การพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วของตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Product Development of Bottled Brine Bolete of Sam Ruean Sub district, Bang Pa-in District, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province

วิจิตรา เหลียวตระกูล[1/] และวชิรญา เหลียวตระกูล[1/]

Wijitra Liaotrakoon[1/] and Vachiraya Liaotrakoon[1/]

[1/] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา ตำบลหันตรา
อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

[1/] Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry,
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Huntra, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000, Thailand

*Corresponding author: l_wijitra@hotmail.com

(Received: 17 May 2016; Accepted: 5 September 2016)

Abstract: This study aims to develop a bottled brine bolete (Phlebopus colossus (R. Heim) Singer), to determine the antioxidative properties and to study the shelf-life of the developed product. A bolete grown in Sam Ruean sub district, Bang Pa-in district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province is usually sold in the form of fresh mushroom and distributed during its season only. Therefore, the communes preferred to develop a bottled brine bolete, which is a high-value product with extended shelf-life and could be distributed all year round. According to the study, the effect of different brine concentrations (1, 1.5 and 2%) on the properties of the processed mushrooms was examined. The results showed that the total phenolic content and antioxidative properties of the bottled brine bolete were slightly decreased with increasing of the brine concentrations. The 1% brine bolete remained the most value of the total phenolic content and antioxidant activity (42.09% and 74.49% compared with the fresh mushroom, respectively). Moreover, the product might be stored at the room temperature for at least six months without any microorganisms. After the training course of a bottled brine bolete processing, the communes could apply this research knowledge to their work which can increase their family income.

Keywords: Phlebopus colossus (R. Heim) Singer, bottled brine bolete, total phenolic content, antioxidant activity, shelf-life

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว ศึกษาคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยปกติชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำหน่ายเห็ดตับเต่าในรูปแบบเห็ดสด และมีจำหน่ายเฉพาะในฤดูกาลเท่านั้น ผลทางวิจัยพบว่า ชุมชนมีความต้องการแปรรูปเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว ซึ่งทำให้เห็ดตับเต่ามีมูลค่าสูงขึ้น เก็บรักษาได้นานขึ้นและสามารถจำหน่ายเห็ดตับเต่านอกฤดูกาลได้ จึงได้ทำการศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1 1.5 และ 2 พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต่าลดลงเล็กน้อยเมื่อความเข้มข้นของน้ำเกลือเพิ่มขึ้น โดยเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือร้อยละ 1 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระคงอยู่มากที่สุดคือ ร้อยละ 42.09 และ 74.49 เทียบกับเห็ดตับเต่าสดตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ตลอด 6 เดือน จากการอบรมเชิงปฏิบัติการการแปรรูปเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว พบว่าชุมชนสามารถนำความรู้ไปพัฒนาอาชีพและทำให้เกิดรายได้เสริมของครอบครัว

คำสำคัญ: เห็ดตับเต่า เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ อายุการเก็บรักษา

คำนำ

เห็ดตับเต่า (*Phlebopus colossus* (R. Heim) Singer หรือ *Bolete colossus*) จัดเป็นเชื้อราในกลุ่มเอ็คโตไมคอร์ไรซา (*Ectomycorrhizal Fungi*) ซึ่งอาศัยร่วมกับรากพืชแบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis relationships) เห็ดตับเต่าเป็นเห็ดในสกุล *Boletus* มีลักษณะการเกิดเป็นดอกเดี่ยว หรือกลุ่มโคนของดอกติดกัน เห็ดชนิดนี้จะมีสีออกน้ำตาล น้ำตาลเข้มไปจนถึงสีดำ เนื้อเห็ดตับเต่าจะมีสีเหลือง หมวกเห็ดเป็นรูปกระทะคว่ำ ดอกอ่อนมีขนละเอียดคล้ายกำมะหยี่สีน้ำตาล เมื่อบานเต็มที่กลางหมวกจะเว้าเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลเข้มอมเหลืองอ่อน ปริแตกเป็นแห่ง ๆ ด้านล่างของหมวกมีรูกลมเล็ก ๆ สีเหลือง ปากรูเชื่อมติดเป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อบานเต็มที่เนื้อเห็ดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง อมเขียวหม่นหรือสีเขียวหม่นอมน้ำตาล ก้านอวบใหญ่สีน้ำตาลอมเหลือง โคนก้านโป่งเป็นกระเปาะบางส่วนนูนและเว้าเป็นร่องลึก (Seehanan and Petcharat, 2008) เห็ดตับเต่ามีความชื้นประมาณร้อยละ 80 มีโปรตีนร้อยละ 6.95 มีวิตามินเอและวิตามินอี 9.43 และ 2.37 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ และมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง (ทศพร, 2557) เห็ด *Boletus edulis* ซึ่งเป็นเห็ดในสกุล *Boletus* เช่นเดียวกันกับเห็ดตับเต่านั้น ประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลกาแลกโตส น้ำตาลแรมโนส และน้ำตาลแอระบิโนส เห็ดชนิดนี้มีปฏิกิริยาในการปรับภูมิคุ้มกันและใช้ในการป้องกันมะเร็งไตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wang *et al.*, 2014) ปริมาณโปรตีนในเห็ดแห้งสกุล *Boletus* มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเห็ดสายพันธุ์อื่น ปริมาณเบต้ากลูแคนอยู่ระหว่างร้อยละ 2 - 13 ของปริมาณเยื่อใยทั้งหมด ปริมาณไคตินอยู่ในช่วง 0.5 - 3.3 กรัมต่อ 100 กรัม (Manzi *et al*., 2004) นอกจากนี้ในเห็ด *Boletus edulis* ยังมีรสอูมามิค่อนข้างสูงสามารถใช้ในส่วนผสมอาหารได้ (Tsai *et al*., 2008)

โดยปกติเห็ดตับเต่าจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ไม่สามารถเพาะได้ แต่ในพื้นที่ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถเพาะ

เห็ดตับเต่าได้โดยจำลองสภาวะการเจริญเติบโตของเห็ดที่เหมาะสม เห็ดตับเต่าจะขึ้นในบริเวณที่ชื้นใกล้แหล่งน้ำ ซึ่งพื้นที่ตำบลสามเรือนลักษณะเป็นพื้นที่ลุ่ม มีคลองโพธิ์ไหลผ่าน และมีลักษณะเป็นป่าโสนที่เอื้อต่อการเจริญของเห็ดตับเต่าได้เป็นอย่างดี เห็ดตับเต่าถือเป็นพืชเศรษฐกิจของชุมชนสามเรือน เกษตรกรผู้เพาะเห็ดตับเต่าในพื้นที่ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีจำนวนมากกว่า 100 ราย ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 200 ไร่ โดยเห็ดตับเต่าสามารถเพาะได้ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคมเท่านั้น เนื่องจากมีความชื้นเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดตับเต่า และในช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงธันวาคมจะมีน้ำท่วมในพื้นที่ทำให้ไม่สามารถเพาะเห็ดตับเต่าได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละปี เห็ดตับเต่าถือเป็นเห็ดปลอดสารพิษ สามารถนำไปประกอบเป็นอาหารได้ โดยนำมาปรุงเป็นแกงผสมกับผักหลายชนิด รสชาติดี เนื้อเห็ดมีความหนา ส่วนโคนก้านของเห็ดตับเต่ามีเนื้อมากกว่าเห็ดโดยทั่วไป เมื่อเคี้ยวจะมีความเหนียวต่างจากเห็ดชนิดอื่น ส่วนใหญ่นิยมใช้เห็ดตับเต่าปรุงเป็นอาหาร การแปรรูปเห็ดตับเต่าทำได้หลายวิธี เช่น การแช่แข็งเห็ดตับเต่า การทำน้ำพริกเผาเห็ดตับเต่า ซึ่งสามารถใช้เห็ดตับเต่าได้ถึงร้อยละ 33 ของส่วนผสมทั้งหมด และเห็ดอบกรอบปรุงรสสามารถใช้เห็ดตับเต่าและเห็ดนางฟ้าได้ในปริมาณหนึ่งต่อหนึ่ง เป็นต้น (ทศพร, 2557) การแปรรูปเห็ดตับเต่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้ ก็จะสามารถจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าได้ตลอดทั้งปี เป็นการนำทรัพยากรของชุมชนมาสร้างเพิ่มมูลค่า และยังเป็นทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจของผู้บริโภค ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว เพื่อศึกษาค่าสี ปริมาณเกลือในเห็ดตับเต่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว รวมทั้งศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วที่พัฒนาได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การสำรวจปัญหาและความต้องการของชุมชนสามเรือน

การสำรวจลงพื้นที่พบกับกลุ่มชุมชนและผู้นำชุมชน เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชุมชนสามเรือน ศึกษาบริบท สภาพวิถีการดำเนินชีวิตและอาชีพ สำรวจปัญหาและความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าของชุมชน เมื่อวันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2557 ณ ศูนย์การเรียนรู้ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (ภาพที่ 1) จากนั้นจัดประชุมทำความเข้าใจโครงการ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิเคราะห์ปัญหา และความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่า มีผู้เข้าร่วมประกอบด้วย นายกองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน นักพัฒนาชุมชน กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน กลุ่มวิสาหกิจชุมชน และเกษตรกรผู้เพาะเห็ดตับเต่า เมื่อวันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2557 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผู้วิจัยและชุมชนร่วมกันคัดเลือกผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าที่ต้องการจะพัฒนาร่วมกัน โดยวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการศึกษาร่วมกัน ซึ่งได้แก่ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด

แก้ว ในการศึกษาครั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแกนนำ ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งประกอบด้วยนายกองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน เจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน นักพัฒนาชุมชน และผู้ใหญ่บ้าน รวมจำนวน 5 คน และกลุ่มชุมชนสามเรือน ใช้วิธีการสุ่มแบบสะดวก (convenience sampling) ซึ่งเป็นสมาชิกกลุ่มแปรรูปเห็ดตับเต่าในชุมชนสามเรือนและผู้เข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด รวมจำนวน 42 คน โดยใช้ระยะเวลาในการศึกษา 1 ปี

Figure 1 The researcher group met with the commune leaders and the commune members

การเตรียมเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว

การแปรรูปเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด โดยศึกษาความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ในการดองเห็ดตับเต่าบรรจุขวดแก้ว 3 ระดับ คือ ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ร้อยละ 1 1.5 และ 2 ผสมกรดซิตริก ร้อยละ 0.1 ซึ่งมีกระบวนการแปรรูปเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด ดังนี้ นำเห็ดตับเต่าสดตัดโคนเพื่อเอาดินออก ล้างน้ำสะอาด ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ หั่นเห็ดตับเต่าเป็นลูกเต๋าขนาดประมาณ 2 x 2 x 2 เซนติเมตร นำไปลวกในน้ำร้อน จากนั้นจึงนำไปแช่ในน้ำเย็นแล้วผึ่งให้สะเด็ดน้ำ บรรจุเห็ดตับเต่าที่ลวกแล้วลงในขวดแก้วที่ทำความสะอาดและลวกน้ำร้อนแล้วในปริมาณร้อยละ 60 ของน้ำหนักบรรจุทั้งหมดต่อหนึ่งขวด บรรจุน้ำเกลือที่กำลังเดือดลงในขวดจนเต็ม ฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำโดยการนึ่งเป็นเวลา 30 นาที ปิดฝาให้แน่นและแช่ในน้ำเย็นทันที นำเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วไปวิเคราะห์ทางกายภาพทางเคมี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ

การศึกษาอายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว

การศึกษาการเก็บรักษาเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วเป็นเวลา 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง และทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทุกเดือน เพื่อทำการวิเคราะห์ค่าสี

ปริมาณเกลือในเห็ดตับเต่า และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

การวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี

การวิเคราะห์คุณภาพเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วทางกายภาพและทางเคมี โดยการวิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่างในระบบฮันเตอร์แล็บ (Hunter Lab) ด้วยเครื่องวัดสี Spectrophotometer โดยวัดค่าสี L* เป็นค่าความสว่าง (lightness) ค่าสี a* เป็นค่าสีเขียว (-) และสีแดง (+) และค่าสี b* เป็นค่าสีน้ำเงิน (-) และสีเหลือง (+) ทำการวัดสีตัวอย่างเห็ดตับเต่า โดยนำตัวอย่างมาบดละเอียด ทำการวัด 3 ซ้ำ ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณเกลือในเห็ดตับเต่า (AOAC, 2000) โดยการไตเตรท ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ รายงานผลเป็นร้อยละของปริมาณเกลือ

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ โดยสกัดตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ด้วยตัวทำละลาย (Wu *et al*., 2006; Mahattanatawee *et al*., 2006) นำไปวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดตามวิธีของ Folin-Ciocalteu colorimetric assays (Lim *et al*., 2007) และกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ โดยการวิเคราะห์ความสามารถในการจับสารอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging activity (Wu *et al*., 2006) แสดงผลการวิเคราะห์เป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก (gallic acid, GA) ต่อ 100 กรัมของตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) โดยใช้วิธีมาตรฐานของ 3M Petrifilm™ Aerobic Count Plate โดยบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับโคโลนีที่มีสีแดงทั้งหมดที่อยู่ในพื้นที่วงกลม 20 ตารางเซนติเมตร ซึ่งช่วงที่เหมาะสมในการนับโคโลนีจะอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนีต่อแผ่น หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีจากทั้งสองจานเพาะเชื้อต่อหนึ่งความเจือจาง รายงานผลการตรวจนับเป็นโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม (colony forming unit, CFU/g)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

การถ่ายทอดเทคโนโลยีในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ชุมชนสามเรือนและผู้สนใจ โดยให้ผู้เข้าร่วมมีการฝึกปฏิบัติจริง และการให้ความรู้ โดยใช้สื่อ เอกสารประกอบคำบรรยายและผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

บริบท ปัญหาและความต้องการของชุมชนสามเรือน

จากการสำรวจบริบทของชุมชนสามเรือน พบว่าชุมชนสามเรือนมีการเพาะเห็ดตับเต่าบริเวณโคนต้นโสนเกือบทั่วทั้งชุมชน โดยเห็ดตับเต่าจะขึ้นตามธรรมชาติตลอดแนวที่ลุ่มริมคลองโพธิ์ และมีการติดตั้งระบบน้ำรดบริเวณโคนต้นโสน เพื่อสร้างสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดตับเต่า มีเกษตรกรผู้เพาะเห็ดตับเต่าประมาณ 100 ราย มีพื้นที่ในการเพาะเห็ดทั้งหมดประมาณ 200 ไร่ ราคาขายกิโลกรัมละ 80 - 150 บาท

ขึ้นกับช่วงฤดูกาล ในพื้นที่ตำบลสามเรือนนี้สามารถผลิตเห็ดตับเต่าได้มากกว่า 3 ตันต่อปี เห็ดตับเต่าที่ขึ้นบริเวณตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีหลายขนาดโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 - 20 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นหมวกเห็ด ลักษณะมนเป็นรูปกระทะคว่ำ ผิวมันเนื้อแข็ง สีน้ำตาลเข้ม โคนก้านใหญ่ จากการสอบถามความต้องการของชุมชนเมื่อวันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2557 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน พบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เพาะเห็ดตับเต่าตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ต้องการแก้ปัญหาอายุการเก็บรักษาของเห็ดตับเต่า ทำให้สามารถมีผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าจำหน่ายนอกฤดูกาลได้ การวิจัยครั้งนี้ได้รับความร่วมมือและสร้างความเข้าใจเป็นอย่างดีจากคนในชุมชนและผู้นำชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และพบว่าชุมชนมีความต้องการให้มีผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าจำหน่ายนอกฤดูกาลได้ เห็ดตับเต่ามีศักยภาพที่จะแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ เพื่อช่วยให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานนอกฤดูกาลเก็บเกี่ยว และมีบริโภคได้ตลอดทั้งปี จากการร่วมมือระหว่างชุมชนกับทีมวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า และคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะทำการแปรรูป พบว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะเพิ่มมูลค่าแก่เห็ดตับเต่า สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่านอกฤดูกาลได้ และยังนำเนื้อเห็ดตับเต่าไปประกอบอาหารได้อย่างสะดวกและหลากหลายตามที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นเกษตรกรในตำบลสามเรือนจึงต้องการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วเพื่อการจำหน่ายนอกฤดูกาล รวมทั้งเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า

ผลของความเข้มข้นของน้ำเกลือต่อคุณภาพของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว โดยศึกษาความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1 1.5 และ 2 พบว่า มีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.15 - 4.20 ถือเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดสูง และมีค่า %yield ในการแปรรูปเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วเท่ากับ 74.64$\pm$0.36 เนื่องมาจากมีการตัดแต่งส่วนปลายของดอกเห็ดทิ้งไป ทำให้น้ำหนักส่วนนี้หายไปค่อนข้างมาก ปริมาณบรรจุน้ำหนักเห็ด 180 กรัมต่อขวด น้ำหนักสุทธิต่อขวดเท่ากับ 290 กรัมต่อขวด ส่วนร้อยละน้ำหนักเนื้อเห็ด (%drained weight) ของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วประมาณร้อยละ 62 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (พ.ศ. 2535) เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กล่าวว่าน้ำหนักเนื้ออาหาร หมายถึง น้ำหนักของอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท เช่น อาหารกระป๋อง หรือ อาหารบรรจุขวดแก้ว ภายหลังผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน เมื่อรินแยกเอาส่วนที่เป็นของเหลวออกแล้ว โดยกำหนดว่าหากเป็นพืชผักที่เป็นชิ้นต้องมีน้ำหนักเนื้ออาหารเป็นร้อยละของน้ำหนักสุทธิไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 (กระทรวงสาธารณสุข, 2535) เมื่อนำเห็ดตับเต่าบรรจุขวดแก้วมาตรวจสอบคุณภาพโดยทำการวิเคราะห์ค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) ปริมาณเกลือในเห็ดตับเต่า และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระได้ผลดังตารางที่ 1 พบว่าระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ในการบรรจุเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือให้ผลค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) รวมทั้งกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกัน แต่ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง

(a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของเห็ดตับเต่าบรรจุในน้ำเกลือมีสีที่แตกต่างจากเห็ดตับเต่าสดอย่างชัดเจน เนื่องจากกระบวนการแปรรูปมีการล้างและลวก ทำให้สีดำจากเห็ดสดจางลง

Table 1 The characteristics of the bottled brine bolete at different brine concentrations

Characteristics	Fresh mushroom	Concentration of brine solution in the product (%)		
		1	1.5	2
Color L* value (lightness)	6.06±0.30[a]	48.79±0.7	48.53±0.7	47.44±0.
Color a* value (redness)	2.48±0.05[a]	5.57±0.31	5.35±0.42	5.36±0.3
Color b* value (yellowness)	6.13±0.12[a]	18.80±0.5	18.91±0.5	17.82±0.
Salt content of brine (%)	-	0.84±0.03	1.32±0.03	1.83±0.0
Salt content of mushroom (%)	0.19±0.03[a]	0.47±0.00[b]	0.55±0.03[b]	0.80±0.03[c]
Drained weight (%)	-	62.41±0.45[a]	62.19±0.57[a]	62.88±0.62[a]
Phenolic content (GA mg/100 g)	64.27±0.51[a]	27.05±0.34[b]	25.29±0.29[bc]	21.03±0.11[c]
DPPH radical scavenging activity (GA mg/100 g)	37.87±0.07[a]	28.19±0.63[b]	27.34±0.57[b]	27.70±0.89[b]

Results shown as means ± SD (n=3). Data within rows followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

นอกจากนี้ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือยังมีผลเล็กน้อยต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว โดยทำให้มีค่าลดลงเล็กน้อยตามความเข้มข้นของน้ำเกลือที่เพิ่มขึ้น โดยเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือร้อยละ 1 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระคงอยู่มากที่สุดคือร้อยละ 42.09 และ 74.49 เทียบกับเห็ดตับเต่าสดตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการเตรียม การลวก และการให้ความร้อน จึงทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระลดลงจากกระบวนการแปรรูปที่กล่าวมา สารต้านอนุมูลอิสระในผักผลไม้โดยทั่วไปจะลดลงในระหว่างกระบวนการให้ความร้อนและการเก็บรักษา เนื่องจากความไม่คงตัวของสารต้านอนุมูลอิสระ (Murcia *et al.*, 2009) มีงานวิจัยที่ศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในซุปแครอท และพบว่าหลังจากการให้ความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 และ 60 วินาที คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในซุปแครอทลดลง (Quitao-Teixeira *et al.*, 2009) และเมื่อให้ความร้อน กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในซุปมะเขือเทศลดลงเช่นเดียวกัน (Zanoni *et al.*, 2003) อย่างไรก็ตาม กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในผักผลไม้อาจเพิ่มขึ้น เมื่อได้รับความร้อน เนื่องจากสารฟีนอลิกบางชนิดในผักผลไม้ถูกสกัดออกมาได้ในระหว่างกระบวนการให้ความร้อน จากงานวิจัยพบว่าปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระใน

เห็ดชิตาเกะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น โดยศึกษาที่อุณหภูมิ 100 และ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 - 30 นาที (Choi *et al.*, 2006) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารฟีนอลิกที่มีในวัตถุดิบที่แตกต่างกันออกไป และขึ้นอยู่กับวิธีการแปรรูป เช่น อุณหภูมิ และเวลาในการให้ความร้อน วิธีในการให้ความร้อน เป็นต้น การวิเคราะห์คุณภาพสามารถสรุปได้ว่า เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1 เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเมื่อเทียบกับระดับความเข้มข้นของน้ำเกลืออื่น ๆ และเนื้อเห็ดมีปริมาณเกลือน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 0.47 ซึ่งจะมีผลต่อรสชาติของเห็ดโดยตรง โดยปกติผู้บริโภคไม่ต้องการให้เห็ดตับเต่ามีรสเค็มจัด เนื่องจากผู้บริโภคจะนำเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือนี้ไปแปรรูปเป็นอาหารอื่น ๆ อีกต่อไป

อายุการเก็บรักษาเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว

การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน พบว่า เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 6 เดือน ค่าความสว่าง (L*) ของเห็ดตับเต่ามีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของเห็ดตับเต่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าเห็ดมีสีคล้ำลงเล็กน้อย ดังภาพที่ 2 และพบว่าปริมาณเกลือในน้ำลดลง แต่ปริมาณเกลือในเห็ดเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มจะเกิดการอิ่มตัว นอกจากนี้ไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ในเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วตลอดอายุการเก็บรักษาดังภาพที่ 3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการแปรรูปที่ใช้ความร้อนสูงเป็นเวลานาน ทำให้เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เห็ดดอง (มผช. 286/2547) ซึ่งกำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^3 CFU/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

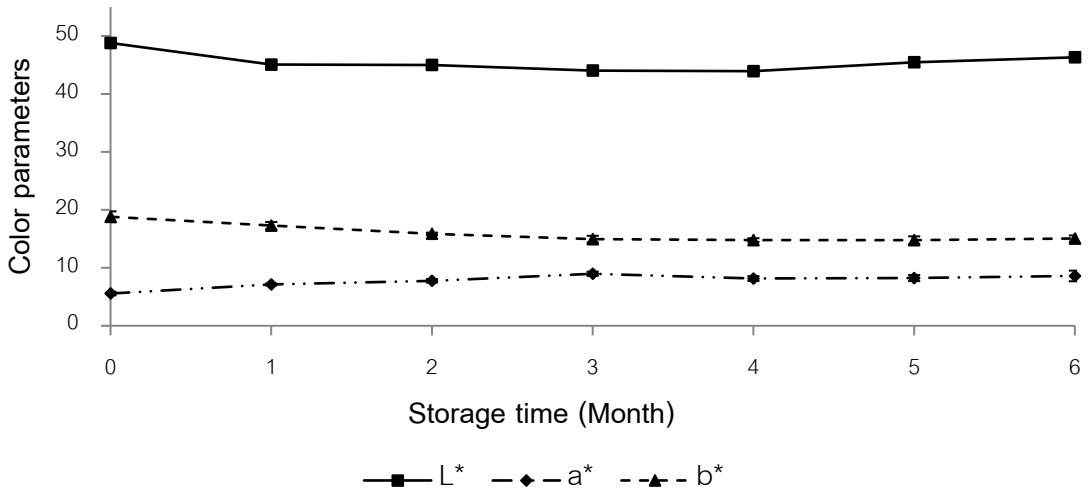

Figure 2 Color parameter (L*, a* and b*) of the bottled brine bolete over 6 months at room temperature

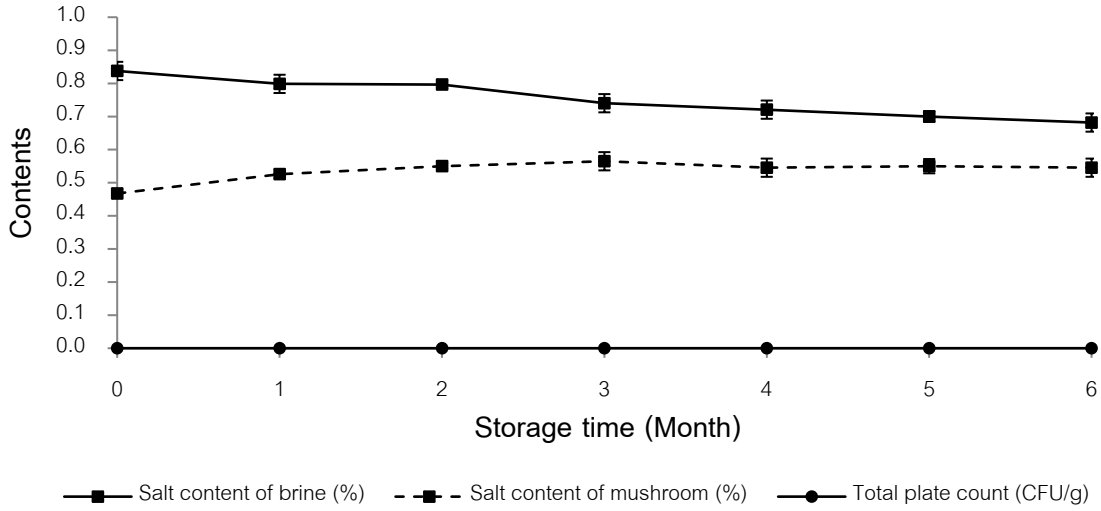

Figure 3 Salt content and total plate count of the bottled brine bolete over 6 months at room temperature

ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

การอบรมเชิงปฏิบัติการในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดให้แก่ผู้นำชุมชน กลุ่มแปรรูป เกษตรกร และผู้สนใจ ดังภาพที่ 4 ในวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2559 ณ ศูนย์การเรียนรู้หมู่ที่ 5 ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวนทั้งสิ้น 42 คน โดยการบรรยายให้ความรู้ด้วยสื่อและเอกสารประกอบคำบรรยาย จากนั้นมีการสาธิตและการฝึกปฏิบัติจริงในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวด รวมทั้งผลิตภัณฑ์จากเห็ดตับเต่าอื่น ๆ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าแห้ง ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเห็ดตับเต่า และผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเห็ดตับเต่า ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีครั้งนี้ ทำให้ทางชุมชนได้มีการจัดตั้งกลุ่มแปรรูปพัฒนารวมใจโดยปรับมาจากกลุ่มแปรรูปเดิมของชุมชน เพื่อแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรของชุมชนสามเรือน เป็นการพัฒนาและส่งเสริมศักยภาพของชุมชนตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงอย่างยั่งยืน โดยอาศัยการแบ่งปันความรู้ ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กระบวนการแปรรูป มีกิจกรรมที่พึ่งพิงทรัพยากรในชุมชนและมีลักษณะการรวมกลุ่มในการนำผลผลิตในชุมชนมาสร้างมูลค่าเพิ่ม (สุกัญญา และคณะ, 2559) นอกจากนี้ชุมชนสามเรือนจะทำการพัฒนาบรรจุภัณฑ์รวมถึงการเตรียมขอรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ต่อไป

Figure 4 The training course of the bottled brine bolete processing at Sam Ruean sub-district, Bang Pa-in district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province

สรุป

จากการศึกษาความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1 1.5 และ 2 ที่ใช้ในการดองเห็ดตับเต่าบรรจุขวดแก้วนั้น เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ 1 เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด เนื้อเห็ดมีปริมาณเกลือร้อยละ 0.47 สามารถเก็บรักษาเห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วที่อุณหภูมิห้องได้นานถึง 6 เดือน โดยที่สีของเห็ดมีความเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก พบเพียงคล้ำลงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณเกลือในน้ำลดลง เนื่องจากเนื้อเห็ดเกิดการดูดซึมเกลือจึงทำให้ปริมาณเกลือในเห็ดเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มจะเกิดการอิ่มตัว นอกจากนี้จากการพัฒนานี้ไม่พบปริมาณจุลินทรีย์เลยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จึงมีความปลอดภัยในการบริโภค หลังจากคนในชุมชนสามเรือนได้ร่วมวิจัยกับคณะวิจัย ทำให้ชุมชนสามเรือนมีการจัดตั้งกลุ่มพัฒนารวมใจ เพื่อแปรรูปและจัดจำหน่ายเห็ดตับเต่ารวมถึงสินค้าเกษตรของชุมชน จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเห็ดตับเต่านี้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่เห็ดตับเต่า จากเดิมที่จำหน่ายเห็ดตับเต่าสดเฉพาะฤดูกาลเท่านั้น แต่เมื่อนำเห็ดตับเต่าแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วแล้วสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 6 เดือนในอุณหภูมิห้อง ทำให้สามารถจัดจำหน่ายเห็ดตับเต่าได้ตลอดทั้งปี

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยภายใต้สัญญาเลขที่ RDG58A0002/08 และขอขอบคุณองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน นักพัฒนาชุมชนสามเรือน ผู้นำชุมชน ชุมชนสามเรือน สมาชิกกลุ่มแปรรูปพัฒนารวมใจและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2535. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (พ.ศ. 2535) เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, กรุงเทพฯ. 5 หน้า.

ทศพร นามโฮง. 2557. การแปรรูปเห็ดตับเต่า. รายงานการวิจัย. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา, พระนครศรีอยุธยา. 38 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเห็ดดอง (มผช. 286/2547). สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 5 หน้า.

สุกัญญา ดวงอุปมา ภัทราพร ภาระนาค และ ปารีณา แอนเดอร์สัน. 2559. การส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพอย่างยั่งยืนของครัวเรือนเกษตรกรตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง: กรณีศึกษาบ้านโนนสง่า ตำบลหนองกุง อำเภอเมืองจังหวัดกาฬสินธุ์. วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต 4(2): 212-223.

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

Choi, Y., S.M. Lee, J. Chun, H.B. Lee and J. Lee. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. Food Chemistry 99(2): 381-387.

Lim, Y.Y., T.T. Lim and J.J. Tee. 2007. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. Food Chemistry 103(3): 1003–1008.

Mahattanatawee, K., J.A. Manthey, G. Luzio, S.T. Talcott, K. Goodner and E.A. Baldwin. 2006. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54(19): 7355-7363.

Manzi, P., S. Marconi, A. Aguzzi and L. Pizzoferrato. 2004. Commercial mushrooms: Nutritional quality and effect of cooking. Food Chemistry 84(2): 201-206.

Murcia, M.A., A.M. Jiménez and M. Martínez-Tomé. 2009. Vegetables antioxidant losses during industrial processing and

refrigerated storage. Food Research International 42(8): 1046-1052.

Quitao-Teixeira, L.J., I. Odriozola-Serrano, R. Soliva-Fortuny, A. Mota-Ramos and O. Martin-Belloso. 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(15): 2636-2642.

Seehanan, S and V. Petcharat. 2008. Some species of wild boletes in Thailand. International Journal of Agricultural Technology 4(1): 109-118.

Tsai, S.Y., H.L. Tsai and J.L. Mau. 2008. Non-volatile taste components of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindraceae* and *Boletus edulis*. Food Chemistry 107(3): 977-983.

Wang, D., S.Q. Sun, W.Z. Wu, S.L. Yang and J.M. Tan. 2014. Characterization of a water–soluble polysaccharide from *Boletus edulis* and its antitumor and immunomodulatory activities on renal cancer in mice. Carbohydrate Polymers 105: 127-134.

Wu, L.C., H.W. Hsu, Y.C. Chen, C.C. Chiu, Y.I. Lin and J.A.A. Ho. 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. Food Chemistry 95(2): 319-327.

Zanoni, B., E. Pagliarini, G. Giovanelli and V. Lavelli. 2003. Modelling the effects of thermal sterilization on the quality of tomato puree. Journal of Food Engineering 56(2): 203-206.