

สารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของเห็ดป่า จากป่าชุมชนบ้านน้ำจาง จังหวัดเพชรบูรณ์

น้ำฝน เบ้าทองคำ^{1*} ถนอมนวล พรหมบุญ²

¹ คณะครุศาสตร์ ² คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพชรบูรณ์

* corresponding author e-mail: namfon_wk@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากเห็ดป่า 5 ชนิด คือ เห็ดน้ำผึ้ง (*Thaeogyroporus porentosus*) เห็ดไข่ (*Amanita princeps*) เห็ดไค (*Russula virescens*) เห็ดถ่านใหญ่ (*Russula nigricans*) และเห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetica*) เก็บจากป่าชุมชนของจังหวัดเพชรบูรณ์ นำมาสกัดในตัวทำละลาย 3 ชนิด (น้ำ เมทานอล และเอทิลอะซิเตท) ทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging capacity และวิเคราะห์ปริมาณรวมของสารฟีนอลิกด้วยวิธี Folin-Ciocalteu methods ผลการวิจัยความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox ที่ค่า IC₅₀ เท่ากับ 2.24 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสารจากเห็ดไข่ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตทแสดงสมบัติยับยั้งอนุมูลอิสระดีที่สุดด้วยความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยสมบัติการยับยั้งไปในทิศทางเดียวกับค่าปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 67.91 มิลลิกรัม กรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิก) จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่าเห็ดป่าที่นำมารับประทานเป็นอาหารมีผลยับยั้งอนุมูลอิสระ และสามารถนำมาพัฒนาเป็นอาหารเสริมเพื่อสุขภาพหรือยารักษาโรค คณะผู้วิจัยเสนอแนะให้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารที่มีอยู่ในเห็ด เพื่อผลประโยชน์ทางด้านเภสัชกรรม เนื่องจากสารตัวอย่างจากเห็ดไคในตัวทำละลายน้ำและเห็ดไข่ในตัวทำละลายเมทานอล มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ระดับความเข้มข้น 0.03 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 5.10 และ 5.56 มิลลิกรัม กรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ จึงควรมีการวิจัยเพิ่มเพื่อหาข้อมูลว่ามีสารชนิดอื่นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ และสารประกอบอื่นๆ ในเห็ดป่าเหล่านี้

คำสำคัญ : สารต้านอนุมูลอิสระ สารฟีนอลิก เห็ดป่า

Antioxidant and total phenolics content of wild mushrooms from the community forest of Bannamchang, Phetchaboon province

Namfon Baowthongkum^{1*} and Thanomnual Promboon²

¹Faculty of Education ²Faculty of Science, Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun

*corresponding author e-mail: namfon_wk@hotmail.com

Abstract

The purpose of this research was to study antioxidant and total phenolics content of 5 species of wild mushrooms, collected from the local forest of Phetchaboon province. These were *Thaeogyroporus porentosus*, *Amanita princeps*, *Russula virescens*, *Russula nigricans* and *Russula emetic*. These mushrooms were extracted by using 3 types of solution, i.e., water, methanol and ethyl acetate. Antioxidant activity was determined by using DPPH radical scavenging capacity and Folin-Ciocalteu methods to obtain total content of phenolics. As a result, *A. princeps* in ethyl acetate gave the highest antioxidant activity value (0.01 mg/ml) and high total phenolic content (67.91 milligram gallic acid/gram extract) (using gallic acid as standardizing agent). Some of these mushrooms were not served as well as a good source of supplements. However, *R. virescens* in water and *A. princeps* in methanol showed higher antioxidant activity values of 0.03 and 0.02 mg/ml, respectively, which were contrary to total phenolics (5.10 and 5.56 milligram gallic acid/gram extract respectively). Further research is needed to determine whether these wild mushrooms have different antioxidant agents and chemical composition.

keywords : antioxidant, phenolic compound, wild mushrooms

บทนำ

เห็ดจัดอยู่ในอาณาจักรรา (kingdom eumycota, Fungi) เป็นองค์ประกอบสำคัญในระบบนิเวศป่าไม้ ตามบทบาทหน้าที่หลัก 3 กลุ่ม ได้แก่ เห็ดผู้ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ (saprophytic mushroom) เห็ดที่มีความสัมพันธ์ร่วมกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น (symbiosis mushroom) และเห็ดที่เป็นปรสิตของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น (parasitic mushroom) ซึ่งถ้าขาดเห็ดเหล่านี้ในระบบนิเวศแล้วจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ทำให้ระบบนิเวศขาดความสมดุลได้ (บาร์มี และคณะ, 2549) ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพรวมทั้งเห็ดราที่มีอยู่มากมายหลากหลายชนิดที่คนไทยนำมาใช้ประโยชน์บนฐานภูมิปัญญาท้องถิ่น (วิสุทธิ, 2555) นอกจากนั้นเห็ดยังมีประโยชน์ในด้านอื่น ๆ อีก

มากมาย เช่น เป็นอาหาร ที่ชาวชนบทนิยมนำมารับประทานเป็นเวลานับร้อยปี (Kalac, 2009) โดยเฉพาะเห็ดป่าเป็นที่นิยมอย่างมากทางภาคตะวันออกและทางภาคเหนือของไทย (Thetsrimuang et al., 2011) มีงานวิจัยเกี่ยวกับเห็ดจำนวนมากทั้งในไทยและต่างประเทศ เช่น เห็ดอุดมไปด้วยโปรตีน ส่วนประกอบหลักจะเป็นกลุ่มอะมิโน คาร์โบไฮเดรต ไฟเบอร์ ไวตามินและเกลือแร่ แต่มีไขมันน้อย (Kalac, 2009; Kalogeropoulos et al., 2013) สารสกัดจากเห็ดมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ และมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (Kalogeropoulos et al., 2013) ซึ่งเป็นที่รู้กันดีว่า อนุมูลอิสระนั้นที่ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ หัวใจวาย โรคเบาหวาน และโรคต่อกระเจก (นิภาพร และคณะ, 2552) จึงได้มีการศึกษาหาสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในธรรมชาติอย่างมากมาย การศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระโดยใช้ DPPH radical scavenging activity เป็นวิธีวิเคราะห์ความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันของอนุมูลอิสระโดยสารฟีนอลิก ที่พบมากในพืชจะให้ไอเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ DPPH เปลี่ยนจากสารละลายสีม่วงเป็นสีเหลืองนวลไม่ เป็นอนุมูลอิสระอีกต่อไป (Kumari et al., 2011; Thetsrimuang et al., 2011; Yim et al., 2012) มีรายงานว่าสารสกัดจากเห็ดประเภท *Cantharellus* มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระและมีความสัมพันธ์กับ ปริมาณของ total phenolics, flavanoids, β -carotene และ ascorbic acid (Kumari et al., 2011) เนื่องจากคณะผู้วิจัยสนใจเกี่ยวกับสมบัติต้านอนุมูลอิสระของเห็ดป่าในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อเป็น ข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาสมบัติทางยา การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการศึกษาสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity ทดสอบสารสกัดหยาบจากเห็ดป่า 5 ชนิด คือ เห็ดน้ำผึ้ง เห็ดไข่ เห็ดโคล เห็ดถ่านใหญ่ และเห็ดแดงน้ำหมาก สกัดในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ น้ำ เมทานอล และเอทิลอะซิเตท เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox รายงานผลในรูปของ IC_{50} และหา ค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method เปรียบเทียบกับกรดแกลลิก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสำรวจและเก็บเห็ดตัวอย่าง เก็บตัวอย่างเห็ดตามวิธีของบาร์มี และอนุสรณ์ (บาร์มีและคณะ, 2549; อนุสรณ์ และหจกณ, 2555) โดยเก็บตัวอย่างเห็ดแต่ละชนิดให้ได้ส่วนประกอบ ครบทุกส่วน ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเห็ด คือ เดือนมิถุนายน – สิงหาคม 2556 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน บันที่ลักษณะต่าง ๆ ของเห็ด รวมทั้งสภาพดอกเห็ดที่เจริญอยู่ในธรรมชาติ และการรวบรวมข้อมูลโดย การสัมภาษณ์และการสนทนากับกลุ่มเป้าหมายคือชาวบ้านที่มีอาชีพเก็บเห็ดป่าเพื่อขายและบริโภค ร้อย ละ 70 ของผู้ให้ข้อมูล (อนุสรณ์ และหจกณ, 2555) พบว่าเห็ดที่ได้รับการนิยมนำมารับประทานและมี ปริมาณมาก มี 5 ชนิด คือ เห็ดน้ำผึ้ง (*Thaeogyroporus porentosus*) เห็ดไข่ (*Amanita princes*) เห็ดโคล (*Russula virescens*) เห็ดถ่านใหญ่ (*Russula nigricans*) และเห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetica*) (ภาพที่1)

2. การเตรียมเห็ด นำเห็ดป่าทั้ง 5 ชนิด คือ เห็ดน้ำผึ้ง เห็ดไข่ เห็ดโคล เห็ดถ่านใหญ่ และเห็ดแดงน้ำหมาก ที่เก็บได้จากป่าชุมชนบ้านน้ำจาง ตำบลบ้านโตก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ มาคัดแยกชนิดโดยใช้ข้อมูลจากระบบจัดการฐานความรู้ด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสำนักงาน ความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ กรมป่าไม้ และระบบฐานข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติและ ภูมิปัญญาท้องถิ่นของสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน) นำเห็ดทั้งหมด

มาล้างน้ำให้สะอาด ใส่ตะแกรงตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงบดหยาบให้ละเอียดด้วยเครื่องบด และเก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้องเพื่อนำไปสกัดต่อไป

3. การสกัดเห็ด นำเห็ดที่เตรียมไว้ทั้ง 5 ชนิดมาสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำ เมทานอล และเอทิลอะซิเตท ในอัตราส่วนเห็ดต่อตัวทำละลาย 1: 10 (เห็ด 10 กรัม: ตัวทำละลาย 100 มิลลิลิตร สกัดซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง) ใช้ระยะเวลาในการสกัด 9 วัน โดยจะเปลี่ยนตัวทำละลายทุก 3 วัน กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 4 และระเหยตัวทำละลายออกจากสารสกัดด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary evaporatory)

4. การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH radical scavenging assay ตามวิธีของ (Seephonkai et al., 2011)

5. หาปริมาณฟีนอลิกรวมโดยวิธี Folin-Ciocalteu method ตามวิธีของ Cheung et al., (2003) คำนวณปริมาณสารฟีนอลิกเทียบกับมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid equivalents)

ผลการวิจัย

ผลจากการสกัดเห็ดตัวอย่างด้วยตัวทำละลายต่างชนิดจะให้ค่าร้อยละของน้ำหนักสารสกัด หยาดต่อน้ำหนักของผงเห็ดที่ใช้ในการสกัดแตกต่างกัน ในตัวทำละลายน้ำให้ค่าร้อยละของสารสกัด สูงสุด รองลงมาเป็นเมทานอล และเอทิลอะซิเตท ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ผลการศึกษาสมบัติต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาดจากเห็ดป่า แสดงค่า IC_{50} ซึ่งเป็นปริมาณความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำให้ความเข้มข้นของอนุมูลอิสระ (DPPH) เหลืออยู่ 50% (Seephonkai et al., 2011) จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่าสารสกัดหยาดจากเห็ดป่าแสดงสมบัติการยับยั้งอนุมูลอิสระให้ค่า IC_{50} น้อยกว่าของสารมาตรฐาน Trolox ที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบในการทดสอบสมบัติต้านอนุมูลอิสระ (ตารางที่ 2) ผลของการศึกษา สารสกัดหยาดที่ได้จากตัวทำละลายเอทิลอะซิเตทมีสมบัติการยับยั้งสูงกว่าตัวทำละลายน้ำและเมทานอลในเห็ด 4 ชนิด คือ เห็ดน้ำผึ้ง เห็ดไข่ เห็ดถ่านใหญ่ และเห็ดแดงน้ำหมาก มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.20, 0.01, 0.02 และ 0.24 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนเห็ดโคลนในชั้นน้ำจะมีสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูงสุดแสดงค่า IC_{50} เท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 2)

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาดที่ได้จากเห็ดป่าทั้ง 5 ชนิด มีผลต่อค่า IC_{50} ถ้าสารมีสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูง (IC_{50} ต่ำ) และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูง แสดงว่าในเห็ดชนิดนั้นมีสารประกอบฟีนอลิกทำหน้าที่หลักในการต้านอนุมูลอิสระ (Seephonkai et al., 2011; Thetsrimuang et al., 2011) ผลจากการศึกษาพบว่าสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากสารสกัดหยาดในเห็ด 4 ชนิด คือ เห็ดน้ำผึ้ง เห็ดไข่ เห็ดถ่านใหญ่ และเห็ดแดงน้ำหมาก ให้ค่า IC_{50} เป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด มีเพียงสารสกัดหยาดในตัวทำละลายน้ำของเห็ดโคลนที่ไม่ไปในทิศทางเดียวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดคือมีสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูงสุดในตัวทำละลายน้ำ (IC_{50} = 0.03 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) แต่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวทำละลายเมทานอลและเอทิลอะซิเตทโดยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 5.10 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 1 เห็ดป่า 5 ชนิด (ก) เห็ดน้ำผึ้ง (ข) เห็ดไข่ (ค) เห็ดไข่ (ค) เห็ดไค (ง) เห็ดถ่านใหญ่ และ (จ) เห็ดแดง น้ำหมาก

ตารางที่ 1 ร้อยละของน้ำหนักของสารสกัดหยาบจากเห็ดป่าในตัวทำละลาย น้ำ เมทานอล และ เอทิลอะซิเตท

ชนิด	ร้อยละของน้ำหนักของสารสกัด		
	น้ำ	เมทานอล	เอทิลอะซิเตท
เห็ดน้ำผึ้ง	30.33	28.27	13.37
เห็ดไข่	28.57	22.47	12.50
เห็ดไค	25.53	23.43	11.90
เห็ดถ่านใหญ่	34.80	30.97	15.33
เห็ดแดงน้ำหมาก	32.37	28.20	16.50

ตารางที่ 2 สมบัติด้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดจากเห็ดป่า

ชนิด	สมบัติด้านอนุมูลอิสระ (IC ₅₀ มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)			ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด)		
	น้ำ	เมทานอล	เอทิลอะซิเตท	น้ำ	เมทานอล	เอทิลอะซิเตท
เห็ดน้ำผึ้ง	2.45	1.84	0.20	0.26	19.94	22.22
เห็ดไข่	0.13	0.02	0.01	15.03	5.56	67.91
เห็ดโคล	0.03	0.56	0.12	5.10	42.68	25.03
เห็ดถ่านใหญ่	3.31	0.29	0.02	0.71	20.85	24.05
เห็ดแดงน้ำหมาก	0.37	0.39	0.24	11.57	15.82	28.95

IC₅₀ ของสารมาตรฐาน Trolox = 2.24 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

อภิปรายผลการวิจัย

มีการรายงานว่าสารสกัดหยาบที่ได้จากพืชที่อยู่ในชั้นของตัวทำละลายต่างชนิดกันจะให้ปริมาณของสารสกัดหยาบและสมบัติทางเคมีของสารสกัดหยาบที่ได้ต่างกันขึ้นอยู่กับสมบัติความมีขั้วของสารที่ใช้เป็นตัวทำละลาย (Cheung et al., 2003; Kumari et al., 2011; Seephonkai et al., 2011) โดยที่น้ำและเมทานอลจะเป็นตัวทำละลายที่สามารถละลายสารที่มีขั้วสูงได้ดีกว่าเอทิลอะซิเตท (Cheung et al., 2003) ผลจากการศึกษาพบว่าสารสกัดหยาบที่ได้จากตัวทำละลายน้ำ เมทานอล และเอทิลอะซิเตทแสดงสมบัติการยับยั้งอนุมูลอิสระแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลายและชนิดของเห็ด สารสกัดหยาบเกือบทุกชนิดมีสมบัติการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงกว่าสารมาตรฐาน Trolox ยกเว้นเห็ดน้ำผึ้งในชั้นน้ำและเห็ดถ่านใหญ่ในชั้นน้ำ จากการศึกษาพบว่าสมบัติการยับยั้งอนุมูลอิสระที่วิเคราะห์ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด มีเพียงสารสกัดหยาบของเห็ดโคลในชั้นน้ำที่แสดงสมบัติด้านอนุมูลอิสระสูง (IC₅₀ = 0.03 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) แต่ให้ค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดต่ำ (5.10 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด) อาจเป็นผลมาจากสารประกอบตัวอื่นที่ไม่ใช่สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่แสดงสมบัติด้านอนุมูลอิสระ (Cheung et al., 2003; Kumari et al., 2011; Seephonkai et al., 2011) จากเห็ดทั้ง 5 ชนิดที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน 3 ชนิด แล้วนำมาเปรียบเทียบกับพบว่าสารสกัดหยาบในตัวทำละลายเอทิลอะซิเตทของเห็ดไข่แสดงสมบัติด้านอนุมูลอิสระสูงสุด (IC₅₀ = 0.01 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) และเป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 67.91 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด การศึกษารังนี้ทำให้ทราบว่าเห็ดป่าที่ชาวบ้านนำมารับประทานนั้นนอกจากจะเป็นอาหารแล้วยังมีสมบัติด้านการยับยั้งอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นของประโยชน์จากการนำเห็ดป่ามาบริโภค ดังนั้นคณะผู้วิจัยเสนอแนะให้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารที่มีอยู่ในเห็ด เพื่อผลประโยชน์ทางด้านเภสัชกรรม ศึกษาวิธีการนำเห็ดมาบริโภคให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการหาแนวทางเพื่อการอนุรักษ์เห็ดป่าให้ยังคงมีอยู่ต่อไปในธรรมชาติ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากเห็ดป่า 5 ชนิด คือ เห็ดน้ำผึ้ง เห็ดไข่ เห็ดโคล เห็ดถ่านใหญ่ และเห็ดแดงน้ำหมาก มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณสารฟีนอลิกที่พบในเห็ดป่า และชนิดของตัวทำละลายที่เลือกใช้ในการสกัดมีผลต่อความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารที่สกัดได้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และขอขอบคุณ นางสาวทิวพร มิตเชล ที่ให้คำปรึกษาด้านภาษาอังกฤษ ขอขอบคุณ นายพัทวัฒน์ สีขาว ที่ให้คำปรึกษาด้านการวิเคราะห์ข้อมูล และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่สนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย สุดท้ายขอขอบคุณปราชญ์ชาวบ้านและนักศึกษาทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- นิภาพร อามัสสา อรอนงค์ พวงชมพู สมศักดิ์ ระยัน ศรีสุภา รีทอง นาถธิดา วีระปรียากร และ ศศิภาวรรณ มาชนะนา. (2552).ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเต้านมของสารสกัดเห็ดบดเทียบกับเห็ดหลินจือ. **วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน**, 5(3), 243-250.
- บารมี สกลรักษ์ กิตติมา ด่วงแค จันจิรา อายะวงศ์ วินันท์ดา หิมะนาน และกฤษณา พงษ์พานิช. (2549). **ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์จากเห็ดในอุทยานแห่งชาติแม่ปิง**. รายงานการวิจัย. กลุ่มงานกีฏวิทยาและจุลชีววิทยาป่าไม้. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช.
- วิสุทธิ์ ไบไม้. (2555). การวิจัยและการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่น. **Rajabhat Journal of Sciences, Humanities and Social Sciences**, 13 (1), 1-8
- อนุสรณ์ นาเวียง และ หดวน ชูเพ็ญ. (2555). การจัดการทรัพยากรเห็ดธรรมชาติขององค์การบริหารส่วนตำบลภูจาน. **วารสารการบริหารท้องถิ่น**, 5 (2), 82-95.
- Cheung, A.L.M., Cheung, P.C.K., & Ooi, V.E.C. (2003). Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. **Food Chemistry**, 81, 249-255.
- Kalac, P. (2009). Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushroom: A review. **Food Chemistry**, 113, 9-16.
- Kalogeropoulou, N., Yanni, A.E., Koutrotsios, G., & Aloupi, M. (2013). Bioactive microconstituents and antioxidant properties of wild edible mushroom from the island of Lesbos, Greece. **Food and Chemical Toxicology**, 55, 378-385.
- Kumari, D., Reddy M.S., & Ramesh, U.C. (2011). Antioxidant activity of three species of wild mushroom genus *Cantharellus* collected from North-Western Himalaya, India. **International Journal of Agriculture & Biology**, 13, 415-418.
- Seephonkai, P., Samchai, S., Thongsom, A., Sunaart, S., Kiemsanmuang, B., & Chakuton, K. (2011). DPPH radical scavenging activity and total phenolics of *Phellinus* Mushroom extracts collected from northeast of Thailand. **Chinese Journal of Natural Medicines**, 9, 0441-0445.

- Thetsrimuang, C., Khammuang, S., Chiablaem, K., Srisomsap, C., & Sarnthima, R. (2011). Antioxidant properties and cytotoxicity of crude polysaccharides from *Lentinus polychrous* Lev. **Food Chemistry**, 128, 634-639.
- Yim, H.S., Chy F.Y., Koo, S.M., Matanjun, P., How, S.E., & Ho, C.W. (2012). Optimization of extraction time and temperature for antioxidant activity of edible wild mushroom, *Pleurotus porrigens*. **Food and Bioproducts Processing**, 90, 235-242.