การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งและน้ำพริกเห็ดแครง

Study on Shelf Life of Common Split Gill Mushroom (*Schizophyllum commune)* Roast Curry and Chili Paste Products

วิภาวดี สำแดง ฑิฆัมพร ไม้เรียง เบญจมาภรณ์ พิมพา และ สมหวัง เล็กจริง*

Wipawadee Samdaeng, Thikamporn Maireng, Benchamaporn Pimpa and Somwang Lekjing*

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตเขตสุราษฎร์ธานี

Deparment of Food Technology, Faculty of Science and Industrial Technology, Prince of Songkla University, Surat Thani Campus

วันที่รับบทความ 18 มิถุนายน พ.ศ. 2557

วันที่ตอบรับตีพิมพ์ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2558

บทคัดย่อ

ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาคั่วกลิ้งเห็ดแครง และน้ำพริกเห็ดแครงที่บรรจุในขวดแก้วปิดสนิทโดยผ่านการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 98±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็นมีค่าพีเอช (pH) ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) และคะแนนความชอบลดลง แต่ค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) กรดไทโอบาร์บิวทูริก (TBARS) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) และปริมาณราและยีสต์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ค่าสี L* a* b* และปริมาณความชื้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) สำหรับปริมาณเชื้อ coliform และ *Escherichia coli* มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา เมื่อพิจารณาความชอบทางประสาทสัมผัสร่วมกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าคั่วกลิ้งเห็ดแครงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็นสามารถเก็บรักษาได้น้อยกว่า 1 และ 3 สัปดาห์ ตามลำดับ ส่วนน้ำพริกเห็ดแครงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็นสามารถเก็บรักษาได้น้อยกว่า 3 และอย่างน้อย 4 สัปดาห์ ตามลำดับ

คำสำคัญ : เห็ดแครง คั่วกลิ้ง น้ำพริก อายุการเก็บรักษา

***Corresponding author. Email:** somwang.s@psu.ac.th

Abstract

The shelf life of Common split gill mushroom (*Schizophyllum commune*) roast curry and chili paste contained in glass bottle after steaming at 98±2°C for 15 min and stored at room temperature (30±2°C) and chilled temperature (4±2°C) for 1 month was studied. Determination of physical, chemical, microbiological and sensory qualities of Common split gill mushroom (*Schizophyllum commune*) roast curry and chili paste, it was found that pH, a_w and liking score decreased but peroxide value (PV), thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), total viable count (TVC), mold and yeast count increased with storage time increase ($p<0.05$) in both room and chilled temperature storage. While L*, a*, b* and moisture content did not change ($p\geq0.05$), and coliform and *Escherichia coli* (*E. coli*) were less than 3 MPN/g throughout the storage time. Considering to sensory scores and microbiological quality, it can conclude that Common split gill mushroom (*Schizophyllum commune*) roast curry paste could be kept for less than 1 and 3 weeks at room and chilled temperature storage, respectively. For Common split gill mushroom (*Schizophyllum commune*) chili paste could be kept for less than 3 and at least 4 weeks at room and chilled temperature storage, respectively.

Keywords : Common Split Gill Mushroom *(Schizophyllum commune)*, Roast Curry Paste, Chili Paste, shelf life

บทนำ

เห็ดแครง หรือเห็ดตีนตุ๊กแก มีชื่อสามัญว่า Common Split Gill อยู่ในวงศ์ Schizophyllaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Schizophyllum commune* เป็นเห็ดที่มีคุณค่าทางโภชนาการและแร่ธาตุต่างๆ ค่อนข้างมาก โดยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม จะประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 27.74 กรัม โปรตีน 6.77 กรัม ไขมัน 0.19 กรัม เส้นใย 3.35 กรัม และฟอสฟอรัส 181.98 มิลลิกรัม นอกจากนี้ยังพบแคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส วิตามินบี1 วิตามินบี2 ไนอะซิน และวิตามินซี (กระทรวงสาธารณสุข, 2535) นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณทางยาในด้านการรักษาโรคต่างๆ เช่น ช่วยขับปัสสาวะ ต่อต้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง ในประเทศญี่ปุ่นยังใช้เป็นยาเนื่องจากพบสารประกอบพวก Polysaccharide ชื่อว่า Schizophyllan (1,3 ß- glucan) ซึ่งมีคุณสมบัติการต่อต้านเชื้อไวรัส และยับยั้งเซลล์มะเร็ง (กรมวิชาการเกษตร, 2555) เห็ดแครงเป็นเห็ดที่คนไทยทุกภาครู้จัก และนิยมรับประทานกันมานานโดยเฉพาะภาคใต้ มักพบเห็ดแครงเจริญตามขอนไม้ในป่าธรรมชาติในช่วงฤดูฝน แต่เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงประกอบกับแหล่งกำเนิดของเห็ดแครงตามธรรมชาติลดน้อยลง ในปัจจุบันนักวิชาการจึงได้คิดค้นวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดแครงและส่งเสริมให้เกษตรกรมีการเพาะเลี้ยงเห็ดแครงในเชิงพาณิชย์กันมากขึ้น จนได้ผลผลิตมากเพียงพอในแง่เศรษฐกิจตลอดทั้งปี ซึ่งผลผลิตเห็ดแครงที่ได้จากการเพาะนี้มีข้อดีคือเป็นดอกที่แก่กำลังพอดีไม่เหนียวเกินไป สะอาดปราศจากสารเคมีตกค้าง ในปัจจุบัน การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดแครงยังไม่มีความหลากหลายมากนัก โดยส่วนใหญ่มักจะนำมาทำ ไข่เจียวเห็ดแครง แกงกะทิ ห่อหมก แกงคั่ว และรายการอาหารที่น่าสนใจอีกสองรายการคือ คั่วกลิ้งเห็ดแครง และน้ำพริกเห็ดแครง ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของอาหารจากภาคใต้

คั่วกลิ้งและน้ำพริกเป็นอาหารที่อยู่คู่กับวิถีชีวิตและโต๊ะอาหารไทยมายาวนาน เนื่องจากมีรสชาติที่ถูกปากคนไทยอุดมด้วยเครื่องปรุงและส่วนประกอบที่ให้กลิ่นรสที่เป็นเอกลักษณ์ จึงทำให้เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีการผลิตเพื่อจำหน่าย

เป็นจำนวนมากในทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ ปัจจุบันมีผู้ประกอบการสามารถผลิตเห็ดแครงภายใต้ชื่อ ไชโยฟาร์มเห็ด ซึ่งได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์เกษตรหรือ GAP พืช ในปี 2555 (กรมวิชาการเกษตร, 2557) และมีการนำเห็ดแครงมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครง ซึ่งมีแนวโน้มเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ มีรสชาติอร่อยถูกปาก มีเนื้อสัมผัสเฉพาะตัวของเห็ดแครง ง่ายและสะดวกต่อการรับประทานเนื่องจากปรุงแล้วเสร็จ นอกจากนี้ยังมีลูกค้ากลุ่มเป้าหมายที่รักสุขภาพเนื่องจากจะได้รับโปรตีนจากเห็ดแครงทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ อย่างไรก็ตาม ผู้ประกอบการยังประสบปัญหาเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในแต่ละครั้งการผลิตไม่สม่ำเสมอรวมทั้งอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่สั้น ในปัจจุบันสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ไม่เกิน 1-2 วัน ที่อุณหภูมิห้อง และไม่เกิน 1 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิตู้เย็น เนื่องจากพบว่าเกิดการเหม็นหืน สีคล้ำขึ้น และมีการเสื่อมเสียจากเชื้อรา ซึ่งสาเหตุสำคัญของการเสื่อมเสียคือ การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบและวัสดุอุปกรณ์ที่สัมผัสกับอาหาร และการให้ความร้อนในระหว่างกระบวนการผลิตไม่เพียงพอทำให้ไม่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้หมด และยังคงมีปริมาณน้ำอิสระที่เหลืออยู่หรือค่า a_w ในผลิตภัณฑ์ค่อนข้างสูงทำให้เหมาะแก่การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และเป็นการเร่งให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี นอกจากนี้กรรมวิธีในการบรรจุภายหลังการบรรจุและชนิดของบรรจุภัณฑ์ก็มีบทบาทสำคัญต่อการรักษาคุณภาพ และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เช่นกัน ดังนั้นในงานวิจัยจึงมีความมุ่งหวังที่จะปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครง รวมทั้งศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครงให้นานขึ้นโดยใช้หลักการการควบคุมคุณภาพระหว่างกระบวนการผลิต และกรรมวิธีในการเก็บรักษาที่ดีและเหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร

วิธีการวิจัย

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

เห็ดแครงที่ใช้ในการทดลองเป็นเห็ดแครงสดที่ได้จากการเพาะอายุประมาณ 15-20 วัน รับมาจากไชโยฟาร์มเห็ด อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยบรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนนำมายังคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ใช้เวลาในการเดินทาง 30 นาที จากนั้นนำมาล้างให้สะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปคั่วด้วยไฟปานกลาง (อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส) โดยคลุกเคล้าตลอดเวลานาน 5 นาที แล้วจึงนำไปปั่นหยาบด้วยเครื่องปั่นเป็นเวลา 1 นาที ส่วนผสมเครื่องแกงของคั่วกลิ้งและน้ำพริก ได้แก่ พริกชี้ฟ้าแห้ง พริกขี้หนูสด หอมแดง กระเทียม ตะไคร้ ขมิ้น กะปิ พริกไทยดำ น้ำมันพืช น้ำตาล ซอสปรุงรส และเกลือ ซื้อมาจากตลาดโพธิ์หวาย อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ chloroform (Labscan, Thailand), acetic acid, potassium iodide, sodium thiosulphate, potassium dihydrogen phosphate และ n-buthanol (Merck, Germany) อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ ได้แก่ plate count agar และ potato dextose agar (DifcoTM, USA), lauryl sulfate tryptose, EC broth และ eosin methylene blue agar (Merck, Germany)

การแปรรูปคั่วกลิ้งเห็ดแครง

ส่วนผสมเครื่องแกงของคั่วกลิ้งเห็ดแครงประกอบด้วย พริกชี้ฟ้าร้อยละ 19.30 พริกขี้หนูสดร้อยละ 14.60 ตะไคร้ร้อยละ 19.45 กะปิร้อยละ 13.73 หอมแดงร้อยละ 10.00 กระเทียมร้อยละ 8.00 ขมิ้นร้อยละ 7.80 พริกไทยดำร้อยละ 4.12 และเกลือ ร้อยละ 3.00 โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ นำพริกชี้ฟ้าและพริกขี้หนูสดที่ผ่านการล้างด้วยน้ำสะอาดแยกคั่วด้วยไฟปานกลาง (อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส) โดยคลุกเคล้าตลอดเวลานาน 5 นาที นำหอมแดงและกระเทียมที่ปอกเปลือกและล้างในน้ำสะอาดแล้วแยกคั่วด้วยไฟปานกลาง (อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส) โดยคลุกเคล้าตลอดเวลาจนกระทั่งสุก นำตะไคร้ที่ผ่านการล้างในน้ำสะอาดและซอยเป็นชิ้นบาง ๆ คั่วด้วยไฟปานกลาง (อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส) โดยคลุกเคล้าตลอดเวลานาน 5 นาที นำส่วนผสมที่ผ่านการคั่วแล้วบดผสมกับขมิ้นและพริกไทยดำ (ผ่านการล้างด้วยน้ำสะอาด) และเกลือด้วยเครื่องปั่นผสมอาหารจนละเอียด นำเครื่องแกงที่บดละเอียดผสมกับกะปิจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำเครื่องแกงของคั่วกลิ้ง (คิดเป็นร้อยละ 25) ผัดกับน้ำมันพืช 4 ช้อนโต๊ะ จนหอมโดยควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ 60 องศาเซลเซียส เติมเห็ดแครงคั่วบดหยาบ (คิดเป็นร้อยละ 75) คลุกเคล้าตลอดเวลาด้วยไฟปานกลาง (อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลาประมาณ 15 นาทีหรือจนแห้ง นำคั่วกลิ้งเห็ดแครงบรรจุขณะร้อนในขวดแก้วขนาด 4 ออนซ์ (เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร สูง 8.5 เซนติเมตร) ปิดด้วยฝาเกลียวอะลูมิเนียม นำขวดบรรจุตัวอย่างไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิน้ำเดือด (98±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 นาที นำไปแช่ในน้ำเย็น (อุณหภูมิประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 10 นาที ผึ่งให้แห้งและนำไปทดลองต่อไป

การแปรรูปน้ำพริกเห็ดแครง

ส่วนผสมน้ำพริกเห็ดแครงประกอบไปด้วยเห็ดแครงร้อยละ 40.53 พริกชี้ฟ้าแห้งร้อยละ 5.11 หอมแดงร้อยละ 18.08 กระเทียมร้อยละ 9.56 ตะไคร้ร้อยละ 18.08 น้ำตาลร้อยละ 2.00 น้ำมันพืชร้อยละ 5.49 เกลือร้อยละ 0.41 และซอสปรุงรสร้อยละ 1.81 โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ นำพริกชี้ฟ้าที่ล้างด้วยน้ำสะอาดคั่วด้วยไฟปานกลาง (อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส) คลุกเคล้าตลอดเวลานาน 5 นาที นำตะไคร้ที่ล้างด้วยน้ำสะอาดซอยเป็นชิ้นบาง ๆ เจียวด้วยน้ำมันพืชจนเหลืองกรอบด้วยไฟแรง (อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส) ตักวางซับบนกระดาษซับมัน รอให้คลายความร้อน นำหอมแดงและกระเทียมปอกเปลือก ล้างให้สะอาดและซอยเป็นชิ้นบาง ๆ แยกเจียวด้วยน้ำมันพืชจนเหลืองกรอบด้วยไฟแรง (อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส) ตักวางซับบนกระดาษซับมัน รอให้คลายความร้อน นำส่วนผสมได้แก่ พริกชี้ฟ้าคั่ว ตะไคร้เจียว หอมแดงเจียว กระเทียมเจียว บดหยาบด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร ตั้งกระทะใส่น้ำมันรอให้ร้อน ใส่ส่วนผสมที่บดแล้วลงไปผัดด้วยไฟปานกลาง (อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส) ประมาณ 2 นาที นำเห็ดแครง น้ำตาล เกลือ และซอสปรุงรสลงไปผัดคลุกเคล้าตลอดเวลาจนสุกหอมนานประมาณ 15 นาทีหรือจนแห้ง นำน้ำพริกเห็ดแครงบรรจุขณะร้อนในขวดแก้วขนาด 4 ออนซ์ (เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร สูง 8.5 เซนติเมตร) ปิดด้วยฝาเกลียวอะลูมิเนียม นำขวดบรรจุตัวอย่างไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิน้ำเดือด (98±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 นาที นำไปแช่ในน้ำเย็น (อุณหภูมิประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 10 นาที ผึ่งให้แห้ง และนำไปทดลองต่อไป

การศึกษาอายุการเก็บรักษาคั่วกลิ้งเห็ดแครง และน้ำพริกเห็ดแครง

นำผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแครง และน้ำพริกเห็ดแครงที่ผ่านการแปรรูปเสร็จใหม่เก็บรักษาที่ 2 สภาวะ คือ อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยสุ่มตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ทุกๆ 1 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทำการวัดค่าสี (ค่า L* a* และ b*) ด้วยเครื่องวัดสี (Precise Color Reader, SC80B, China) ค่า pH ด้วย pH meter (Mettlertoledo, Germany) ปริมาณความชื้น ด้วยวิธี AOAC (2000) ค่า a_w โดยใช้เครื่องวัดค่า a_w (Rotronic, HC2-Aw, Thailand) ค่า PV ใช้วิธีของ AOAC (2000) โดยอาศัยหลักการวัดค่าไอโอดีนซึ่งเป็นการวัดปริมาณไอโอไดด์ (iodide) ที่ถูกออกซิไดซ์ไปเป็นไอโอดีน (iodine) โดยเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันโดยการไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน แสดงหน่วยเป็นมิลลิกรัมสมมูลต่อกิโลกรัม ค่า TBARS ใช้วิธีของ Buege and Aust (1978) เป็นการวัดปริมาณมาลอนอัลดีไฮด์ (malonaldehyde) ที่เกิดขึ้น โดยการวัดความเข้มสีของสารที่เกิดขึ้นด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แสดงหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ใช้วิธีของ BAM (2001a) ราและยีสต์ ใช้วิธีของ BAM (2001b) และเชื้อ coliform และ *E. coli* ใช้วิธีของ BAM (2002) วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบในช่วง 1-9 คะแนน (9 point hedonic scale) กำหนดให้ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด จนถึงระดับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด โดยประเมินคุณภาพทางด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวมของคั่วกลิ้งเห็ดแครง และน้ำพริกเห็ดแครงแยกกันโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 35 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD ในการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ในการวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ในแต่ละชุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window Version 17 (Chicago, IL)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านกายภาพและเคมี

ผลการวิเคราะห์ค่าสี โดยที่ค่า L* แสดงถึงค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว) ค่า a* แสดงถึงค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว ถ้าค่า a* เป็นบวกจะเป็นสีแดง ถ้า a* เป็นลบจะเป็นสีเขียว และค่า b* แสดงถึงค่าความเป็น สีเหลืองและสีน้ำเงิน ถ้าค่า b* เป็นบวกจะเป็นสีเหลือง ถ้า b* เป็นลบจะเป็นสีน้ำเงิน (จินดา รัตนถาวรกิติ, 2553) จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ค่าสีของคั่วกลิ้งเห็ดแครง (ตารางที่ 1) และน้ำพริกเห็ดแครง (ตารางที่ 2) มีแนวโน้มของค่า L* และ ค่า b* ลดลง แต่ค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ทั้งในสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น ในขณะที่งานวิจัยของธัญรัตน์พร ประทีปกุลวงศ์ (2551) มีรายงานว่าน้ำพริกหนุ่มพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 สัปดาห์ มีค่า L*

ลดลง แต่ค่า a* และค่า b* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา อาจเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันเนื่องจากน้ำมันที่เป็นส่วนผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ แสง ความชื้น อากาศ เป็นต้น อาจเป็นปัจจัยในการเร่งปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของสารประกอบคาร์บอน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549) ทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 1 ค่าสีของคั่วกลิ้งเห็ดแครงระหว่างการเก็บรักษา

สภาวะที่เก็บรักษา	**อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)**	**ค่าสี**		
		L^{*NS}	a^{*NS}	b^{*NS}
อุณหภูมิห้อง	0	40.93±0.99	11.81±0.97	30.94±0.77
	1	40.77±1.05	11.94±0.71	30.65±0.64
	2	40.31±1.10	12.48± 0.75	30.18±1.18
	3	39.85±1.09	12.37±1.11	30.07±0.65
	4	39.62±1.16	12.65±1.21	29.82±0.57
อุณหภูมิแช่เย็น	0	40.93±0.99	11.81±0.97	30.94±0.77
	1	40.42±0.33	12.35±0.32	30.39±1.00
	2	40.03±0.42	12.67±0.56	30.02±0.53
	3	39.75±0.65	12.73±0.89	29.95±0.74
	4	39.58±1.06	12.98±0.39	29.73±0.53

หมายเหตุ ผลการทดลองแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

NS แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

ตารางที่ 2 ค่าสีของน้ำพริกเห็ดแครงระหว่างการเก็บรักษา

สภาวะที่เก็บรักษา	**อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)**	**ค่าสี**		
		L^{*NS}	a^{*NS}	b^{*NS}
อุณหภูมิห้อง	0	35.97±0.64	13.72±0.52	20.21±1.02
	1	35.84±1.06	13.95±0.61	19.96±0.62
	2	35.81±0.74	13.99±0.49	19.72±0.40
	3	35.58±0.56	14.09±0.19	19.53±0.72
	4	35.46±1.34	14.16±0.92	19.34±0.83
อุณหภูมิแช่เย็น	0	35.97±0.64	13.72±0.52	20.21±1.02
	1	35.93±0.81	13.96±0.85	19.96±0.72
	2	35.66±0.29	13.92±0.57	19.72±0.98
	3	35.62±1.26	14.02±0.85	19.53±0.98
	4	35.55±0.43	14.40±0.99	19.34±0.62

หมายเหตุ ผลการทดลองแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

NS แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

ผลการวิเคราะห์ค่า pH ของผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครง ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ พบว่าค่า pH ลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นทั้งในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น เนื่องจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครงเป็นการเก็บในภาชนะปิดสนิทและจัดได้ว่าเป็นกลุ่มอาหารประเภท low acid food จึงอาจมีการเจริญของเชื้อกลุ่ม flat sour spoilage (วิไล รังสาดทอง, 2546) ส่งผลให้ค่า pH ในอาหารลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอรรณพ ทัศนอุดม และคณะ (2552) ที่รายงานว่าค่า pH ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาย่างแมงดา และน้ำพริกปลาร้าสมุนไพรที่บรรจุในขวดแก้วปิดสนิทและผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นจะมีการลดลงของค่า pH ช้ากว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เช่นเดียวกับงานวิจัยของจิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์ และคณะ (2548) ที่รายงานว่าการลดลงของค่า pH ในน้ำพริกหนุ่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) ช้ากว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นสามารถยับยั้งการเจริญหรือกิจกรรมของจุลินทรีย์และลดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของอาหาร (รังสินี โสธรวิทย์, 2550)

ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแครง และน้ำพริกเห็ดแครง ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ พบว่าปริมาณความชื้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาทั้งในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น โดยปริมาณความชื้นของคั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครงอยู่ในช่วงร้อยละ 52.22-52.82 และ 18.20-18.60 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดเป็นการเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท จึงไม่มีการสูญเสียความชื้นออกสู่ภายนอกระหว่างการเก็บรักษา เช่นเดียวกับงานวิจัยของอรรณพ ทัศนอุดม และคณะ (2552) ที่รายงานว่าความชื้นของน้ำพริกปลาย่างแมงดาและน้ำพริกปลาร้าสมุนไพรบรรจุในขวดแก้วปิดสนิทไม่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องตลอดระยะเวลา 2 เดือน

ค่า a_w เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีผลต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร(Barbosa *et al*.,2007)ซึ่งตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดให้ผลิตภัณฑ์น้ำพริกเห็ดต้องมีค่า a_w ไม่เกิน 0.6 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2549b) จากผลการทดลอง พบว่าในระหว่างการเก็บรักษา ค่า a_w ของคั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครงอยู่ในช่วง 0.413-0.510 และ 0.362-0.393 ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ 4) ซึ่งวิธีการลดค่า a_w ในการทดลองนี้เกิดจากขั้นตอนการคั่ววัตถุดิบก่อนแปรรูปและการผัดเครื่องแกงให้แห้งเพื่อระเหยน้ำออก นอกจากนี้ยังมีการเติมเกลือ น้ำตาล และส่วนผสมอื่น ๆ ลงไป ซึ่งโมเลกุลของสารเหล่านี้จะไปจับพันธะกับน้ำอิสระทำให้ค่า a_w ลดลงไปด้วย (ศูนย์นวัตกรรมหลังการเก็บเกี่ยว, 2546)

ค่า PV เป็นค่าที่บ่งชี้การเกิดออกซิเดชันของไขมัน เพราะเปอร์ออกไซด์เป็นอินดิเคเตอร์ของปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน จากผลการทดลอง พบว่าค่า PV เริ่มต้นของคั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครงเท่ากับ 1.12 และ 1.98 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ทำให้ค่า PV ของผลิตภัณฑ์ทั้งสองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งในสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องจะมีการเพิ่มขึ้นของค่า PV รวดเร็วกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิแช่เย็น เนื่องจากอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่สูงขึ้นจะเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เร็วกว่าอุณหภูมิต่ำ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549) ในสัปดาห์สุดท้ายของการ

เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น พบว่าค่า PV ของคั่วกลิ้งเห็ดแครงเท่ากับ 12.33 และ 10.18 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนค่า PV ของน้ำพริกเห็ดแครงเท่ากับ 15.44 และ 11.44 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 1) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมีข้อกำหนดว่าค่า PV ของผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำพริกผัดต้องไม่เกิน 30 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2556) ดังนั้นผลิตภัณฑ์ทั้งสองจึงยังอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษานาน 1 เดือนทั้งในสภาวะของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น

ตารางที่ 3 ค่า pH ความชื้น และ a_w ของคั่วกลิ้งเห็ดแครงระหว่างการเก็บรักษา

สภาวะที่เก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	pH	ความชื้น^{NS} (ร้อยละ)	a_w
อุณหภูมิห้อง	0	5.25^{e}±0.02	52.82±0.53	0.51^{b} ±0.01
	1	5.12^{d}±0.01	52.79±0.15	0.49^{ab}±0.02
	2	5.01^{c}±0.01	52.53±0.36	0.48^{ab}±0.08
	3	4.92^{b}±0.01	52.46±0.22	0.45^{ab}±0.03
	4	4.87^{a}±0.01	52.31±0.27	0.42^{a} ±0.02
อุณหภูมิแช่เย็น	0	5.25^{e}±0.02	52.82±0.53	0.51^{c} ±0.01
	1	5.20^{d}±0.01	52.74±0.21	0.47^{b} ±0.02
	2	5.17^{c}±0.01	52.47±0.38	0.44^{ab}±0.02
	3	5.08^{b}±0.01	52.40±0.37	0.43^{ab}±0.04
	4	5.03^{a}±0.01	52.22±0.46	0.41^{a} ±0.01

หมายเหตุ ผลการทดลองแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

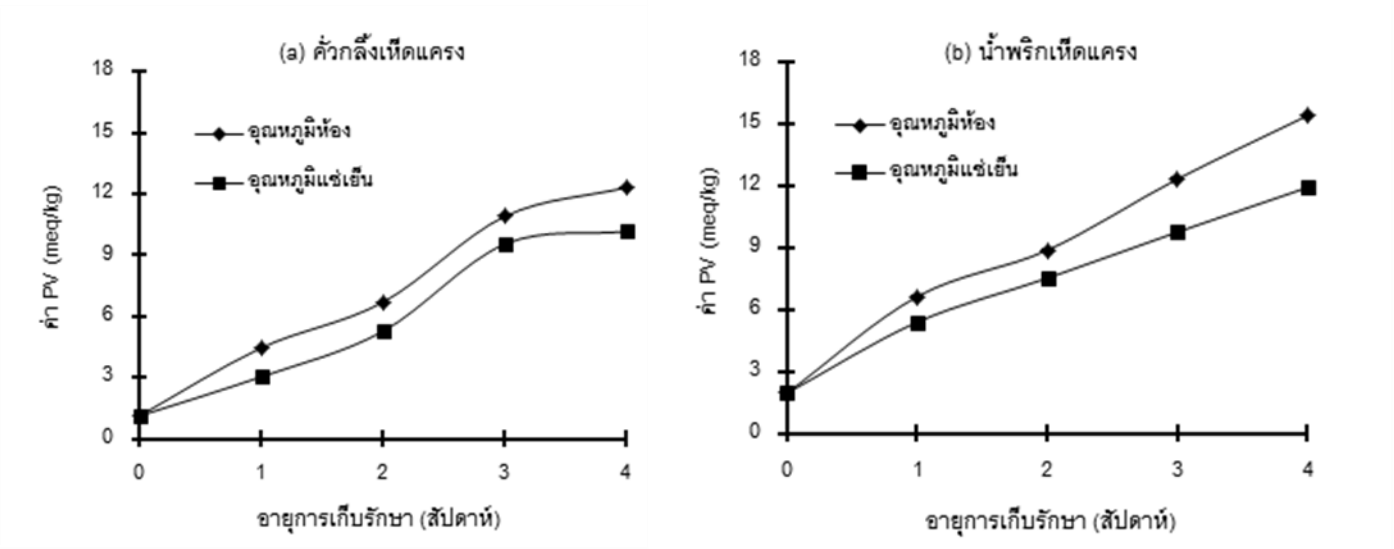
ตารางที่ 4 ค่า pH ความชื้น และ a_w ของน้ำพริกเห็ดแครงระหว่างการเก็บรักษา

สภาวะที่เก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	pH	ความชื้น^{NS} (ร้อยละ)	a_w^{NS}
อุณหภูมิห้อง	0	4.64^{d}±0.01	18.60±0.29	0.39±0.02
	1	4.55^{c}±0.01	18.55±0.33	0.39±0.04
	2	4.45^{b}±0.01	18.46±0.52	0.38±0.03
	3	4.42^{b}±0.02	18.43±0.38	0.37±0.02
	4	4.35^{a}±0.03	18.38±0.47	0.36±0.02
อุณหภูมิแช่เย็น	0	4.64^{e}±0.01	18.60±0.29	0.39±0.02
	1	4.60^{d}±0.02	18.50±0.48	0.38±0.01
	2	4.55^{c}±0.01	18.34±0.61	0.38±0.03
	3	4.48^{b}±0.02	18.21±0.34	0.37±0.02
	4	4.43^{a}±0.01	18.20±0.59	0.36±0.05

หมายเหตุ ผลการทดลองแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

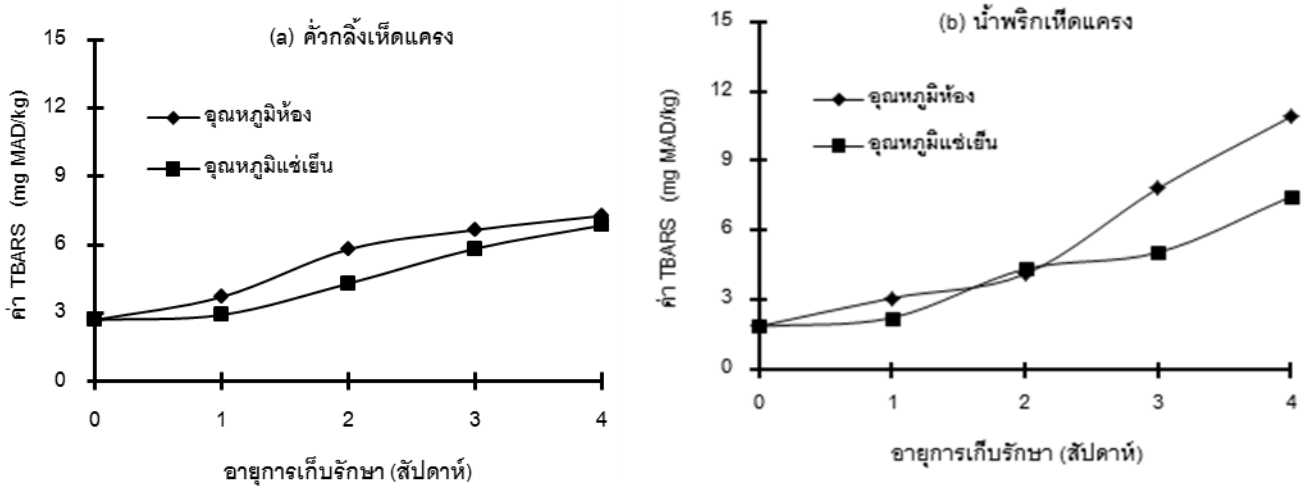
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)



ภาพที่ 1 ค่า PV ระหว่างการเก็บรักษาคั่วกลิ้งเห็ดแครง (a) และน้ำพริกเห็ดแครง (b)

ค่า TBARS เป็นค่าที่แสดงความหืนที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์เนื่องจากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ผลของการวัดค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแคงและน้ำพริกเห็ดแคงตลอดการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น พบว่าในสัปดาห์ที่ 0 ของการเก็บรักษา ค่า TBARS ของคั่วกลิ้งเห็ดแคงและน้ำพริกเห็ดแคงเริ่มต้นที่ 2.71 และ 1.88 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นทำให้ค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์ทั้งสองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งในสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น ส่วนในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น พบว่าค่า TBARS ของคั่วกลิ้งเห็ดแคงเท่ากับ 9.28 และ 6.86 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และค่า TBARS ของน้ำพริกเห็ดแคงเท่ากับ 13.91 และ 7.47 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 2) สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารนิยมใช้ค่า TBARS เป็นดัชนีในการวัดการเสื่อมคุณภาพของไขมันในอาหาร เมื่อ TBARS เท่ากับ 0.1-0.3 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม แสดงว่าไขมันเสื่อมเสียเล็กน้อย แต่ถ้า TBARS มากกว่า 3 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ทำให้ผู้บริโภคสามารถรับรู้กลิ่นแปลกปลอมทางประสาทสัมผัสต่ออาหารได้ และถ้าค่า TBARS มากกว่า 7 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม แสดงว่าอาหารมีกลิ่นเหม็นหืนและเสื่อมเสียแล้ว (Tanikawa, 1985) จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ดังกล่าว แสดงว่าคั่วกลิ้งเห็ดแคงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บรักษา ในขณะที่คั่วกลิ้งเห็ดแคงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นยังผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ส่วนน้ำพริกเห็ดแคงที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องไม่ผ่านเกณฑ์กำหนดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ของการเก็บรักษา ในขณะที่เก็บรักษาอุณหภูมิแช่เย็นสามารถเก็บได้ไม่น้อยกว่า 3 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับเกณฑ์กำหนด



ภาพที่ 2 ค่า TBARS ระหว่างการเก็บรักษาคั่วกลิ้งเห็ดแคง (a) และน้ำพริกเห็ดแคง (b)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านจุลินทรีย์

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและราและยีสต์ในคั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครง พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ตารางที่ 5 และ 6) เป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตภายหลังกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 98±2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที ซึ่งสภาวะดังกล่าวนี้ สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคที่ไม่สร้างสปอร์เท่านั้น ไม่สามารถที่จะทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครงเสื่อมเสียได้ทั้งหมด เชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวจึงสามารถเจริญเติบโตได้ (สุมณฑา วัฒสินธุ์, 2545) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมีข้อกำหนดว่า ผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2549a) และน้ำพริกเห็ด (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2549b) ต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^6 cfu/g (หรือ 6 log cfu/g) ปริมาณราและยีสต์ต้องไม่เกิน 100 cfu/g (หรือ 2 log cfu/g) และปริมาณ coliform และ *E.coli* ต้องน้อยกว่า 3 MPN/g จากผลการทดลอง พบว่าคั่วกลิ้งเห็ดแครงที่เก็บอุณหภูมิห้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานในสัปดาห์ที่ 4 ในขณะที่ชุดการทดลองที่เก็บแช่เย็นมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดยังไม่เกินจากเกณฑ์มาตรฐานในสัปดาห์ที่ 4 ปริมาณราและยีสต์ของคั่วกลิ้งเห็ดแครงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็นสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ส่วนผลิตภัณฑ์น้ำพริกเห็ดแครงที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานในสัปดาห์ที่ 4 ในขณะที่ชุดการทดลองที่เก็บแช่เย็นมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดยังไม่เกินจากเกณฑ์มาตรฐานในสัปดาห์ที่ 4 ปริมาณราและยีสต์ของน้ำพริกเห็ดแครงที่อุณหภูมิห้องเกินจากเกณฑ์มาตรฐานในสัปดาห์ที่ 4 ในขณะที่อุณหภูมิแช่เย็นเมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ (ตารางที่ 6) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับปริมาณ coliform และ *E.coli* ของทั้งสองผลิตภัณฑ์ยังคงมีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ไม่ได้รายงานข้อมูล)

ตารางที่ 5 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ราและยีสต์ระหว่างการเก็บรักษาของคั่วกลิ้งเห็ดแครง

เชื้อจุลินทรีย์	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	สภาวะที่เก็บรักษา	
		อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิแช่เย็น
จุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)	0	ND	ND
	1	3.41^{a}±0.93	3.26^{a}±0.14
	2	4.64^{b}±0.11	3.73^{b}±0.14
	3	5.79^{c}±0.44	4.87^{c}±0.20
	4	6.57^{c}±0.26	5.72^{d}±0.11
ราและยีสต์ (log cfu/g)	0	ND	ND
	1	1.89^{a}±0.35	1.64 ±0.42^{NS}
	2	2.18^{a}±0.20	1.83 ±0.23
	3	2.67^{b}±0.18	1.90 ±0.56
	4	3.49^{c}±0.14	2.05 ±0.10

หมายเหตุ ผลการทดลองแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ND แสดงว่าตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
NS แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

ตารางที่ 6 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ราและยีสต์ระหว่างการเก็บรักษาของน้ำพริกเห็ดแครง

เชื้อจุลินทรีย์	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	สภาวะที่เก็บรักษา	
		อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิแช่เย็น
จุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)	0	ND	ND
	1	2.21^{a} ±0.31	2.39^{a}±0.41
	2	3.81^{b} ±0.44	3.75^{b}±0.54
	3	4.68^{b} ±0.66	4.32^{b}±0.69
	4	6.72^{c} ±1.10	5.38^{c}±0.10
ราและยีสต์ (log cfu/g)	0	ND	ND
	1	1.34^{a} ±0.07	1.25 ±0.54^{NS}
	2	1.73^{ab}±0.26	1.36 ±0.58
	3	1.78^{b} ±0.14	1.47 ±0.06
	4	2.49^{c} ±0.29	1.93 ±0.22

หมายเหตุ ผลการทดลองแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ND แสดงว่าตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
NS แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale โดยพิจารณาจากความชอบคุณลักษณะด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ซึ่งใช้ผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 35 คน พบว่าคุณลักษณะด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวมของคั่วกลิ้งเห็ดแครงในสัปดาห์เริ่มต้นมีคะแนนความชอบเป็น 7.63 7.87 และ 8.00 ตามลำดับ ส่วนคุณลักษณะด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวมของน้ำพริกเห็ดแครงในสัปดาห์เริ่มต้นมีคะแนนความชอบเป็น 7.60 7.60 และ 7.67 ตามลำดับ และคะแนนความชอบในทุกคุณลักษะมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ตารางที่ 7 และ 8) นอกจากนี้ยังพบว่า คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งสอดคล้องกับสุภางค์ เรืองฉาย และ สิรินาถ ตัณฑเกษม (2554) ที่รายงานว่าการเก็บรักษาน้ำพริกมะขามที่อุณหภูมิแช่เย็นจะได้รับการยอมรับมากกว่าสูตรที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเนื่องจากการแช่เย็นเป็นวิธีที่ช่วยลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีและการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากจุลินทรีย์ วิธีนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการและคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสน้อย (เยาวภา สุวัตถิ, 2551) โดยเมื่อพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนต่ำกว่า 5 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบ ซึ่งถือว่าผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ซึ่งพบว่าคั่วกลิ้งเห็ดแครงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็นมีอายุการเก็บรักษาน้อยกว่า 1 สัปดาห์ และมากกว่า 4 สัปดาห์ ตามลำดับ ส่วนน้ำพริกเห็ดแครงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็นมีอายุการเก็บรักษามากกว่า 4 สัปดาห์

ตารางที่ 7 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของคั่วกลิ้งเห็ดแครงระหว่างการเก็บรักษา

คุณลักษณะ	สภาวะที่เก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)				
		0	1	2	3	4
สี	อุณหภูมิห้อง^{NS}	7.63 ±0.67	7.50 ±1.02	7.41 ±1.11	7.37 ±0.98	7.24 ±1.06
	อุณหภูมิแช่เย็น^{NS}	7.63 ±0.67	7.53 ±0.96	7.47 ±1.06	7.40 ±0.95	7.33 ±1.04
กลิ่น	อุณหภูมิห้อง	7.87^{c}±0.64	4.53^{b} ±0.83	4.13^{b} ±0.61	3.27^{a} ±0.70	3.13^{a}±0.35
	อุณหภูมิแช่เย็น	7.87^{b}±0.64	7.47^{ab}±0.74	7.43^{ab}±0.63	7.33^{ab}±0.82	7.13^{a}±0.92
ความชอบ	อุณหภูมิห้อง	8.00^{c}±0.53	4.27^{b} ±0.59	3.53^{a} ±0.92	3.40^{a} ±0.51	3.20^{a}±0.77
โดยรวม	อุณหภูมิแช่เย็น	8.00^{c}±0.53	7.53^{bc}±0.92	7.40^{ab}±0.91	7.33^{ab}±0.49	6.87^{a}±0.52

หมายเหตุ ผลการทดลองแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

ตารางที่ 8 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกเห็ดแครงระหว่างการเก็บรักษา

คุณลักษณะ	สภาวะที่เก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)				
		0	1	2	3	4
สี	อุณหภูมิห้อง^{NS}	7.60 ±0.51	7.47 ±0.52	7.27 ±1.28	7.13 ±0.83	7.07 ±0.96
	อุณหภูมิแช่เย็น^{NS}	7.60 ±0.51	7.53 ±0.64	7.47 ±0.74	7.33 ±0.49	7.20 ±0.41
กลิ่น	อุณหภูมิห้อง	7.60^{b}±0.74	7.53^{b}±0.74	7.33^{b}±1.23	6.93^{ab}±0.96	6.60^{a}±0.51
	อุณหภูมิแช่เย็น^{NS}	7.60 ±0.74	7.53 ±0.83	7.47 ±0.64	7.27 ±0.46	7.20 ±0.86
ความชอบ	อุณหภูมิห้อง	7.67^{b}±0.49	7.60^{b}±0.99	7.27^{b}±1.22	7.00^{b} ±0.93	6.00^{a}±0.76
โดยรวม	อุณหภูมิแช่เย็น^{NS}	7.67 ±0.49	7.60 ±0.91	7.53 ±0.64	7.40 ±0.51	7.33 ±0.49

หมายเหตุ ผลการทดลองแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครงที่บรรจุใส่ขวดแก้วปิดสนิท และผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 98±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที โดยเก็บรักษาที่ 2 สภาวะ คือ ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ราและยีสต์ PV และ TBARS มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่ค่า pH a_w และคะแนน

ความชอบทางประสาทสัมผัสมีค่าลดลง ($p<0.05$) สำหรับค่าสีและปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่าง ($p\geq0.05$) และเชื้อ coliform และ *E.coli* มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินทางประสาทสัมผัสและปริมาณจุลินทรีย์ พบว่าคั่วกลิ้งเห็ดแครงที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น สามารถเก็บรักษาได้น้อยกว่า 1 และ 3 สัปดาห์ ตามลำดับ ในส่วนของน้ำพริกเห็ดแครงที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น สามารถเก็บรักษาได้น้อยกว่า 3 และอย่างน้อย 4 สัปดาห์ ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มอายุการเก็บรักษามากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์หลังการบรรจุสามารถเก็บรักษาคั่วกลิ้งเห็ดแครงและน้ำพริกเห็ดแครงได้เพียง 1-2 วัน และ ไม่เกิน 1 สัปดาห์ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและแช่เย็น ตามลำดับ นอกจากนี้ ขั้นตอนการคัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพ การล้างทำความสะอาดและให้ความร้อนวัตถุดิบ รวมทั้งการควบคุมการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่สะอาดในทุกขั้นตอน ช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี และขอขอบคุณผู้ประกอบการร้านไชโยฟาร์มเห็ด อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2535). *ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก.

กรมวิชาการเกษตร. (2555). *เล่าเรื่องเห็ด*. วันที่ค้นข้อมูล 3 มีนาคม พ.ศ. 2557, เข้าถึงได้จาก http://banhed112.blogspot.com/2012_10_01_archive.html

กรมวิชาการเกษตร. (2557). *รายงานฐานข้อมูลสินค้าเกษตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานของจังหวัดสุราษฎร์ธานี (ด้านพืช)*. วันที่ค้นข้อมูล 25 มิถุนายน 2558, เข้าถึงได้จาก http://pcoc.moc.go.th/wappPCOC/84/upload/File _IPD_ FILE84266132.xls

จินดา รัตนถาวรกิติ. (2553). *การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาและน้ำมันน้ำพริกเผาด้วยวิธี Q_{10} และแบบจำลองจลนพลศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์ วรพจน์ สุนทรสุข และประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์. (2548). การพัฒนากระบวนการขยายอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่ม. ใน. *สัมมนาวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว/หลังการผลิตแห่งชาติ ครั้งที่ 3* (หน้า 155-157). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธัญรัตน์พร ประทีบกุลวงศ์. (2551). *คุณภาพการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มจากพริกพันธุ์แม่ปิงที่ผ่านการพาสเจอไรซ์*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2549). *เคมีอาหาร*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์.

เยาวภา สุวัตถิ. (2551). *การถนอมอาหาร*. วันที่ค้นข้อมูล 3 มีนาคม 2557, เข้าถึงได้จาก https://www.gpo.or.th/rdi/html/preserve_food.html

รังสินี โสธรวิทย์. (2550). *เคมีและจุลชีววิทยาเบื้องต้นของอาหาร*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิไล รังสาดทอง. (2546). *เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร*. กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. (2546). Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. *วารสารจาร์พา, 9*(68), 39-46.

สุภางค์ เรืองฉาย และสิรินาถ ตัณฑเกษม. (2554). คุณภาพการเก็บรักษาของน้ำพริกมะขามผสมกระเจี๊ยบ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 31*(2), 88-101.

สุมณฑา วัฒสินธุ์ . (2545). *จุลชีววิทยาทางอาหาร*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2549a). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคั่วกลิ้ง*. มผช. 1150/2549. วันที่ค้นข้อมูล 10 เมษายน 2557, เข้าถึงได้จาก http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/ tcps1150/49.pdf

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2549b). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกเห็ด*. มผช. 1158/2549. วันที่ค้นข้อมูล 10 เมษายน 2557, เข้าถึงได้จาก http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/ tcps1158/49.pdf

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2556). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกผัด*. มผช. 321/2556. วันที่ค้นข้อมูล 10 เมษายน 2557, เข้าถึงได้จาก http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/ tcps321/56.pdf

อรรณพ ทัศนอุดม วรรณภา สระพินครบุรี และสุริยาพร นิพรรัมย์. (2552). การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริก. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยนเรศวร, 17*(2), 136-144.

AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis* (17th ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists.

BAM. (2001a). Bacteriological Analytical Manual Chapter 3: Aerobic Plate Count. In *FDA Bacteriological Analytical Manual (Online)*. Retrieved February 1, 2014, from http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-3.html

BAM. (2001b). Bacteriological Analytical Manual Chapter 18: Yeasts Molds and Microtoxins. In *FDA Bacteriological Analytical Manual (Online)*. Retrieved February 1, 2014, from http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-18.html

BAM. (2002). Bacteriological Analytical Manual Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In *FDA Bacteriological Analytical Manual (Online)*. Retrieved February 1, 2014, from http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-4.html

Barbosa, C., Gustavo, V., Schmidt, S. J., & Labuza, T. P. (2007). *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications*. Ames, Los Angeles: Blackwell.

Buege, J. A., & Aust, S. D. (1978). Microsomal lipid peroxidation methods. *Method in Enzymology, 52*, 302 - 310.

Tanikawa, E. (1985). *Marine Product in Japan* (2nd ed.). Tokyo: Koseisha-Koseikaku Co. Ltd.