

การศึกษาการเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงในการผลิตน้ำเห็ดสมุนไพรผสมเก็กฮวยพร้อมดื่ม

Study of Gac Fruit Aril Powder Enrichment in the Production of Ready-to-Drink from Medicinal Mushrooms Blended Chrysanthemum

วัฒนา วิรุฒิกร *

Wattana Wirivutthikorn *

Received: 16 August 2020, Revised: 7 May 2021, Accepted: 22 June 2021

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาสภาวะการทำแห้งเห็ดสมุนไพรและเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงและศึกษาปริมาณของเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงต่อคุณภาพของน้ำเห็ดสมุนไพรผสมเก็กฮวยพร้อมดื่ม การผลิตน้ำเห็ดสมุนไพรพร้อมดื่มใช้เห็ดสมุนไพร 2 ชนิด คือ เห็ดเข็มทอง และเห็ดหูหนูขาว ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งเห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาว และเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งเห็ดเข็มทองและเห็ดหูหนูขาวคือ 24 ชั่วโมง ส่วนเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวคือ 22 ชั่วโมง ในการผลิตน้ำเห็ดสมุนไพรมีสูตรส่วนผสมเห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาว 2.5 กรัม และเก็กฮวย 15 กรัม และทำการศึกษาปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวผงร้อยละ 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 ศึกษาสมบัติด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง และปริมาตรตะกอน ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และไลโคปีน คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale จากผลการทดลองพบว่า ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ปริมาตรตะกอน ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด และไลโคปีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยสิ่งทดลองที่มีปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวเพิ่มขึ้นทำให้ค่าร้อยละกรดทั้งหมด และไลโคปีนเพิ่มขึ้น คุณภาพทางจุลชีววิทยาไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในทุกสิ่งทดลอง ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติทุกด้าน การเพิ่มปริมาณ

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathum Thani 12130, Thailand.

* ผู้รับผิดชอบประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): wattana@rmutt.ac.th

เชื้อเห็ดฟักข้าวปริมาณมากขึ้นส่งผลทำให้การยอมรับรวมทางประสาทสัมผัสทุกด้านลดลง ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนยอมรับในสิ่งทดลองที่ 1 ที่มีการเสริมเชื้อเห็ดฟักข้าวร้อยละ 1.0 ด้านรสชาติและการยอมรับโดยรวมมากที่สุดเท่ากับ 6.93 และ 7.06 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เห็ดสมุนไพร, เชื้อเห็ดฟักข้าว, เห็ดฮวย, เครื่องดื่ม

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the optimum conditions for drying medicinal mushrooms and gac fruit aril. The quantities of gac fruit aril powder toward the qualities of ready to drink medicinal mushrooms and chrysanthemum juice were performed. The study of the optimum time for drying golden needle, Tremella mushroom and gac fruit aril was dried at 70^oc. It was found that the suitable time for drying golden needle mushroom and Tremella mushroom was 24 hours while the proper one for gac fruit aril was 22 hours. The production of medicinal mushrooms consisted of 2.5 g of golden needle, Tremella mushroom and 15 g of chrysanthemum and blended gac fruit aril and chrysanthemum beverage which were gac fruit powders (1.0, 1.5, 2.0 and 2.5%) by weight. The physical qualities of medicinal mushrooms blended with gac fruit aril and chrysanthemum beverage as brightness, redness, yellowness and sedimentation volume were detected. The chemical properties including pH, total acidity, total soluble solid and lycopene were determined. The microbiological quality was analyzed as total microorganism. The sensory quality in color, odor, taste and overall acceptability was done by 9-points hedonic scale. The results showed that brightness, redness, yellowness, pH, total acidity, total soluble solid and lycopene (excepted for total soluble solid) in all treatments were significantly different. The treatment showed that an increase in the amount of gac fruit aril resulted in a rise in the percentage of acidity and lycopene. The microbiological results showed that there were no microorganisms in all treatments. As for the sensory quality in terms of color, odor, taste, and overall acceptance, it was found that all values were statistically significant ($p \leq 0.05$). However, the higher levels of gac fruit aril cause a decrease in all sensory scores. The panelists gave the highest acceptance scores in Treatment 1 which enriched 1% of gac fruit aril on taste and overall acceptance values of 6.93 and 7.06, respectively.

Key words: medicinal mushroom, gac fruit aril, chrysanthemum, beverage

บทนำ

เห็ดจัดได้ว่าเป็นยาสมุนไพรที่มีมานานกว่าสี่พันปีในประเทศจีน ญี่ปุ่น เกาหลี และได้หวนสำหรับประเทศไทยแพทย์พื้นบ้านไทยได้ใช้เห็ด

สมุนไพรหลากหลายชนิดในการรักษาโรคมานานแล้ว ซึ่งเห็ดนอกจากจะใช้เป็นอาหารที่ให้โปรตีน วิตามิน และ เกลือแร่สูงแล้วยังมีคุณสมบัติเป็นยารักษาโรคได้อีกด้วย (Hobbs, 1995; Chenung, 1996;

Chenung, 1997) เห็ดเข็มทองเป็นเห็ดที่มีคุณค่าทางอาหารสูงไม่แพ้เห็ดชนิดอื่นๆ เป็นเห็ดที่มีการปลูกเชิงการค้า โดยเฉพาะปริมาณวิตามินบีที่มีมากอันเป็นคุณค่าทางโภชนาการพื้นฐานของพืชตระกูลเห็ด ซึ่งเห็ดเข็มทองในปริมาณเพียง 1 ถ้วยก็มีสารไนอะซินหรือวิตามินบี 3 สูงถึงร้อยละ 23 ของปริมาณที่ร่างกายควรได้รับต่อวัน จากลักษณะสัณฐานวิทยาของเห็ดเข็มทองซึ่งมีส่วนของรากหรือเส้นใยที่ต้องตัดทิ้งเป็นสัดส่วนค่อนข้างมาก (Yuenyongputtakal *et al.*, 2017) มีรายงานที่เกี่ยวกับส่วนที่ไม่นิยมบริโภคของเห็ดเข็มทองหมายถึงส่วนโคนลำต้นและส่วนเส้นใยเห็ดเข็มทองที่ผู้บริโภคมักตัดทิ้ง ส่วนนี้ยังมีคุณค่าทางอาหารเมื่อนำมาศึกษาโปรตีน สารประกอบฟีนอลิก ทั้งหมด กาบา และสมบัติต้านอนุมูลอิสระ พบว่ามีองค์ประกอบของโปรตีน (73.60 g/100g db) สารประกอบฟีนอลิก ทั้งหมด (13.33 gGAE/100g db) และสารกาบา (gamma-aminobutyric acid) (0.61 g/100g db) และมีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ 54.98) (Wongbasg *et al.*, 2009; Yuenyongputtakal *et al.*, 2017) รายงานว่า ในส่วนยอดหรือส่วนที่งอกใหม่ของพืชมักตรวจพบปริมาณกาบาได้มากกว่าส่วนอื่น เนื่องจากในระหว่างที่กระบวนการงอกเกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดการย่อยสลายกรดกลูตามิกทำให้เกิดการสะสมของกาบาไว้ได้มากกว่าส่วนต่างๆ ของพืช เห็ดหูหนูขาวถูกยกย่องเป็นสุดยอดของเห็ด สมัยก่อนเป็นเห็ดที่พบได้น้อยตามธรรมชาติ ราคาแพงเป็นอาหารบำรุงสำหรับคนที่มีฐานะร่ำรวย แต่ในปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงทำให้ราคาถูกลงหาซื้อได้ง่าย เห็ดหูหนูขาวมีส่วนประกอบของโปรตีน ไขมัน น้ำตาล โยอาหาร วิตามิน และสารจำเป็นต่างๆ รวมทั้งน้ำมันยางอย่างอุดมสมบูรณ์ (Wuttithammavej, 2009) ดอกเก็กฮวยมีสารพวกฟลาโวนอยด์ อีดินิน สเตาโคควิน โคลีน กรดอะมิโน และน้ำมันหอมระเหยที่ช่วยรักษาและป้องกันโรคเส้นเลือดหัวใจตีบ

ช่วยขยายหลอดเลือดลดการเกิดภาวะหัวใจล้มเหลว (Phonprapai *et al.*, 2019) พักข้าวเป็นพืชที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ด้านคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะส่วนของเชื้อหุ้มเมล็ดที่มักจะถูกนำมาบริโภคและนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ คือการทำเป็นผงนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมอาหารได้ซึ่งเป็นแหล่งที่สำคัญของสารไลโคปีนเป็นสารที่พบในกลุ่มของแคโรทีนอยด์พบได้ในผักและผลไม้บางชนิดทำหน้าที่เป็นรงควัตถุรวบรวมแสงให้แก่พืชและป้องกันพืชผักจากออกซิเจนโมเลกุลเดี่ยว (อนุมูลอิสระ) นอกจากนี้ยังมีวิตามินซี เบต้าแคโรทีน แคลเซียม และเหล็ก (Phamonprawat, 2013; Punkaew *et al.*, 2016) และดอกเก็กฮวยมีสารพวกฟลาโวนอยด์ ไครแซนทีมิน อีดินิน สเตาโคควิน โคลีน กรดอะมิโน และน้ำมันหอมระเหยที่ช่วยรักษาและป้องกันโรคเส้นเลือดหัวใจตีบช่วยขยายหลอดเลือดลดการเกิดภาวะหัวใจล้มเหลว (Phonprapai *et al.*, 2019) ตัวอย่างงานวิจัยที่เคยมีผู้ศึกษาในการนำเห็ดมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร Suwanno and Maksuwan (2010) ศึกษาอัตราส่วนของเห็ดสมุนไพรและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำเห็ดสมุนไพรสกัดพร้อมดื่มโดยใช้เห็ดสมุนไพร 6 ชนิด (เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรมฮังการี เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดหูหนู เห็ดหอม และเห็ดหลินจือ) จากการศึกษาพบว่าสูตรน้ำเห็ดสมุนไพรสกัดที่เหมาะสมมีสองสูตร คือ สูตรธรรมชาติประกอบด้วยเห็ดนางรมฮังการี: เห็ดเป๋าฮื้อ: เห็ดหอม: เห็ดหลินจือ อัตราส่วนโดยน้ำหนักสด 1:1: 0.25: 0.25 และสูตรผสมน้ำผึ้งประกอบด้วยเห็ดเป๋าฮื้อ: เห็ดหอม: เห็ดหลินจือ อัตราส่วนโดยน้ำหนักสด 2: 2: 1 และเติมน้ำผึ้งร้อยละ 9 โดยปริมาตร ทั้งสองสูตรใช้อัตราส่วนของเห็ดต่อน้ำในการสกัด 1: 15 โดยน้ำหนัก ใช้อุณหภูมิในการสกัด 100 องศาเซลเซียส เวลา 90 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณสารโพลีแซคคาไรด์ในสูตร

ธรรมชาติและสูตรผสมน้ำผึ้งเท่ากับ 20 และ 253 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.40 และ 4.88 ซึ่งได้รับค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบรวมสูงสุดเท่ากับ 8.45 และ 8.15 ส่วนค่า L^* , $+a^*$ และ $+b^*$ เท่ากับ 26.43 19.23 และ -8.88 และ 45.91 24.25 และ -1.57 ตามลำดับ ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในขวดโพลีโพรพิลีนขนาด 200 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 3-5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่าในสูตรธรรมชาติมีสาร β -1,3-glucan เท่ากับ 31 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 42 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ Charoenphun and Sophe (2018) ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไยซึ่งประกอบด้วยน้ำเห็ด (เห็ดหลินจือ เห็ดหอม และเห็ดหัวลิง) ผสมลำไยร้อยละ 50-80 เห็ดหูหนูขาวร้อยละ 0-40 และน้ำตาลทรายร้อยละ 0-15 ได้ส่วนประกอบหลักของเครื่องดื่มจำนวน 11 สูตรทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน พบว่าสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากเห็ดและลำไย คือ สูตรที่มีน้ำเห็ด ผสมลำไย เห็ดหูหนูขาว และน้ำตาลทรายร้อยละ 64 28 และ 8 ตามลำดับ เป็นสูตรที่ได้คะแนนการยอมรับด้านความชอบรวมสูง เมื่อศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของการเติมการจีแนต่อเพคตินพบว่าสูตรที่มีเติมการจีแนต่อเพคตินร้อยละ 0.5 และ 1.5 เป็นสูตรมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงที่สุด Punkaew *et al.* (2016) ศึกษาผลของความเข้มข้นมอลโตเด็กซ์ทรินที่เติมลงไป (ร้อยละ 10 15 และ 20) ต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมีของผลิตภัณฑ์เยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงโดยทำการแยกเอาเมล็ดออกจากเยื่อหุ้มเมล็ดโดยการกรองผ่านตะแกรงนำเยื่อหุ้มเมล็ดมาผสมกับมอลโต-เด็กซ์ทริน และใช้ทวิน 80 เป็นอิมัลซิไฟเออร์ให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยการปั่น

แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสใช้เวลา 330 นาที แล้วนำมาปั่นให้เป็นผงละเอียด จากการทดลองพบว่าความเข้มข้นของมอลโตเด็กซ์ทรินที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เยื่อพืชข้าวผง แต่เนื่องจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร เช่น เห็ด พืชข้าวยังมีน้อยมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น สี กลิ่น รสชาติ ทำให้คนส่วนใหญ่ไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว โดยทั่วไปส่วนใหญ่เข้าใจเพียงว่าเห็ด และ พืชข้าวบริโภคเป็นอาหารเท่านั้น ในการผลิตน้ำเห็ดสมุนไพรสกัดพร้อมดื่มโดยใช้เห็ดสมุนไพร 2 ชนิด คือ เห็ดเข็มทอง และเห็ดหูหนูขาว ปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าว และเก็กฮวยมาช่วยในเรื่องการปรับปรุงสีนั้นน่าจะสามารถทำให้ลักษณะเครื่องดื่มที่ได้มีแนวโน้มออกไปในทางที่ดีขึ้นรวมทั้งเบต้าแคโรทีน และไลโคปีนที่ผลิตจากเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวจะช่วยเพิ่มความหลากหลายของสารอาหารมากให้มากขึ้น ปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ได้หันมาใส่ใจและดูแลสุขภาพโดยมีการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ทั้งนี้ยังเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าของสินค้าเกษตร และผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีความสำคัญทางเภสัชศาสตร์ ซึ่งน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ทำให้ประชาชนบริโภคเห็ดสมุนไพรมากขึ้น เพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพในการป้องกันโรคและเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย นอกจากนี้ยังสามารถผลิตในเชิงพาณิชย์เพื่อเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพสำหรับผู้รักสุขภาพที่ต้องการเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันร่างกายด้วยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การผลิตเห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาว เชื้อเห็ดฟักข้าวผง

การผลิตเห็ดเข็มทองผง นำเห็ดเข็มทอง 200 กรัม ล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นใช้มีดหั่นโคนทิ้ง นำเห็ดเข็มทองที่ได้มาฉีกเป็นเส้นๆ แล้วใส่ถาดอูมิเนียมโดยนำเข้าตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 สิ่งทดลอง แต่ใช้เวลาในการอบแห้งต่างกัน 3 สิ่งทดลอง คือ สิ่งทดลองที่ 1 2 และ 3 ใช้เวลาอบแห้ง 20 22 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ คัดแปลงจาก (Inchan, 2002; Yuenyongputtakal *et al.*, 2017) การผลิตเห็ดหูหนูขาวผง นำเห็ดหูหนูขาว 200 กรัม ล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นใช้มีดหั่นโคนทิ้ง นำเห็ดหูหนูขาวที่ได้มาฉีกเป็นเส้นๆ แล้วใส่ถาดอูมิเนียม นำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับการผลิตเห็ดเข็มทองผง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ คัดแปลงจาก Inchan (2002) การผลิตเชื้อเห็ดฟักข้าวผง นำผลฟักข้าวสดมาหั่น นำเอาเชื้อเห็ดฟักข้าวมากรองเอาเมล็ดออกแล้วจึงนำมาใส่ถาดอูมิเนียมโดยมีพลาสติกกรอง นำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับการผลิตเห็ดเข็มทองผง และการผลิตเห็ดหูหนูขาวผง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ คัดแปลงจาก (Punkaew *et al.*, 2016; Tanongkankit *et al.*, 2016) การผลิตน้ำแกงฮั้ว นำดอกแกงฮั้ว 15 กรัม มาต้มกับน้ำปริมาตร 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำมารองดอกแกงฮั้วออก คัดแปลงจาก Phonprapai *et al.* (2019)

2. การผลิตเห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาวและเชื้อเห็ดฟักข้าวผงผสมน้ำแกงฮั้วพร้อมดื่ม

เตรียมน้ำแกงฮั้วโดยการเติมน้ำตาลทราย 70 กรัม (13 บริกซ์) ผสมกับเห็ดเข็มทอง 2.5 กรัม และเห็ดหูหนูขาว 2.5 กรัม ต่อจากนั้นเติมเชื้อเห็ด

เมล็ดฟักข้าวผงที่ผ่านการอบ 22 ชั่วโมง แบ่งตัวอย่างออกเป็น 4 ส่วน คือ 10 15 20 และ 25 กรัม ดำเนินการปรับความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างให้มีค่าในช่วง 3.5-4.0 ด้วยกรดซิตริก ทำการกรองตัวอย่างที่ปรับความเป็นกรด-ด่าง แล้วด้วยผ้าขาวบาง เทตัวอย่างร้อนใส่ขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วปิดฝาให้สนิทและแช่เย็นทันที คัดแปลงจาก Boonpoo *et al.* (2003)

3. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ปริมาตรตะกอนวัดโดยใช้กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร คัดแปลงจาก Nuankhaekul (2004) วิธีการโดยการนำตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์นำมาเขย่าให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเทตัวอย่างลงในกระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทำการตรวจวัดค่าที่ได้รายงานผลหน่วยเป็นมิลลิลิตร

ค่าสีโดยใช้ colorimeter (AOAC, 2000) เตรียมเครื่องวัดสีเปิดเครื่อง ทำการตั้งค่า L^* , a^* และ b^* นำตัวอย่างที่ต้องการวัดวางบนอุปกรณ์วัดใช้แผ่นฟิล์มปิดให้สนิท วางเครื่องวัดสีลงบนฟิล์มใสให้มีลักษณะแนบสนิท กดปุ่มด้านข้าง อ่านค่าสีที่แสดง L^* , a^* และ b^* แล้วจดบันทึกผล

4. วิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องมือวัดยี่ห้อ Sartorius รุ่น PB 10 ประเทศสหรัฐอเมริกา (AOAC, 2000) ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solid) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (hand refractometer) (AOAC, 2000) กรดทั้งหมด (total acidity) โดยวิธีไตเตรท (AOAC, 2000) ไลโคปีน (AOAC, 2000) และความชื้น (AOAC, 2000)

5. วิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

วิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ทุกสิ่งทดลองที่อุณหภูมิ $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ (FDA Bacteriological Analytical Manual (BAM), 2008)

6. วิเคราะห์สมบัติทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพของน้ำเห็ดสมุนไพรผสมน้ำแกงฮั้วเสริมเชื้อเห็ดฟักข้าวด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี รสชาติ กลิ่น การยอมรับโดยรวม จำนวน 30 คน โดยการให้แบบทดสอบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scaling) (1 หมายถึง ไม่ชอบที่สุด 9 หมายถึง ชอบที่สุด) (Wiriyaajaree, 2002)

7. วิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลการผลิตน้ำเห็ดสมุนไพรผสมน้ำแกงฮั้วเสริมเชื้อเห็ดฟักข้าวใช้แผนการทดลองแบบ Factorial CRD การวิเคราะห์สมบัติกายภาพ และทางเคมี ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Wiriyaajaree, 2002)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ศึกษาสถานะการทำแห้งเห็ดสมุนไพรและเชื้อเห็ดฟักข้าว

จากผลการทดลองศึกษาความชื้นภายหลังการอบแห้งในตัวอย่างเชื้อเห็ดฟักข้าวผง เห็ดเข็มทองผง และเห็ดหูหนูขาวผงที่ผ่านการอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 1) ในการอบแห้งโดยทำการวัดค่าความชื้นในช่วงเวลาที่

แตกต่างกัน 3 ช่วง คือ 20 22 และ 24 ชั่วโมง เพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการอบตัวอย่าง จากผลการศึกษาพบว่าค่าความชื้นที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วงร้อยละ 84-92 (Suwanno and Makswan, 2010) จากการสังเกตลักษณะเห็ดหูหนูขาวมีขนาดใหญ่ อวบแน่นเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดเข็มทองมีลักษณะเป็นเส้นยาว บางๆ จากลักษณะภายนอกที่สังเกตจึงทำให้เห็ดมีสมบัติการอุ้มน้ำได้ดีกว่า (Stamets, 2000) และที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงทำให้เชื้อเห็ดฟักข้าวมีความชื้นน้อยที่สุดคือร้อยละ 84.93 รองลงมาคือระยะเวลา 22 ชั่วโมงมีค่าร้อยละ 85.12 และ 20 ชั่วโมงมีค่าร้อยละ 85.61 แต่เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์ค่าไลโคปีนในเชื้อเห็ดฟักข้าวผงหลังจากอบแห้งพบว่า เมื่ออบเป็นระยะเวลา 22 ชั่วโมงจะให้ค่าไลโคปีนสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 15.29 ไมโครกรัม/กรัม (Punkaew *et al.*, 2016) จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการใช้เวลาในการอบแห้งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้โดยการลดปริมาณน้ำและค่าออกซิเจนแอคทีวิตี (water activity) ซึ่งมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์ในการทำแห้งอาหารปริมาณมากและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์การใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้นทำให้ปริมาณความชื้นลดลงปริมาณการให้อากาศร้อนหรือลมร้อนมีผลทำให้ความร้อนถูกถ่ายเทไปยังผิวหน้าอาหารและน้ำในอาหารจะระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงการเกิดไอน้ำจะแพร่ผ่านฟิล์มอากาศและถูกพัดพาโดยลมร้อน ดังนั้นจากผลการทดลองที่ได้จึงเลือกเชื้อเห็ดฟักข้าวผงที่อบเป็นระยะเวลา 22 ชั่วโมงมาทำการศึกษาต่อไป ในทำนองเดียวกันกับการเลือกผงเชื้อเห็ดฟักข้าวทดสอบโดยการอบลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการทดสอบค่าระยะเวลาในการอบแห้งที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงทำให้เห็ดเข็มทองผงและเห็ดหูหนูขาวมีความชื้นน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับร้อยละ 8.99 และ 10.88

รองลงมาคือระยะเวลา 22 ชั่วโมง และ 20 ชั่วโมง มีค่าความชื้นร้อยละ 8.88 8.75 10.47 และ 9.22 ตามลำดับ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งเห็ดไม่ควรเกิน 90 องศาเซลเซียส ดังนั้นในการศึกษารังนี้จึงเลือกเห็ดเข็มทองผงและเห็ดหูหนูขาวผงที่อบเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง (Inchan, 2002; Boonpoo *et al.*, 2003; Rueangthurakit *et al.*, 2015; Yuenyongputtakal *et al.*, 2017; Nuangpirom *et al.*, 2018) มาทำการศึกษาต่อไป ลักษณะภายนอกเห็ดเข็มทองผง เห็ดหูหนูขาวผง และเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่เวลาในการอบแห้งต่างกันทำให้ลักษณะสีที่ได้แตกต่างกันไปดังภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าเห็ดเข็มทองผงที่ได้มีสีน้ำตาลแดง เห็ดหูหนูขาวผงมีสีน้ำตาลอ่อน ส่วนเยื่อหุ้มผักขาวมีสีแดง ทั้งนี้เนื่องมาจากกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงใช้เวลาในการอบแห้งนาน 20-24 ชั่วโมง สามารถเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ทั้งแบบมีเอนไซม์และไม่มีเอนไซม์และมีผลต่อสารให้กลิ่นในเห็ด (Saengow *et al.*, 2001) ในส่วนของเห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาว และผักขาวมีโปรตีนและน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสามารถเกิดปฏิกิริยามอลาร์ด (Maillard) ได้ ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์ของผักผลไม้เกิดการชำรุดหรือฉีกขาดทำให้สารประกอบฟีนอลิกที่มีอยู่ในผักผลไม้สัมผัสกับอากาศโดยมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้เป็นสารสีน้ำตาลที่เรียกว่าเมลานิน (melanin) (Tantaphanichakul, 2004; Yuenyongputtakal *et al.*, 2017) ส่วนผักขาวยังคงมีสีแดงเนื่องจากรงควัตถุที่พบมากคือ แคลโรทีนอยด์ประเภทไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนสูงโดยเฉพาะเนื้อผักขาวมีเบต้าแคโรทีนเท่ากับ 22.1 และไลโคปีน 0.9 ไมโครกรัม/กรัมของน้ำหนักผล ส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวมีเบต้าแคโรทีน 0.9 และไลโคปีน 380 ไมโครกรัม/กรัมของน้ำหนักผล (Tantaphanichakul, 2004; Punkaew *et al.*, 2016)

2. ศึกษาสมบัติทางกายภาพผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดสมุนไพรผสมเก็กฮวยเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวพร้อมดื่ม

จากตารางที่ 1 และภาพที่ 2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพด้านความสว่าง ค่าสี พบว่าค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์หลังจากผสมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงที่ผลิตได้ทั้ง 4 สิ่งทดลองพบว่าการเปรียบเทียบค่าการวิเคราะห์ค่า L^* , $+a^*$ และ $+b^*$ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 4 สิ่งทดลอง ($p \leq 0.05$) จากผลการวิจัยพบว่า ลักษณะผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลอมแดงเหลืองเป็นผลเนื่องมาจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงสามารถเกิดปฏิกิริยาโดยฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) จึงสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ เมื่อสารประกอบฟีนอลิกและออกซิเจนสัมผัสกัน โดยมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา สารโมโนฟีนอล (monophenol) ซึ่งไม่มีสีจะถูกออกซิไดซ์ เป็นไดฟีนอล (diphenol) ซึ่งไม่มีสีและถูกออกซิไดซ์ต่อเป็น o-quinone ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับกรดอะมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาล และจะรวมตัวกันเป็นโพลีเมอร์ที่มีโมเลกุลใหญ่และมีสีน้ำตาล เช่น เมลานิน จึงทำให้ตัวอย่างเห็ดเข็มทองผงที่ได้มีสีออกทางแดงและเหลือง สีที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองจะแตกต่างกัน เมื่อเติมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวผงในปริมาณที่ต่างกัน (Ulzijargal *et al.*, 2013) จากภาพจะเห็นได้ว่าเมื่อเติมปริมาณเยื่อหุ้มผักขาวผงในปริมาณที่มากขึ้นมีผลทำให้ความสว่างและค่าสี $+b^*$ มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ มีแนวโน้มไปทางสีเหลืองเพิ่มมากขึ้นซึ่งเป็นลักษณะสีที่ดีของเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวและดอกเก็กฮวยที่เติมลงไปซึ่งค่าที่ได้ตรงข้ามกับค่าสี $+a^*$ มีแนวโน้มเพิ่ม โดยมีแนวโน้มไปทางสีแดงซึ่งเป็นสีของรงควัตถุแคโรทีนอยด์หลักในผักขาวซึ่งรงควัตถุนี้นี้ประกอบด้วยพันธะคู่เป็นจำนวนมากเมื่อสัมผัสความร้อนผ่านการอบแห้งและสีของเห็ดเข็มทอง เห็ด

หนูหนูขาวที่ผ่านการอบแห้งถูกออกซิไดซ์จึงทำให้สี
จางลง นอกจากนี้การเปลี่ยนโครงสร้างของแคโรที
นอยด์ที่เกิดจากการเปลี่ยนไอโซเมอร์จากทรานส์
(trans) ไปเป็นซิส (cis) ซึ่งเป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์
ที่มีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงไปปริมาณมากขึ้น
(Tantaphanichakul, 2004; Punkaew *et al.*, 2016)
สำหรับปริมาตรตะกอนที่วัดได้ทำได้โดยการนำ
ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทดสอบมาเขย่าให้เข้ากันเป็นเนื้อ
เดียวกันและเทลงในกระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร
นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิศูนย์ (4±2 °C) เป็นเวลา 24
ชั่วโมง ทำการวัดปริมาตรตะกอนที่เกิดขึ้น พบว่า สิ่ง
ทดลองที่ 1 มีปริมาตรตะกอนน้อยที่สุดคือ 12.5 มิลลิลิตร
ส่วนสิ่งทดลองที่ 5 มีปริมาตรตะกอนที่มากที่สุดคือ
33.0 มิลลิลิตร จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า การเติม
เยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้ม
ทำให้มีตะกอนเพิ่มมากขึ้น (Nuankhaekul, 2004)

3. ศึกษาสมบัติทางเคมีน้ำเห็ดสมุนไพรผสมเก็กฮวย เสริมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวพร้อมดื่ม

จากผลการวิเคราะห์ (ตารางที่ 2) ค่าความ
เป็นกรด-ด่าง พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ
($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืช
ข้าวผงร้อยละ 2.5 จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุด
คือ 3.69 รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมเยื่อหุ้ม
เมล็ดพืชข้าวผงร้อยละ 2 และ 1.5 ที่มีค่าความเป็น
กรด-ด่างเท่ากันคือ 3.65 และผลิตภัณฑ์ที่มีการเติม
เยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงร้อยละ 1 ที่มีค่าความเป็นกรด-
ด่างคือ 3.61 ค่าที่วัดได้ไม่แตกต่างกันมาก แสดงว่า
อัตราส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงที่เติมลงไปไม่มีผล
ต่อค่าที่วัดได้ (Nuankhaekul, 2004; Wirivutthikom, 2018) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่วัดได้
ครอบคลุมปริมาณน้ำตาลทรายและสารอื่นที่ละลาย
น้ำได้ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ
ได้ทั้งหมดมากที่สุดคือ สิ่งทดลองที่ 1 รองลงมาคือ
สิ่งทดลองที่ 4 3 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณ

ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเท่ากับ 14.0 13.0
12.6 และ 12.0 ปริมาณ ตามลำดับ แสดงว่าอัตราส่วน
เยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงที่เติมลงไปไม่มีผลต่อค่าที่วัดได้ผลที่
วัดได้เป็นไปทำนองเดียวกันกับค่าความเป็นกรด-ด่าง
(Nuankhaekul, 2004; Wirivutthikom, 2018) ปริมาณ
กรดทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เห็ดเข็มทอง เห็ดหนูหนูขาว
และเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงผสมน้ำเก็กฮวยพร้อมดื่ม
พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย
ผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวร้อยละ 2.5
มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงที่สุดรองลงมาคือผลิตภัณฑ์
ที่มีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงร้อยละ 2.0 1.5 และ
1.0 ซึ่งมีปริมาณกรดทั้งหมดคือ ร้อยละ 0.20 0.16
และ 0.14 ตามลำดับ ปริมาณกรดที่วัดได้มีค่าเพิ่มขึ้น
ตามเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงที่เติมลงไปแต่ค่าที่วัดได้
ในแต่สิ่งทดลองมีค่าใกล้เคียงมาก (Nuankhaekul,
2004; Wirivutthikom, 2018) โลโคป็นในแต่ละสูตร
มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์มี
แนวโน้มสูงขึ้น โดยสิ่งทดลองที่ 1 ถึงสิ่งทดลองที่ 4
มีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวผงร้อยละ 1.0 1.5 2.0
และ 2.5 ตามลำดับ พบว่า ค่าโลโคป็นมากที่สุดคือสิ่ง
ทดลองที่ 4 แสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ด
พืชข้าวผงเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้ค่าโลโคป็นมากขึ้น
ตามปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวที่เติมลงไป (Nuankhaekul,
2004; Punkaew *et al.*, 2016; Tanongkankit *et al.*,
2016)

4. ศึกษาสมบัติทางจุลชีววิทยาน้ำเห็ดสมุนไพรผสม เก็กฮวยเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวพร้อมดื่ม

ผลการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด
ของผลิตภัณฑ์พบว่า การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์
ทั้งหมดไม่มีการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและเป็น
อาหารที่มีความเป็นกรดสูง ความเป็นกรดนี้สามารถ
ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและเป็น
ผลิตภัณฑ์ที่มีการให้ความร้อนสูงในกระบวนการ

ผลิตจึงไม่พบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ (Suwanno and Maksuwan, 2010)

5. ศึกษาสมบัติทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาว และเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวผัดผสมน้ำแกงฮวยพร้อมดื่ม

เนื่องจากการผลิตน้ำเห็ดสมุนไพรสดพร้อมดื่มสูตรที่ใช้เห็ดสองชนิด (เห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาว) ผสมผักข้าวผัดมีกลิ่นของผักข้าวผัดโดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน (ตารางที่ 3) พบว่า ผู้ทดสอบชิมบางคนไม่ชอบ และไม่มีรสชาติหรือกลิ่นที่หอม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการเติมแกงฮวยเป็นพืชสมุนไพรที่มีประโยชน์ต่อร่างกายและมีกลิ่นของแกงฮวย ซึ่งจะช่วยให้เรื่องของสี กลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มได้ จากการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์พบว่า ด้านสีเห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาว และเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวผัดผสมน้ำแกงฮวยพร้อมดื่มในคานสี พบว่าค่าคะแนนการยอมรับมีค่าลดลงตามปริมาณเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวที่ใส่ จะเห็นได้ว่าสิ่งทดลองที่ 4 มีค่าคะแนนด้านสีต่ำสุด ทั้งนี้เหตุผลหนึ่งที่น่าจะเป็นไปได้คือ การเติมเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวในปริมาณที่มากเกินไปทำให้สีแดงเข้มมากเกินไปเป็นสีของปริมาณรงควัตถุไลโคปีนและสีน้ำตาลที่เกิดจากการให้ความร้อนในเห็ดเข็มทองอบแห้ง เห็ดหูหนูอบแห้ง และเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวผัดทำให้ผู้ทดสอบชิมบางคนไม่ชอบ ด้านกลิ่นจะเห็นได้ว่าผลการวิจัย

เป็นไปทำนองเดียวกับด้านสี การเติมเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวผัดในปริมาณที่มากเกินไป ทำให้ผู้ทดสอบชิมไม่ยอมรับทั้งนี้เนื่องจาก ผักข้าวเป็นพืชที่มีกลิ่นเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะตัว ด้านรสชาติผลการวิจัยก็เป็นไปทำนองเดียวกันกับด้านสี และกลิ่น การเติมเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวผัดในปริมาณที่มากเกินไปก่อให้เกิดผลเสียด้านสี กลิ่น และรสชาติ จะเห็นได้ว่าสิ่งทดลองที่ 1 การเติมเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวผัดร้อยละ 1 มีคะแนนความชอบมากกว่าสิ่งทดลองที่ 2 3 และ 4 เนื่องจากปริมาณเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวผัดแตกต่างกัน ทำให้รสชาติมีความเข้มข้นของปริมาณเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวผัดไม่เท่ากันจึงมีผลทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์เห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาว และเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวผัดผสมน้ำแกงฮวยพร้อมดื่มแตกต่างกัน ด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์พบว่า สิ่งทดลองที่ 1 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับโดยรวมมากที่สุดคือ 7.06 สิ่งทดลองที่ 4 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับโดยรวมน้อยที่สุดคือ 5.35 จากค่าที่วิเคราะห์ได้ถือว่าเป็นคะแนนที่ค่อนข้างต่ำมากสำหรับด้านการยอมรับโดยรวม สำหรับเหตุผลที่เป็นไปได้เนื่องจากในสิ่งทดลองที่ 4 มีการเติมปริมาณเห็ดหุ้มเมล็ดผักข้าวในปริมาณมากที่สุดซึ่งปริมาณที่มากเกินไปส่งผลให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทุกด้าน (Suwanno and Maksuwan, 2010; Punkaew *et al.*, 2016)

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพผลิตภัณฑ์เห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาว และเห็ดหุ้มเมล็ดผักข่าผงผสมน้ำแก๊สไฮดรอกไซด์ที่ปริมาณเห็ดหุ้มเมล็ดผักข่าผงต่างกัน

สิ่งทดลองที่	ค่าที่วัดได้*			
	L*	+a*	+b*	ปริมาตรตะกอน (มล)*
1	27.90±0.09 ^a	3.14±0.07 ^b	6.23±0.32 ^a	12.5±0.14 ^d
2	24.46±1.21 ^b	3.49±0.65 ^b	6.00±0.66 ^a	17.0±0.76 ^c
3	22.42±0.56 ^{bc}	5.38±0.87 ^a	3.76±0.23 ^b	24.7±0.32 ^b
4	21.63±1.51 ^c	5.43±1.08 ^a	2.59±0.65 ^c	33.0±0.89 ^a

หมายเหตุ: L* หมายถึง ความสว่างซึ่งมีค่าจาก 0 (ดำ) ถึง 100 (สีขาว)

+a* หมายถึง ค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง โดยค่า - a*คือสีเขียว และค่า+a*คือสีแดง

+b* หมายถึง ค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยค่า - b*คือสีน้ำเงิน และค่า+b*คือสีเหลือง

*a,b,c แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ ($p \leq 0.05$)

สิ่งทดลองที่ 1 เติมเห็ดหุ้มเมล็ดผักข่าร้อยละ 1.0

สิ่งทดลองที่ 2 เติมเห็ดหุ้มเมล็ดผักข่าร้อยละ 1.5

สิ่งทดลองที่ 3 เติมเห็ดหุ้มเมล็ดผักข่าร้อยละ 2.0

สิ่งทดลองที่ 4 เติมเห็ดหุ้มเมล็ดผักข่าร้อยละ 2.5



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 1 ลักษณะเห็ดผงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ก) เห็ดเข็มทองผง (ข) เห็ดหูหนูขาวผง (ค) เห็ดหุ้มเมล็ดผักข่าผง



(1) (2) (3) (4)

ภาพที่ 2 ผลผลิตก้นเห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาว และเชื้อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงผสมน้ำแก๊สไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยที่ (1) (2) (3) (4) เติบโตเชื้อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีผลผลิตก้นเห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาว และเชื้อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงผสมน้ำแก๊สไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ ปริมาณเชื้อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงต่างกัน

สิ่งทดลองที่	ค่าที่วัดได้*			
	ความเป็นกรด-ด่าง*	ของแข็งละลายน้ำได้ ทั้งหมด ($^{\circ}$ บริกซ์) ^{ns}	กรดทั้งหมด* (ร้อยละ)	ไลโปปีน* (ไมโครกรัม/กรัม)
1	3.61±0.43 ^b	14.0±0.81	0.14±0.09 ^d	3.97±1.32 ^d
2	3.65±0.87 ^{ab}	12.0±0.07	0.16±0.14 ^c	6.43±1.43 ^c
3	3.65±1.12 ^{ab}	12.6±0.32	0.20±0.16 ^b	8.54±2.11 ^b
4	3.69±0.56 ^a	13.0±0.56	0.29±0.81 ^a	10.73±0.99 ^a

หมายเหตุ: *a,b,c แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่ ($p \leq 0.05$)

ns แสดงถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวดิ่ง ($p > 0.05$)

สิ่งทดลองที่ 1 เติบโตเชื้อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 1.0

สิ่งทดลองที่ 2 เติบโตเชื้อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 1.5

สิ่งทดลองที่ 3 เติบโตเชื้อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 2.0

สิ่งทดลองที่ 4 เติบโตเชื้อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงร้อยละ 2.5

ตารางที่ 3 สมบัติทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาวและเชื้อหุ้มเมล็ดผักขำผงผสมน้ำแก๊สฮวยพร้อมดื่ม

สิ่งทดลองที่	ค่าที่วัดได้*			
	สี*	กลิ่น*	รสชาติ*	การยอมรับโดยรวม*
1	7.66±0.32 ^a	6.83±0.89 ^a	6.93±0.76 ^a	7.06±0.54 ^a
2	7.40±1.13 ^{ab}	6.23±0.98 ^b	6.30±1.10 ^b	6.23±1.21 ^b
3	7.20±0.43 ^{bc}	6.16±0.45 ^b	5.86±0.23 ^{bc}	5.75±0.78 ^c
4	6.83±1.13 ^c	5.50±1.13 ^c	5.53±0.24 ^c	5.35±0.76 ^d

หมายเหตุ: *a,b,c,... แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่ ($p \leq 0.05$)

สิ่งทดลองที่ 1 เติมเชื้อหุ้มเมล็ดผักขำร้อยละ 1.0

สิ่งทดลองที่ 2 เติมเชื้อหุ้มเมล็ดผักขำร้อยละ 1.5

สิ่งทดลองที่ 3 เติมเชื้อหุ้มเมล็ดผักขำร้อยละ 2.0

สิ่งทดลองที่ 4 เติมเชื้อหุ้มเมล็ดผักขำร้อยละ 2.5

สรุป

1. จากการศึกษาเวลาในการอบเชื้อหุ้มเมล็ดผักขำผงเวลาที่เหมาะสมต่อคุณภาพของเชื้อหุ้มเมล็ดผักขำผงคือ 22 ชั่วโมง เนื่องจากมีค่าความชื้นที่ลดลงซึ่งมีร้อยละความชื้นเฉลี่ยคือ 85.12 และมีค่าไคโป้นสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 15.29 ไมโครกรัม/กรัม และจากการศึกษาเวลาในการอบเห็ดเข็มทองผงและเห็ดหูหนูขาวผงที่เหมาะสมต่อคุณภาพเห็ดเข็มทองผงและเห็ดหูหนูขาวผงคือ 24 ชั่วโมงเนื่องจากมีความชื้นผงสุดท้ายซึ่งมีค่าร้อยละคือ 8.99 และ 10.88 ตามลำดับ

2. จากการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพทางเคมี จุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนูขาว และเชื้อหุ้มเมล็ดผักขำผงผสมน้ำแก๊สฮวยพร้อมดื่มที่ปริมาณเชื้อหุ้มเมล็ดผักขำผงต่างกัน และเติมเชื้อหุ้มเมล็ดผักขำผงร้อยละ 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 พบว่าค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง ปริมาตรตะกอน ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไคโป้น

ปริมาณกรดทั้งหมด และการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ตะกอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คุณภาพทางจุลชีววิทยาไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในทุกสิ่งทดลอง

3. จากผลการวิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัสพบว่าสิ่งทดลองที่ 1 มีการเติมเชื้อหุ้มเมล็ดผักขำผงร้อยละ 1 ผสมดอกแก๊สฮวย 15 กรัม กับเห็ดเข็มทองและเห็ดหูหนูขาว 2.5 กรัม ตามลำดับ เป็นสิ่งทดลองที่เหมาะสมที่สุดในด้านการยอมรับทุกด้านคือ ด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ในขณะที่การเติมเชื้อหุ้มเมล็ดผักขำผงร้อยละ 2.5 มีผลทำให้การยอมรับรวมด้านประสาทสัมผัสลดลงทุกด้าน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จจุล่งไปด้วยดี ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารชั้นปีที่ 4 เจ้าหน้าที่สาขาฯ คณะ

เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ช่วยให้เหลือด้านการเตรียมตัวอย่าง การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลและอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ในการปฏิบัติการทดลองจนการ สนับสนุนทุนวิจัยด้วยเงินงบประมาณคณะฯ จนแล้วเสร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2000. **Official method of analysis**. 17th ed. Association of Official Chemists, Washington D.C.
- Boonpoo, S., Sirisansaneeyakul, S., Jittanit, W., Parakulsuksatid, P., Songpim, M., Mongkolkam, D. and Khuenpet, K. 2003. Development of processing of gac fruit powder, pp. 247-254. *In Proceedings of 52nd Kasetsart University Annual Conference: Agro Industry*. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Charoenphun, N. and Sophe, G. 2018. Healthy drinks from mushrooms and longan. **Journal of Science and Technology** 28(3): 480-493. (in Thai)
- Chenung, P.C.K. 1996. Dietary fiber content and composition of some cultivated edible mushroom fruiting bodies and mycelia. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 44(2): 468-471.
- Chenung, P.C.K. 1997. Chemical evaluation of some lesser known edible mushroom mycelia produced in submerged culture from soy milk waste. **Food Chemistry** 60(1): 61-65.
- FDA Bacteriological Analytical Manual (BAM). 2008. **Chapter 3 and 18**. Available Source: <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm>, October 13, 2008.
- Hobbs, C. 1995. **Medicinal mushrooms: an exploration of tradition, healing and culture**. Botanica Press, Summertown.
- Inchan, C. 2002. Drying of *Pleurotus Sajor-Caju* by a solar modular dryer. Master Degree of Mechanical Engineering Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Nuangpirom, P., Techapunratanakul, N., Panta, S., Maneewan, D. and Chitanu, K. 2018. Potential development and capacity building for mushroom product processing: Case study of Sukprasert Mushroom Farm. **Journal of Socially Engaged Scholarship Rajamangala University of Technology Lanna** 2(2): 41-51. (in Thai)
- Nuankhaekul, S. 2004. Development of corn beverage supplemented with dietary fiber from residue from corn milk production process. Master Degree of Science Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Phamonprawat, K. 2013. **Gac, a very valuable local plant**. 1st ed. Phan villager publishing house, Bangkok. (in Thai)
- Phonprapai, C., Ontawee, S., Sukaim, J. and Thongsong, P. 2019. Influences of extraction methods on extraction yield and antioxidant activity of Thai herbal extracts. **Thai Journal of Science and Technology** 8(5): 493-508. (in Thai)
- Punkaew, T., Hnongkhunsan, K. and Baipong, S. 2016. The appropriate amount of maltodextrin for

- gac aril powder processing. **Journal of Food Science and Technology** 1: 1-10. (in Thai)
- Rueangthurakit, W., Patanathavorn, N. and Wongpakdee, C. 2015. Mushroom drying by hot air. Bachelor Degree of Mechanical Engineering Thesis, Burapa University. (in Thai)
- Saengow, K., Katipun, Y., Suttihanalert, W., Yoovidhya, T. and Rattanasomboon, N. 2001. Effect of drying condition on shiitake mushroom flavor. **Journal of Research and Development King Mongkut's University of Technology Thonburi** 44(3): 285-297. (in Thai)
- Stamets, P. 2000. **Growing gourmet and medicinal mushrooms**. Speed Press, California.
- Suwanno, S. and Maksuwan, S. 2010. Production of extracted medicinal mushrooms juice ready-to-drink. **Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok** 20(2): 278-288. (in Thai)
- Tanongkankit, Y., Narkprasom, K. and Narkprasom, N. 2016. Effect of Processing on Physical Property and Carotenoid Content in Natural Food Colorant from Gac aril. **Journal of Food Technology Siam University** 11(1): 47-57. (in Thai)
- Tantaphanichakul, R. 2004. **Food Chemistry**. 2nd ed. Ramkhamhaeng University Press, Bangkok. (in Thai)
- Ulziijargal, E., Yang, J.H., Lin, L.Y., Chen, C.P. and Mau, J.L. 2013. Quality of bread supplemented with mushroom mycelia. **Journal of Food Chem** 138(1): 70-76.
- Wirivutthikorn, W. 2018. Effect of ratio of okra gac fruit and passion fruit on color and preferences of mixed juice. **International Journal of Food Engineering** 4(3): 212-215.
- Wiriyaajaree, P. 2002. **Experimental design**. 2nd ed. Department of Product Development Technology, Faculty of Agro Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai. (in Thai)
- Wongbasg, C., Jangchud, K., Jangchud, A., Tungtrakul, P. and Tadakittisarn, S. 2009. Germination condition affecting the physical and chemical properties of germinated glutinous brown rice flour, pp. 630-638. *In Proceedings of 47th Kasetsart University Annual Conference: Agro Industry*. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Wuttithammavej, W. 2009. **Thai herbs**. 3rd ed. Silp Siam Packaging and Printing, Bangkok. (in Thai)
- Yuenyongputtakal, W., Limroongreungrat, K., Chaipanand, P. and Srimuang, T. 2017. Effect of hot air drying temperature and time on qualities of enoki mushroom (*Flammulina velutipes*) powder produced from uncommonly consumed part. **Journal of Science and Technology** 25(6): 1001-1014. (in Thai)