

ผลของความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของเห็ดแครง ในน้ำเกลือบรรจุขวด

The Effect of Sodium Chloride Concentration on the Quality of Bottled Brine of Split-gill Mushroom (*Schizophyllum commune*)

จินตนา เจริญเนตรกุล¹ และรุ่งทิพย์ รัตนพล^{1*}

Jintana Chareonnatkul¹ and Rungtip Rattanapon^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของเห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) ในน้ำเกลือบรรจุขวด และเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้เพาะเลี้ยงเห็ดแครงตำบลท่าข้าม อำเภอบางใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยศึกษาความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1.0 1.5 และ 2.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และตรวจสอบคุณภาพของเห็ดแครงในน้ำเกลือบรรจุขวด (bottled brine split-gill: BSG) ประกอบด้วยค่าสี (L^* a^* และ b^*) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity (DPPH) พบว่าระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อค่าสีของเห็ดแครงในน้ำเกลือ โดยค่าความสว่าง (L^*) ของเห็ดแครงในน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 1.0 มีค่าสูงสุด (L^* เท่ากับ 22.14) และมีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์สูงกว่าร้อยละ 1.0 ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของเห็ดแครงในน้ำเกลือร้อยละ 2.0 มีค่าสูงสุด ($p \leq 0.05$) โดยมีค่า a^* และ b^* เท่ากับ 3.01 และ 6.83 ตามลำดับ ค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของเห็ดแครงในน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 1.0 มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 41.01 ค่าความเป็นกรด-ด่างของเห็ดแครงในน้ำเกลือทุกชุดการทดลองมีค่าต่ำกว่า 4.60 (4.05-4.20) และค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ปริมาณเกลือในเห็ดแครงต่อน้ำเกลือ และน้ำเกลือสำหรับดองเห็ดแครงเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มขึ้น สำหรับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของเห็ดแครงในน้ำเกลือร้อยละ 2.0 เท่ากับ 1.74 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด (mg GAE/g extract) ซึ่งมีปริมาณสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดแครงในน้ำเกลือร้อยละ 1.0 1.5 และเห็ดแครงสด ($p \leq 0.05$) อีกทั้งตรวจไม่พบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในเห็ดแครงในน้ำเกลือทุกชุดการทดลอง

¹ สาขาเกษตรศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

* Corresponding author e-mail: rungtip.r@rmutsv.ac.th

DOI: <https://doi.org/10.65217/wichchajinstru.2025.v44i1.258456>

Received: 28 March 2023, Revised: 24 April 2024, Accepted: 6 June 2024

คำสำคัญ: เห็ดแครง เห็ดแครงในน้ำเกลือ โซเดียมคลอไรด์

Abstract

The objectives of this research are to study the effect of sodium chloride concentration on the quality of bottled brine split-gill mushroom (*Schizophyllum commune*), and to develop a prototype product for the community enterprise group that cultivates these mushrooms in Tha Kham sub-district, Hat Yai district, Songkhla province. The study investigates three levels of sodium chloride concentration (NaCl) including 1.0%, 1.5%, and 2.0% weight per volume (w/v). The study has carried out to determine the qualities of bottled brine split-gill mushroom (BSG) including color (L^* , a^* and b^*), pH, sodium chloride concentration, total phenolic content and antioxidation activity as using DPPH radical scavenging activity (DPPH) method. The result found that sodium chloride concentration affected the color of the BSG. The lightness value (L^*) of the BSG with 1.0% NaCl was highest ($L^* = 22.14$) and decreased when the concentration of NaCl was higher than 1.0%. The redness (b^*) and yellowness (a^*) of the BSG with 2.0%NaCl were the highest ($p \leq 0.05$). The a^* and b^* value was 3.01 and 6.83, respectively. The ΔE of the BSG with 1.0%NaCl was lowest ($p \leq 0.05$), there was 41.01. The pH of the BSG was lower than 4.60 (4.05-4.20) in all treatments. And the pH decreased with increasing NaCl concentration. The salt content in the BSG and brine was increased with the concentration of NaCl increased. The total phenolic content of the BSG with 2.0% was higher than 1.0%, 1.5% and fresh split gill mushroom ($p \leq 0.05$). However, the antioxidant activity was not detected in all treatments of BSG.

Keywords: Split gill mushroom, Bottled brine-split gill mushroom, Sodium chloride

บทนำ

เห็ดแครง (split gill mushroom) มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Schizophyllum commune* สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปีโดยเฉพาะฤดูฝน อุดมไปด้วยสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญที่พบในเห็ดแครง ได้แก่ schizophyllan phenyl benzoate และฟีนอล (phenol) นอกจากนี้พบสาร N-acetyl-D-galactosmine-specific lectins ในเห็ดแครงที่เพาะในประเทศไทย (Menakongka *et al.*, 2019) ทั้งนี้สารสำคัญดังกล่าวมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ด้านการรักษาทางการแพทย์ได้หลากหลาย เช่น ต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง และต้านจุลชีพ เป็นต้น พอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharides) ที่สกัดได้จากเห็ดแครงมีคุณสมบัติในการยับยั้งเซลล์มะเร็งในหนู รวมถึงสาร schizophyllan ช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตในผู้ป่วยมะเร็งลำคอ (Menakongka *et al.*, 2019)

การใช้ประโยชน์จากเห็ดแครงในรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์หลากหลายรูปแบบ เช่น น้ำพริกเห็ดแครงแห้ง (ปัทมา และคณะ, 2565) คั่วกลิ้งเห็ดแครงแห้ง (วิภาวดี และคณะ, 2558) และไส้กรอกปราศจากเนื้อสัตว์ (รัชฎาภรณ์ และรัตติพร, 2563) เป็นต้น นอกจากนี้การถนอมอาหารด้วยเกลือหรือการดองในน้ำเกลือจัดเป็นวิธีการหนึ่งที่ยิมนำมาใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารประเภทผักและผลไม้ โดยการใช้เกลือในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม ร่วมกับการนึ่งฆ่าเชื้อ จากรายงานการวิจัยต่าง ๆ พบว่ามีการแปรรูปเห็ดชนิดต่าง ๆ ในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้ว เช่น เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 1.0 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด (วิจิตรา และวชิรญา, 2560) และเห็ดเสม็ดในน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 10.0 ได้รับการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสและมีความปลอดภัยต่อการบริโภค (ดลฤดี และคณะ, 2560)

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้เพาะเลี้ยงเห็ดแครง ตำบลท่าข้าม อำเภอบางใหญ่ จังหวัดสงขลา ได้ดำเนินกิจกรรมกลุ่มในการเพาะเห็ดแครงและจัดจำหน่ายในรูปแบบของเห็ดแครงสด ซึ่งประสบปัญหา คือ ผลผลิตที่มีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์กำหนด ไม่สามารถจำหน่ายในรูปแบบของเห็ดแครงสดได้ หรือจำหน่ายในราคาถูก ส่งผลให้เกิดของเสียและสูญเสียรายได้ของกลุ่ม จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นสมาชิกของกลุ่มผู้เพาะเลี้ยงเห็ดแครงจึงมีความต้องการผลิตภัณฑ์เห็ดแครงแปรรูปที่มีอายุการเก็บนานยิ่งขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจนำเห็ดแครงมาแปรรูปในรูปแบบเห็ดแครงในน้ำเกลือบรรจุขวด โดยศึกษาผลของความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของเห็ดแครงในน้ำเกลือบรรจุขวดและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบเห็ดแครงในน้ำเกลือบรรจุขวดสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้เพาะเลี้ยงเห็ดแครงตำบลท่าข้าม อำเภอบางใหญ่ จังหวัดสงขลา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมเห็ดแครงในน้ำเกลือบรรจุขวด

นำเห็ดแครงสดจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้เพาะเลี้ยงเห็ดแครง ตำบลท่าข้าม อำเภอบางใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่เก็บผลผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 ล้างด้วยน้ำสะอาด ตั้งให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นลวกในน้ำเดือด เป็นเวลา 7 นาที แช่น้ำเย็นแล้วผึ่งให้สะเด็ดน้ำ บรรจุเห็ดแครงที่ลวกแล้วลงในขวดแก้ว ขนาด 470 มิลลิลิตร ที่ทำความสะอาดและลวกด้วยน้ำร้อนแล้ว โดยกำหนดปริมาณเห็ดแครง 214 กรัม ต่อขวด เตรียมสารละลายผสมระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1.0 1.5 และ 2.0 โดยมวลต่อปริมาตร และกรดซิตริกร้อยละ 0.1 นำมาให้ความร้อนจนเดือด ซึ่งจะได้สารละลายผสมที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 3.6-3.7 จากนั้นบรรจุน้ำเกลือขณะร้อนในปริมาณ 214 กรัม ฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำโดยการนึ่งเป็นเวลา 30 นาที ปิดฝาให้แน่น และแช่น้ำเย็นทันที (ดัดแปลงจากวิธีการของวิจิตรา และวชิรญา, 2560) นำเห็ดแครงในน้ำเกลือบรรจุขวดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content) และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

วิเคราะห์คุณลักษณะของเห็ดแครงในน้ำเกลือและน้ำเกลือ ได้แก่ ค่าสี โดยเครื่องวัดค่าสี (Color Flex EZ รุ่น Hunter Lab, สหรัฐอเมริกา) รายงานเป็นค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) รวมทั้งคำนวณค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของเห็ดแครงในน้ำเกลือ ซึ่งเป็นความแตกต่างของสีเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดแครงสด ทั้งนี้เตรียมตัวอย่างเห็ดแครงในน้ำเกลือสำหรับการวัดค่าสี โดยแยกส่วนเนื้อของเห็ดแครงในน้ำเกลือออกจากน้ำเกลือด้วยกระชอน จากนั้นนำส่วนเนื้อเห็ดแครงมาบดให้ละเอียด

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยสุ่มตัวอย่างเห็ดแครงและน้ำเกลือในอัตราส่วน 1:1 มาตีปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter, Schott รุ่น L850, เยอรมนี)

การวิเคราะห์ความเข้มข้นเกลือ โดยแยกส่วนเนื้อของเห็ดแครงในน้ำเกลือออกจากน้ำเกลือด้วยกระชอน จากนั้นนำส่วนเนื้อเห็ดแครงมาตีปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน และคั้นส่วนของเหลวออกจากเห็ดแครง นำส่วนน้ำเกลือและของเหลวจากเห็ดแครงมาวัดความเข้มข้นเกลือด้วยเครื่องวัดความเค็ม (salinity meter, Hanna Instruments รุ่น 96821, สหรัฐอเมริกา)

3. การเตรียมตัวอย่างสารสกัดเห็ดแครง

นำเห็ดแครงสดล้างด้วยน้ำสะอาด ตั้งให้สะเด็ดน้ำ และตีปั่นให้ละเอียด ส่วนตัวอย่างเห็ดแครงในน้ำเกลือ เตรียมโดยแยกส่วนเนื้อของเห็ดแครงในน้ำเกลือออกจากน้ำเกลือด้วยกระชอน จากนั้นนำส่วนเนื้อเห็ดแครงมาตีปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำตัวอย่างเห็ดแครง 10 กรัม สกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่าความเร็ว 20 x กรัม ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 จากนั้นระเหยเอทานอลด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เตรียมสารสกัดเห็ดแครง ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และเก็บรักษาในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงจาก Arbaayah and Kalsom, 2013) เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

4. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างสารสกัดเห็ดแครงสดและเห็ดแครงในน้ำเกลือ ด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu method ตามวิธีของ Zhang *et al.* (2013) โดยปิเปตตัวอย่างสารสกัดปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 6 นาที เติมน้ำกลั่นปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 90 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร สำหรับแบลนด์ (blank) ใช้เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 แทนตัวอย่างสารสกัด เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid) ($y = 0.0534x - 0.0145$, $R^2 = 0.9973$) แสดงผลการวิเคราะห์เป็นมิลลิโมลสมมูลของกรดแกลลิกต่อตัวอย่าง 1 กรัม (mg GAE/g)

5. การวิเคราะห์กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

นำสารสกัดเห็ดแครงสดและเห็ดแครงในน้ำเกลือไปวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity (DPPH) (ดัดแปลงจาก Wu *et al.*, 2006; กามิละห์, 2566; วันวิสาข์ และคณะ, 2567) เตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.6 มิลลิโมลาร์ ในสารละลายเอทานอลร้อยละ 80 จากนั้นปิเปตสารสกัดจากตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย DPPH ปริมาตร 4 มิลลิลิตร และผสมให้เข้ากัน จากนั้นเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ($y = -0.0013x + 0.1359$, $R^2 = 0.9993$) แสดงผลการวิเคราะห์เป็นมิลลิโมลสมมูลของกรดแอสคอร์บิกต่อตัวอย่าง 100 กรัม (mmol AAE/100g)

6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) จำนวน 3 ซ้ำ สำหรับการประเมินลักษณะทางกายภาพและเคมีของเห็ดแครงในน้ำเกลือบรรจุขวด วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (SPSS Inc., U.S.A.)

ผลการวิจัย

1. คำสี

ผลของความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อคุณภาพทางกายภาพด้านสีของเห็ดแครงในน้ำเกลือบรรจุขวด พบว่าคำสี ได้แก่ ความสว่าง (L^*) ความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) และความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ของเห็ดแครงสดมีค่าสูงกว่าเห็ดแครงในน้ำเกลือ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อคำสีของเห็ดแครงในน้ำเกลือ โดยค่าความสว่าง (L^*) ของเห็ดแครงในน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.0 มีค่าสูงรองจากเห็ดแครงสด และที่ความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.5 มีค่า L^* ต่ำที่สุด ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a^*) มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของเห็ดแครงในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 2.0 มีค่าสูงกว่าร้อยละ 1.5 และ 1.0 ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้คำสีของเห็ดที่วัดได้มีความสอดคล้องกับลักษณะสีของเห็ดที่ปรากฏดังภาพที่ 1 พบว่าเห็ดแครงในน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2.0 มีสีครีมปนน้ำตาล มีสีเข้ม และมีลักษณะหดตัวมากกว่าเห็ดแครงในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1.0 และ 1.5 ในขณะที่เห็ดแครงในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1.0 มีสีครีมปนน้ำตาลเล็กน้อย และมีความเข้มของสีน้อยกว่าชุดการทดลองอื่น ทั้งนี้การหดตัวเกิดจากกระบวนการดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิส (osmotic dehydration) ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างภายในเซลล์ของอาหารและสารละลายเกลือ ซึ่งจัดเป็นสารละลายออสโมติก (วิชมณี, 2556) นอกจากนี้พบว่าลักษณะสีของเห็ดแครงที่ผ่านกระบวนการแปรรูปและบรรจุในน้ำเกลือมีลักษณะสีเปลี่ยนแปลงจากเห็ดแครงสด โดยมีสีครีมปนน้ำตาล ส่วนเห็ดแครงสดมีสีเหลืองอ่อน นอกจากนี้ค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของเห็ดแครงในน้ำเกลือ ซึ่งเป็นความแตกต่างของสีเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดแครงสด พบว่าเห็ดแครงในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1.0 มีค่า ΔE ต่ำที่สุด เท่ากับ

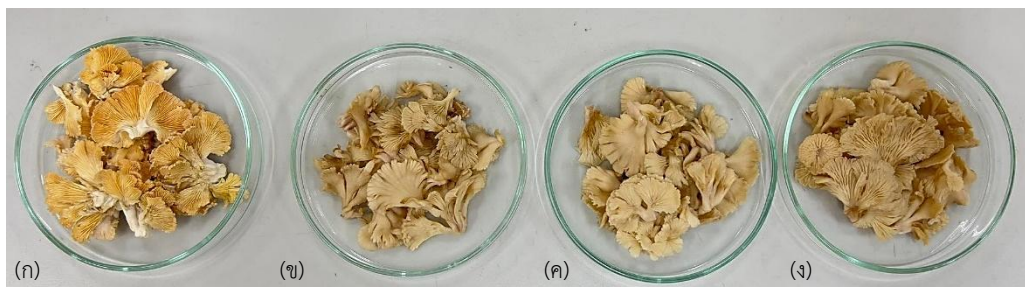
41.01 รองลงมา คือ เห็ดแครงในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 2.0 (ΔE เท่ากับ 41.14) และ 1.5 (ΔE เท่ากับ 41.73) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายเกลือที่ระดับความเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 1.0 มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของสีเห็ดแครงในน้ำเกลือเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดแครงสด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสีและค่าความแตกต่างของสีของเห็ดแครงในน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์แตกต่างกันเปรียบเทียบกับเห็ดแครงสด

ความเข้มข้นของ เกลือโซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละ)	ค่าสีของเห็ดแครง			
	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าความเป็น สีแดง (a*)	ค่าความเป็น สีเหลือง (b*)	ค่าความแตกต่าง ของสี (ΔE)
เห็ดแครงสด	60.01 $\pm$ 0.42 ^a	7.33 $\pm$ 0.08 ^a	21.38 $\pm$ 0.16 ^a	-
1.0	22.14 $\pm$ 0.03 ^b	2.56 $\pm$ 0.07 ^d	6.41 $\pm$ 0.11 ^c	41.01 $\pm$ 0.05 ^c
1.5	21.32 $\pm$ 0.03 ^d	2.90 $\pm$ 0.01 ^c	6.41 $\pm$ 0.06 ^c	41.73 $\pm$ 0.03 ^a
2.0	21.77 $\pm$ 0.02 ^c	3.01 $\pm$ 0.05 ^b	6.83 $\pm$ 0.02 ^b	41.14 $\pm$ 0.02 ^b

หมายเหตุ: - รายงานในรูปแบบค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD)

- ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในสมมุติเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 1 ลักษณะสีของเห็ดแครงสด (ก) และเห็ดแครงในน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 (ข) 1.5 (ค) และ 2.0 (ง)

ค่าสีของน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.0 1.5 และ 2.0 พบว่าค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1.0 มีค่าสูงที่สุด และมีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a*) ของน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ 2.0 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และมีค่าสูงกว่าน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1.0 นอกจากนี้พบว่าค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีแดง (a*) ของน้ำเกลือสำหรับดองเห็ดแครงมีแนวโน้มสอดคล้องกับค่าสีของเนื้อเห็ดแครง และสีของน้ำเกลือสำหรับดองเห็ดแครงมีค่าต่ำกว่าสีของเนื้อเห็ดแครง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสีของน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์แตกต่างกัน

ความเข้มข้นของเกลือ โซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละ)	ค่าสีของน้ำเกลือ		
	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าความเป็นสีแดง (a*)	ค่าความเป็นสีเหลือง (b*)
1.0	8.98±0.09 ^a	-0.29±0.02 ^b	-1.03±0.01 ^a
1.5	8.76±0.01 ^b	0.28±0.03 ^a	-1.11±0.04 ^b
2.0	8.63±0.03 ^c	0.24±0.05 ^a	-1.15±0.01 ^b

หมายเหตุ: - รายงานในรูปแบบค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD)

- ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในสมมุติเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ความเป็นกรด-ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเห็ดแครงในน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.0 1.5 และ 2.0 แสดงดังตารางที่ 3 พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของเห็ดแครงในน้ำเกลือทุกชุดการทดลองมีค่าต่ำกว่า 4.60 และมีค่าลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น โดยเห็ดแครงในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1.0 มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) เท่ากับ 4.20 รองลงมา คือ เห็ดแครงในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.13 และเห็ดแครงในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 2.0 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุด เท่ากับ 4.05 ในขณะที่เห็ดแครงสดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.24 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าความเป็นกรด-ด่างของเห็ดแครงสดและเห็ดแครงในน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์แตกต่างกัน

ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
เห็ดแครงสด	6.24±0.03 ^a
1.0	4.20±0.00 ^b
1.5	4.13±0.01 ^c
2.0	4.05±0.01 ^d

หมายเหตุ: - รายงานในรูปแบบค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD)

- ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในสมมุติเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3. ความเข้มข้นเกลือ

ความเข้มข้นเกลือของเห็ดแครงในน้ำเกลือและน้ำเกลือสำหรับดองที่ระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.0 1.5 และ 2.0 พบว่าความเข้มข้นเกลือในเห็ดแครงที่ผ่านกระบวนการแปรรูปและบรรจุในน้ำเกลือมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์

เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับความเข้มข้นเกลือในน้ำเกลือสำหรับดองเห็ดแครงที่เพิ่มขึ้น เมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเช่นกัน และมีความเข้มข้นไม่สูงกว่าระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เตรียมก่อนการบรรจุเห็ดในน้ำเกลือ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นเกลือของเห็ดแครงในน้ำเกลือและน้ำเกลือสำหรับดองที่ระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์แตกต่างกัน

ความเข้มข้นของเกลือ โซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละ)	ความเข้มข้นเกลือ (ร้อยละ)	
	เนื้อเห็ดแครง	น้ำเกลือสำหรับดอง
1.0	0.66±0.01 ^c	0.65±0.01 ^c
1.5	0.93±0.01 ^b	0.93±0.01 ^b
2.0	1.27±0.01 ^a	1.26±0.01 ^a

หมายเหตุ: - รายงานในรูปแบบค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD)

- ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในสมมุติเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเห็ดแครงสดและเห็ดแครงในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1.0 1.5 และ 2.0 พบว่าเห็ดแครงสดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 1.51 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าเห็ดแครงในน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.0 (0.66 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด) และ 1.5 (1.43 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด) อย่างไรก็ตามพบว่าเห็ดแครงในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 2.0 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าเห็ดแครงสด (1.74 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด) และระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเห็ดแครงสดและเห็ดแครงในน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของเกลือ โซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละ)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด)
เห็ดแครงสด	1.51±0.05 ^b
1.0	0.66±0.02 ^c
1.5	1.43±0.10 ^b
2.0	1.74±0.02 ^a

หมายเหตุ: - รายงานในรูปแบบค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD)

- ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในสมมติเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5. สมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

สมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของเห็ดแครงในน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.0 1.5 และ 2.0 พบว่าเห็ดแครงในน้ำเกลือทุกระดับความเข้มข้นไม่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH อย่างไรก็ตามพบว่าเห็ดแครงสดมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 21.90 มิลลิโมลสมมูลของกรดแอสคอร์บิกต่อตัวอย่าง 100 กรัม ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของเห็ดแครงสดและเห็ดแครงในน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์แตกต่างกัน

ความเข้มข้นเกลือ โซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละ)	สมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (มิลลิโมลสมมูลของกรดแอสคอร์บิกต่อตัวอย่าง 100 กรัม)
เห็ดแครงสด	21.90±0.00
1.0	ND
1.5	ND
2.0	ND

หมายเหตุ: - รายงานในรูปแบบค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD)

- ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในสมมติเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ND (not detected) คือ ตรวจไม่พบ

การอภิปรายผลการวิจัย

เห็ดดอง คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเห็ดชนิดต่าง ๆ ที่บริโภคได้ ผ่านการตัดแต่งเป็นรูปร่างตามต้องการ อาจจะไปต้มหรือลวก แล้วบรรจุในน้ำดองหรือน้ำปรุงรสที่มีการปรับให้เป็นกรดด้วยสารเพิ่มความเป็นกรด เช่น กรดซิตริก กรดแอสติก บรรจุขณะร้อนปิดฝาและนั่งฆ่าเชื้อในระยะเวลาที่เหมาะสม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 349) พ.ศ. 2556 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด (2556) และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (2556) ปี พ.ศ. 2556 กำหนดให้สามารถมีกระบวนการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ให้ไม่เกิน 4.60 จัดเป็นอาหารปรับกรด (acidified food) ซึ่งต้องผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ภายหลังหรือก่อนบรรจุหรือหมัก และสามารถเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ จึงเป็นหลักการและแนวทางที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ และการเตรียมสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสมก็มีส่วนช่วยในการยืดอายุการเก็บได้ด้วยเนื่องจากเกลือโซเดียมคลอไรด์มีสมบัติช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ โดยเกลือจะรวมกับน้ำในอาหารและดึงน้ำออกจากเซลล์ของจุลินทรีย์ได้

ค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ของเห็ดแครงในน้ำเกลือมีค่าน้อยกว่าเห็ดแครงสด เนื่องจากกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) ได้แก่ ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องของเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดจากสารประกอบโพลีฟีนอล (polyphenol) ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน โดยมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) เป็นตัวเร่ง (Mayer, 2006) รวมถึงอาจเกิดปฏิกิริยาโดยเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องของเอนไซม์ (non-enzymatic browning reaction) ระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในเห็ดแครง (Corzo-Martinez *et al.*, 2012) นอกจากนี้อาจเกิดจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเนื่องจากเอนไซม์ (enzymatic oxidation) ของสารประกอบโพลีฟีนอลในเห็ดแครง ส่งผลให้เห็ดแครงในน้ำเกลือมีความสว่างลดลง (Zamora and Hidalgo, 2005) เมื่อพิจารณาผลของความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อค่าสี แสดงให้เห็นว่าค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลง เมื่อความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์สูงกว่าร้อยละ 1.0 ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น เนื่องจากเกลือโซเดียมคลอไรด์อาจทำปฏิกิริยากับสารสีในเห็ดแครง ส่งผลให้เกิดสารประกอบที่มีสีเข้มมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ค่าสีของน้ำสำหรับดองเห็ดแครงมีแนวโน้มที่เป็นไปในทิศทางเดียวกับค่าสีของเนื้อเห็ดแครง โดยในระหว่างกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของเห็ดแครงอ่อนตัวลง และสารสีในเห็ดแครงเกิดปฏิกิริยากับไฮโดรเจนไอออน (Na^+) และเกิดการละลายในน้ำเกลือมากขึ้น ทั้งนี้สารสีในเห็ดแครง คือ สาร purpurin (Saetang *et al.*, 2023) ซึ่ง Ahmadi *et al.* (2014) รายงานว่า สาร purpurin เป็นสารสีที่เปลี่ยนแปลงสีตามความเป็นกรด-ด่าง โดยมีลักษณะสีเหลืองเมื่ออยู่ในสารละลายที่มีสภาวะเป็นกรด และมีลักษณะสีแดงเข้มเมื่ออยู่ในสารละลายที่มีสภาวะเป็นด่าง ซึ่งความเข้มของสีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของกรดหรือด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่างของเห็ดแครงสดมีค่าสูงกว่าเห็ดแครงในน้ำเกลือ เนื่องจากกระบวนการแปรรูปเห็ดแครงในน้ำเกลือมีการปรับกรดด้วยกรดซิตริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของเห็ดแครงในน้ำเกลือมีค่าลดลง เมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น เนื่องจากการให้ความร้อนในระหว่างการฆ่าเชื้อส่งผลต่อเยื่อหุ้มเซลล์พืชมีความอ่อนตัวลง ทำให้น้ำเกลือเกิดการออสโมซิสเข้าไปในเซลล์เห็ดมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง (นรินทร์ และน้ำทิพย์, 2561) สอดคล้องกับปริมาณเกลือในเห็ดแครงที่เพิ่มขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในน้ำเกลือเพิ่มขึ้น นอกจากนี้อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการดึงน้ำออกจากผักผลไม้ โดยอัตราการดึงน้ำออกเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิในการออสโมซิส (Flink, 1984) และการใช้อุณหภูมิสูงส่งผลต่อการออสโมซิสของน้ำและตัวถูกละลายเป็นไปได้ง่ายกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ (วิชมนิ, 2556) นอกจากนี้ เกลือมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของผักผลไม้กระป๋องลดลง เนื่องจากผลกระทบจากกระบวนการ Debye-Hückel (Sapers *et al.*, 1978)

สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ มีโครงสร้างหลักประกอบด้วยวงอะโรมาติก (aromatic ring) แทนที่ด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) ที่สามารถใช้ดักจับอนุมูลอิสระได้ (สุนันทา และลักษมี, 2562) จากผลการวิจัย พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการออสโมซิสของเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้าไปยังเห็ดแครง ส่งผลให้สารที่เป็นองค์ประกอบในเห็ดแครง

เกิดการเคลื่อนที่ออกสู่ภายนอกเซลล์ด้วยแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) นอกจากนี้การเกิดปฏิกิริยาเคมีเนื่องจากเอนไซม์ (enzymatic reaction) เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในพืชลดลง โดยกลีโกลิซิเดียมคลอไรด์อาจมีผลกระทบต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ เช่น เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส โดยทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ ซึ่ง Arbaayah and Kalsom (2013) รายงานว่าสารสกัดจากเห็ดแครงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 40.51-45.69 มิลลิกรัมเทียบเท่าของกรดแทนนิกต่อกรัมน้ำหนักแห้งของสารสกัด และมีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (IC₅₀) เท่ากับ 2.75-3.70 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

สมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ในเห็ดแครงสดมีค่า 21.90 มิลลิโมลสมมูลของกรดแอสคอร์บิกต่อตัวอย่าง 100 กรัม และไม่พบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในเห็ดแครงในน้ำเกลือทุกระดับความเข้มข้นของกลีโกลิซิเดียมคลอไรด์ เนื่องจากกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนสูงอาจไปทำลายสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และความไม่คงตัวของสารดังกล่าวต่อความร้อนในระหว่างการฆ่าเชื้อ สอดคล้องกับผลการศึกษาของดลฤดี และคณะ (2560) รายงานว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดเสม็ดในน้ำเกลือมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของเกลือเพิ่มขึ้น และผลจากการที่สารต้านอนุมูลอิสระถูกทำลายด้วยความร้อนในระหว่างการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกสามารถสลายได้เมื่อมีการแปรรูปด้วยอุณหภูมิสูง เนื่องจากความร้อนทำให้เกิดการสลายของพันธะที่สารประกอบฟีนอลิกจับกับองค์ประกอบอื่น เช่น โปรตีน หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารประกอบฟีนอลิก ส่งผลให้สูญเสียคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (สุกัญญา และคณะ, 2563) รวมถึงการให้ความร้อนแบบร้อนชื้นในสถานะที่มีออกซิเจนสามารถเร่งการสลายของสารประกอบฟีนอลิกจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Min *et al.*, 2014) อย่างไรก็ตามการใช้ความร้อนด้วยอุณหภูมิที่ลดลงและระยะเวลาเพิ่มขึ้น สามารถยับยั้งการสลายตัวของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะกลุ่มสารประกอบฟีนอลิกอิสระ (free polyphenol compounds) ผลิตภัณฑ์เห็ดแชมปัญองบรรจุกระป๋อง (Pursito *et al.*, 2022)

สรุปผลการวิจัย

ความเข้มข้นของกลีโกลิซิเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2.0 เป็นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปเห็ดแครงในน้ำเกลือบรรจุขวด เนื่องจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของกลีโกลิซิเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.0 และ 1.5 ในขณะที่คุณลักษณะคุณภาพด้านสี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L*) ต่ำที่สุด ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) สูงที่สุด ซึ่งสามารถเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเห็ดแครงของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้เพาะเลี้ยงเห็ดแครง ตำบลท่าข้าม อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา อย่างไรก็ตามกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเห็ดแครงลดลง รวมถึงมีปริมาณต่ำกว่าเห็ดแครงสด และไม่พบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ในเห็ดแครงในน้ำเกลือทุกระดับความเข้มข้น ทั้งนี้ควรมีการใช้วิธีการแปรรูปด้วยความร้อนในระดับต่ำ และใช้เวลาในการให้ความร้อนนานยิ่งขึ้น เพื่อลดการสูญเสียของสารประกอบฟีนอลิกและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดแครงในน้ำเกลือ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประจำปี พ.ศ. 2565 ภายใต้งานยุทธศาสตร์ การวิจัยและพัฒนานวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่จัดสรรงบประมาณในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กามีละห์ ยะโกะ. (2566). ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 42(1), 93-103, doi: <https://doi.org/10.65217/wichchajinstru.2023.v42i1.256643>.
- ดลฤดี พิษย์รัตน์ นพรัตน์ มะเห อมรรัตน์ อังอัจฉริยะ และละออวรรณ ศรีจันทร์. (2560). การศึกษาคุณค่าโภชนาการและกระบวนการผลิตเห็ดเสม็ดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง. *รายงานวิจัย*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- นรินทร์ เจริญพันธ์ และน้ำทิพย์ มีมุข. (2561). ผลของวิธีการลวกที่แตกต่างกันต่อคุณภาพมันเทศเนื้อสีส้ม. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 26(6), 981-992.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 349) พ.ศ. 2556 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด. (2556, 20 กุมภาพันธ์). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 130 ตอนพิเศษ 24 ง. หน้า 11-15.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. (2556, 24 กรกฎาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 130 ตอนพิเศษ 87 ง. หน้า 88-92.
- ปัทมา กาญจนรักษ์ ปาริชาติ ทองเนื้อสาม และพัชรารวรรณ สมบุญ. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกเห็ดแครงแห้ง. *วารสารวัฒนธรรมอาหารไทย*, 2(1), 34-41.
- รัชฎาภรณ์ โตประภัสสร และรัตติพร บุญสุข. (2563). ลักษณะของไส้กรอกปราศจากเนื้อสัตว์ที่ประกอบด้วยเห็ดแครง. *รายงานวิจัย*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วันวิสาข์ บุญกล้า อนุศักดิ์ เกิดสิน และปรียาภรณ์ อิศรานุวัฒน์. (2567). กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของกระชายขาวที่หมักด้วยแบคทีเรียกรดแลคติก. *วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 43(2), 66-75.
- วิจิตรา เหลียวตระกูล และวชิรญา เหลียวตระกูล. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือบรรจุขวดแก้วของตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. *วารสารการพัฒนารวมชนและคุณภาพชีวิต*, 5(1), 174-185.
- วิชมณี ยืนยงพุทธกาล. (2556). ปัจจัยที่มีผลต่อการดองน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสของผักและผลไม้. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 18(1), 226-233.
- วิภาวดี สำแดง ทิฆัมพร ไม้เรียง เบญจมาภรณ์ พิมพา และสมหวัง เล็กจิริง. (2558). การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งและน้ำพริกเห็ดแครง. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 20(2), 33-47.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเห็ดดอง*, มผช. 286/2547. กรุงเทพฯ.

- สุกัญญา จันทร์สุนะ ลลิตา เจริญทรัพย์ เยาวพา จิระเกียรติกุล และพรชัย ทาระโคตร. (2563). ผลของ อุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการ ยับยั้งอนุมูลอิสระของใบบัวบก (*Centella asiatica* (L.) Urb.). *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 28(12), 2261-2272.
- สุนันทา ข้องสาย และลักษมี วิทยา. (2562). สารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเสม็ดขาวและเสม็ดแดง. *รายงานวิจัย*. มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- Ahmadi, S., Absalan, G., Craig, D. and Goltz, D. (2014). Photochemical properties of purpurin and its implications for capillary electrophoresis with laser induced fluorescence detection. *Dyes and Pigments*, 105, 57-62, doi: <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2013.12.011>.
- Arbaayah, H.H. and Kalsom, U.Y. (2013). Antioxidant properties in the oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) and split gill mushroom (*Schizophyllum commune*) ethanolic extracts. *Mycosphere*, 4(4), 661-673, doi: <http://dx.doi.org/10.5943/mycosphere/4/4/2>.
- Corzo-Martinez, M., Corzo, N., Villamiel, M. and Castillo, M.D. (2012). Browning reactions. In Simpson, B.K. (Ed.). *Food biochemistry and food processing* (2nd ed.), pp. 56-83. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Flink, J.M. (1984). Osmotic concentration of potato. *Journal of Food Science*, 49(5), 1372-1376.
- Mayer, A.M. (2006). Polyphenol oxidases in plants and fungi: Going places? a review. *Phytochemistry*, 67(21), 2318-2331, doi: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.07.006>.
- Menakongka, A., Ruaengsritanyakij, S., Sripayak, S. and Suthiphongchai, S. (2019). Anti-proliferation and anti-migration effect of a medicinal mushroom, *Schizophyllum commune*, on human cholangiocarcinoma cell line. *Vajira Medical Journal: Journal of Urban Medicine*, 63(5), 325-336, doi: <https://doi.org/10.14456/vmj.2019.38>.
- Min, B., McClung, A. and Chen, M.H. (2014). Effects of hydrothermal processes on antioxidants in brown, purple and red bran whole grain rice (*Oryza sativa* L.). *Food Chemistry*, 159, 106-115, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.164>.
- Pursito, D.J., Purnomo, E.H., Fardiaz, D. and Hariyadi, P. (2022). Effect of sterility values and retort temperatures on the antioxidant activities, soluble protein, and pH of canned mushroom. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 10(2), 553-565, doi: <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.10.2.12>.

- Saetang, N., Ramaraj, R., Praphrue, R. and Unpaprom, Y. (2023). Unlocking the benefits of split gill mushroom: Chemical analysis and prebiotic properties of schizophyllan extract. *International Journal of Biological Macromolecules*, 252, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.126544>.
- Sapers, G.M., Panasiuk, O. and Carré, J. (1978). Effects of thermal processing and salt on the pH and acidity of home-canned tomatoes. *Journal of Food Science*, 43(3), 951-953, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1978.tb02461.x>.
- Wu, L.C., Hsu, H.W., Chen, Y.C., Chiu, C.C., Lin, Y.I. and Ho, J.A. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*, 95(2), 319-327, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.002>.
- Zamora, R. and Hidalgo, F.J. (2005). Coordinate contribution of lipid oxidation and maillard reaction to the non-enzymatic food browning. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(1), 49-59, doi: <https://doi.org/10.1080/10408690590900117>.
- Zhang, R., Zeng, Q., Deng, Y., Zhang, M., Wei, Z., Zhang, Y. and Tang, X. (2013). Phenolic profiles and antioxidant activity of litchi pulp of different cultivars cultivated in Southern China. *Food Chemistry*, 136(3-4), 1169-1176, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.085>.