเต่าสด	เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือที่ร้อยละความเข้มข้นของน้ำเกลือ		
		1	1.5	2
ค่าสี L*	6.06 ± 0.30^a	48.79 ± 0.74^b	48.53 ± 0.74^b	47.44 ± 0.86^b
ค่าสี a*	2.48 ± 0.05^a	5.57 ± 0.31^b	5.35 ± 0.42^b	5.36 ± 0.37^b
ค่าสี b*	6.13 ± 0.12^a	18.80 ± 0.54^{bc}	18.91 ± 0.50^b	17.82 ± 0.80^c
ปริมาณเกลือในน้ำ (ร้อยละ)	-	0.84 ± 0.03^a	1.32 ± 0.03^b	1.83 ± 0.03^c
ปริมาณเกลือในเนื้อเห็ด (ร้อยละ)	0.19 ± 0.03^a	0.47 ± 0.00^b	0.55 ± 0.03^b	0.80 ± 0.03^c
ร้อยละน้ำหนักเนื้อเห็ด (drained weight)	-	62.41 ± 0.45^a	62.19 ± 0.57^a	62.88 ± 0.62^a
ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (GAE mg/ 100 g ตัวอย่างสด)	64.27 ± 0.51^a	27.05 ± 0.34^b	25.29 ± 0.29^{bc}	21.03 ± 0.11^c
กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (GAE mg/ 100 g ตัวอย่างสด)	37.87 ± 0.07^a	28.19 ± 0.63^b	27.34 ± 0.57^b	27.70 ± 0.89^b

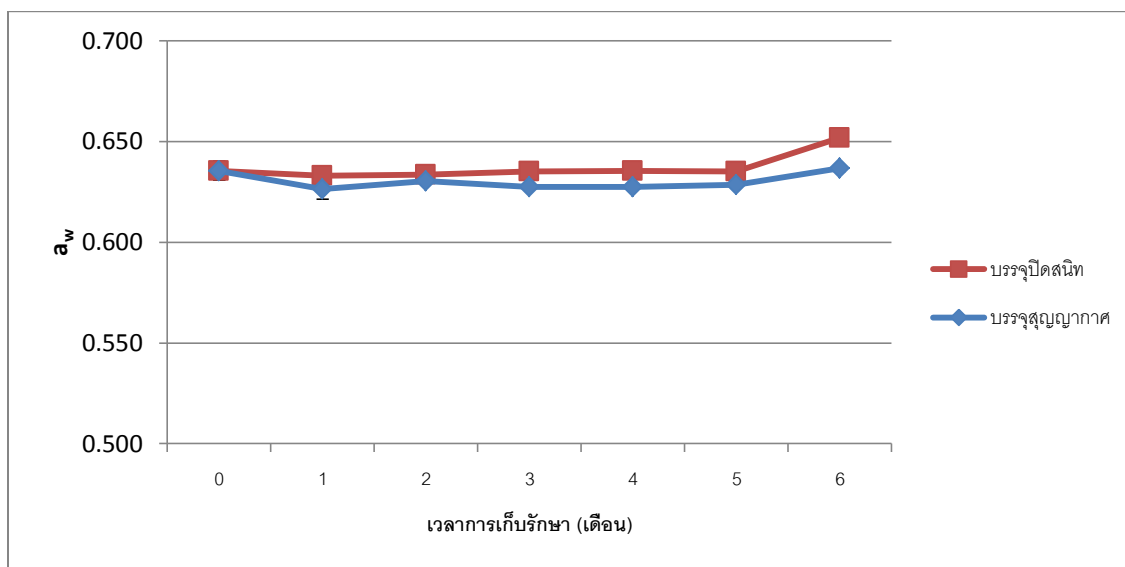
หมายเหตุ : ^{a, b, c} แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแถวเดียวกันที่ $P\text{-value} < 0.05$ (N=3)

สารต้านอนุมูลอิสระในผักผลไม้โดยทั่วไปจะลดลงในระหว่างกระบวนการให้ความร้อนและการเก็บรักษา เนื่องจากความไม่คงตัวของสารต้านอนุมูลอิสระ (Murcia *et al.*, 2009) มีงานวิจัยที่ศึกษา กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในซูปแครอท และพบว่าหลังจากการให้ความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 และ 60 วินาที คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในซูปแครอทลดลง (Quitao-Teixeira *et al.*, 2009) นอกจากนี้กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในซูปมะเขือเทศลดลงเช่นเดียวกัน เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 160 นาที ที่ 95 องศาเซลเซียส นาน 51 นาทีและที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (Zanoni *et al.*, 2003) อย่างไรก็ตาม กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในผักผลไม้อาจเพิ่มขึ้น เมื่อได้รับความร้อน เนื่องจากสารฟีนอลิกบางชนิดในผักผลไม้ถูกสกัดออกมาได้ในระหว่างกระบวนการให้ความร้อน จากงานวิจัยพบว่าปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในเห็ดชิตาเกะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น โดยศึกษาที่อุณหภูมิ 100 และ 121 องศาเซลเซียส นาน 15-30 นาที (Choi *et al.*, 2006) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารฟีนอลิกที่มีในวัตถุดิบที่แตกต่างกันออกไป และขึ้นกับวิธีการแปรรูป เช่น อุณหภูมิ และเวลาในการให้ความร้อน วิธีในการให้ความร้อน เป็นต้น

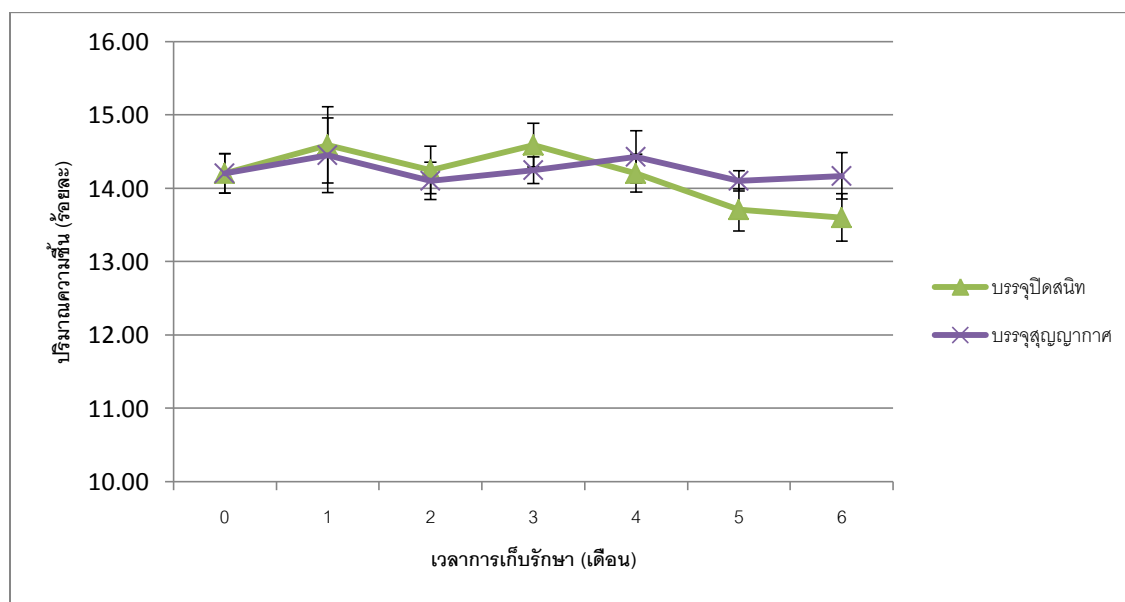
4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

4.3.1 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่าแห้ง

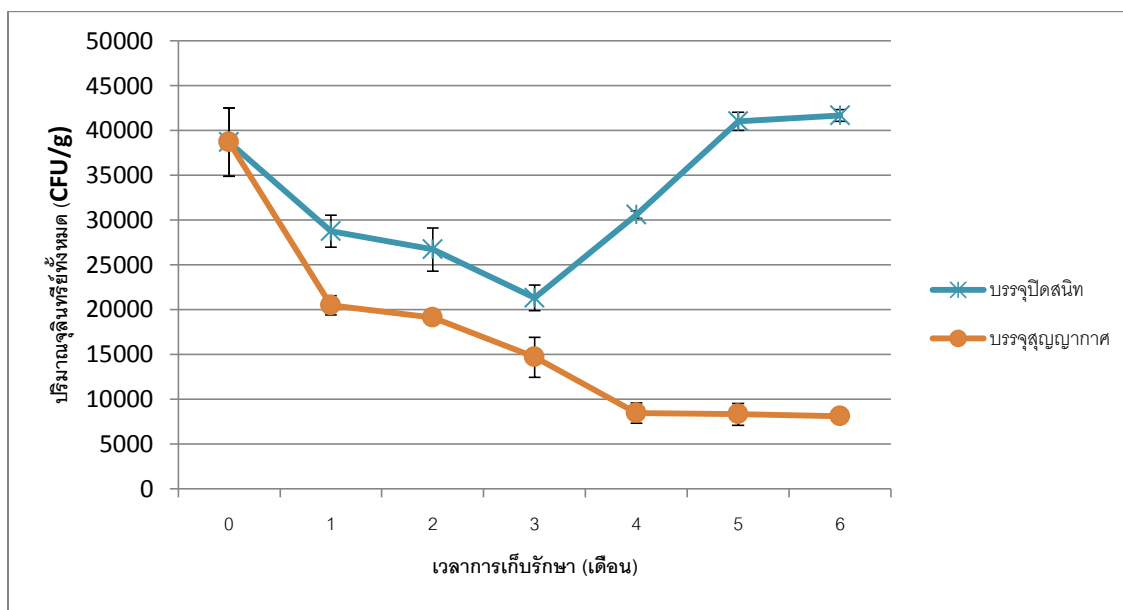
นำเห็ดตับเต่าแห้งที่ได้จากสภาวะในการทำแห้งที่เหมาะสมที่สุดในการแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้ง คือ เห็ดตับเต่าแห้งที่อบแห้งโดยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง แล้วนำเห็ดตับเต่าแห้งที่ได้จากกระบวนการข้างต้นมาบรรจุในสภาวะที่แตกต่าง 2 สภาวะ คือ 1) บรรจุในถุงพลาสติกใสและปิดผนึก และ 2) บรรจุในถุงพลาสติกใสและปิดผนึกแบบสุญญากาศ นำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง และทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทุกเดือน เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์ค่า water activity ปริมาณความชื้น และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แสดงดังภาพที่ 4.16-4.18



ภาพที่ 4.16 ค่า water activity (a_w) ของเห็ดตับเต่าแห้งที่บรรจุในสถานะที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.17 ปริมาณความชื้นของเห็ดตับเต่าแห้งที่บรรจุในสถานะที่แตกต่างกัน



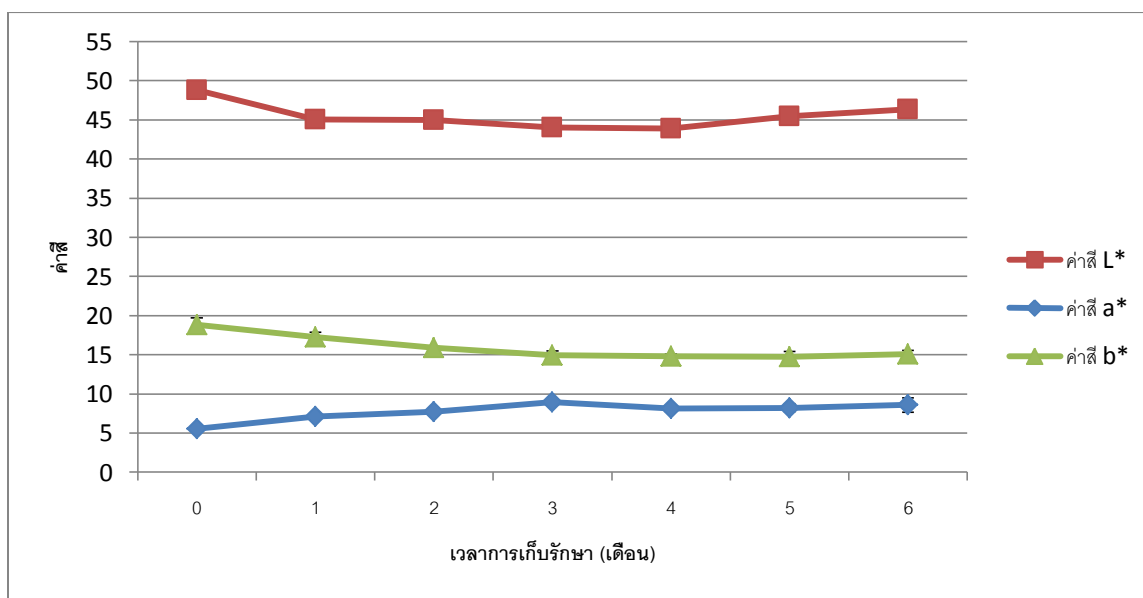
ภาพที่ 4.18 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเห็ดตับเต่าแห้งที่บรรจุในสถานะที่แตกต่างกัน

เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 6 เดือน พบว่า ค่า water activity และปริมาณความชื้นของเห็ดตับเต่าแห้งที่บรรจุในถุงพลาสติกใสและปิดผนึก และ บรรจุในถุงพลาสติกใสและปิดผนึกแบบสุญญากาศมีค่าใกล้เคียงกัน แต่พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเห็ดตับเต่าแห้งที่บรรจุในถุงพลาสติกใสและปิดผนึกมีแนวโน้มลดลงจนกระทั่งเดือนที่สี่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเห็ดตับเต่าแห้งที่บรรจุในถุงพลาสติกใสและปิดผนึกแบบสุญญากาศมีแนวโน้มลดลงและคงที่ในช่วงเดือนที่ 4-6 ของการศึกษาอายุการเก็บรักษา อาจจะเป็นเนื่องมาจากการบรรจุไม่เหลืออากาศอยู่โดยเฉพาะการปิดผนึกแบบสุญญากาศ ทำให้จุลินทรีย์ที่ใช้อากาศไม่สามารถเจริญเติบโตได้ จึงมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยลง

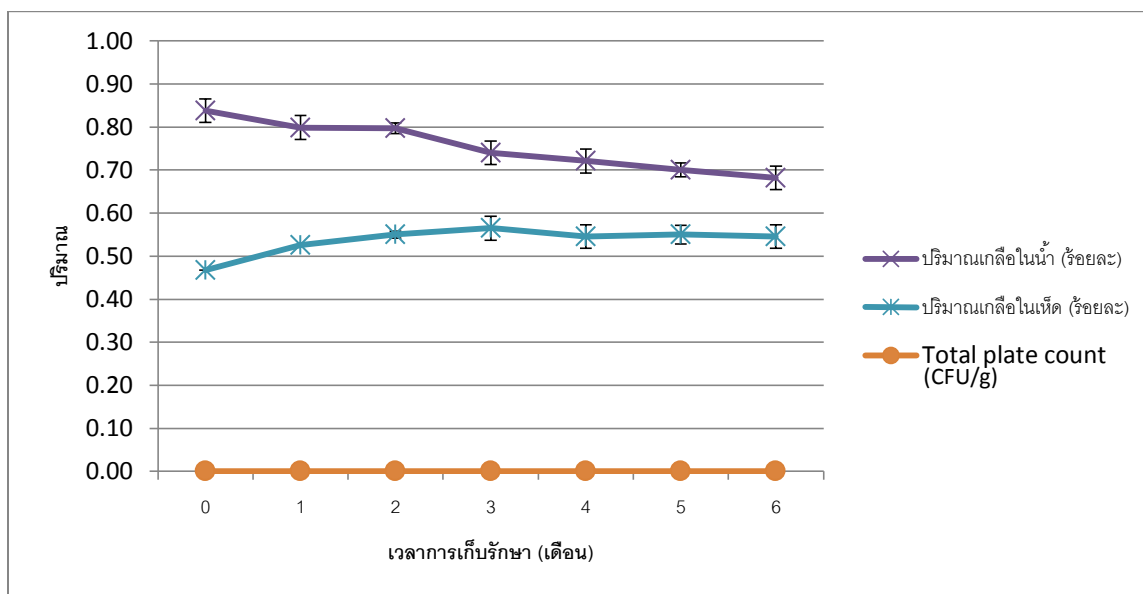
4.3.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

นำเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือเหมาะสมที่สุดจากการแปรรูปเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด คือ เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1 มาศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยนำเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทุกเดือน มาทำการวิเคราะห์ค่าสี (L^* , a^* , b^*) ปริมาณเกลือใน

เห็ดตับเต่า และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แสดงดังภาพที่ 4.19 และ 4.20 พบว่า เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 6 เดือน ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสีแดง (a^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากเห็ดมีสีคล้ำลงเล็กน้อย และพบว่าปริมาณเกลือในน้ำลดลง แต่ปริมาณเกลือในเห็ดเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มจะเกิดการอืดตัว นอกจากนี้ในเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเลย ตลอดอายุการเก็บรักษา เนื่องจากกระบวนการแปรรูปที่ใช้ความร้อนสูงเป็นเวลานาน ทำให้เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเห็ดดอง (มพช.286/2547) ซึ่งกำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม



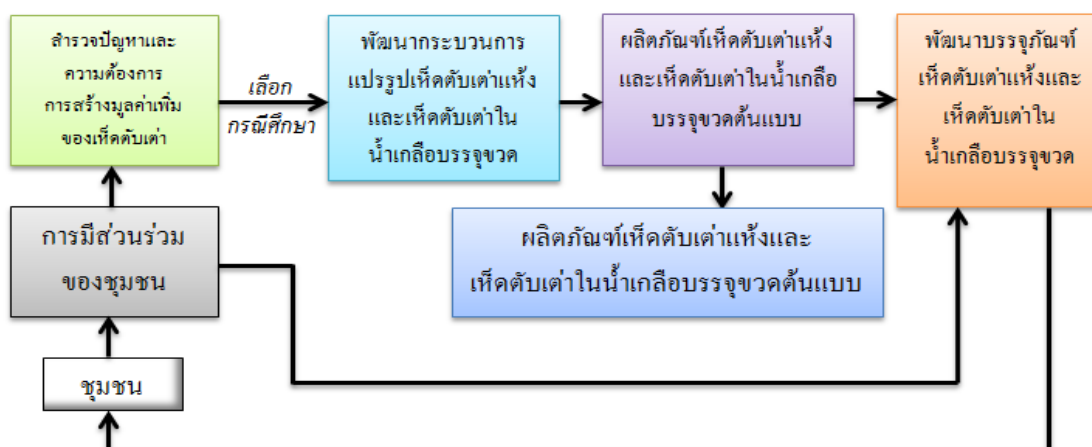
ภาพที่ 4.19 ค่าสี L^* , a^* และ b^* ของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดในระยะเวลา 6 เดือน



ภาพที่ 4.20 ปริมาณเกลือและจุลินทรีย์ทั้งหมดของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดในระยะเวลา 6 เดือน

4.4 ผลการสร้างแบรนด์ของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า

การสร้างแบรนด์จากกลุ่มหรือชุมชน คือ การสร้างประสบการณ์ในรูปแบบของ "พื้นที่" สำหรับผู้ที่สนใจในสิ่งเดียวกัน ในชุมชนสามเรือนมีความโดดเด่นเรื่อง เห็ดตับเต่า และเมื่อมีการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ยิ่งเป็นการชี้แนะให้เห็นถึงเอกลักษณ์ของเห็ดตับเต่าที่ขึ้นในชุมชนสามเรือน อ.บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา เป็นการสร้างบรรยากาศขึ้น เพื่อสื่อสารกับกลุ่มคนที่มาชมวิถีชีวิตของชุมชน ดังนั้นการสร้างแบรนด์นี้สามารถทำได้โดยการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ให้เป็นตัวบอกเล่าเรื่องราวและคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดตับเต่า โดยมีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้ ทำการพัฒนาและออกแบบบรรจุภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดร่วมกับชุมชนสามเรือน ออกแบบสอบถามเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด โดยให้ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน เป็นผู้ตอบแบบสอบถาม และวิเคราะห์ผลทางสถิติจากแบบสอบถาม เพื่อให้ได้บรรจุภัณฑ์ของเห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่เหมาะสม ตามกรอบแนวคิดของการสร้างแบรนด์ของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า (ภาพที่ 4.21)



ภาพที่ 4.21 กรอบแนวคิดของการสร้างแบรนด์ของผลิตภัณฑ์หีบคืบเต้า

คณะวิจัยได้ทำการปรึกษาร่วมกับชุมชนสามเรือนเพื่อทราบถึงความต้องการของชุมชนสามเรือน และเอกลักษณ์ของชุมชนที่ต้องการแสดงออกในรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ของหีบคืบเต้าแห้งและหีบคืบเต้าในน้ำเกลือบรรจุขวด (ภาพที่ 4.22) โดยคณะวิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของหีบคืบเต้าแห้งและหีบคืบเต้าในน้ำเกลือบรรจุขวด ซึ่งบรรจุภัณฑ์หีบคืบเต้าแห้งที่พัฒนาได้ คือ บรรจุหีบคืบเต้าอบแห้งในถุงพลาสติกพอลิพรอพิลีน (Polypropylene, PP) แบบใส ผนึกปากถุงสนิทด้วยระบบสุญญากาศและใส่ถุงในถุงพลาสติกชั้นนอกอีกหนึ่งชั้น และติดฉลากที่ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ ที่ทำด้วยกระดาษกราฟที่สีน้ำตาล ขนาดบรรจุ 25 กรัมต่อถุง แสดงในภาพที่ 4.23



ภาพที่ 4.22 คณะวิจัยทำการปรึกษาร่วมกับชุมชนสามเรือน



ภาพที่ 4.23 บรรจุภัณฑ์ของเห็ดตับเต่าแห้งที่พัฒนาได้

ส่วนบรรจุภัณฑ์ของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด คือ บรรจุเห็ดตับเต่าในขวดแก้วใสมีฝาปิดสนิท มีปริมาณเนื้อเห็ดตับเต่า 180 กรัมต่อขวด (ร้อยละ 60) และติดฉลากที่ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ แสดงในภาพที่ 4.24



ภาพที่ 4.24 บรรจุภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่พัฒนาได้

คณะวิจัยได้นำผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่กำลังพัฒนา มาจัดแสดงในงานวันเห็ดตับเต่างามที่สามเรือน ในวันที่ 27 - 28 มิถุนายน 2558 ณ ศูนย์การเรียนรู้เพาะเห็ดตับเต่า ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้บริโภค มาพัฒนาบรรจุภัณฑ์ต่อไป และพบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับความสนใจจากบุคคลที่มาร่วมงานเป็นอย่างมากและ

ส่วนใหญ่พึงพอใจมากในบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาได้ (ภาพที่ 4.25) โดยเน้นการมองเห็นตัวผลิตภัณฑ์ ปริมาณต่อหน่วยที่เหมาะสมกับการบริโภค และความสะดวกต่อการบริโภค แสดงถึงเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น สร้างความทรงจำ น่าประทับใจ สื่อถึงคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ได้อย่างเด่นชัด เห็นดื่บเต้าถือเป็นเอกลักษณ์ของชุมชนสามเรือน ดังนั้นการออกแบบบรรจุภัณฑ์จึงเน้นความเป็นชุมชนสามเรือน เพื่อสื่อสารกับกลุ่มคนที่มาชมวิถีชีวิตของชุมชนและผู้มาศึกษาดูงานการเพาะเห็ดดื่บเต้า



ภาพที่ 4.25 การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เห็ดดื่บเต้าในน้ำเกลือบรรจุขวดร่วมกับชุมชนสามเรือน

คณะวิจัยได้นำบรรจุภัณฑ์ของเห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ออกแบบบรรจุภัณฑ์ร่วมกับเกษตรกรผู้เพาะเห็ดตับเต่าและกลุ่มแปรรูปเห็ดตับเต่าของชุมชนสามเรือน จัดทำเป็นแบบสอบถามการวิจัยเพื่อให้ผู้บริโภคร่วมไป จำนวน 100 คน เป็นผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อทำการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ต่อไป โดยแบบสอบถามการวิจัย (ภาคผนวก ข.1-ข.2) แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ การศึกษา อาชีพ ที่อยู่ รายได้ ความถี่ของการท่องเที่ยวและความถี่ในการซื้อของฝาก ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าของผู้บริโภค ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าที่พัฒนาได้ ส่วนที่ 4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า และส่วนที่ 5 ข้อเสนอแนะ ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มผู้บริโภค รวมถึงปัญหาและข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อการพัฒนาบรรจุภัณฑ์จะได้ผลตรงตามความต้องการและเพื่อให้ได้ความพึงพอใจสูงสุดของกลุ่มผู้บริโภคสามารถนำบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

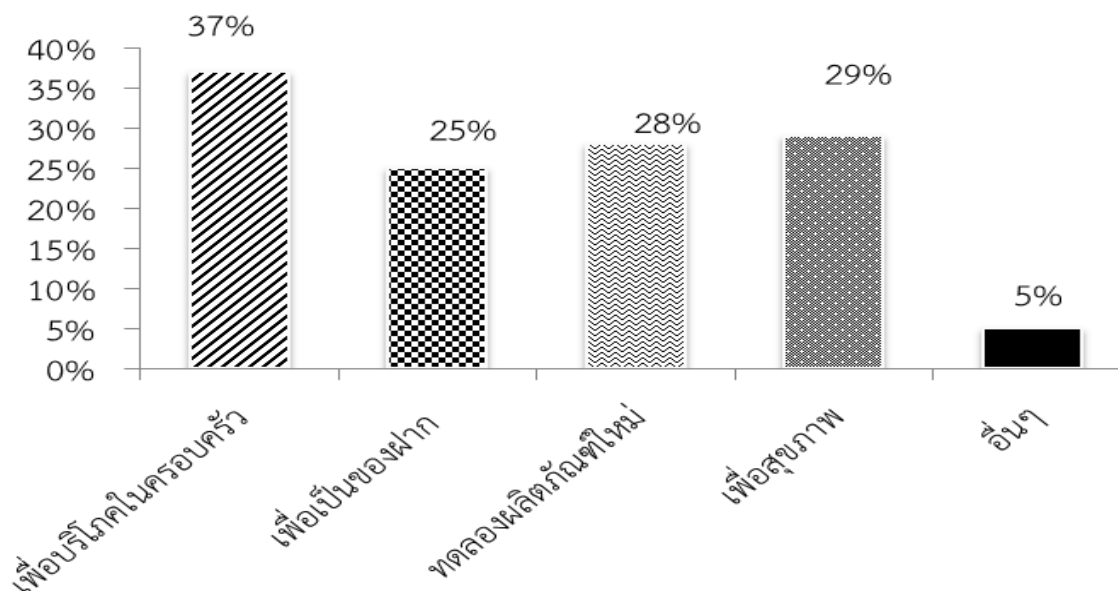
4.4.1 ผลการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าอบแห้ง

ผลจากการพัฒนาบรรจุภัณฑ์เห็ดตับเต่าอบแห้งในถุงพลาสติกสุญญากาศ ร่วมกับเกษตรกร ผู้เพาะเห็ดตับเต่าและกลุ่มแปรรูปเห็ดตับเต่าของชุมชนสามเรือน การออกแบบบรรจุภัณฑ์เน้นการมองเห็นผลิตภัณฑ์ ปริมาณต่อหน่วยที่เหมาะสมกับการบริโภค และสะดวกต่อการบริโภค จากการศึกษาพบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำบรรจุภัณฑ์และฉลากมาใช้ในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าอบแห้งในถุงพลาสติกสุญญากาศ สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มในเชิงตลาดได้ มีการสร้างภาพลักษณ์ที่แสดงเอกลักษณ์ท้องถิ่น และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าอบแห้งในถุงพลาสติกสุญญากาศที่ดีมีคุณค่าสำหรับเป็นอาหารสุขภาพเพื่อผู้บริโภค ของฝาก และของที่ระลึกที่พัฒนาได้ ซึ่งมีลักษณะเป็นเนื้อเห็ดตับเต่าอบแห้งในถุงพลาสติกใส 2 ชั้น บรรจุด้วยระบบสุญญากาศ ขนาดบรรจุ 25 กรัมต่อถุง (ภาพที่ 4.23)

จากการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าอบแห้งในถุงพลาสติกสุญญากาศ โดยใช้แบบสอบถามการวิจัยแก่ผู้บริโภคร่วมไป (ภาคผนวกที่ ข.1) จำนวน 100 คน ได้ผลการศึกษา ดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล พบว่า มีผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายร้อยละ 23 และเพศหญิงร้อยละ 77 ส่วนใหญ่อายุมากกว่า 51 ปี (ร้อยละ 40) อายุต่ำกว่า 30 ปี (ร้อยละ 29) อายุ 41-50 ปี (ร้อยละ 23) และอายุ 31-40 ปี (ร้อยละ 8) โดยมากสมรสแล้ว (ร้อยละ 62) จบการศึกษาระดับสูงสุดชั้น

มัธยมศึกษา (ร้อยละ 38) ชั้นประถมศึกษา (ร้อยละ 21) อนุปริญญา (ร้อยละ 20) ปริญญาตรี (ร้อยละ 10) และปริญญาโท (ร้อยละ 7) ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกร (ร้อยละ 25) รองลงมาคือ อาชีพรับจ้าง (ร้อยละ 24) นักศึกษา (ร้อยละ 17) แม่บ้าน (ร้อยละ 14) ค้าขาย (ร้อยละ 11) ข้าราชการ บำนาญ (ร้อยละ 6) ธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 2) และรับราชการ (ร้อยละ 1) ตามลำดับ ส่วนมากอาศัยอยู่ใน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (ร้อยละ 87) จังหวัดกำแพงเพชร (ร้อยละ 10) จังหวัดลพบุรี จังหวัดอ่างทอง และจังหวัดสุพรรณบุรีจังหวัดละร้อยละ 1 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยน้อยกว่า 3,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 40) รองลงมาคือ 3,001-7,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 34) 7,001-10,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 8) 10,001-15,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 7) มากกว่า 20,000 บาทขึ้นไปต่อเดือน (ร้อยละ 6) และ 15,001-20,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 5) ความถี่ของการท่องเที่ยว 1 ครั้งต่อเดือน (ร้อยละ 55) 2-3 ครั้งต่อเดือน (ร้อยละ 36) และมากกว่า 3 ครั้งต่อเดือน (ร้อยละ 9) โดยมีความถี่ในการซื้อของ ผักแบบซื้อบ้างไม่ซื้อบ้าง (ร้อยละ 58) ซื้อทุกครั้งที่มีโอกาส (ร้อยละ 36) และไม่ซื้อ (ร้อยละ 6) ซึ่งการ ออกแบบสินค้าต้องศึกษาข้อมูลพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบ และต้องศึกษากลุ่มผู้เป้าหมาย เพื่อให้การออกแบบที่พัฒนาขึ้นตรงกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมายเป็นหลัก

ผลการตอบแบบสอบถามส่วนที่ 2 คือข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า อบแห้งในถุงพลาสติกสุญญากาศของผู้บริโภคนั้น ส่วนใหญ่รู้จักเห็ดตับเต่า (ร้อยละ 69) และไม่เคยบริโภค เห็ดตับเต่า (ร้อยละ 44) แต่เป็นที่น่าสนใจว่าหากมีผลงานวิจัยชี้ว่าเห็ดตับเต่ามีคุณค่าทางโภชนาการ ไกล่เคียงหรือสูงกว่าเห็ดหอม ผู้ตอบแบบสอบถามจะบริโภคเห็ดตับเต่าสูงถึงร้อยละ 89 อย่างไรก็ตาม ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่เคยบริโภคเห็ดหอมอบแห้ง (ร้อยละ 59) เนื่องจากเห็ดตับเต่าอบแห้งมี ลักษณะคล้ายเห็ดหอมอบแห้ง ผู้วิจัยจึงถามผู้บริโภคที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในแบบสอบถามว่าเคยบริโภค ผลิตภัณฑ์เห็ดหอมอบแห้งหรือไม่ และมีเหตุผลในการตัดสินใจซื้อเห็ดตับเต่าอบแห้งในถุงพลาสติก สุญญากาศตามแสดงดังภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 เหตุผลในการตัดสินใจซื้อเห็ดดับเตาอบแห้งในถุงพลาสติกสุญญากาศ (N=100)

แบบสอบถามส่วนที่ 3 คือความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดดับเตาอบแห้งในถุงพลาสติกสุญญากาศ จากผู้บริโภคทั่วไปที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พบว่า รูปแบบบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสมมาก (ร้อยละ 57) และเหมาะสมมากที่สุด (ร้อยละ 36) และรู้สึกเฉยๆต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ (ร้อยละ 7) ผู้ตอบแบบสอบถามตัดสินใจซื้อเห็ดดับเตาอบแห้งในถุงพลาสติกสุญญากาศสูงถึงร้อยละ 89 โดยให้ความคิดเห็นว่าตัดสินใจซื้อเห็ดดับเตาอบแห้งในถุงพลาสติกสุญญากาศเพราะชอบรับประทาน และสามารถเก็บได้นาน (ร้อยละ 14) สะดวก สะอาด และมองเห็นสินค้า (ร้อยละ 12) ไม่ซื้อ (ร้อยละ 11) ผลิตภัณฑ์แปลกใหม่ (ร้อยละ 7) บรรจุภัณฑ์สวยงาม และบรรจุภัณฑ์มีคุณภาพ บรรจุมิดชิด (ร้อยละ 4) ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางอาหารสูง และสวย (ร้อยละ 2) อยากรองรับประทาน มองเห็นสินค้า และสะอาด (ร้อยละ 1) ขนาดบรรจุพร้อมราคาที่เหมาะสมในการตัดสินใจซื้อ พบว่าขนาดบรรจุมีความเหมาะสมคือน้ำหนักสุทธิ 25 กรัมต่อถุง และควรจัดจำหน่ายที่ราคา 35 บาทต่อถุง (ร้อยละ 75) รองลงมา คือน้ำหนักสุทธิ 50 กรัมต่อถุง (ร้อยละ 10) และควรจัดจำหน่ายที่ราคา 50 บาทต่อถุง (ร้อยละ 4) น้ำหนักสุทธิ 25 กรัมต่อถุง ราคาต่ำกว่า 35 บาท (ร้อยละ 7) น้ำหนักสุทธิ 25 กรัมต่อถุง ราคาสูงกว่า 35 บาท (ร้อยละ 7) และน้ำหนักสุทธิ 100 กรัมต่อถุง ราคา 100 บาท (ร้อยละ 1) ตามลำดับ ส่วนปริมาณการซื้อต่อครั้งพบว่าซื้อครั้งละ 1 ถุง (ร้อยละ 57) ซื้อครั้งละ 2-4 ถุง (ร้อยละ 37) และซื้อครั้งละมากกว่า 4 ถุง (ร้อยละ 6)

จากแบบสอบถามในส่วนที่ 4 คือปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์
 ให้ระดับต่ำอบแห้งในถุงพลาสติกสุญญากาศ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญที่ตัวผลิตภัณฑ์มาก
 ที่สุด (ร้อยละ 32) และให้ความใส่ใจต่อการผลิตที่มาจากผู้ผลิตที่มีคุณภาพน่าเชื่อถือในระดับมาก (ร้อยละ
 72) ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ให้ระดับต่ำอบแห้ง (N=100)

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์	ระดับความคิดเห็น (ร้อยละ)				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ตัวผลิตภัณฑ์	32	60	8	0	0
2. ราคา	21	58	21	0	0
3. บรรจุภัณฑ์	23	65	12	0	0
4. ผลิตจากผู้ผลิตที่มีคุณภาพน่าเชื่อถือ	25	72	3	0	0
5. สถานที่ที่จำหน่ายมีความน่าเชื่อถือ	23	67	10	0	0
6. ผู้ขายหรือให้ข้อมูลมีความรู้ น่าเชื่อถือ	26	63	11	0	0
7. สามารถหาซื้อได้ง่าย มีหลายช่องทาง	20	67	13	0	0
8. มีการจัดโปรโมชั่น ชิงโชคหรือแจกแถม	27	52	16	4	1

การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยแบบมีส่วนร่วม ระหว่างนักวิจัยกับชุมชนสามเรือน ตำบล
 สามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยมุ่งเน้นเพื่อตอบสนองประโยชน์ทางการตลาด
 ในด้านต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ผลิตและประวัติความเป็นมาในการผลิต ข้อมูลผลิตภัณฑ์ กรรมวิธี
 การผลิต ส่วนประกอบ ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ วิธีการใช้ผลิตภัณฑ์ การตลาด วิธีการบรรจุสินค้า
 สถานที่จัดจำหน่าย และแสดงถึงความโดดเด่นโดยเน้นที่รูปแบบและสีสันทองฉลาก รวมถึงบ่งบอกถึง
 เอกลักษณ์ของชุมชนสามเรือน จากการใช้วิธีปฏิบัติการกลุ่มแบบมีส่วนร่วมสร้างกรอบแนวคิดเพื่อนำ
 จุดเด่นทางวิถีชุมชนที่เป็นต้นทุนทางวัฒนธรรมดั้งเดิมมาเป็นจุดขายทางวัฒนธรรมร่วมสมัย เพื่อสร้าง
 กระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์ (ณรงค์สุขและสุพัฒน์, 2554) โดยการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ให้
 ระดับต่ำอบแห้ง ในถุงพลาสติกสุญญากาศและใส่ในถุงพอลิพรอพิลีน (polypropylene, PP) แบบใสซีลปิด
 ผนึกปากถุงสนิท และติดฉลากที่ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยกระดาษ
 คราฟท์สีน้ำตาล ซึ่งถุงพลาสติกพอลิพรอพิลีนใส่นั้นทำให้เห็นตัวผลิตภัณฑ์ และช่วยทำให้ฉลากดูโดดเด่น

จากผลงานวิจัยพบว่าบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งที่พัฒนาได้มีขนาดบรรจุที่เหมาะสมแล้วคือน้ำหนักสุทธิ 25 กรัมต่อถุง และควรจัดจำหน่ายที่ราคา 35 บาทต่อถุง และการที่ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าอบแห้งมีลักษณะคล้ายกับผลิตภัณฑ์เห็ดหอมอบแห้งจึงทำให้ผู้บริโภคมีความต้องการบริโภคเห็ดตับเต่าอบแห้ง การที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกซื้อสินค้านั้น มิได้พิจารณาจากบรรจุภัณฑ์ที่สวยงาม เรียบร้อยและแข็งแรงเท่านั้น การตัดสินใจขั้นสุดท้ายอยู่ที่การได้รับข่าวสารข้อมูลรายละเอียด รวมทั้งสรรพคุณสินค้าที่ปรากฏอยู่บนบรรจุภัณฑ์นั้นด้วย (พงษ์ธาดาและยลฤติ, 2541) และบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบมาในครั้งนี้นี้พบว่ามีความเหมาะสมมาก สามารถเก็บได้นาน สะดวก สะอาดและมองเห็นสินค้าบรรจุภัณฑ์สวยสะอาด และมีคุณภาพ บรรจุมิดชิด ซึ่งมีจุดเด่นเป็นเอกลักษณ์ของตนเองที่สอดคล้องกับวัฒนธรรมในแต่ละท้องถิ่น (วุฒิชิตและศรีหทัย, 2550) รวมทั้งยังส่งเสริมการขายให้กับผลิตภัณฑ์และเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

4.4.2 ผลการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

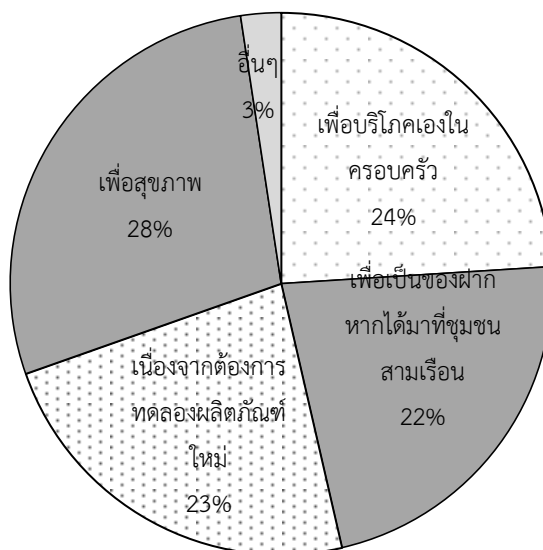
จากการพัฒนาบรรจุภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดร่วมกับเกษตรกรผู้เพาะเห็ดตับเต่าและกลุ่มแปรรูปเห็ดตับเต่าของชุมชนสามเรือน การออกแบบบรรจุภัณฑ์เน้นการมองเห็นตัวผลิตภัณฑ์ปริมาณต่อหน่วยที่เหมาะสมกับการบริโภค และความสะดวกต่อการบริโภค โดยมุ่งเน้นในการตอบสนองประโยชน์ทางการตลาดในด้านต่างๆ ได้แก่ แสดงถึงเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น สร้างความทรงจำ น่าประทับใจ สื่อถึงคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ได้อย่างเด่นชัด เห็ดตับเต่าถือเป็นเอกลักษณ์ของชุมชนสามเรือน ดังนั้นการออกแบบบรรจุภัณฑ์จึงเน้นความเป็นชุมชนสามเรือน เพื่อสื่อสารกับกลุ่มคนที่มาชมวิถีชีวิตของชุมชนและผู้มาศึกษาดูงานการเพาะเห็ดตับเต่า จากการพัฒนาพบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำบรรจุภัณฑ์และฉลากมาใช้ในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มในเชิงตลาด จะให้ความรู้สึกดูมีคุณค่าและแสดงถึงเอกลักษณ์ของเห็ดตับเต่าของชุมชนสามเรือนได้ มีการสร้างภาพลักษณ์ที่แสดงเอกลักษณ์ท้องถิ่น และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ดูมีคุณค่าสำหรับเป็นอาหารสุขภาพเพื่อบริโภคและของฝากที่พัฒนาได้ มีลักษณะเป็นเนื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว น้ำหนักสุทธิ 290 กรัมต่อขวด น้ำหนักเนื้อ 180 กรัมต่อขวด (ภาพที่ 4.24) บรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีความสะดวกในการเปิดปิดและการพกพา วัสดุของบรรจุภัณฑ์มีความแข็งแรง บรรจุภัณฑ์และฉลากมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว สอดคล้องกับงานวิจัยของสุมาลี (2558) ในการออกแบบและพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์ทุเรียนอบกรอบในอำเภอเจาะไอร้อง จังหวัด

นราธิวาส และสอดคล้องกับงานวิจัยของนครเรศ (2556) ในการศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ลำไยอบแห้ง จังหวัดลำพูน ที่พัฒนาให้บรรจุภัณฑ์สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อ

จากการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด โดยใช้แบบสอบถามการวิจัยแก่ผู้บริโภคทั่วไป (ภาคผนวก ข.2) จำนวน 100 คน ได้ผลการศึกษาดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล พบว่า มีผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายร้อยละ 22 และเพศหญิงร้อยละ 78 ส่วนใหญ่อายุมากกว่า 51 ปี (ร้อยละ 44) อายุต่ำกว่า 30 ปี (ร้อยละ 27) อายุ 41-50 ปี (ร้อยละ 19) และอายุ 31-40 ปี (ร้อยละ 10) โดยมากสมรสแล้ว (ร้อยละ 61) จบการศึกษาสูงสุดชั้นมัธยมศึกษา (ร้อยละ 35) ชั้นประถมศึกษา (ร้อยละ 25) อนุปริญญา (ร้อยละ 24) ปริญญาตรี (ร้อยละ 10) และปริญญาโท (ร้อยละ 6) ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอาชีพรับจ้าง (ร้อยละ 26) และนักศึกษา (ร้อยละ 24) รองลงมาคือ อาชีพเกษตรกร (ร้อยละ 16) แม่บ้าน (ร้อยละ 13) และค้าขาย (ร้อยละ 11) และพบว่ามีอาชีพรับราชการ ข้าราชการบำนาญและธุรกิจส่วนตัวเล็กน้อย (ร้อยละ 5, 3 และ 2 ตามลำดับ) ส่วนมากอาศัยอยู่ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (ร้อยละ 87) จังหวัดกำแพงเพชร (ร้อยละ 10) จังหวัดลพบุรี จังหวัดอ่างทอง และจังหวัดสุพรรณบุรีจังหวัดละร้อยละ 1 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ย 3,001-7,000 บาท ต่อเดือน (ร้อยละ 40) รองลงมาคือน้อยกว่า 3,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 38) 10,001-15,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 7) มากกว่า 20,000 ขึ้นไปต่อเดือน (ร้อยละ 6) 7,001-10,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 5) และ 15,001-20,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 4) ความถี่ของการท่องเที่ยว 1 ครั้งต่อเดือน (ร้อยละ 58) 2-3 ครั้งต่อเดือน (ร้อยละ 34) และมากกว่า 3 ครั้งต่อเดือน (ร้อยละ 8) โดยมีความถี่ในการซื้อของฝากแบบซื้อบ้างไม่ซื้อบ้าง (ร้อยละ 60) ซื้อทุกครั้งที่มีโอกาส (ร้อยละ 38) และไม่ซื้อ (ร้อยละ 2) ซึ่งการออกแบบสินค้าต้องศึกษาข้อมูลพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบ และต้องศึกษากลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้การออกแบบที่พัฒนาขึ้นตรงกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมายเป็นหลัก โดยผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารได้พัฒนารูปแบบ คุณภาพ การเก็บรักษาและบรรจุภัณฑ์ให้มีความเหมาะสม สวยงามและน่าสนใจ (ประเสริฐ, 2531)

สำหรับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามส่วนที่ 2 คือข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดของผู้บริโภคนั้น ส่วนใหญ่รู้จักเห็ดตับเต่า (ร้อยละ 72) และไม่เคยบริโภคเห็ดตับเต่า (ร้อยละ 52) แต่เป็นที่น่าสนใจว่าหากมีผลงานวิจัยชี้ว่าเห็ดตับเต่ามีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงหรือสูงกว่าเห็ดหอม ผู้ตอบแบบสอบถามจะบริโภคเห็ดตับเต่าสูงถึงร้อยละ 83 อย่างไรก็ตาม ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่เคยบริโภคเห็ดในน้ำเกลือ (ร้อยละ 75) และมีเหตุผลในการตัดสินใจซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด กลุ่มประชากรที่ตอบแบบสอบถามมีทั้งแบบที่ต้องการซื้อเพื่อบริโภคเอง

และซื้อเพื่อเป็นของฝาก ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์กล้วยตากบางกระพุ่ม จังหวัดพิษณุโลก (กฤษฎา, 2551)



ภาพที่ 4.27 เหตุผลในการตัดสินใจซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด (N=100)

ผู้บริโภคทั่วไปให้ความคิดเห็นในส่วนที่ 3 ของแบบสอบถาม คือความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด ดังนี้ รูปแบบบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสมมาก (ร้อยละ 72) และเหมาะสมมากที่สุด (ร้อยละ 21) และมีส่วนน้อยที่รู้สึกเฉยๆต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ (ร้อยละ 7) ผู้ตอบแบบสอบถามตัดสินใจซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือสูงถึงร้อยละ 91 โดยให้ความคิดเห็นว่าตัดสินใจซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือเพราะผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานาน และผู้บริโภคชอบรับประทานเห็ด (ร้อยละ 19) สะดวก สะอาดและมองเห็นสินค้า (ร้อยละ 8) ผลิตภัณฑ์แปลกใหม่ (ร้อยละ 8) บรรจุภัณฑ์สวยงาม สะอาด (ร้อยละ 8) ผลิตภัณฑ์น่ารับประทาน (ร้อยละ 4) ผลิตภัณฑ์น่าสนใจ (ร้อยละ 2) และผลิตภัณฑ์ดูมีคุณค่าทางอาหารสูง (ร้อยละ 1) โดยลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการควรเน้นที่ตัวบรรจุภัณฑ์ควรมองเห็นสินค้าข้างใน (ร้อยละ 35) สะดวกในการใช้งานและเก็บรักษา (ร้อยละ 30) ขนาดบรรจุพอเหมาะต่อการบริโภค (ร้อยละ 24) และควรมีฉลากสวยงาม มีข้อมูลของผลิตภัณฑ์ครบถ้วน (ร้อยละ 11) และพบว่าบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่พัฒนาได้มีขนาดบรรจุที่เหมาะสมแล้วคือ น้ำหนักสุทธิ

290 กรัมต่อขวด น้ำหนักเนื้อ 180 กรัมต่อขวด และควรจัดจำหน่ายที่ราคา 60 บาทต่อขวด (ร้อยละ 82) ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 11 เห็นว่าขนาดบรรจุ 290 กรัมต่อขวดเหมาะสมแล้ว แต่ควรจัดจำหน่ายในราคาถูกลง คือ ประมาณ 35 ถึง 50 บาท และผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 5 เห็นว่าขนาดบรรจุ 290 กรัมต่อขวดเหมาะสมแล้ว แต่ควรจัดจำหน่ายในราคาสูงกว่า 60 บาท โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด 2-4 ขวดในแต่ละครั้ง (ร้อยละ 52) ซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด 1 ขวดในแต่ละครั้ง (ร้อยละ 41) และซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดมากกว่า 4 ขวดในแต่ละครั้ง (ร้อยละ 7)

สำหรับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามในส่วนที่ 4 คือปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด และพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ ควรจัดจำหน่ายเป็นบรรจุภัณฑ์รวมหน่วย 4 ขวดในกล่องเดียวกัน จะเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ได้ อาจเพิ่มในส่วนหูหิ้วเพื่อให้สะดวกในการซื้อ และอาจพัฒนาเป็นรูปแบบของถุงรีทอร์ทเพาซ์ต่อไป เพื่อความสะดวกในการขนส่งมากขึ้น และควรเขียนแนะนำวิธีการนำเห็ดตับเต่าไปปรุงเป็นอาหารชนิดต่างๆ เช่น แกงเห็ดตับเต่า ลาบเห็ดตับเต่า เป็นต้น

ตารางที่ 4.7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด (N=100)

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์	ระดับความคิดเห็น (ร้อยละ)				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ตัวผลิตภัณฑ์	22	74	4	0	0
2. ราคา	13	75	12	0	0
3. บรรจุภัณฑ์	27	65	8	0	0
4. ผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่มีคุณภาพน่าเชื่อถือ	26	71	3	0	0
5. สถานที่ที่จำหน่ายมีความน่าเชื่อถือ	23	73	4	0	0
6. ผู้ขายหรือให้ข้อมูลมีความรู้ที่น่าเชื่อถือ	25	68	7	0	0
7. สามารถหาซื้อได้ง่าย มีหลายช่องทาง	22	66	10	2	0
8. มีการจัดโปรโมชั่น ชิงโชคหรือแจกแถม	37	41	18	2	2

บรรจุภัณฑ์อาหารโดยทั่วไปมีหน้าที่และคุณสมบัติ คือการบรรจุใส่ให้เหมาะสมกับลักษณะของอาหาร รักษาคุณภาพอาหาร บรรจุภัณฑ์มีรูปลักษณะดึงดูดใจ สะดวกในการเคลื่อนย้ายและขนส่ง (สุนิษา, 2553) จากผลงานวิจัยในครั้งนี้ได้พัฒนาบรรจุภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเห็ดตับเต่าทางเลือกใหม่ให้แก่ชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อจัดจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคทั่วไป โดยพบว่าบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่พัฒนาได้นี้ น้ำหนักสุทธิ 290 กรัมต่อขวด น้ำหนักเนื้อ 180 กรัมต่อขวด ราคาจัดจำหน่าย 60 บาทต่อขวด ซึ่งอาจมีการจัดจำหน่ายเป็นบรรจุภัณฑ์รวมหน่วยหรือเพิ่มในส่วนหุ้เพื่อความสะดวกในการซื้อ และในอนาคตอาจพัฒนาบรรจุภัณฑ์เป็นรูปแบบของถุรีทอร์ทพาซ์ เมื่อมีการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่ๆแล้วจะสามารถสร้างมูลค่าหรือเพิ่มรายได้มากขึ้น ปัจจุบันบรรจุภัณฑ์ได้เพิ่มความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากการแข่งขันด้านการตลาดเพิ่มความรุนแรงขึ้น อีกทั้งรูปแบบการดำรงชีวิตของผู้บริโภคได้ปรับเปลี่ยนไปตามกาลเวลาและที่สำคัญบรรจุภัณฑ์ได้เข้ามามีบทบาทในการบ่งบอกถึงระดับสินค้าทางการตลาดและภาพลักษณ์ของผลิตภัณฑ์รวมถึงกลุ่มผู้ผลิต ดังนั้นความสำคัญของการออกแบบบรรจุภัณฑ์จึงส่งผลให้สามารถเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์และส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีมูลค่าสูงขึ้นได้ (สุรพงษ์, 2552)

4.5 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย

คณะวิจัยได้สรุปข้อมูลที่สำคัญทั้งหมดจากองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัย เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับชุมชน รวมทั้งประเมินผลการดำเนินการร่วมกับชุมชนสามเรือนและบุคคลที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ โดยการจัดเวทีในการคืนข้อมูลให้แก่ชุมชนสามเรือนและผู้สนใจจำนวนทั้งหมด 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 คืนข้อมูลผลงานวิจัยในช่วงต้นให้แก่ชุมชนสามเรือน เมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2558 ณ ศูนย์การเรียนรู้ตำบลสามเรือน (ภาพที่ 4.28) พบว่าชุมชนให้ความสนใจและต้องการเรียนรู้ในกระบวนการแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดเป็นอย่างมาก ในการคืนข้อมูลครั้งนี้เป็นการคืนข้อมูลร่วมกับโครงการวิจัยทางท่องเที่ยวและสิ่งแวดล้อมของชุมชนสามเรือน



ภาพที่ 4.28 การคืนข้อมูลให้แก่ชุมชนสามเรือน เมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2558

ครั้งที่ 2 ในวันที่ 10 มกราคม 2559 ณ ศูนย์การเรียนรู้หมู่ที่ 5 ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา คณะวิจัยและนักศึกษาได้นำผลงานวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ การแปรรูปเห็ดตับเต่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดมาอบรมเชิงปฏิบัติการ ให้แก่ ผู้นำชุมชน กลุ่มแปรรูป เกษตรกร และผู้สนใจ จำนวนทั้งสิ้น 42 คน โดยมีการสาธิต การฝึกปฏิบัติจริง และการให้ความรู้โดยการบรรยาย โดยใช้สื่อ เอกสารประกอบคำบรรยาย ดังภาพที่ 4.29-4.31 โดยคณะวิจัยได้ทำการบรรยายเรื่องการแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด และนำบรรจุภัณฑ์ของเห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ได้จากการพัฒนาร่วมกับชุมชนมาแสดงแก่ผู้เข้าร่วมอบรม นอกจากนี้ยังมีการสาธิตการทำข้าวเกรียบจากเห็ดตับเต่า โดยให้ผู้เข้าร่วมอบรมฝึกปฏิบัติจริง ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีครั้งนี้ทางชุมชนได้มีการจัดตั้งกลุ่มพัฒนาร่วมใจโดยปรับมาจากกลุ่มแปรรูปเดิมของชุมชน โดยมีคุณจำลอง จักรกร เป็นประธานกลุ่มเพื่อแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรของชุมชนสามเรือน



ภาพที่ 4.29 สื่อ เอกสารประกอบคำบรรยาย และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ



ภาพที่ 4.30 คณะวิจัยให้ความรู้เกี่ยวกับการแปรรูปเห็ดตับเต่าแก่ชุมชนสามเรือน



ภาพที่ 4.31 คณะวิจัยทำการสาธิตการทำข้าวเกรียบเห็ดตับเต่าและให้ชุมชนฝึกปฏิบัติจริง

ครั้งที่ 3 เมื่อวันที่ 13 มกราคม 2559 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา งาน “เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิถีชุมชนสามเรือน” คณะวิจัยได้นำผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้ง เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด ข้าวเกรียบเห็ดตับเต่า และน้ำพริกเผาเห็ดตับเต่ามาจัดแสดง ให้แก่ผู้เข้าร่วมงาน และแจกเอกสารเผยแพร่เป็นแผ่นพับเรื่อง “การสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าโดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์” (ภาคผนวก ค.1) แก่ผู้สนใจ นอกจากนี้คณะวิจัยยังได้สำรวจความต้องการของชุมชนสามเรือน กลุ่มพัฒนาร่วมใจ และผู้นำชุมชน ซึ่งพบว่า ชุมชนมีพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดเป็นอย่างมากและได้อภิปรายต่อยอด โดยชุมชนต้องการให้มีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทั้งในชุมชนและนอกชุมชน ภาพที่ 4.32-4.36 ในการคืน



ข้อมูลครั้งนี้ทำร่วมกับโครงการวิจัยบริบทชุมชน ท้องเที่ยวและสิ่งแวดล้อมของชุมชนสามเรือน
ภาพที่ 4.32 คณะวิจัยคืนข้อมูลงานวิจัยให้แก่ชุมชนสามเรือน กลุ่มพัฒนาร่วมใจ และผู้นำชุมชน



ภาพที่ 4.33 ประธานกลุ่มพัฒนาร่วมใจได้ทำข้าวเกรียบเห็ดตบเต้าที่ได้จากการเรียนรู้จาก
คณะวิจัยที่ไปถ่ายทอดความรู้ เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2559 ณ ศูนย์การเรียนรู้หมู่ที่ 5 ตำบล
สามเรือนนำมาให้ผู้เข้าร่วมงานชิม



ภาพที่ 4.34 คณะวิจัยและผู้เข้าร่วมงาน “เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิถีชุมชนสามเรือน”



ภาพที่ 4.35 ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเห็ดตับเต่า



ภาพที่ 4.36 ผู้เข้าร่วมงานให้ความสนใจแก่ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเห็ดตับเต่าเป็นอย่างมาก

สืบเนื่องจากการคืนข้อมูลเมื่อวันที่ 13 มกราคม 2559 สถานีข่าวเอทีวี อยุธยา นำเสนอข่าวการคืนข้อมูลการวิจัยให้ชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน ในด้านบริบทของชุมชน การแปรรูปเห็ดตับเต่า สิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยว ณ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา งาน “เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิถีชุมชนสามเรือน” ดังภาพที่ 4.37



ภาพที่ 4.37 ภาพงาน“เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิถีชุมชนสามเรือน” จากสถานีข่าวเอทีวี อยุธยา

นอกจากนี้ การคืนข้อมูลให้ชุมชนสามเรือนยังได้มีการเผยแพร่ภาพข่าวในสื่อต่างๆ ดังนี้ งานประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ นำเสนอข่าวการคืนข้อมูลการวิจัยให้ชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน ในด้านบริบทของชุมชน การแปรรูปเห็ดตับเต่า สิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยว ณ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา งาน “เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิถีชุมชนสามเรือน” ในเอกสารข่าวราชชมงคลสุวรรณภูมิ ดังภาพที่ 4.38 หนังสือพิมพ์สยามโพล์ได้มีการนำเสนอข่าวการคืนข้อมูลการวิจัยให้ชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน ในด้านบริบทของชุมชน การแปรรูปเห็ดตับเต่า สิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยว ณ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน อำเภอบาง

ปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา งาน “เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิถีชุมชนสามเรือน” ดังภาพที่ 4.39 และหนังสือพิมพ์เดลินิวส์ ฉบับวันพุธที่ 20 มกราคม 2559 ได้มีการนำเสนอข่าวการคืนข้อมูลการวิจัยให้ชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน ในด้านบริบทของชุมชน การแปรรูปเห็ดตับเต่า สิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยว ณ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา งาน “เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิถีชุมชนสามเรือน” ดังภาพที่ 4.40



เวทีเรียนรู้วิถีชุมชนสามเรือน

รศ.ระวีวรรณ สุวรรณศรี รองอธิการบดี มทร.สุวรรณภูมิ เป็นประธานการเสวนา “เรียนรู้วิถีชุมชนสามเรือน” เพื่อให้ นักวิจัยได้นำผลงานวิจัยที่ดำเนินการมานำเสนอและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับชุมชน ให้ผลงานวิจัยมีความถูกต้องสอดคล้องกับบริบท เงื่อนไข ความต้องการพัฒนาของชุมชน โดยมีผู้ประสานงานเครือข่ายนักวิจัยท้องถิ่น สกว. ผู้นำชุมชน และชาวบ้านในตำบลสามเรือน เข้าร่วมรับฟังการเสวนาในครั้งนี้ เมื่อวันที่ ๑๓ มกราคม ๒๕๕๙ ณ ห้องประชุม อบต.ตำบลสามเรือน อ.บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา

ภาพ/เรียบเรียงและจัดทำ : ชินินทร

งานประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
โทรศัพท์ ๐ ๓๕๗๐ ๙๑๐๑ - ๓ โทรสาร ๐ ๓๕๗๐ ๙๑๐๕

ภาพที่ 4.38 ข่าวกาน “เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิถีชุมชนสามเรือน” จากงานประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ



การสุ่มที่ 13 ฉบับที่ 139 ประจำวันที่ 1-31 มกราคม พ.ศ. 2559 ราคา 15.00 บาท
www.siampollnews.com

นักวิจัยมทร.สุวรรณภูมิบูรณาการความรู้ พัฒนาชุมชนสามเรือน-ถึงจุดเด่นสร้างรายได้ชุมชน



วศ.ระวีวรรณ สุวรรณศรี รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เป็นประธานเปิดการเสวนา “เรียนรู้วิถีชุมชนสามเรือน” เพื่อให้นักวิจัยได้นำผลงานวิจัยที่ดำเนินการ นำมาเสนอและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับชุมชน ให้ผลงานวิจัยมีความถูกต้อง สอดคล้องกับบริบทเงื่อนไขความต้องการพัฒนาของชุมชน โดยมีนักวิจัย ผู้ประสานงานเครือข่ายนักวิจัยท้องถิ่น สกอ. ผู้นำชุมชน และชาวบ้านในตำบลสามเรือน เข้าร่วมฟังการเสวนาในครั้งนี้ ที่ ห้องประชุม องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน อ.บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา

วศ.ระวีวรรณ สุวรรณศรี รองอธิการบดี มทร.สุวรรณภูมิ กล่าวว่า ตามที่หน่วยงานวิจัยนวัตกรรมเพื่อสังคมและชุมชน ได้จัดสรรงบประมาณสนับสนุนโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาเชิงพื้นที่ โดยงบประมาณร่วมบูรณาการระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ กับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) มีโครงการวิจัยที่ดำเนินงานในพื้นที่ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยได้ดำเนินงานเชิงบูรณาการหลายสาขาวิชาการ ตั้งแต่การศึกษาค้นคว้าวิจัยทางสังคม



คุณภาพชีวิต และสิ่งแวดล้อม เพื่อการจัดทำแผนพัฒนาตำบลสามเรือน การสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ โดยการยึดอาชีวการเกษตรและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ฐานข้อมูลคุณภาพน้ำและความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลาในคลองโพธิ์ ตำบลสามเรือน ซึ่งอยู่ท่ามกลางแหล่งอุตสาหกรรม พร้อมตรวจสอบว่ามีปศุสัตว์ในบึงที่หายไปจากคลองโพธิ์ การนำผักปลอดสารพิษมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในการเพาะเห็ดโคนดำ การพัฒนาเห็ดโคนดำ การสร้างมูลค่าเพิ่มโดยการแปรรูปเห็ดโคนดำ และเชื่อมโยงการตลาด การทำฐานข้อมูลอาชีพและรายได้ การศึกษาภูมิปัญญาและวัฒนธรรมในชุมชน เพื่อสร้างองค์ความรู้ในการพัฒนาเชิงพื้นที่ สร้างความมั่นคงอาชีพและยกระดับคุณภาพชีวิตให้ประชาชนในชุมชน



แผนการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศอย่างมีส่วนร่วมของชุมชนสามเรือน โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างองค์ความรู้ ในการพัฒนาเชิงพื้นที่ สร้างความมั่นคงทางอาชีพ และยกระดับคุณภาพชีวิตในชุมชน

ภาพที่ 4.39 ข่าวกาน “เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิถีชุมชนสามเรือน” จากหนังสือพิมพ์ไทยโพลส์



ภาพที่ 4.40 ข่าวกงาน“เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิถีชุมชนสามเรือน” จากหนังสือพิมพ์เดลินิวส์

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต่า พบสาระสำคัญดังนี้ เห็ดตับเต่า 100 กรัม ประกอบด้วยน้ำ 93.06 กรัม โปรตีน 2.58 กรัม ไขมัน 0.07 กรัม เยื่อใย 0.44 กรัม เกลือ 0.72 กรัมและคาร์โบไฮเดรต 3.14 กรัม และที่น่าสนใจคือ เห็ดตับเต่ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อเทียบกับเห็ดหอม เห็ดออริโนจิ และเห็ดนางฟ้า ซึ่งสามารถนำมาเป็นจุดแข็งที่จะแสดงคุณค่าของเห็ดตับเต่าได้ และคณะผู้วิจัยได้นำผลงานวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต่าไปนำเสนอในงานแถลงข่าวและงานวันเห็ดตับเต่างาม ณ สามเรือน ประจำปี 2558 ณ ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

เห็ดตับเต่าแห้งที่อบแห้งด้วยเตาอบลมร้อนอุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง พบว่าเห็ดตับเต่าอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมง เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีปริมาณความชื้นต่ำ และยังคงสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และจากการศึกษาความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1, 1.5 และ 2 ที่ใช้ในการดองเห็ดตับเต่าบรรจุขวดแก้วนั้น เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1 เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด และเนื้อเห็ดมีปริมาณเกลือร้อยละ 0.47 ซึ่งมีปริมาณเกลือมากกว่าเห็ดสดประมาณ 2.5 เท่า เมื่อเก็บรักษาเห็ดตับเต่าแห้งที่อบด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมง ทั้งแบบบรรจุในถุงพลาสติกใสและปิดผนึก และแบบบรรจุในถุงพลาสติกใสและปิดผนึกแบบสุญญากาศ สามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 6 เดือน โดยมีค่า water activity และปริมาณความชื้นใกล้เคียงกันสำหรับการบรรจุทั้งสองแบบ แต่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง อาจจะเนื่องมาจากการบรรจุไม่เหลืออากาศอยู่โดยเฉพาะการปิดผนึกแบบสุญญากาศ ทำให้จุลินทรีย์ที่ใช้อากาศไม่สามารถเจริญเติบโตได้ จึงมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยลง และเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วสามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 6 เดือน โดยพบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานั้น ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือมีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสีแดง (a^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากเห็ดมีสีคล้ำลงเล็กน้อย และพบว่าปริมาณเกลือในน้ำลดลง แต่ปริมาณเกลือในเห็ดเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มจะเกิดการอิมตัว

นอกจากนี้ในเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเลย ตลอดอายุการเก็บรักษา เนื่องจากกระบวนการแปรรูปที่ใช้ความร้อน และพบประเด็นที่น่าสนใจคือ เห็ดตับเต่าอบแห้งมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด ซึ่งสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระคงอยู่ร้อยละ 24.50 และ 74.49 เทียบกับเห็ดตับเต่าสดตามลำดับ การรับประทานเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดจึงได้รับสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าและมีประโยชน์ต่อร่างกายมากกว่าเห็ดตับเต่าแห้ง

จากการสร้างแบรนด์ของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ โดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน พบว่า ชุมชนสามเรือนและผู้บริโภคทั่วไปมีความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาได้เป็นอย่างมาก คณะวิจัยได้พัฒนาบรรจุภัณฑ์เห็ดตับเต่าร่วมกับชุมชนสามเรือนและคณะวิจัยได้จัดทำแบบสอบถามการวิจัยเพื่อให้ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน เป็นผู้ตอบแบบสอบถาม โดยบรรจุภัณฑ์ของเห็ดตับเต่าแห้งที่พัฒนาได้คือ เห็ดตับเต่าอบแห้งขนาดบรรจุ 25 กรัมต่อถุง บรรจุในถุงพลาสติกใสแบบสุญญากาศและติดฉลากที่ทำด้วยกระดาษกราฟที่สีน้ำตาลประกอบด้วยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะคุณค่าทางโภชนาการ ส่วนบรรจุภัณฑ์ของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่พัฒนาได้คือ เห็ดตับเต่าบรรจุในขวดแก้วใสมีฝาปิดสนิท น้ำหนักสุทธิ 290 กรัมต่อขวด มีปริมาณเนื้อเห็ดตับเต่า 180 กรัมต่อขวด และติดฉลากที่ประกอบด้วยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะคุณค่าทางโภชนาการ ในแบบสอบถามเห็ดตับเต่าแห้ง พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่รู้จักเห็ดตับเต่า (ร้อยละ 69) แต่ไม่เคยบริโภคเห็ดตับเต่าอบแห้ง (ร้อยละ 59) และถ้าหากมีผลงานวิจัยชี้ว่ามีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกว่าเห็ดหอม จะบริโภคเห็ดตับเต่าร้อยละ 89 ผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดว่าบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสมมาร้อยละ 57 และต้องการซื้อผลิตภัณฑ์สูงถึงร้อยละ 89 ขนาดบรรจุที่เหมาะสมตามความต้องการของผู้บริโภคคือ 25 กรัมต่อถุง โดยควรจำหน่ายในราคา 35 บาท (ร้อยละ 75) ซึ่งบรรจุภัณฑ์เห็ดตับเต่าอบแห้งที่ทำการพัฒนาขึ้นมาในครั้งนี้ มีขนาดบรรจุภัณฑ์ที่สะดวกในการใช้งานและการเก็บรักษา สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ด้านในและฉลากสวยงาม และระบุข้อมูลที่สำคัญครบถ้วน

ส่วนการพัฒนาบรรจุภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดจากแบบสอบถามจำนวน 100 คนนั้น พบว่า ส่วนใหญ่รู้จักเห็ดตับเต่า (ร้อยละ 72) และไม่เคยบริโภคเห็ดตับเต่า (ร้อยละ 52) และหากมีผลงานวิจัยชี้ว่าเห็ดตับเต่ามีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงหรือสูงกว่าเห็ดหอม ผู้ตอบแบบสอบถามจะบริโภคเห็ดตับเต่าสูงถึงร้อยละ 83 โดยรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีความเหมาะสมมาก (ร้อยละ 72) และตัดสินใจซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือสูงถึงร้อยละ 91 โดยให้ความคิดเห็นว่าตัดสินใจซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือเพราะผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานาน และผู้บริโภคชอบรับประทานเห็ด (ร้อยละ 19) ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการควรเน้นที่ตัวบรรจุภัณฑ์ควรมองเห็นสินค้าข้างใน (ร้อยละ 35) และพบว่าขนาด

บรรจุของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือที่เหมาะสมคือ น้ำหนักสุทธิ 290 กรัมต่อขวด น้ำหนักเนื้อ 180 กรัมต่อขวด และควรจัดจำหน่ายที่ราคา 60 บาทต่อขวด (ร้อยละ 82)

คณะวิจัยได้นำนักศึกษามาร่วมถ่ายทอดองค์ความรู้ในงานวิจัยนี้ในวันที่ 10 มกราคม 2559 ณ ศูนย์การเรียนรู้หมู่ที่ 5 ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา คณะวิจัยได้นำผลงานวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ การแปรรูปเห็ดตับเต่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดมาอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ ชุมชนสามเรือนและผู้สนใจ จำนวน 42 คน โดยให้ผู้เข้าร่วมมีการฝึกปฏิบัติจริง และการให้ความรู้ โดยใช้สื่อ เอกสารประกอบคำบรรยายและผลิตภัณฑ์ต้นแบบ นอกจากนี้คณะวิจัยได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับชุมชนและประเมินผลการดำเนินการร่วมกับชุมชนสามเรือนและบุคคลที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ โดยการจัดเวทีในการคืนข้อมูลอีก 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2558 ณ ศูนย์การเรียนรู้ตำบลสามเรือน พบว่าชุมชนให้ความสนใจและต้องการเรียนรู้ในกระบวนการแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดเป็นอย่างมาก และครั้งที่ 2 คือ วันที่ 13 มกราคม 2559 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา งาน “เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิถีชุมชนสามเรือน” คณะวิจัยได้นำผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเห็ดตับเต่ามาจัดแสดงให้แก่ผู้เข้าร่วมงาน และมีการแจกเอกสารเผยแพร่เป็นแผ่นพับเรื่อง “การสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าโดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์” แก่ผู้สนใจ และคณะวิจัยยังได้สำรวจความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในโอกาสต่อไปของชุมชนสามเรือน กลุ่มพัฒนาร่วมใจ และผู้นำชุมชน ซึ่งพบว่าชุมชนมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วเป็นอย่างมาก เพราะสะดวกต่อการนำไปปรุงเป็นเมนูเห็ดตับเต่าได้อย่างหลากหลาย และต้องการให้มีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์นี้ทั้งในชุมชนและในประเทศ นอกจากนี้คนในชุมชนสามเรือนได้รวมตัวกันสร้างกลุ่มพัฒนาร่วมใจ เพื่อแปรรูปเห็ดตับเต่าและสินค้าเกษตรของชุมชนอีกด้วย

สำหรับการเผยแพร่ผลงานวิจัยนั้น คณะวิจัยได้นำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ จำนวน 2 เรื่อง คือ การศึกษาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าอบแห้ง และการศึกษาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดเพื่อการค้า ในงานการประชุมวิชาการนานาชาติ “การยกระดับคุณภาพชีวิตและภูมิปัญญาท้องถิ่นอาเซียน” ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 30 พฤศจิกายน – 3 ธันวาคม 2558 ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้านานาชาติเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา จังหวัดเชียงใหม่ (ภาคผนวก ค.2)

ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนาเห็ดตับเต๋านี้ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์แปรรูปเห็ดตับเต๋ที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่เห็ดตับเต๋ จากเดิมที่ต้องจำหน่ายเห็ดตับเต๋สดและมีจำหน่ายเฉพาะในฤดูกาลเท่านั้น แต่เมื่อนำเห็ดตับเต๋แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต๋แห้งและเห็ดตับเต๋ในน้ำเกลือบรรจุขวดแล้วจะช่วยให้สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง ทำให้สามารถจัดจำหน่ายเห็ดตับเต๋ได้ตลอดทั้งปี แต่อย่างไรก็ตามคณะวิจัยได้พบข้อจำกัดของการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต๋แห้งและเห็ดตับเต๋ในน้ำเกลือบรรจุขวด คือ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานอาหารจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน และ/หรือ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาก่อนการจัดจำหน่าย ซึ่งจะเป็นขั้นตอนต่อไปที่ชุมชนสามเรือนต้องมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องและจริงจัง
2. การให้ความรู้ทางด้านการตลาดและมาตรฐานอาหารต่างๆเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต๋ของชุมชน
3. ในการศึกษาต่อไป ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมสำหรับคุณค่าทางโภชนาการ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต๋ตลอดระยะเวลาการเจริญจนกระทั่งเป็นดอกเห็ดสมบูรณ์
4. ควรศึกษาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต๋ชนิดอื่นๆ เพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค ทำให้มีผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต๋ที่หลากหลาย และเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้เห็ดตับเต๋และทำให้ชุมชนสามารถจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ของตนเองได้

บรรณานุกรม

- AOAC. 2000. Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists. Arlington: Association of Official Analytical Chemists.
- ATHIWAT, C., KANDA, W., JARUNEE, J., BUALUANG, F. and KOBKIAT, S. 2013. Effects of heat treatments on antioxidant capacity and total phenolic content of four cultivars of purple skin eggplants. *Science Asia*, 39, 246-251.
- BENZIE, I.F.F. and STRAIN, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”, *Journal of Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.
- CHEMAH, T.C., AMINAH, A., NORIHAM, A. and AIDA, W.M.W. 2010. Determination of pitaya seeds as a natural antioxidant and source of essential fatty acids. *International Food Research Journal*, 17, 1003-1010.
- CHOE, E. and MIN, D.B. 2009. Mechanisms of antioxidants in the oxidation of foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8, 345-358.
- CHOI, Y., LEE, S.M., CHUN, J., LEE, H.B. and LEE, J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chemistry*, 99, 381-387.
- CHOO, W.S. and YONG, W.K. 2011. Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. *Advances in Applied Science Research*, 2(3), 418-425.
- EBADA, S.S., EDRADA, R.A., LIN, W. and PROKSCH, P. 2008. Methods for isolation, purification and structural elucidation of bioactive secondary metabolites from marine invertebrates. *Nature Protocols*, 3(12), 1820-1831.
- GIADA, M.D.L.R. and MANCINI-FILHO, J. 2009. Antioxidant capacity of the striped sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed extracts evaluated by three in vitro methods. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(5), 395-401.
- GRESSLER, V., MOURA, S., FLORES, A.F.C., FLORES, D.C., COLEPICOLO, P. and PINTO, E. 2010. Antioxidant and antimicrobial properties of 2-(4,5-dihydro-1H-pyrazol-1-yl)-

- pyrimidine and 1-carboxamidino-1H-pyrazole derivatives. Journal of the Brazilian Chemical Society, 21(8), 1477-1483.
- HRNCIRIK, K. and FRITSCH, S. 2004. Comparability and reliability of different techniques for the determination of phenolic compounds in virgin olive oil. European Journal Lipid Science Technology, 106, 540-549.
- IGNAT, I., VOLF, I. and POPA, V. I. 2011. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. Food Chemistry, 126, 1821-1835.
- JAISWAL, R., KIPROTICH, J. and KUHNER, N. 2011. Determination of the hydroxycinnamate profile of 12 members of the Asteraceae family. Phytochemistry, 72(8), 781-790.
- KARADAG, A., OZCELIK, B. and SANER, S. 2009. Review of methods to determine antioxidant capacities. Food Analytical Methods, 2, 41-60.
- KAWSAR, S.M.A., HUQ, E., NAHAR, N. and OZEKI, Y. 2008. Identification and quantification of phenolic acids in *Macrotyloma uniflorum* by reversed phase-HPLC. American Journal of Plant Physiology, 3(4), 165-172.
- KIM, H., CHOI, H.-K., MOON, J.Y., KIM, Y.S., MOSADDIK, A. and CHO, S.K. 2011. Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. Journal of Food Science, 76(1), C38-C45.
- KUSZNIEREWICZ, B., SMIECHOWSKA, A., BARTOSZEK, A. and NAMIESNI, J. 2008. The effect of heating and fermenting on antioxidant properties of white cabbage. Food Chemistry, 108, 853-861.
- LIM, H.K., TAN, C.P., KARIM, R., ARIFFIN, A.A. and BAKAR, J. 2010. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus* cacti seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. Food Chemistry, 119, 1326-1331.
- LIM, Y.Y., LIM, T.T. and TEE, J.J. 2007. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. Food Chemistry, 103, 1003-1008.

- MAESTRI, D.M., NEPOTE, V., LAMARQUE, A. L. and ZYGADLO, J.A. 2006. Natural products as antioxidants. In *Phytochemistry: Advances in Research*. (F. IMPERATO ed.) pp. 105-135, Research Signpost, Kerala, India.
- MAHATTANATAWEE, K., MANTHEY, J. A., LUZIO, G., TALCOTT, S.T., GOODNER, K. and BALDWIN, E.A. 2006. Total antioxidant activity and fiber content of select florida-grown tropical fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 7355-7363.
- MANZI, P., MARCONI, S., AGUZZI, A. and PIZZOFERRATO, L. 2004. Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry*, 84, 201-206.
- MOLYNEUX, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(2), 211-219.
- MOON, J.-K. and SHIBAMOTO, T. 2009. Antioxidant assays for plant and food components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1655-1666.
- MURCIA, M.A., JIMÉNEZ, A.M. and MARTÍNEZ-TOMÉ, M. 2009. Vegetables antioxidant losses during industrial processing and refrigerated storage. *Food Research International*, 42, 1046-1052.
- NAGASAKA, R., CHOTIMARKORN, C., SHAFIQU, I.M., HORI, M., OZAKI, H. and USHIO, H. 2007. Anti-inflammatory effects of hydroxycinnamic acid derivatives. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 358(2), 615-619.
- NICOLI, M.C., ANESE, M., MANZOCCO, L. and LERICI, C.R. 1997a. Antioxidant properties of coffee brews in relation to the roasting degree. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 30, 292-297.
- NICOLI, M.C., ANESE, M., PARPINEL, M. T., FRANCESCHI, S. and LERICI, C.R. 1997b. Loss and/or formation of antioxidants during food processing and storage. *Cancer Letters*, 114, 71-74.

- PABLO, G-P., NIEVES, S., JOSÉ, B., JOSÉ, E.C. and ANTONIO, M. 2005. Rehydration process of *Boletus edulis* mushroom: characteristics and modeling. Journal of the Science of Food and Agriculture. 85(8), 1397–1404.
- PARR, A.J. and BOLWELL, G.P. 2000. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80, 985-1012.
- PLERNCHAI, T., GASSINEE, T., JANPEN, S., PAYOM, A., BOONMA, N., NGAMJIT, L. and KAZUHIKO, N. 2011. Antioxidant capacity and antimutagenicity of thermal processed Thai foods. Japan Agricultural Research Quarterly, 45(2), 211-218.
- PLERNCHAI, T., GASSINEE, T., PAYOM, A., BOONMA, N. and KARUNA, W. 2006. Antioxidant activity of Northern and Northeastern Thai foods containing indigenous vegetables. Kasetsart Journal : Natural Science, 40, 47-58.
- PRIOR, R.L., WU, X.L. and SCHAICH, K. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(10), 4290-4302.
- QUITAO-TEIXEIRA, L.J., ODRIOZOLA-SERRANO, I., SOLIVA-FORTUNY, R., MOTA-RAMOS, A. and MARTIN-BELLOSO, O. 2009. Comparative study on antioxidant properties of carrot juice stabilised by high-intensity pulsed electric fields or heat treatments. Journal of the Science of Food and Agriculture, 89, 2636-2642.
- SARIN, R., SHARMA, M., SINHARAY, S. and MALHOTRA, R.K. 2007. Jatropha-palm biodiesel blends: An optimum mix for Asia. Fuel, 86, 1365-1371.
- SEEHANAN, S and PETCHARATS, V. 2008. Some species of wild Boletes in Thailand. Journal of Agricultural Technology. 4(1), 109-118.
- SHAHIDI, F. and WANNASUNDARA, U.K. 1996. Stabilization of seal blubber and menhaden oil with green tea catachins. Journal of the American Oil Chemists' Society. 73, 1183-1190.

- SHU-YAO, T, HUI-LI, T and JENG-LEUN, M. 2008. Non-volatile taste components of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindraceae* and *Boletus edulis*. *Food Chemistry*, 107, 977-983.
- SIES, H., STAHL, W. and SUNDQUIST, A.R. 1992. Antioxidant functions of vitamins: Vitamins E and C, beta-carotene, and other carotenoids. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 669, 7-20.
- STEVENSON, D.E. and HURST, R.D. 2007. Polyphenolic phytochemicals-just antioxidants or much more? *Cellular and Molecular Life Sciences*, 64, 2900-2916.
- SUZUKI, K. 2009. Anti-oxidants for therapeutic use: why are only a few drugs in clinical use? *Advanced Drug Delivery Reviews*, 61, 287-289.
- TESORIERE, L., ALLEGRA, M., GENTILE, C. and LIVREA, M.A. 2009. Betacyanins as phenol antioxidants. Chemistry and mechanistic aspects of the lipoperoxyl radical-scavenging activity in solution and liposomes. *Free Radical Research*, 43(8), 706-717.
- WANG, D., SUN, S.Q., WU, W.Z., YANG, S.L. and TAN, J.M. 2014. Characterization of a water-soluble polysaccharide from *Boletus edulis* and its antitumor and immunomodulatory activities on renal cancer. *Carbohydrate Polymers*. 105, 127-134
- WISEMAN, H. and HALLIWELL, B. 1996. Damage to DNA by reactive oxygen and nitrogen species : role of inflammatory disease and progression to cancer. *Journal of Biological Chemistry*. 313, 17-29.
- WU, L.-C., HSU, H.-W., CHEN, Y.-C., CHIU, C.-C., LIN, Y.-I. and HO, J.-A.A. 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*, 95, 319-327.
- ZANONI, B., PAGLIARINI, E., GIOVANELLI, G. and LAVELLI, V. 2003. Modelling the effects of thermal sterilization on the quality of tomato puree. *Journal of Food Engineering*, 56, 203-206.

- กฤษณา ลิกขมาน. 2551. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กล้วยตากบางกระพุ่ม. วารสารศรีปทุมปริทัศน์. 8(1), 103-110.
- จิราวรรณ ฤกษ์จิตร. 2554. การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นพร้อมดื่มจากน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหม่อน โดยการระเหยภายใต้สุญญากาศ, วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชมภู ยิ้มโต. 2550. การถนอมอาหาร, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ :โอเดียนสโตร์, 216 หน้า.
- ณงค์นุช นทีพายัพทิศ และสุพัฒน์ โตวิจักขณ์ชัยกุล. 2554. รายงานการวิจัยเรื่องการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จักสาน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาควิชาพืชเชียงใหม่.
- ดร.ณิ เอ็ดเวิร์ดส์. 2532. เทคโนโลยีการผลิตอาหาร, ภาควิชาอุตสาหกรรมบริการ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ทศพร นามโสงและคณะ. 2557. รายงานการวิจัยการแปรรูปเห็ดตับเต่า, คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- ทิพาพร อยู่วิทยา. 2558. การใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้ออาหาร, ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นเศรษฐ ชัยแก้ว. 2556. การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ลำไยอบแห้งจังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นิธิยา รัตนพนนท์. 2544. หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 148 หน้า.
- ประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 144 (พ.ศ. 2535) เรื่องอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท
- ประเสริฐ ศีลรัตน. 2531. ของที่ระลึก. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์.
- พงษ์ธาดา วุฒิการณ์ และยลฤดี วุฒิการณ์. 2541. ศิลปะบรรจุภัณฑ์ในเมืองเกียวโตและเชียงใหม่: ในมุมมองของสังคมและวัฒนธรรม. เชียงใหม่: มูลนิธิขุมิโตะโมะ.
- พรพล รมย์นุกูล. 2545. การถนอมอาหาร, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ, 222 หน้า.
- พรพิมล เทพบรรทม และสิริมา ชินสาร. 2550. ผลของการอบแห้งแบบชั้นตอนเดียวและสองขั้นตอนต่อคุณภาพของใบมะกรูดและตะไคร้, Agricultural Science Journal, 38(6) (Suppl.), 135-138.

- ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร, กรุงเทพฯ :โอเดียนสโตร์, 302 หน้า.
- ภาวดี ช่วยเจริญ, กนกวรรณ นนทะวงษ์, พิชชาพร ดวงจันทร์, กฤษณา แต่งสวน, เวฬุรีย์ ทับทิมหอม, ชมพูนุท สีนุธิบุลยกิจ, จิรวีส ประทุมวัน, ปานทิพย์ รัตนศิลป์ภัลชาญ และอิสยา จันทรวิทยานุชิต. 2015. ผลของการต้มต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเห็ดออริโนจิ เห็ดหูหนูดำ เห็ดนางฟ้า และเห็ดหอม, การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6, หน้า 382-390.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. เห็ดดอง. มผช. 286/2547. สำนักงานมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 237-255.
- ลลิตา อีระสิริ. 2542. ผักพื้นบ้าน : อาหารต้านโรค. รวมบทความการประชุมวิชาการ ผักพื้นบ้านและอาหารพื้นบ้าน 4 ภาค.
- วิไล รังสาดทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร, ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร.
- วุฒิชัย สุนทรสมัย และศรีหทัย ไหม่มมงคล. 2550. รายงานการวิจัยเรื่อง การบูรณาการข้อมูลงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ และการจัดการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในประเทศไทย. คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย อำเภอไทยเจริญ จังหวัดยโสธร. 2556. “อาหารเพื่อสุขภาพสรรพคุณและประโยชน์ของเห็ดตับเต่าที่ควรรู้”, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา. <http://yaso.nfe.go.th/thaicharoen/index.php?name=knowledge&file=readknowledge&id=31> (3 พฤษภาคม 2556).
- สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. กรรมวิธีการอบแห้ง, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 287 หน้า.
- สุนิชา มรรคเจริญ. 2553. การออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อการส่งออก. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุมาลี กรดกางกั้น. 2558. การออกแบบและพัฒนาารูปแบบบรรจุภัณฑ์ทุเรียนอบกรอบในอำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 7, 2: 147-156.

- สุรพงษ์ ประเสริฐศักดิ์. 2552. องค์ประกอบบรรจุกัญท์ที่ส่งผลให้สามารถเพิ่มมูลค่าสินค้า. วิทยานิพนธ์
ศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบนิเทศศิลป์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
- สุวลี โล่วิรกรณ์. 2549. อาหารต้านอนุมูลอิสระกับอาหาร, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา
<http://uac.kku.ac.th/journal/year.com> (24 ธันวาคม 2553).
- อ้อมใจ วงษ์มณฑา. 2556. ผักพื้นบ้านและอาหารพื้นเมืองในการรักษาโรค. นักวิชาการอุดมศึกษาสถาบัน
วัฒนธรรมศึกษา (ed.).
- โอภา วัชรคุปต์ ปรีชา บุญจูงและฉันทนา บุญยะรัตน์. 2550. สารต้านอนุมูลอิสระ, (พิมพ์ครั้งที่ 2), โรง
พิมพ์นิวไทยมิตรการพิมพ์ (1996) จำกัด : กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์
และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

ก.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ก.1.1 การวัดค่าสีระบบ Hunter Lab

การวัดสีตัวอย่างในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) ทำการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี spectrophotometer วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ โดยวัดสี L^* เป็นค่าความสว่าง (lightness) a^* เป็นค่าสีแดงและเขียว (redness/greenness) และ b^* เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (yellowness/blueness)

เมื่อ L^* คือค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a^* คือค่าสีแดงและเขียว เมื่อ a^* มีค่าเป็นบวก เป็นสีแดง

เมื่อ a^* มีค่าเป็นลบ เป็นสีเขียว

เมื่อ a^* มีค่าเป็นศูนย์ เป็นสีเทา

b^* คือค่าสีเหลืองและน้ำเงิน เมื่อ b^* มีค่าเป็นบวก เป็นสีเหลือง

เมื่อ b^* มีค่าเป็นลบ เป็นสีน้ำเงิน

เมื่อ b^* มีค่าเป็นศูนย์ เป็นสีเทา

ก่อนทำการวัดค่าสีทุกครั้งต้องทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย standard calibration plate ทำการวัดสีตัวอย่างหัดดับเต่า โดยนำตัวอย่างมาบดละเอียดใส่ลงในภาชนะให้มีความสูง 1 เซนติเมตร ใช้หัววัดสีวางทาบบนตัวอย่างในแนวตั้งฉาก และอ่านค่า แสดงผลการวัดเป็นค่า L^* , a^* และ b^* ทำการวัด 3 ซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ก.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (water activity: a_w)

การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ เปิดเครื่องไว้เป็นเวลา 30 นาที ก่อนการวิเคราะห์ให้ใส่ตัวอย่างหัดดับเต่าที่บดละเอียดลงในตลับสำหรับวัดตัวอย่างประมาณ 1 ใน 3 ของตลับ จากนั้นนำไปวางในเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ รอจนกระทั่งเครื่องอ่านค่าปริมาณน้ำอิสระ จดบันทึกค่าปริมาณน้ำอิสระที่วัดได้วัดค่า 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าปริมาณน้ำอิสระที่ได้

ก.1.3 ค่าการคืนตัว (rehydration) (ดัดแปลงจากวิธีของพรพิมลและสิริมา, 2550)

ชั่งตัวอย่างแห้ง 5 กรัม ใส่ในน้ำอุณหภูมิ 25, 55 และ 85 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นชั่งน้ำหนักที่เปลี่ยนไปของตัวอย่าง นำมาคำนวณเป็นค่าการคืนตัวเป็นเท่าโดยเอาน้ำหนักตัวอย่างหัดดับเต่าแห้งหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างหัดดับเต่าที่ผ่านการแช่น้ำที่อุณหภูมิต่างๆ

ก.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ก.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl (AOAC, 2000)

การหาปริมาณโปรตีนโดยซึ่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ลงในหลอดเคลตาห์ล เติมคตะลิตส์ 8 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร นำเข้าชุดย่อยโปรตีนจนกระทั่งสารละลายใสและปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปต่อกับชุดกลั่นโปรตีน โดยนำขวดแก้วรูปชมพู่ที่มีกรดบอริก 50 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ลงไป 3-5 หยด ทำการกลั่นตัวอย่าง นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนสังเกตเป็นสีชมพูปรากฏขึ้น และคำนวณหาปริมาณโปรตีนดังนี้

$$\text{ไนโตรเจน (ร้อยละ)} = \frac{(V_1 - V_2) \times 0.1 \times 1.4007}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

$$\text{โปรตีน (ร้อยละ)} = \text{ไนโตรเจน (ร้อยละ)} \times 6.25$$

เมื่อ V_1 = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

V_2 = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรท blank (มิลลิลิตร)

ก.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี Soxhlet (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี Soxhlet เป็นการสกัดไขมันในตัวอย่างที่สกัดได้โดยตรงด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ได้แก่ petroleum ether ตามระยะเวลาที่กำหนด ภายหลังการสกัดจะระเหยตัวทำละลายอินทรีย์และทำการชั่งน้ำหนักไขมันที่ได้

$$\text{ไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W} \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักหลังสกัดไขมัน (กรัม)

W_2 = น้ำหนักหลังระเหยตัวทำละลายอินทรีย์ (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ก.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย (AOAC, 2000)

การหาปริมาณเยื่อใยโดยวิธีการย่อยด้วยสารละลายกรดและด่าง นำส่วนที่เหลือจากการย่อยไปอบและเผา เพื่อหาส่วนที่หายไปหลังจากการเผา ซึ่งก็คือปริมาณเยื่อใย หรือสิ่งที่หายไปหลังจากการเผา ส่วนอบแห้งที่เหลือจากการย่อยตัวอย่างด้วยสารละลายกรดและด่าง

$$\text{เยื่อใย (ร้อยละ)} = \text{น้ำหนักของกาก} - \text{น้ำหนักของเถ้า}$$

ก.2.4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าทั้งหมด (AOAC, 2000)

การหาปริมาณเถ้าโดยการเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส โดยชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ลงถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ผ่านการอบแห้ง จดน้ำหนักที่แน่นอนเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง นำไปเผาในตะเกียงให้หมดควัน จากนั้นนำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกจากเตาอบและปล่อยให้เย็นลงในโถแก้วดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก และอบซ้ำหลายๆ ครั้งจนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณเถ้า หน่วยเป็นร้อยละ โดยนำน้ำหนักที่หายไปหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้คูณด้วย 100

ก.2.5 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

การหาปริมาณความชื้นโดยใช้เตาอบลมร้อน โดยอบ moisture can และ ฝา ด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก moisture can และฝา โดยชั่งน้ำหนักเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ใส่ลงใน moisture can จดน้ำหนักที่แน่นอนเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วนำไปอบในเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง โดยไม่ปิดฝา moisture can เมื่อครบเวลา ปิดฝา moisture can แล้วนำไปใส่ไว้ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นเป็นเวลา 30 นาที นำไปอบต่อ และนำมาชั่งน้ำหนักทุกชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้นหน่วยเป็นร้อยละ โดยนำน้ำหนักที่หายไปหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้คูณด้วย 100

ก.2.6 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณ (AOAC, 2000)

การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) หาได้จาก 100 ลบด้วยผลรวมระหว่างปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณเยื่อใยและปริมาณเถ้า

ก.2.7 การวิเคราะห์ปริมาณเกลือ (AOAC, 2000)

การหาปริมาณเกลือโดยชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 10 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ใส่น้ำเดือด 80 มิลลิลิตร นำไปเขย่าในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เขย่า 80 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำมากรองผ่านใยสังเคราะห์ แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ 10 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร ใส่น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และใส่อินดิเคเตอร์โพแทสเซียมโครเมต (K_2CrO_4) ความเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำสารละลายไปไตเตรทกับซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนสารละลายเป็นจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลแดง และคำนวณหาปริมาณเกลือ ดังนี้

$$\text{ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)} = [100 \text{ มิลลิลิตร} / (10 \text{ มิลลิลิตร} \times 10 \text{ กรัม})] \times (S-B) \times 0.005844 \times 100$$

เมื่อ S = ปริมาตรของซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรของซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ในการไตเตรท blank (มิลลิลิตร)

ก.2.8 การสกัดตัวอย่างเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด
ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และ Ferric reducing antioxidant power (ดัดแปลง
วิธีจาก Mahattanatawee et al., 2006; Wu et al., 2006)

ชั่งตัวอย่าง 20 กรัม เติมอะซิโตนความเข้มข้นร้อยละ 80 ปริมาตร 80 มิลลิลิตร มาบดใน blender เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำมากรองสุญญากาศ โดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 นำสารที่สกัดได้ใส่ขวดสีชาเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

ก.2.9 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu's reagent
(Lim et al., 2007)

ปิเปตสารสกัด 0.3 มิลลิลิตร เติมน้ำละลาย Folin-Ciocalteu reagent (เจือจางด้วยน้ำกลั่น 10 เท่า) ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร แล้ว vortex ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยคำนวณหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานแล้วรายงานผลอยู่ในหน่วยของมิลลิกรัม เมื่อเทียบกับ

กรดแกลลิกต่อน้ำหนักของตัวอย่าง 100 กรัม ค่าของตัวอย่างที่ได้จะแสดงเป็น mg Gallic acid equivalent (GAE)/ 100 g ของตัวอย่าง

ก.2.10 การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) (ดัดแปลงวิธีจาก Wu *et al.*, 2006)

ปิเปตสารสกัด 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 2,2-diphenyl-1 picryl-hydrazyl (DPPH) ในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 80 ที่มีความเข้มข้น 0.6 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 4 มิลลิลิตร แล้วทำการ vortex เป็นเวลา 15 วินาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร โดยคำนวณหาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเทียบกับกราฟมาตรฐานแล้วรายงานผลอยู่ในหน่วยมิลลิกรัม เมื่อเทียบกับกรดแกลลิกต่อน้ำหนักของตัวอย่าง 100 กรัม ค่าของตัวอย่างที่ได้จะแสดงเป็น mg Gallic acid equivalent (GAE)/ 100 g ของตัวอย่าง

ก.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ก.3.1 การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยใช้ 3M Petrifilm™ Aerobic Count Plate

1. ใช้ปากคีบที่ปราศจากเชื้อ โดยการลนไฟและเช็ดด้วยแอลกอฮอล์คิบบตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 25 กรัม ใส่ในถุงตีบด (stomacher bag) ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ผสมอยู่นำไปตีบดด้วยเครื่องตีบดอาหาร (stomacher) เป็นเวลา 2 นาที จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 1:10 หรือ (10^{-1})

2. เขย่าให้อาหารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 1:10 (10^{-1}) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแบบหมุนวน (vortex) จะได้อาหารที่เจือจาง 1:100 (10^{-2})

3. ทำให้อาหารตัวอย่างมีความเจือจาง 1:1000 (10^{-3}) ด้วยวิธีตามข้อ 2

4. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจางต่างๆ ลงบนแผ่นตรวจเชื้อ โดยทำซ้ำ 2 ซ้ำต่อหนึ่งระดับความเจือจาง

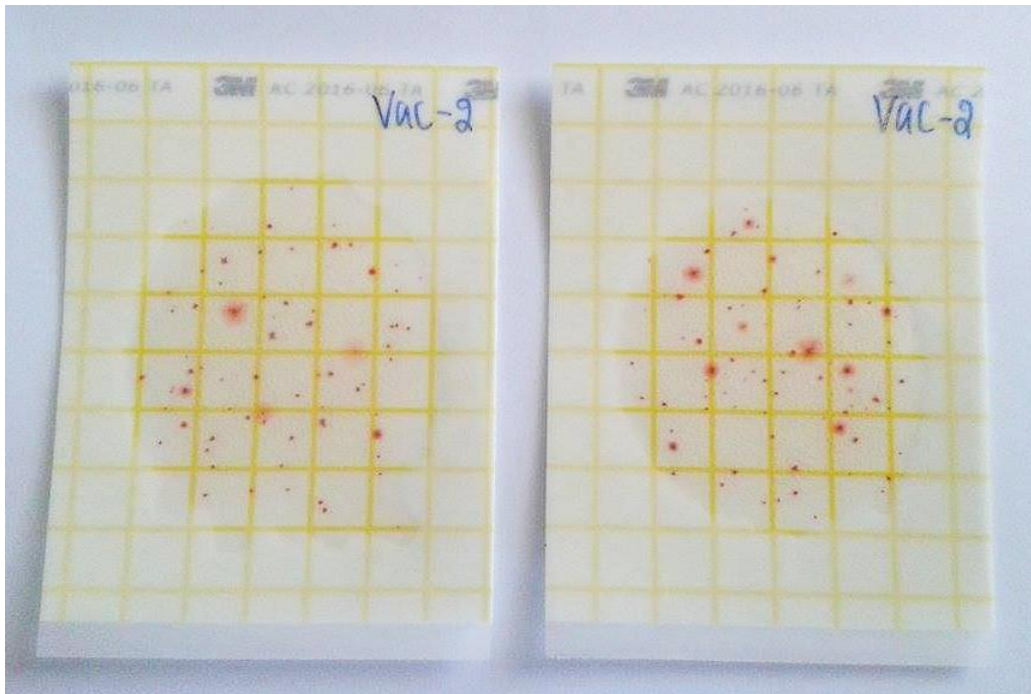
5. ทำตัวอย่างควบคุม โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 1 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่างอาหาร

6. บ่ม 3M Petrifilm™ Plates ที่เตรียมไว้เสร็จเรียบร้อยแล้วที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยการวางแผ่นตรวจในเครื่องบ่มเชื้อนั้นสามารถวางซ้อนกันได้ไม่เกิน 20 แผ่น และ

นำมาอ่านผลเมื่อครบเวลาในการอ่านผล aerobic bacteria จะทำการนับโคโลนีที่มีสีแดงทั้งหมดที่อยู่ในพื้นที่วงกลม 20 ตารางเซนติเมตร ซึ่งช่วงที่เหมาะสมในการนับโคโลนีจะอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนีต่อแผ่น หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีจากทั้งสองจานเพาะเชื้อรายงานผลการตรวจนับในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม (CFU/g)



ภาพที่ ก.1 แผ่น 3M Petrifilm™ Aerobic Count Plate



ภาพที่ ก.2 โคโลนีสีแดงบนแผ่น 3M PetrifilmTM Aerobic Count Plate
หลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามการวิจัย

ข.1 แบบสอบถามการวิจัยเรื่องความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์หัตถ์เต้าแห้ง

แบบสอบถามการวิจัย เรื่อง ความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์หัตถ์เต้าแห้ง

คณะผู้วิจัยโครงการการสร้างมูลค่าเพิ่มของหัตถ์เต้าโดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ จัดทำแบบสอบถามชุดนี้ขึ้นเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์หัตถ์เต้าแห้ง ซึ่งคณะผู้วิจัยได้สร้างแบรนด์และพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์นี้ร่วมกับชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่กำลังจะพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่สามารถเพาะหัตถ์เต้าตามธรรมชาติได้มาก จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสอบถาม ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจะไม่มีนำไปเปิดเผยเป็นรายองค์กรแต่นำไปวิเคราะห์ในภาพรวม ในการนี้ทางคณะผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1. เพศ : ☐ 1) ชาย ☐ 2) หญิง
2. อายุ :
3. สถานภาพ : ☐ 1) โสด ☐ 2) สมรส
4. จบการศึกษาระดับ :
5. อาชีพ :
6. จังหวัดที่อยู่ปัจจุบัน :
7. เงินที่รับได้เฉลี่ยต่อเดือน :

☐ 1) น้อยกว่า 3,000 บาท	☐ 2) 3,001-7,000 บาท	☐ 3) 7,001-10,000 บาท
☐ 4) 10,001-15,000 บาท	☐ 5) 15,001-20,000 บาท	☐ 6) มากกว่า 20,000 บาทขึ้นไป
8. ความถี่ของการท่องเที่ยวของท่าน :

☐ 1) 1 ครั้ง/เดือน	☐ 2) 2-3 ครั้ง/เดือน	☐ 3) มากกว่า 3 ครั้ง/เดือน
---	---	---
9. ความถี่ในการซื้อของฝากของท่าน :

☐ 1) ซื้อทุกครั้งที่มีโอกาส	☐ 2) ซื้อบ้างไม่ซื้อบ้าง	☐ 3) ไม่ซื้อ
--	---	-------------------------------------

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งของผู้บริโภค

1. ท่านรู้จักเห็ดตับเต่าหรือไม่ ☐ 1) รู้จัก ☐ 2) ไม่รู้จัก
2. ท่านเคยบริโภคเห็ดตับเต่าหรือไม่ ☐ 1) เคย ☐ 2) ไม่เคย
3. หากมีผลงานวิจัยชี้ว่าเห็ดตับเต่ามีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงหรือสูงกว่าเห็ดหอม ท่านจะบริโภคเห็ดตับเต่าหรือไม่ ☐ 1) บริโภค ☐ 2) ไม่บริโภค
4. ท่านเคยบริโภคเห็ดหอมแห้งหรือไม่ ☐ 1) เคย ☐ 2) ไม่เคย
5. ท่านจะซื้อเห็ดตับเต่าแห้งเพราะเหตุใด (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1) เพื่อบริโภคเองในครอบครัว

☐ 2) เพื่อเป็นของฝาก หากได้มาที่ชุมชนสามเรือน

☐ 3) เนื่องจากต้องการทดลองผลิตภัณฑ์ใหม่

☐ 4) เพื่อสุขภาพ

☐ 5) อื่นๆ(ระบุ).....

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้ง

(บรรจุปิดสนิทด้วยสุญญากาศในถุงพลาสติกใส 2 ชั้น ขนาดบรรจุ 25 กรัม/ถุง)



1. ท่านคิดว่ารูปแบบบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสมเพียงใด

☐ 1) เหมาะสมมากที่สุด
 ☐ 2) เหมาะสมมาก
 ☐ 3) เฉยๆ
 ☐ 4) ไม่เหมาะสม
2. ท่านจะตัดสินใจซื้อเห็ดตับเต่าแห้งในบรรจุภัณฑ์รูปแบบนี้หรือไม่

☐ 1) ซื้อ เพราะ.....

☐ 2) ไม่ซื้อ เพราะ.....
3. ขนาดบรรจุพร้อมราคาที่ท่านคิดว่าเหมาะสมในการตัดสินใจซื้อของท่าน (เลือกเพียง 1 หัวข้อ)

☐ 1) 25 กรัม/ถุง ราคาต่ำกว่า 35 บาท ระบุ ราคา.....บาท

☐ 2) 25 กรัม/ถุง ราคา 35 บาท

- ☐3) 25 กรัม/ถุง ราคาสูงกว่า 35 บาท ระบุ ราคา.....บาท
- ☐4) 50 กรัม/ถุง ราคา บาท
- ☐5) 100 กรัม/ถุง ราคา บาท
- ☐6) ระบุ กรัม/ถุง ราคา บาท
4. ท่านจะซื้อเห็ดตับเต่าแห้งแต่ละครั้ง ในปริมาณเท่าใด
- ☐1) 1 ถุง ☐2) 2-4 ถุง ☐3) มากกว่า 4 ถุง
5. ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ท่านต้องการ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- ☐1) ขนาดบรรจุพอเหมาะต่อการบริโภค
- ☐2) สะดวกในการใช้งานและเก็บรักษา
- ☐3) มองเห็นสินค้าข้างใน
- ☐4) ฉลากสวยงาม บรรจุข้อมูลที่สำคัญครบ
- ☐5) อื่นๆ โปรดระบุ

ส่วนที่ 4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้ง

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ตัวผลิตภัณฑ์					
2. ราคา					
3. บรรจุภัณฑ์					
4. ผลิตจากผู้ผลิตที่มีคุณภาพน่าเชื่อถือ					
5. สถานที่ที่จำหน่ายมีความน่าเชื่อถือ					
6. ผู้ขายหรือให้ข้อมูลมีความรู้ที่น่าเชื่อถือ					
7. สามารถหาซื้อได้ง่าย มีหลายช่องทาง					
8. มีการจัดโปรโมชั่น ชิงโชคหรือแจกแถม					

ส่วนที่ 5 ข้อเสนอแนะ (ด้านผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ ฉลากและอื่นๆ)

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณในความร่วมมือ คณะผู้วิจัย



ข.2 แบบสอบถามการวิจัยเรื่องความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

แบบสอบถามการวิจัย

เรื่อง ความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

คณะผู้วิจัยโครงการการสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าโดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ จัดทำแบบสอบถามชุดนี้ขึ้นเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด ซึ่งคณะผู้วิจัยได้สร้างแบรนด์และพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์นี้ร่วมกับชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่กำลังจะพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่สามารถเพาะเห็ดตับเต่าตามธรรมชาติได้มาก จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสอบถาม ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจะไม่มีนำไปเปิดเผยเป็นรายองค์กรแต่นำไปวิเคราะห์ในภาพรวม ในการนี้ทางคณะผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1. เพศ : ☐ 1) ชาย ☐ 2) หญิง
2. อายุ :ปี
3. สถานภาพ : ☐ 1) โสด ☐ 2) สมรส
4. จบการศึกษาสูงสุดระดับ :
5. อาชีพ :
6. จังหวัดที่อยู่ปัจจุบัน :
7. เงินที่รับได้เฉลี่ยต่อเดือน :

☐ 1) น้อยกว่า 3,000 บาท

☐ 2) 3,001-7,000 บาท

☐ 3) 7,001-10,000 บาท

☐ 4) 10,001-15,000 บาท

☐ 5) 15,001-20,000 บาท

☐ 6) มากกว่า 20,000 บาทขึ้นไป
8. ความถี่ของการท่องเที่ยวของท่าน :

☐ 1) 1 ครั้ง/เดือน

☐ 2) 2-3 ครั้ง/เดือน

☐ 3) มากกว่า 3 ครั้ง/เดือน
9. ความถี่ในการซื้อของฝากของท่าน :

☐ 1) ซื้อทุกครั้งที่มีโอกาส

☐ 2) ซื้อบ้างไม่ซื้อบ้าง

☐ 3) ไม่ซื้อ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดของผู้บริโภค

1. ท่านรู้จักเห็ดตับเต่าหรือไม่ ☐ 1) รู้จัก ☐ 2) ไม่รู้จัก
2. ท่านเคยบริโภคเห็ดตับเต่าหรือไม่ ☐ 1) เคย ☐ 2) ไม่เคย (ตอบข้อ 3)
3. หากมีผลงานวิจัยชี้ว่าเห็ดตับเต่ามีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงหรือสูงกว่าเห็ดหอม ท่านจะบริโภคเห็ดตับเต่าหรือไม่ ☐ 1) บริโภค ☐ 2) ไม่บริโภค
4. ท่านเคยบริโภคเห็ดในน้ำเกลือหรือไม่ ☐ 1) เคย ☐ 2) ไม่เคย
5. ท่านจะซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดเพราะเหตุใด (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
 - ☐ 1) เพื่อบริโภคเองในครอบครัว ☐ 2) เพื่อเป็นของฝาก หากได้มาที่ชุมชนสามเรือน
 - ☐ 3) เนื่องจากต้องการทดลองผลิตภัณฑ์ใหม่ ☐ 4) เพื่อสุขภาพ
 - ☐ 5) อื่นๆ(ระบุ).....

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

(บรรจุในขวดแก้ว ขนาดบรรจุ 290 กรัม/ขวด น้ำหนักเนื้อ 180 กรัม/ขวด)



1. ท่านคิดว่ารูปแบบบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสมเพียงใด
 - ☐ 1) เหมาะสมมากที่สุด ☐ 2) เหมาะสมมาก ☐ 3) เฉยๆ ☐ 4) ไม่เหมาะสม
2. ท่านจะตัดสินใจซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดในบรรจุภัณฑ์รูปแบบนี้หรือไม่
 - ☐ 1) ซื้อ เพราะ.....
 - ☐ 2) ไม่ซื้อ เพราะ.....
3. ขนาดบรรจุพร้อมราคาที่ท่านคิดว่าเหมาะสมในการตัดสินใจซื้อของท่าน (เลือกเพียง 1 หัวข้อ)
 - ☐ 1) 290 กรัม/ขวด ราคาต่ำกว่า 60 บาท ระบุ ราคา.....บาท

- ☐ 2) 290 กรัม/ขวด ราคา 60 บาท
- ☐ 3) 290 กรัม/ขวด ราคาสูงกว่า 60 บาท ระบุ ราคา.....บาท
- ☐ 4) น้อยกว่า 290 กรัม/ขวด ระบุ กรัม/ขวด ราคา บาท
- ☐ 5) มากกว่า 290 กรัม/ขวด ระบุ กรัม/ขวด ราคา บาท
4. ท่านจะซื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแต่ละครั้ง ในปริมาณเท่าใด
- ☐ 1) 1 ขวด ☐ 2) 2-4 ขวด ☐ 3) มากกว่า 4 ขวด
5. ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ท่านต้องการ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- ☐ 1) ขนาดบรรจุพอเหมาะต่อการบริโภค
- ☐ 2) สะดวกในการใช้งานและเก็บรักษา
- ☐ 3) มองเห็นสินค้าข้างใน
- ☐ 4) ฉลากสวยงาม บรรจุข้อมูลที่สำคัญครบ
- ☐ 5) อื่นๆ โปรดระบุ

ส่วนที่ 4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ตัวผลิตภัณฑ์					
2. ราคา					
3. บรรจุภัณฑ์					
4. ผลิตจากผู้ผลิตที่มีคุณภาพน่าเชื่อถือ					
5. สถานที่ที่จำหน่ายมีความน่าเชื่อถือ					
6. ผู้ขายหรือให้ข้อมูลมีความรู้ที่น่าเชื่อถือ					
7. สามารถหาซื้อได้ง่าย มีหลายช่องทาง					
8. มีการจัดโปรโมชั่น ชิงโชคหรือแจกแถม					

ส่วนที่ 5 ข้อเสนอแนะ (ด้านผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ ฉลากและอื่นๆ)

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณในความร่วมมือ คณะผู้วิจัย



ภาคผนวก ค
การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ค.2 การเผยแพร่ผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์

การเผยแพร่ผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ ในงานการประชุมวิชาการนานาชาติ “การยกระดับคุณภาพชีวิตและภูมิปัญญาท้องถิ่นอาเซียน” ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 30 พฤศจิกายน – 3 ธันวาคม 2558 ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้านานาชาติเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา จังหวัดเชียงใหม่ และบทความวิจัยฉบับเต็มกำลังอยู่ในระหว่างการพิจารณาเพื่อพิจารณารวบรวมเป็น proceeding







เกียรติบัตรฉบับนี้มอบไว้เพื่อแสดงว่า
วชิรญา เหลียวตระกูล และวิจิตรา เหลียวตระกูล

ได้นำเสนอผลงาน ภาคโปสเตอร์
เรื่อง การศึกษาบรรพบุรุษที่ผลิตภัณฑืเห็ดดับเต้าฮวยแห้ง
ในการประชุมวิชาการนานาชาติ

“การยกระดับคุณภาพชีวิต
และภูมิปัญญาท้องถิ่นอาเซียน” ครั้งที่ ๒

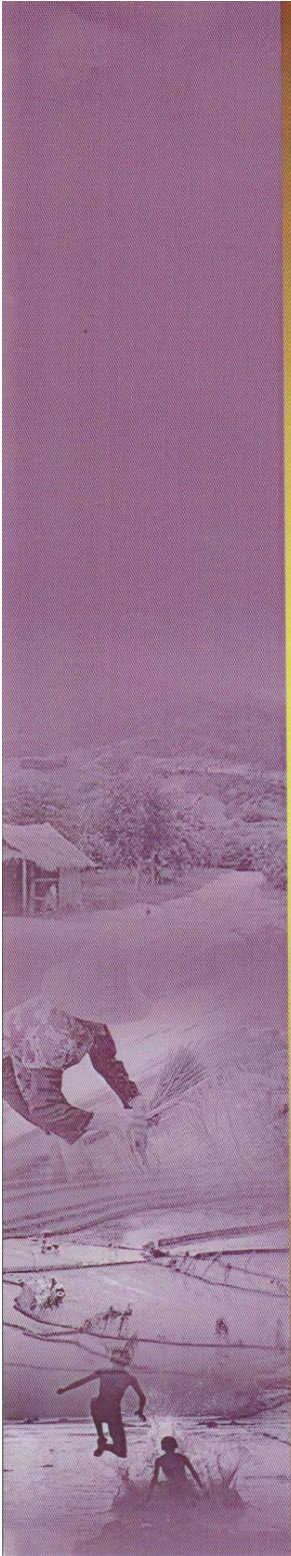
(2nd International symposium on Local Wisdom and Improving Quality of Life)

ระหว่างวันที่ ๓๐ พฤศจิกายน - ๓ ธันวาคม ๒๕๕๘
ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้านานาชาติ
เฉลิมพระเกียรติ ๗ รอบ พระชนมพรรษา

ดร.สชาติ พุทธชียงค์
ประธานที่ประชุมคณะกรรมการอธิการบดี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

รศ.ดร.น่ายุทธ สกศุณาพิทักษ์
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

2nd International Symposium on Local Wisdom
and Improving Quality of Life





2nd International Symposium on Local Wisdom
and Improving Quality of Life

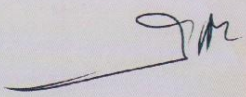
เกียรติบัตรฉบับนี้มอบไว้เพื่อแสดงว่า

วิจิตรา เหลียวตระกูล และวชิรญา เหลียวตระกูล

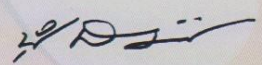
ได้นำเสนอผลงาน ภาคโปสเตอร์
เรื่อง การศึกษาบรรพบุรุษที่ผลิตภัณฑืเกิดดับเต่า
ในน้ำเกลือบรรพชวดเพื่อการค้า

ในการประชุมวิชาการนานาชาติ
“การยกระดับคุณภาพชีวิต
และภูมิปัญญาท้องถิ่นอาเซียน” ครั้งที่ ๒
(2nd International symposium on Local Wisdom and Improving Quality of Life)

ระหว่างวันที่ ๓๐ พฤศจิกายน – ๓ ธันวาคม ๒๕๕๘
ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้านานาชาติ
เฉลิมพระเกียรติ ๗ รอบ พระชนมพรรษา



ดร.สาธิต พุกอิชัยวงศ์
ประธานที่ประชุมคณะกรรมการอธิการบดี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล



รศ.ดร.มานูท สงค์อนาพิทักษ์
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

2nd International Symposium on Local Wisdom
and Improving Quality of Life

ภาคผนวก ง

กิจกรรมการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์โดยการมีส่วนร่วมกับชุมชน

ง.1 หนังสือการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี

หนังสือการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีผลงานวิจัยโดยการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการแก่ชุมชนสามเรือนและผู้สนใจในวันที่ 10 มกราคม 2559 ณ ศูนย์การเรียนรู้หมู่ 5 ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ที่ ศธ ๐๕๘๕.๑๐/๐๐๗



คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
เลขที่ ๖๐ หมู่ที่ ๓ ถนนสายเอเชีย
ตำบลหันตรา อำเภพระนครศรีอยุธยา
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๐๐๐

๗ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ใช้พื้นที่ในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

เรียน นายกองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน

ด้วยคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ได้รับอนุมัติโครงการวิจัย เรื่อง ฐานข้อมูลคุณภาพน้ำและความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลาในคลองโพธิ์ ของตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และโครงการวิจัย เรื่อง การสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าโดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ประจำปี ๒๕๕๘ เพื่อเป็นการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยดังกล่าวให้แก่ชุมชน

ในการนี้ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร จึงขอความอนุเคราะห์ใช้พื้นที่ในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการโครงการวิจัยดังกล่าว ในวันอาทิตย์ที่ ๑๐ มกราคม ๒๕๕๙ เวลา ๐๙.๐๐ - ๑๖.๐๐ น. ณ ศูนย์การเรียนรู้ หมู่ที่ ๕ สามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ศิลวัตร)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

งานวิจัย

โทรศัพท์ ๐ ๓๕๗๐ ๙๐๙๖ , ๐๙ ๕๙๔๐ ๒๖๗๕

โทรสาร ๐ ๓๕๗๐ ๙๐๙๖

www.agri.rmutsb.ac.th



ที่ ศธ ๐๕๘๕.๑๐/๐๐พ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
เลขที่ ๖๐ หมู่ที่ ๓ ถนนสายเอเชีย
ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ๑๓๐๐๐

๗ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเข้าร่วมฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

เรียน นายกองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน

ด้วยคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ได้รับอนุมัติโครงการวิจัย เรื่อง การสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าโดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ประจำปี ๒๕๕๘ เพื่อเป็นการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยดังกล่าวให้แก่ชุมชน

ในการนี้ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร จึงขอเชิญชวนชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน ๓๐ คน เข้าร่วมฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ในวันอาทิตย์ที่ ๑๐ มกราคม ๒๕๕๙ เวลา ๐๙.๐๐ - ๑๖.๐๐ น. ณ ศูนย์การเรียนรู้ หมู่ที่ ๕ สามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล และ อาจารย์ยวีร์ชิรญา เหลียวตระกูลเป็นวิทยากร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อานาจ ศิลวัตร)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

งานวิจัย

โทรศัพท์ ๐ ๓๕๗๐ ๙๐๙๖ , ๐๙ ๕๕๔๐ ๒๖๗๕

โทรสาร ๐ ๓๕๗๐ ๙๐๙๖

www.agri.rmutsb.ac.th

หลักฐานการลงชื่อผู้เข้าร่วมโครงการ

โครงการการสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าโดยการขยายการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์

วันที่...10 มกราคม 2559...เวลา...9.00 - 16.00 น.....

ณ ...ศูนย์การเรียนรู้ หมู่ 5 ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา....

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ลายมือชื่อ	เวลามา	ลายมือชื่อ	เวลากลับ
1	นาย พงษ์ศักดิ์ อดิศักดิ์	พงษ์	9.00 น	พงษ์	16.00 น
2	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
3	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
4	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
5	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
6	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
7	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
8	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
9	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
10	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
11	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
12	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
13	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
14	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
15	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
16	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
17	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
18	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
19	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น
20	นาย ปิยะ	ปิยะ	9.00 น	ปิยะ	16.00 น

ข้าพเจ้าดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล.....ตำแหน่ง.....อาจารย์.....

สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ขอรับรองว่าลายมือชื่อผู้เข้าร่วมโครงการการสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่า
โดยการขยายการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์.....ข้างต้นเป็นบุคคลที่ได้ลงลายมือชื่อด้วยตนเองจริง

ลงชื่อ.....

วันที่..... 10 มค 59

หลักฐานการลงชื่อเข้าร่วมโครงการ

โครงการการสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าโดยการขยายการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์

วันที่...10 มกราคม 2559...เวลา.....9.00-16.00 น...

ณ ...ศูนย์การเรียนรู้ หมู่ 5 ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา...

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ลายมือชื่อ	เวลามา	ลายมือชื่อ	เวลากลับ
21	ทัศนีย์ นนทชัย	GL	9.00	GL	16.00
22	พลาณี ขอแก้ว	GL	9.00	GL	16.00
23	ศิริทอง จักรกบ	GL	9.00	GL	16.00
24	วันเพ็ญ จันทระจอม	GL	9.00	GL	16.00
25	ประไพทิพย์ จันทระจรรย์	GL	9.00	GL	16.00
26	ชอน ใจอภัยมัย	GL	9.00	GL	16.00
27	วิไลวรรณ นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
28	อัมพรทิพย์ นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
29	นางสาว นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
30	นางสาว นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
31	สุนทร นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
32	ปิ่นทิพย์ นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
33	สุนทร นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
34	อัมพร นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
35	อัมพร นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
36	ระพีพรรณ นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
37	ศิริกร นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
38	สุนทร นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
39	อัมพร นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00
40	สุนทร นิลเสกขะ	GL	9.00	GL	16.00

ข้าพเจ้าดร.วิจิตร เหลียวตระกูล.....ตำแหน่ง.....อาจารย์.....

สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ขอรับรองว่าลายมือชื่อผู้เข้าร่วมโครงการการสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่า
โดยการขยายการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์.....ข้างต้นเป็นบุคคลที่ได้ลงลายมือชื่อด้วยตนเองจริง

ลงชื่อ.....

วันที่.....





ง.3 หนังสือการเข้าร่วมงานวันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน

หนังสือการเข้าร่วมงานวันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือนในวันที่ 27 - 28 มิถุนายน 2558 ณ ศูนย์การเรียนรู้เพาะเห็ดดับเต่า ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ที่ อย ๘๒๕๐๑/ว๔๒๗



ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน
๔๔๙ หมู่ที่ ๒ อำเภอบางปะอิน อย ๑๓๑๖๐

๙ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเข้าร่วมประชุมโครงการวันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๕๘

เรียน ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล

ด้วย องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน กำหนดการจัดงานวันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๕๘ ระหว่างในวันที่ ๒๗ - ๒๘ มิถุนายน ๒๕๕๘ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมอาชีพหลักและอาชีพเสริมให้สมาชิกกลุ่มอาชีพเกษตรกรเห็ดดับเต่า เป็นการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นในตำบล เพื่อสร้างรายได้ให้กับประชาชนในตำบลเพื่อสร้างความสามัคคีและการมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนและหน่วยงานต่างๆ นั้น

ในการนี้จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมประชุมเพื่อเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดโครงการวันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๕๘ ในวันจันทร์ที่ ๑๕ มิถุนายน ๒๕๕๘ เวลา ๑๐.๐๐ น. ณ ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุภฤกษ์ กลั่นกล้า)

นายกองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน

สำนักงานปลัดฯ

โทร. ๐-๓๔๓๓๓-๐๔๖๔

โทรสาร. ๐-๓๔๓๓๓-๑๓๕๐

E-Mail webmaster@samruan.org

“หลวงพ่อก้าวศักดิ์สิทธิ์ แหล่งผลิตข้าวนาปี มากมีเห็ดดับเต่าเลิศรส นามปรากฏสามเรือน”



ที่ อย ๘๒๕๐๑/ว๔๒๗

ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน
๔๔๙ หมู่ที่ ๒ อำเภอบางปะอิน อย ๑๓๑๖๐

๙ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเข้าร่วมประชุมโครงการวันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๕๘

เรียน อาจารย์วชิรญา เหลียวตระกูล

ด้วย องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน กำหนดการจัดงานวันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๕๘ ระหว่างในวันที่ ๒๗ - ๒๘ มิถุนายน ๒๕๕๘ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมอาชีพหลักและอาชีพเสริมให้สมาชิกกลุ่มอาชีพเกษตรกรเห็ดดับเต่า เป็นการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นในตำบล เพื่อสร้างรายได้ให้กับประชาชนในตำบลเพื่อสร้างความสามัคคีและการมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนและหน่วยงานต่างๆ นั้น

ในการนี้จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมประชุมเพื่อเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดโครงการวันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๕๘ ในวันจันทร์ที่ ๑๕ มิถุนายน ๒๕๕๘ เวลา ๑๐.๐๐ น. ณ ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายศุภฤกษ์ กลั่นกล้า)

นายกองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน

สำนักงานปลัดฯ

โทร. ๐-๓๕๓๓-๐๔๖๔

โทรสาร. ๐-๓๕๓๓-๑๓๕๐

E-Mail webmaster@samruan.org

“หลวงพ่อก้าวศักดิ์สิทธิ์ แหล่งผลิตข้าวนาปี มากมีเห็ดดับเต่าเลิศรส นามปรากฏสามเรือน”

ที่ อย ๘๒๕๐๑/ว๔๓๘



คณะกรรมการบริหารส่วนตำบลสามเรือน	
วันที่	๒๖/๐๖
วันที่	17 มิ.ย. 2558
เวลา	14.29

ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน
๔๔๔ หมู่ที่ ๒ บางปะอิน อย ๑๓๑๖๐

๑๑ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญร่วมงาน “งานวันเห็ดตับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖”

เรียน ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล

ด้วยองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้กำหนดจัดงาน “วันเห็ดตับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖” ระหว่างวันที่ ๒๗ - ๒๘ มิถุนายน ๒๕๕๘ ณ ศูนย์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (เห็ดตับเต่า) เพื่อประชาสัมพันธ์พืชเศรษฐกิจชุมชนให้เป็นที่รู้จักและเป็นแนวทางในการสร้างอาชีพให้เกษตรกรต่อไป

ในการนี้ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน จึงขอเรียนเชิญท่านร่วมเป็นเกียรติและร่วมชมกิจกรรม ในพิธีเปิดงาน “วันเห็ดตับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖” ในวันที่ ๒๗ มิถุนายน ๒๕๕๘ ดังมีรายละเอียดปรากฏตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอเชิญร่วมงานดังกล่าว ต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายศุภฤกษ์ กลั่นกล้า)

นายกองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน

สำนักงานปลัดฯ

โทร. ๐-๓๕๓๓-๐๔๖๔

โทรสาร. ๐-๓๕๓๓-๑๓๕๐

E-Mail: webmaster@samruan.org . . .

“หลวงพ่อก้าวคักดีสิทธิ์ แหล่งผลิตข้าวนาปี มากมีเห็ดตับเต่าเลิศรส นามปรากฏสามเรือน”

กำหนดการจัดงาน “วันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน” ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๕๘

ณ บริเวณศูนย์การเรียนรู้เห็ดดับเต่า หมู่ที่ ๕

ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

วันเสาร์ที่ ๒๗ มิถุนายน ๒๕๕๘

- เวลา ๑๐.๐๐ น. พิธีเปิดโครงการ “วันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน” ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๕๘
 ชมนิทรรศการเห็ดดับเต่าแสดงขั้นตอนการเพาะเห็ดดับเต่า,รับเอกสาร,
 แผ่นพับ และ ข้อมูลเรื่องเห็ดดับเต่า
- เวลา ๑๒.๐๐ น. ประกวดเห็ดดับเต่าคุณภาพดี
 -รางวัลชนะเลิศ
 -รางวัลรองชนะเลิศ
- เวลา ๑๔.๐๐ น. ประกวดการประกอบอาหาร (เมนูเพื่อสุขภาพ) จากเห็ดดับเต่า
 -รางวัลชนะเลิศ
 -รางวัลรองชนะเลิศ
- เวลา ๑๖.๐๐ น. ประกวดธิดาน้อยเห็ดดับเต่า (ชั้นประถมศึกษา)
 -รางวัลชนะเลิศ
 -รางวัลรองชนะเลิศ
- เวลา ๑๘.๐๐ น. ประกวดเทพีเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน
 -รางวัลชนะเลิศ(ถ้วยรางวัล) ผู้ว่าราชการจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
 เงินสด ๒๐,๐๐๐ บาท,สายสะพาย,ช่อดอกไม้
 -รองชนะเลิศ(ถ้วยรางวัล)นายกองค์การบริหารส่วนจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
 เงินสด ๑๐,๐๐๐ บาท,สายสะพาย,ช่อดอกไม้
 -ขวัญใจมหาชน(ถ้วยรางวัล) ท่านวิทยากรณศิริ อัคริฐมนตรีว่าการ
 กระทรวงสาธารณสุข
 เงินสด ๑๐,๐๐๐ บาท,สายสะพาย,ช่อดอกไม้

วันอาทิตย์ที่ ๒๘ มิถุนายน ๒๕๕๘

- เวลา ๑๒.๐๐ น. ประกวดเทพีเห็ดดับเต่าบ้านที่สามเรือน (ผู้สูงอายุ)
- เวลา ๑๔.๐๐ น. ประกวดภาพถ่าย (วิถีชีวิตชาวบ้านกับเห็ดดับเต่า)
- เวลา ๑๖.๐๐ น. ประกวดร้องเพลง (หมู่ละ ๒ คน ชาย ๑ คน หญิง ๑ คน)
- เวลา ๑๘.๐๐ น. ประกวดร่ายพื้นเมือง
- เวลา ๒๔.๐๐ น. ปิดงานโครงการวันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๕๘

ที่ อย ๘๒๕๐๑/ว๔๖๘



ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน
๔๔๙ หมู่ที่ ๒ บางปะอิน อัย ๑๓๑๖๐

๑๕ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญร่วมเป็นเกียรติในงานแถลงข่าว “งานวันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖”

เรียน ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล

ด้วยองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้กำหนดจัดงานแถลงข่าว “วันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖” ในวันที่ ๒๔ มิถุนายน ๒๕๕๘ ณ ศูนย์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (เห็ดดับเต่า) เพื่อประชาสัมพันธ์พืชเศรษฐกิจชุมชนให้เป็นที่รู้จักและเป็นแนวทางในการสร้างอาชีพให้เกษตรกรต่อไป

เพื่อให้งานแถลงข่าว “งานวันเห็ดดับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖” บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดงาน องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน จึงขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมงานในวันพุธที่ ๒๔ มิถุนายน ๒๕๕๘ เวลา ๑๕.๐๐ น. ณ ศูนย์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (เห็ดดับเต่า)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุภฤกษ์ กลั่นกล้า)

นายกองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน

สำนักงานปลัดฯ

โทร. ๐-๓๕๓๓-๐๔๖๔

โทรสาร. ๐-๓๕๓๓-๑๓๕๐

E-Mail webmaster@samruan.org

“หลวงพ่อก้าวศักดิ์สิทธิ์ แหล่งผลิตข้าวนาปี มากมีเห็ดดับเต่าเลิศรส นามปรากฏสามเรือน”



ที่ อย ๘๒๕๐๑/ว ๔๕๖

ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน
๔๔๙ หมู่ที่ ๒ อำเภอบางปะอิน อย ๑๓๑๖๐

๑๖ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นคณะกรรมการตัดสินการประกวดการประกอบอาหาร(เมนูเพื่อสุขภาพ)จากเห็ดตับเต่า

เรียน ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย กำหนดการจัดงาน “วันเห็ดตับเต่างามที่สามเรือน” ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๕๘ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน ได้ดำเนินการจัดงานโครงการวันเห็ดตับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๕๘ ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อส่งเสริมอาชีพเกษตรกรเห็ดตับเต่า เป็นการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น สร้างรายได้ที่มีต้นทุนต่ำ สร้างความสามัคคีและการมีส่วนร่วม และเป็นการประชาสัมพันธ์เห็ดตับเต่าให้รู้จักแพร่หลายของประชาชนทั่วไป ในระหว่างวันที่ ๒๗-๒๘ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๘ เป็นต้นไป ณ บริเวณศูนย์การเรียนรู้เห็ดตับเต่า หมู่ที่ ๕ ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ในการนี้ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน ได้จัดกิจกรรมการประกวดการประกอบอาหาร(เมนูเพื่อสุขภาพ)จากเห็ดตับเต่า และพิจารณาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ มีประสบการณ์ จึงใคร่ขอเชิญท่าน เป็นคณะกรรมการตัดสินการประกวดการประกอบอาหาร(เมนูเพื่อสุขภาพ)จากเห็ดตับเต่า ตามโครงการวันเห็ดตับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๕๘ ในวันเสาร์ที่ ๒๗ มิถุนายน ๒๕๕๘ ตั้งแต่เวลา ๑๓.๐๐ น. เป็นต้นไป ณ บริเวณศูนย์การเรียนรู้เห็ดตับเต่า หมู่ที่ ๕ ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

จึงเรียนมาโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายศุภฤกษ์ กลั่นกล้า)

นายกองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน

สำนักงานปลัด

โทร. ๐-๓๕๓๓-๐๔๖๔ ต่อ ๒๐

โทรสาร. ๐-๓๕๓๓-๐๔๖๔



ที่ อย ๘๒๕๐๑/ว ๕๕๗

ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน
๔๔๙ หมู่ที่ ๒ อำเภอหางปอน อย ๑๓๑๖๐

๑๖ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นคณะกรรมการตัดสินการประกวดการประกอบอาหาร(เมนูเพื่อสุขภาพ)จากเห็ดตับเต่า

เรียน อาจารย์วชิรญา เหลียวตระกูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย กำหนดการจัดงาน “วันเห็ดตับเต่างามที่สามเรือน” ครั้งที่ ๖ ประจำปี ๒๕๕๘ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน ได้ดำเนินการจัดงานโครงการวันเห็ดตับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๕๘ ตำบลสามเรือน อำเภอหางปอน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อส่งเสริมอาชีพเกษตรกรเห็ดตับเต่า เป็นการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น สร้างรายได้ที่มีต้นทุนต่ำ สร้างความสามัคคีและการมีส่วนร่วม และเป็นการประชาสัมพันธ์เห็ดตับเต่าให้รู้จักแพร่หลายของประชาชนทั่วไป ในระหว่างวันที่ ๒๗-๒๘ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๘ เป็นต้นไป ณ บริเวณศูนย์การเรียนรู้เห็ดตับเต่า หมู่ที่ ๕ ตำบลสามเรือน อำเภอหางปอน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ในการนี้ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน ได้จัดกิจกรรมการประกวดการประกอบอาหาร(เมนูเพื่อสุขภาพ)จากเห็ดตับเต่า และพิจารณาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ มีประสบการณ์ จึงใคร่ขอเชิญท่าน เป็นคณะกรรมการตัดสินการประกวดการประกอบอาหาร(เมนูเพื่อสุขภาพ)จากเห็ดตับเต่า ตามโครงการวันเห็ดตับเต่างามที่สามเรือน ครั้งที่ ๖ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๕๘ ในวันเสาร์ที่ ๒๗ มิถุนายน ๒๕๕๘ ตั้งแต่เวลา ๑๓.๐๐ น. เป็นต้นไป ณ บริเวณศูนย์การเรียนรู้เห็ดตับเต่า หมู่ที่ ๕ ตำบลสามเรือน อำเภอหางปอน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

จึงเรียนมาโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายศุภฤกษ์ กลั่นกล้า)

นายกองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน

สำนักงานปลัด

โทร. ๐-๓๕๓๓-๐๔๖๔ ต่อ ๒๐

โทรสาร. ๐-๓๕๓๓-๐๔๖๔

ง.4 การแสดงนิทรรศการการพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าร่วมกับชุมชนสามเรือน

การแสดงนิทรรศการการพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดร่วมกับชุมชนสามเรือนและนำผลิตภัณฑ์มาร่วมออกเาร้านกับกลุ่มแปรรูปเห็ดตับเต่าสามเรือน (กลุ่มพัฒนาร่วมใจ) ในงานวันเห็ดตับเต่างามที่สามเรือน ในวันที่ 27 - 28 มิถุนายน 2558 ณ ศูนย์การเรียนรู้เพาะเห็ดตับเต่า ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา









ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=wzgHlh92RhQ>

ง.5 กรรมการตัดสินการประกวดการประกอบอาหาร (เมนูเพื่อสุขภาพจากเห็ดตับเต่า)

กรรมการตัดสินการประกวดการประกอบอาหาร (เมนูเพื่อสุขภาพจากเห็ดตับเต่า) ในงานวันเห็ดตับเต่างามที่สามเรือน ในวันที่ 27 มิถุนายน 2558 ณ ศูนย์การเรียนรู้เพาะเห็ดตับเต่า ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา





ภาคผนวก จ
ตารางแผนและผลการดำเนินการ

ตารางที่ จ.1 แผนการดำเนินงานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์	กิจกรรม	ผู้เกี่ยวข้อง	เดือนที่ใช้ (เดือน)	ผู้รับผิดชอบ
1. เพื่อแปรรูป เห็ดตับเต่า	1. ศึกษาคุณค่าทาง โภชนาการ และ กิจกรรมการต้านอนุมูล อิสระของเห็ดตับเต่า	คณะวิจัย	2	คณะวิจัย
	2. การแปรรูปเห็ดตับเต่า	คณะวิจัย	3	คณะวิจัย
2. เพื่อยืดอายุการ เก็บรักษา เห็ดตับเต่า	3. การศึกษาอายุการเก็บ รักษาเห็ดตับเต่าแห้ง และเห็ดตับเต่าใน น้ำเกลือบรรจุขวด	คณะวิจัย	6	คณะวิจัย
3. เพื่อเพิ่มมูลค่า ให้แก่ผลิตภัณฑ์ เห็ดตับเต่า โดยการสร้าง แบรนด์	4. การสร้างแบรนด์ของ ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า	เกษตรกรใน ชุมชนสามเรือน/ อบต. สามเรือน/ คณะวิจัย	2	คณะวิจัย
4. เพื่อถ่ายทอด เทคโนโลยีแก่ ชุมชนสามเรือน	5. การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ กลุ่มเป้าหมาย	เกษตรกรใน ชุมชนสามเรือน/ อบต. สามเรือน/ คณะวิจัย	1	เกษตรกรใน ชุมชนสาม เรือน/อบต. สามเรือน/ คณะวิจัย

ตารางที่ จ.2 แผนกิจกรรม/ผลที่คาดว่าจะได้รับ/ผลการดำเนินการ

แผนกิจกรรม	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินการ
ตอนที่ 1 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต่า	- ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต่า	- ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต่า เห็ดหอม เห็ดออริจิ และเห็ดนางฟ้า และการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางสถิติ
ตอนที่ 2 การแปรรูปเห็ดตับเต่า	- กระบวนการการแปรรูปเห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่เหมาะสม	- กระบวนการแปรรูปเห็ดตับเต่า 2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด
ตอนที่ 3 การศึกษาอายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด	- สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่า	- เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง
ตอนที่ 4 การสร้างแบรนด์ของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า	- ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่ามีมูลค่าเพิ่มจากกระบวนการแปรรูปและบรรจุภัณฑ์	- บรรจุภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้งและเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดที่พัฒนาร่วมกับชุมชนและผู้บริโภคทั่วไป ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมและตรงตามความต้องการของผู้บริโภค
ตอนที่ 5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย	- เกษตรกรชุมชนสามเรือนที่เข้ารับการอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้จากการ	- ชุมชนจัดตั้งกลุ่มพัฒนาร่วมใจเพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าและต้องการต่อยอด

แผนกิจกรรม	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินการ
	อบรมไปใช้ประโยชน์	ผลิตภัณท์ให้พัฒนาขึ้น นอกจากนี้ชุมชนยังได้ทดลอง ทำผลิตภัณท์หลังจากฝึกอบรม ด้วยตนเอง