วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดินและเห็ดในวงศ์ Russulaceae ที่สำรวจพบในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

Physical and chemical properties of soil and mushrooms in the Russulaceae family found in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center

ศุภณัฐ จะสนอง[1], แคทรียา สนธิยา[1], ณัฐฌลาภัทร์ ต่ายจันทร์[1], กวินธิดา สุขใส[1], ชุติมันต์ ใส่เสี้ยว[1], จีรนันท์ กวมอำไพ[1], พลกฤษณ์ มณีวระ[2,3], ณัฐวุฒิ ลือศักดิ์[4], ยุพา จอมแก้ว[1], จุฑามาส คุ้มชัย[1] และ พิมพ์ใจ สีหะนาม[1,2,3]*

Supanut Jasanong[1], Katthareeya Sonthiya[1], Natchalaphat Taichan[1], Kawinthida Suksai[1], Chootimun Saiseaw[1], Jeeranan Khomampai[1], Phonkrit Maniwara[2,3], Nattawut Luesak[4], Yupa Chromkaew[1], Jutamas Kumchai[1] and Pimjai Seehanam[1,2,3]*

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[1] Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพฯ 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Science, Research and Innovation Promotion and Utilization Division, Office of the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400, Thailand
[3] ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[3] Postharvest Technology Research Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand
[4] กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 10900
[4] Division of Land use Planning and Policy, Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives Bangkok 10900, Thailand

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดินและเห็ดในวงศ์ Russulaceae ที่สำรวจพบในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ผลการทดลองพบว่า ดินที่เห็ดในวงศ์ Russulaceae เจริญเติบโตอยู่ในพื้นที่ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีแตกต่างกัน โดยดินส่วนใหญ่มี 5YR 3/3 dark reddish brown, 7.5R 4/8 red และ 7.5R 3/8 dark red คือ โทนสีแดงหรือสีส้มอมแดง เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวและดินร่วนเหนียวปนทราย กรณีของความเป็นกรดด่าง พบว่า ดินที่สำรวจพบเห็ดมีค่าพีเอชระหว่าง 4.84-6.28 คือ เป็นกรดจัดมากไปจนถึงเป็นกรดเล็กน้อย นอกจากนี้ค่าอินทรียวัตถุภายในดินมีค่าระหว่าง 5.03-8.31% สำหรับเห็ดรับประทานได้ในวงศ์ Russulaceae ที่สำรวจพบภายในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริมีจำนวน 10 ชนิด คือ เห็ดข่าขาว เห็ดข่าเหลือง เห็ดแดง เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดแดงแพร เห็ดถ่าน เห็ดน้ำแป้ง เห็ดพุงหมู เห็ดหน้าม่วง และเห็ดหล่มกระเขียว ซึ่งแต่ละชนิดมีสารสีภายในหมวกดอกและก้านดอกแตกต่างกันไปตามชนิดและสีของดอกเห็ด สำหรับกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันทั้งในหมวกดอกและก้านดอกของเห็ดแต่ละชนิด แต่ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดและปริมาณโปรตีนทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกัน

คำสำคัญ: สมบัติของดิน; เห็ดป่า; ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

* Corresponding author: pimjai193@gmail.com

Received: date; February 25, 2025 Revised: date; July 21, 2025

Accepted: date; July 22, 2025 Published: date; December 18, 2025

ABSTRACT: This research aimed to investigate the physical and chemical properties of soil and mushrooms belonging to the Russulaceae family, found at the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center. The experimental results showed that the soil where mushrooms of the Russulaceae family grew in the area of the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center had different physical and chemical properties. Most of the soil had colors of 5YR 3/3 dark reddish brown, 7.5R 4/8 red, and 7.5R 3/8 dark red, indicating a red or reddish-orange hue. The soil texture was primarily clay and sandy clay loam. Regarding acidity, the soil where mushrooms were found had a pH value ranging from 4.84 to 6.28, indicating a range from very strongly acidic to slightly acidic. In addition, the organic matter content within these soils ranged from 5.03 to 8.31%. Ten types of edible mushrooms from the Russulaceae family were found in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center. These were *Lactarius flavidulus* S. Imai., *Lactarius glaucescens* Crossl., *Russula mairei* Sing., *Russula emetica* (Schaeff. & Fr.) S.F.Gray., *Russula rosacea* (Pers.) S.F.G., *Russula nigricans* (Bull.) Fr., *Russula alboareolata* Hongo., *Russula foetens* Pers., *Russula cyanoxantha* (Schaeff.), and *Russula virescens* (Schaeff.) Fr. Each species exhibited different pigments within the cap and stalk depending on the type and color of the mushroom. The antioxidant activities were different in the cap and stalk of each mushroom species, but the total phenolic compounds and total protein content were not distinct.

Keywords: soil properties; wild mushrooms; Huai Hong Khrai Royal Development Study Center

บทนำ

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ มีความอุดมสมบูรณ์ของต้นน้ำและระบบนิเวศอย่างมาก เนื่องจากมีการฟื้นฟูผืนป่าตามแนวพระราชดำริอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน โดยมีการส่งเสริมการปลูกป่า การควบคุมและป้องกันไฟป่า การสร้างฝายต้นน้ำลำธาร จึงส่งผลให้สภาพป่าและความหลากหลายทางชีวภาพอุดมสมบูรณ์ขึ้น พบความหลากหลายของสัตว์ป่า พรรณไม้ และเห็ดป่า (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2551)

เห็ด (mushroom) เป็นเชื้อราขนาดใหญ่ (macrofungi) ที่มีวิวัฒนาการสูงกว่าราชนิดอื่น จัดอยู่ในอาณาจักรรา (Fungi Kingdom) สามารถจำแนกทางด้านการรับประทาน แบ่งออกเป็นเห็ดที่รับประทานได้ (edible mushroom) และเห็ดพิษ (poisonous mushroom) และหากจำแนกตามการเพาะเลี้ยงแบ่งได้ 2 ชนิด คือ เห็ดที่นำมาเพาะเลี้ยง และเห็ดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น เห็ดป่า (วนิดา, 2542) ซึ่งเห็ดป่ามีหลากหลายวงศ์ สำหรับกลุ่มเห็ดป่าในวงศ์ Russulaceae เป็นกลุ่มเห็ดที่มีเห็ดหลากหลายชนิด มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากเห็ดวงศ์อื่น คือ เมื่อมีการสัมผัสเส้นใยจะมีความเปราะบางแตกหักง่าย เห็ดบางชนิดมีรสชาติและกลิ่นเฉพาะตัว หลายชนิดเป็นเห็ดที่รับประทานได้ เช่น เห็ดข่า (*Lactarius flavidulus*) เห็ดถ่านใหญ่ (*Russula nigricans*) เห็ดน้ำแป้ง (*Russula alboareolata*) เห็ดฟานน้ำตาลแดง (*Lactarius volemus*) เห็ดหน้าม่วง (*Russula cyanoxantha*) และเห็ดหล่มกระเขียว (*Russula virescens*) เป็นต้น สำหรับเห็ดที่จัดเป็นเห็ดพิษ แต่เมื่อทำให้สุกแล้วสามารถรับประทานได้ เช่น เห็ดก่อหน้าแดงกุหลาบ (*Russula sanguinaria*) เห็ดแดงกุหลาบ (*Russula rosacea*) และเห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetic*) เป็นต้น (ราชบัณฑิตยสถาน, 2550) มีรายงานการสำรวจเห็ดป่าภายในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ พบทั้งเห็ดที่รับประทานได้และเห็ดพิษ โดยเห็ดรับประทานได้ที่พบการกระจายพันธุ์มากที่สุด คือเห็ดในวงศ์ Russulaceae ได้แก่ เห็ดข่า (*Lactarius flavidulus*) เห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetic*) เห็ดน้ำแป้ง (*Russula alboareolata*) และเห็ดหล่มกระเขียว (*Russula virescens*) (ลลิตา, 2560)

เห็ดเป็นที่ได้รับความสนใจและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั่วโลก ปัจจุบันได้รับความนิยมบริโภคเพิ่มขึ้น เนื่องจากเห็ดมีรสชาติดีและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 กรดแอมิโนจำเป็น แร่ธาตุ เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สังกะสี และแมกนีเซียม (Mujic et al., 2010) มีการศึกษาปริมาณสารสำคัญของเห็ดวงศ์ Russulaceae เป็นกลุ่มเห็ดที่มีปริมาณฟินอลิกรวม กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณโปรตีนทั้งหมดสูง ซึ่งสารสำคัญกลุ่มนี้ช่วยป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง และโรคมะเร็ง เป็นต้น (ธารทิพย์ และ ธนากร, 2559) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดินและเห็ดป่ารับประทานได้ในวงศ์ Russulaceae ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพื่อให้ทราบถึง

สภาพแวดล้อมที่มีโอกาสพบเห็ดป่าในวงศ์ Russulaceae และคุณค่าทางโภชนาการบางประการของเห็ดป่าในวงศ์ Russulaceae ที่สำรวจพบในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

วิธีการศึกษา

พื้นที่การสำรวจการกระจายพันธุ์ของเห็ดป่ารับประทานได้ในวงศ์ Russulaceae

กำหนดพื้นที่ภายในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ 3 บริเวณ คือ พื้นที่ป่าด้านหน้าทางเข้าศูนย์ (FEA) พื้นที่แปลงอนุรักษ์พันธุกรรมพืช (PGCA) และพื้นที่หลังแปลงสวนหกศูนย์ (BSRDSCA) เพื่อสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดป่ารับประทานได้ในวงศ์ Russulaceae และตัวอย่างดิน ณ จุดที่พบการเจริญเติบโตของเห็ดแต่ละชนิด จากนั้นนำตัวอย่างดินและเห็ดมาวิเคราะห์ลักษณะทางฟิสิกส์และสมบัติทางเคมี

1.) การศึกษาลักษณะทางฟิสิกส์และสมบัติทางเคมีของดิน

นำตัวอย่างดินจากจุดที่สำรวจพบการกระจายพันธุ์ของเห็ดแต่ละชนิด ความลึกประมาณ 10-15 ซม. มาผึ่งในที่ร่มจนแห้ง จากนั้นบดให้ละเอียด แล้วนำมาศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์และเคมี ดังนี้

1.1) สีดิน (soil color) โดยนำตัวอย่างดินที่มีสภาพแห้งมาเปรียบเทียบกับสมุดเทียบสีดิน Munsell Soil Color Charts ประกอบกับการวัดด้วยเครื่องวัดสี Chromameter

1.2) ลักษณะเนื้อดิน (soil texture) ประเมินสัดส่วนของเนื้อดินด้วยการตกตะกอนวิธีไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer) ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงช่องเปิดขนาด 2.00 มล. เติมสารละลายแคลกอน (โซเดียมเฮกซะเมตราฟอสเฟสและโซเดียมคาร์บอเนต) ความเข้มข้น 5% และน้ำกลั่นคนให้เข้ากัน ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 12 ชั่วโมง จากนั้นปั่นตัวอย่างดินเพื่อหาการแจกกระจายของอนุภาคทราย (sand) อนุภาคทรายแป้ง (silt) และอนุภาคดินเหนียว (clay) เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำตัวอย่างดินที่เตรียมเสร็จแล้วใส่ในกระบอกตวง เปรียบเทียบกับ blank โดยบันทึกอุณหภูมิของ blank และตัวอย่างดินในกระบอกตวง และจับเวลาอ่านค่าสารแขวนลอยที่ระดับผิวโค้งน้ำของเครื่อง hydrometer เป็นเวลา 40 วินาที และ 2 ชั่วโมง จากนั้นนำสัดส่วนที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบกับค่าสามเหลี่ยมมาตรฐานเนื้อดิน (standard soil texture triangle) เพื่อหาประเภทของเนื้อดิน (Gee and Bauder, 1979)

1.3) ความเป็นกรด-ด่าง ของดิน (soil pH) ร่อนตัวอย่างดินที่บดละเอียดผ่านตะแกรงช่องเปิดขนาด 2.00 มล. ผสมกับน้ำกลั่น อัตราส่วน 1:5 (w/v) คนให้เข้ากันเป็นระยะเวลา 30 นาที ตั้งไว้ 30 นาที จึงนำส่วนสารละลายใสไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter นำค่าที่อ่านได้เปรียบเทียบกับค่าความเป็นกรด-ด่างของดินที่อยู่ในน้ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

1.4) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter) ตัวอย่างดินที่บดละเอียดผ่านตะแกรงช่องเปิดขนาด 0.50 มล. ชั่งน้ำหนัก 0.50 ก. จากนั้นเติมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต ความเข้มข้น 1.0 N ปริมาตร 10 มล. เขย่าขวดรูปชมพู่เบา ๆ ให้สารละลายกับตัวอย่างดินผสมเข้ากัน เติมกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 98% ปริมาตร 20 มล. วางไว้ให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่นปริมาตร 100 มล. วางไว้ให้เย็นอีกครั้ง จากนั้นหยดสารละลายอินดิเคเตอร์ Diphenylamine sulfate 3-5 หยด แล้วไทเทรตทันทีด้วยสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต ความเข้มข้น 0.5 N สังเกตจุดยุติของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง จากนั้นบันทึกปริมาตรสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟตที่ใช้ เพื่อนำไปคำนวณปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เปรียบเทียบกับ blank คำนวณหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยวิธีของ Walkley and Black (1934)

2.) การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเห็ดป่ารับประทานได้ในวงศ์ Russulaceae

2.1) ปริมาณคลอโรฟิลล์ (chlorophyll content) ชั่งตัวอย่างเห็ดสด 1 ก. บดตัวอย่างด้วยโกร่งให้ละเอียด เติมสารละลายแอซีโทน ความเข้มข้น 80% ปริมาตร 10 มล. ตั้งไว้ที่อุณภูมิห้อง 15 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ปรับปริมาตรให้ได้ปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 25 มล. นำสารละลายที่ได้วัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นม. แล้วคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด มีหน่วยเป็น มก./100 ก.น้ำหนักสด (Witham et al., 1971) ดังสมการ

chlorophyll a content = [12.7(OD663) - 2.69(OD645)] × (V/1000 × W)

chlorophyll b content = [22.9(OD645) - 4.68(OD663)] × (V/1000 × W)

total chlorophyll content = [20.2(OD645) - 8.02(OD663)] × (V/1000 × W)

2.2) ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoid content) ชั่งตัวอย่างเห็ดสดน้ำหนัก 1 ก. บดตัวอย่างด้วยโกร่งให้ละเอียด เติมสารละลายไดเมทิลซัลฟอกไซด์ ปริมาตร 10 มล. คนให้เข้ากัน ตั้งไว้ที่อุณภูมิห้องในสภาวะมืดนาน 16 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.4 นำสารละลายที่ได้วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 480, 649 และ 665 นม. ด้วยเครื่อง spectrophotometer คำนวณปริมาณแคโรทีนอยด์ มีหน่วยเป็น มคก./ก.น้ำหนักสด (Pawelzik, 2005) ดังสมการ

chlorophyll a content = [(12.19 × OD665) - (3.45 × OD649)]

chlorophyll b content = [(21.99 × OD649) - (5.32 × OD665)]

carotenoid content = [(1000 × OD480) - (2.14 × chlorophyll a) - (70.16 × chlorophyll b)]/220

2.3) ปริมาณแอนโทไซยานิน (anthocyanin content) ชั่งตัวอย่างเห็ดสด 1 ก. บดตัวอย่างด้วยโกร่งให้ละเอียด เติมสารละลายเอทาโนลิกไฮโดรคลอริก ปริมาตร 40 มล. คนให้เข้ากัน ตั้งไว้ที่อุณภูมิห้องในสภาวะมืดนาน 5 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 และปรับปริมาตรด้วยสารละลายเอทาโนลิกไฮโดรคลอริกให้ได้ปริมาตร 100 มล. นำสารละลายที่ได้วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 535 นม. คำนวณปริมาณแอนโทไซยานิน มีหน่วยเป็น มก./100 ก. น้ำหนักสด (Ranganna, 1986) ดังสมการ

Total absorbance = (OD535 × final volume × 100)/weight of sample

Total anthocyanin content = Total absorbance/98.2

2.4) วิธีการเตรียมตัวอย่างและสารสกัดจากเห็ดป่ารับประทานได้ในวงศ์ Russulaceae นำตัวอย่างเห็ดไปอบแห้งด้วยเครื่อง freeze dryer จากนั้นปั่นตัวอย่างเห็ดจนเป็นผงละเอียด ทำการสกัดสาร โดยชั่งตัวอย่างเห็ดที่เป็นผงละเอียดน้ำหนัก 1 ก. เติมสารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 95% ปริมาตร 10 มล. ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องค้างคืน จากนั้นนำสารสกัดไปปั่นเหวี่ยง ด้วยเครื่อง UNIVERSAL 32 centrifuges ความเร็ว 4,200 รอบ/นาที เป็นเวลา 60 นาที ดูดสารสกัดหยาบ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส (Fu et al., 2001) เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

2.5) ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด (total phenolic content) วิเคราะห์ด้วยวิธี Folin-Ciocaltue phenol method โดยดูดสารสกัดหยาบ ปริมาตร 1 มล. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 1.5 มล. เติมสารละลายโฟลิน ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 0.5 มล. แล้วเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 7.5% ปริมาตร 1 มล. เขย่าสารละลายให้เข้ากัน ตั้งไว้ที่อุณภูมิห้องในสภาวะมืดเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายที่ได้วัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 740 นม. เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก มีหน่วยเป็น มก.กรดแกลลิก/มก.น้ำหนักแห้ง (Rattana and Sungthong, 2016)

2.6) กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) วิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay โดยดูดสารสกัดหยาบ ปริมาตร 1 มล. เติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 mM ปริมาตร 3 มล. เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 3 นาที ตั้งไว้ที่อุณภูมิห้องในสภาวะมืดเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายที่ได้วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 514 นม. ด้วยเครื่อง spectrophotometer เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน ascorbic acid จากนั้นคำนวณหา radical scavenging activity มีหน่วยเป็น IC_{50} มก./มล. (Wannawet and Thiangphet, 2017)

2.7) ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (total protein content) วิเคราะห์โดยวิธี Bardford assay method โดยดูดสารสกัดหยาบปริมาตร 100 มคล. เติมสีย้อม Coomassie brilliant blue G-250 ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ปริมาตร 5 มล. เขย่าสารละลายด้วย Vortex mixer แล้วนำสารละลายที่ได้วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นม. ด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยเปรียบเทียบกับสารละลายโปรตีนมาตรฐาน Bovine serum albumin ปริมาณโปรตีนทั้งหมดมีหน่วยเป็น มก./มล. (Bradford, 1976)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการสำรวจเห็ดใน 3 บริเวณของพื้นที่ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ พบเห็ดป่ารับประทานได้ในวงศ์ Russulaceae จำนวนรวม 10 ชนิด (**Figure 1**) โดยบริเวณพื้นที่ป่าด้านหน้าทางเข้าศูนย์ฯ (FEA) พบจำนวน 10 ชนิด คือ เห็ดข่าขาว เห็ดข่าเหลือง เห็ดแดง เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดแดงแพร เห็ดถ่าน เห็ดน้ำแป้ง เห็ดพุงหมู เห็ดหน้าม่วง และเห็ดหล่มกระเขียว พื้นที่แปลงอนุรักษ์พันธุกรรมพืช (PGCA) พบจำนวน 8 ชนิด คือ เห็ดข่าขาว เห็ดข่าเหลือง เห็ดแดง เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดแดงแพร เห็ดน้ำแป้ง เห็ดพุงหมู และเห็ดหน้าม่วง และพื้นที่หลังแปลงสวนหกศูนย์ (BSRDSCA) พบจำนวน 4 ชนิด คือ เห็ดถ่าน เห็ดน้ำแป้ง เห็ดหน้าม่วง และเห็ดหล่มกระเขียว เมื่อนำตัวอย่างดินจากจุดที่สำรวจพบเห็ดมาวิเคราะห์ลักษณะทางฟิสิกส์และส่วนประกอบทางเคมี และนำตัวอย่างเห็ดแต่ละชนิดมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี อธิบายผลการทดลองได้ดังนี้



Figure 1 Mushroom of Russulaceae family in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center; *Lactarius flavidulus* S. Imai. (A), *Lactarius glaucescens* Crossl. (B), *Russula mairei* Sing. (C), *Russula emetica* (Schaeff. & Fr.) S.F.Gray. (D), *Russula rosacea* (Pers.) S.F.G. (E), *Russula nigricans* (Bull.) Fr. (F), *Russula alboareolata* Hongo. (G), *Russula foetens* Pers. (H), *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) (I), and *Russula virescens* (Schaeff.) Fr. (J)

1.) ลักษณะทางฟิสิกส์และสมบัติทางเคมีของดิน

1.1) สีดิน (soil color) สีของตัวอย่างดินในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริทั้ง 3 บริเวณที่สำรวจพบเห็ดแต่ละชนิด พบว่า เห็ดเกือบทุกชนิดเจริญเติบโตบนดินที่มีสี 5YR 5/6 yellowish red (สีเหลืองแดง), 10YR 5/3 weak red (สีแดงอ่อน), 7.5R 4/8 red (สีแดง), 7.5R 3/8 dark red (สีแดงเข้ม), 5YR 4/4 reddish brown (สีน้ำตาลแดง) และ 5YR 3/3

dark reddish brown (สีน้ำตาลแดงเข้ม) เนื่องจากเนื้อดินมีการสะสมออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม ผ่านกระบวนการสลายตัวมานานมาก จึงทำให้สีดินออกโทนสีแดงหรือสีส้มอมแดง มีเพียงจุดที่พบการเจริญของเห็ดหล่มกระเขียวที่ดินมีสี 10YR 4/1 dark gray (สีเทาเข้ม) ซึ่งพื้นที่บริเวณดังกล่าวดินอาจจะมีสภาวะน้ำขังสลับกับดินแห้ง (**Table 1**)

1.2) ลักษณะเนื้อดิน (soil texture) เห็ดข่าเหลือง เห็ดแดง เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดแดงแพร เห็ดถ่าน เห็ดพุงหมู และเห็ดหน้าม่วงเจริญเติบโตบนดินที่มีอนุภาคทรายเป็นองค์ประกอบมากที่สุดระหว่าง 48.00-58.33% รองลงมา คือ อนุภาคดินเหนียวและอนุภาคทรายแป้ง ตามลำดับ แสดงว่าเห็ดกลุ่มนี้สามารถเจริญเติบโตบนดินร่วนเหนียวปนทราย กรณีของเห็ดน้ำแป้งและเห็ดหล่มกระเขียวเจริญเติบโตบนดินที่มีอนุภาคดินเหนียวมากที่สุด ระหว่าง 46.90-50.00% รองลงมา คือ อนุภาคทราย ระหว่าง 31.11-37.85% และอนุภาคทรายแป้ง ระหว่าง 15.23-18.88% ตามลำดับ ซึ่งดินมีสมบัติเป็นดินเหนียว เช่นเดียวกับเห็ดข่าขาวที่พบเจริญเติบโตบนดินที่มีอนุภาคดินเหนียวและอนุภาคทรายใกล้เคียงกัน และอนุภาคทรายแป้งน้อยที่สุด ซึ่งเนื้อดินเป็นดินเหนียว (**Table 2**)

1.3) ความเป็นกรด-ด่าง ของดิน (soil pH) เห็ดพุงหมู เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดแดง เห็ดข่าเหลือง และเห็ดหน้าม่วงเจริญเติบโตบนดินที่มีสมบัติเป็นกรดเล็กน้อย คือ มีค่าพีเอช เท่ากับ 6.28±0.48, 6.17±0.53, 6.14±0.29, 6.12±0.64 และ 6.10±0.71 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกับสมบัติของดินที่พบเห็ดแดงแพรและเห็ดถ่านเจริญเติบโตซึ่งมีค่าพีเอช ระหว่าง 5.75-5.76 (ดินเป็นกรดปานกลาง) สำหรับสมบัติของดินที่พบเห็ดข่าขาวและเห็ดหล่มกระเขียวมีค่าพีเอชใกล้เคียงกัน ขณะที่สมบัติของดินที่พบเห็ดน้ำแป้งเจริญเติบโตมีแนวโน้มจะมีค่าพีเอชต่ำที่สุด คือเท่ากับ 4.84±0.30 (ดินเป็นกรดจัดมาก) (**Table 2**)

1.4) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเห็ดพุงหมูมีแนวโน้มจะเจริญเติบโตอยู่บนดินที่มีค่าอินทรียวัตถุสูงที่สุด คือ 8.31±0.72% อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างกับสมบัติของดินที่เห็ดข่าเหลือง เห็ดแดง เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดแดงแพร และเห็ดหน้าม่วงเจริญเติบโต ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุระหว่าง 6.16-7.76% ขณะที่เห็ดน้ำแป้งและเห็ดข่าขาวเจริญเติบโตบนดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุใกล้เคียงกันมีค่าระหว่าง 5.55-5.63% สำหรับเห็ดหล่มกระเขียวมีแนวโน้มที่จะสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุด คือ 5.03±1.79% (**Table 2**)

เห็ดป่ามีปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศต่าง ๆ เกี่ยวข้องกับการเกิดและการเจริญเติบโตของดอกเห็ด โดยสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่อากาศมีความชื้นสูงโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ซึ่งสารอาหารหรือปริมาณอินทรียวัตถุในดินจึงมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และการสืบพันธุ์ของเห็ดป่า (Singha et al., 2020)

2.) องค์ประกอบทางเคมีของเห็ดป่ารับประทานได้ในวงศ์ Russulaceae

2.1) ปริมาณคลอโรฟิลล์ (chlorophyll content)

ผลการทดลองพบว่า เห็ดหล่มกระเขียวมีสีเขียวบนหมวกดอกและก้านดอก ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของหมวกดอกมีค่ามากกว่าของก้านดอก คือเท่ากับ 0.0017±0.0014 และ 0.0011±0.0005 มก./100 ก.น้ำหนักสด ตามลำดับ (**Table 3**)

2.2) ปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoid content)

ปริมาณแคโรทีนอยด์ของหมวกดอกเห็ดข่าขาว เห็ดข่าเหลือง เห็ดถ่าน เห็ดน้ำแป้ง เห็ดพุงหมู และเห็ดหล่มกระเขียว มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าเห็ดข่าขาวจะมีปริมาณแคโรทีนอยด์บนหมวกดอกมากกว่าเห็ดชนิดอื่น ๆ รองลงมาคือ เห็ดถ่าน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.22±2.25 และ 1.38±1.00 มคก./ก.น้ำหนักสด ตามลำดับ ตามด้วยเห็ดน้ำแป้ง ขณะที่เห็ดชนิดอื่น มีปริมาณแคโรทีนอยด์ของหมวกดอกระหว่าง 0.45-0.71 มคก./ก.น้ำหนักสด สำหรับปริมาณแคโรทีนอยด์ของก้านดอกมีความสอดคล้องกับหมวกดอก กล่าวคือ ปริมาณแคโรทีนอยด์ในก้านดอกของเห็ดทุกชนิดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มว่าเห็ดข่าขาวจะมีปริมาณแคโรทีนอยด์ในก้านดอกมากกว่าเห็ดชนิดอื่น ๆ รองลงมาคือ เห็ดถ่าน ตามด้วยเห็ดน้ำแป้ง กรณีของเห็ดข่าเหลือง เห็ดพุงหมู และเห็ดหล่มกระเขียว มีปริมาณแคโรทีนอยด์ของก้านดอกใกล้เคียงกัน (**Table 3**)

2.3) ปริมาณแอนโทไซยานิน (anthocyanin content)

ผลการศึกษา พบว่า เห็ดแดงแพรมีปริมาณแอนโทไซยานินของหมวกดอกมากที่สุดเท่ากับ 17.14±3.38 มก./100 ก.น้ำหนักสด สำหรับปริมาณแอนโทไซยานินในหมวกดอกของเห็ดแดง เห็ดแดงน้ำหมาก และเห็ดหน้าม่วงมีค่าไม่แตกต่างกัน คือเท่ากับ

8.21±3.33, 5.68±1.66 และ 4.06±0.51 มก./100 ก.น้ำหนักสด ตามลำดับ สำหรับปริมาณแอนโทไซยานินในก้านดอกของเห็ดแดงแพรมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 6.04±0.85 มก./100 ก.น้ำหนักสด สำหรับก้านดอกของเห็ดหน้าม่วง เห็ดแดงน้ำหมาก และเห็ดแดงมีปริมาณแอนโทไซยานินไม่แตกต่างกันคือระหว่าง 3.67-4.56 มก./100 ก.น้ำหนักสด ตามลำดับ (**Table 3**)

2.4) ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด

ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดในหมวกดอกของเห็ดทุกชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหมวกดอกของเห็ดข่าขาวจะมีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดมากที่สุด คือ 1.34±0.60 มก.กรดแกลลิก/มก.น้ำหนักแห้ง รองลงมาคือเห็ดข่าเหลืองและเห็ดน้ำแป้งที่มีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดของหมวกดอกใกล้เคียงกัน คือ ระหว่าง 0.90-0.92 มก.กรดแกลลิก/มก.น้ำหนักแห้ง สำหรับเห็ดชนิดอื่น ๆ พบว่า หมวกดอกมีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.44-0.71 มก.กรดแกลลิก/มก.น้ำหนักแห้ง ส่วนก้านดอกของเห็ดแต่ละชนิดมีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดไม่แตกต่างกัน โดยเห็ดข่าขาวมีแนวโน้มจะมีปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดของก้านดอกมากกว่าเห็ดชนิดอื่น เท่ากับ 1.27±0.44 มก.กรดแกลลิก/มก.น้ำหนักแห้ง (**Table 4**)

2.5) กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity)

เห็ดพุงหมูมีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในหมวกดอกเท่ากับ 58.80±4.13 IC_{50} มก./มล. ซึ่งไม่แตกต่างกับกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในหมวกดอกของเห็ดข่าเหลืองและเห็ดน้ำแป้ง ซึ่งมีค่าระหว่าง 44.20-49.74 IC_{50} มก./มล. แต่มีค่ามากกว่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของเห็ดชนิดอื่น ๆ ที่มีค่าระหว่าง 14.18-33.72 IC_{50} มก./มล. สำหรับกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของก้านดอกมีแนวโน้มว่าเห็ดข่าขาวจะมีค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือ 45.29±17.60 IC_{50} มก./มล. อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างกับกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในก้านดอกของเห็ดน้ำแป้งและเห็ดหล่มกระเขียวที่มีค่าระหว่าง 29.32-38.31 IC_{50} มก./มล. สำหรับก้านของดอกเห็ดข่าเหลือง เห็ดแดง เห็ดแดงแพร เห็ดถ่าน และเห็ดหน้าม่วง มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระระหว่าง 11.23-25.64 IC_{50} มก./มล. ทั้งนี้มีแนวโน้มว่าก้านดอกดอกเห็ดแดงน้ำหมากจะมีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด คือ 3.35±1.48 IC_{50} มก./มล. (**Table 4**)

2.6) ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (total protein content)

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า หมวกดอกของเห็ดข่าขาว เห็ดข่าเหลือง เห็ดแดง เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดแดงแพร เห็ดถ่าน เห็ดน้ำแป้ง เห็ดพุงหมู เห็ดหน้าม่วง และเห็ดหล่มกระเขียว มีปริมาณโปรตีนทั้งหมดไม่แตกต่างกัน คือ ระหว่าง 4.22-4.94 มก./มล. สอดคล้องกับปริมาณโปรตีนทั้งหมดของก้านดอก ซึ่งก้านดอกของเห็ดทุกชนิดมีปริมาณโปรตีนทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 4.04-4.36 มก./มล. (**Table 4**)

เห็ดป่าหลายชนิดได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยมีปริมาณแคลอรีต่ำ รสชาติและกลิ่นน่ารับประทาน และมีรายงานว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีโปรตีนสูง รวมทั้งมีปริมาณธาตุอาหารรอง วิตามิน ไฟเบอร์ และไขมันต่ำ นอกจากคุณค่าทางโภชนาการแล้ว เห็ดป่ายังมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีบทบาทในการต้านอนุมูลอิสระและต้านแบคทีเรีย (Hussain et al., 2023; Kumar et al., 2023) เห็ดป่ารับประทานได้ในสกุล *Astraeus, Russula, Termitomyces* เป็นอาหารของชุมชนดั้งเดิมในประเทศไทย และมีรายงานเป็นอาหารของชนพื้นเมืองในหลายประเทศ รวมทั้งเป็นแหล่งรายได้หลักในช่วงฤดูฝน การบันทึกข้อมูล การสำรวจ และการวิจัยเกี่ยวกับเห็ดป่ารับประทานได้อาจนำไปสู่การสร้างแหล่งโภชนาการและแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในชุมชนเมืองต่อไปในอนาคต (Manjula and Kumar, 2024) ทั้งนี้การเจริญเติบโตของเห็ดป่าซึ่งส่วนใหญ่เป็นเห็ดกลุ่มไมคอร์ไรซ่า (Mycorrhiza) ที่ต้องดำรงชีวิตร่วมกับรากของพืช อีกทั้งต้องอาศัยปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อการเจริญเติบโต ได้แก่ สมบัติของดิน แสง ความชื้น และอุณหภูมิ เป็นต้น (Barman et al., 2016) รวมถึงสร้างดอกเห็ดและการส่งเสริมให้ดอกเห็ดมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น บริเวณที่เห็ดเจริญเติบโตจะต้องมีสารอาหารและอินทรียวัตถุในดินมาก (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2561)

Table 1 Color of soil found to contain mushrooms in the family Russulaceae in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center

Scientific name	Area			Soil color using Munsell Soil Color Charts	Soil color using a colorimeter		
	FEA	PGCA	BSRDSCA		L*	chroma	hue angle (^{o})
L. flavidulus S. Imai.	+	+	-	7.5R 4/8 red, 7.5R 3/8 dark red	35.05±8.06^{b}	27.07±3.72^{ab}	59.75±11.77^{ab}
L. glaucescens Crossl.	+	+	-	5YR 4/4 reddish brown	38.73±2.10^{ab}	16.86±1.66^{b}	73.51±1.53^{a}
R. mairei Sing.	+	+	-	10YR 5/3 weak red	38.87±1.34^{ab}	16.68±0.98^{b}	73.27±0.82^{a}
R. emetica (Schaeff. & Fr.) S.F.Gray.	+	+	-	5YR 3/3 dark reddish brown, 10YR 5/3 weak red	36.42±1.06^{ab}	17.16±0.46^{b}	70.26±0.79^{ab}
R. rosacea (Pers.) S.F.G.	+	+	-	5YR 3/3 dark reddish brown, 7.5R 4/6 red	37.09±1.31^{ab}	18.75±2.63^{ab}	66.67±5.40^{ab}
R. nigricans (Bull.) Fr.	+	-	+	5YR 3/3 dark reddish brown, 7.5R 4/6 red	35.32±0.79^{ab}	20.52±9.75^{ab}	64.08±8.76^{ab}
R. alboareolata Hongo.	+	+	+	5YR 5/6 yellowish red, 7.5R 3/8 dark red	36.11±1.42^{ab}	29.58±3.99^{a}	56.06±1.11^{b}
R. foetens Pers.	+	+	-	7.5R 3/8 dark red	36.48±1.21^{ab}	19.82±6.51^{ab}	66.59±9.91^{ab}
R. cyanoxantha (Schaeff.)	+	+	+	5YR 4/3 dark reddish brown, 5YR 4/6 yellowish red	37.12±1.93^{ab}	21.56±6.80^{ab}	68.96±11.60^{ab}
R. virescens (Schaeff.) Fr.	+	-	+	7.5R 3/8 dark red, 7.5R 4/6 red, 10YR 4/1 dark gray	42.44±3.72^{a}	16.33±10.47^{b}	64.19±6.66^{ab}
				F-test	*	*	*

Means within the same column follow by different letters showed significantly different between treatments by LSD test at $P \leq 0.05$, * = Significant, ns = Not significant. + = Found in the area, - = Not found in the area, FEA = In front of the entrance area, PGCA = In the Plant Genetic Conservation area, BSRDSCA = Behind the Six Royal Development Study Center area

Table 2 Physical and chemical properties of soil found to contain mushrooms in the family Russulaceae in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center

Scientific name	Area			Soil texture			Soil pH	Organic matter (%)
	FEA	PGCA	BSRDSCA	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)		
L. flavidulus S. Imai.	+	+	-	42.77±17.27^{abc}	15.74±5.08^{b}	41.48±18.61^{abc}	5.42±0.67^{bc}	5.55±2.48^{bc}
L. glaucescens Crossl.	+	+	-	26.66±10.53^{cd}	20.00±2.35^{ab}	53.33±11.30^{ab}	6.12±0.64^{a}	6.16±2.09^{abc}
R. mairei Sing.	+	+	-	29.99±6.23^{bcd}	22.00±3.79^{a}	48.00±8.69^{ab}	6.14±0.29^{a}	6.33±1.89^{abc}
R. emetica (Schaeff. & Fr.) S.F.Gray.	+	+	-	24.80±12.14^{c}	18.62±5.32^{ab}	56.56±13.01^{a}	6.17±0.53^{a}	7.21±2.19^{abc}
R. rosacea (Pers.) S.F.G.	+	+	-	25.62±13.59^{cd}	18.46±3.76^{ab}	55.91±12.73^{a}	5.75±0.53^{ab}	6.73±2.06^{abc}
R. nigricans (Bull.) Fr.	+	-	+	32.50±21.49^{bcd}	18.33±3.33^{ab}	49.16±21.14^{ab}	5.76±0.71^{ab}	7.24±2.07^{abc}
R. alboareolata Hongo.	+	+	+	46.90±13.20^{ab}	15.23±3.78^{b}	37.85±11.48^{bc}	4.84±0.30^{c}	5.63±1.10^{bc}
R. foetens Pers.	+	+	-	21.66±2.35^{c}	20.00±4.70^{ab}	58.33±7.07^{a}	6.28±0.48^{a}	8.31±0.72^{a}
R. cyanoxantha (Schaeff.)	+	+	+	31.54±17.17^{bcd}	18.93±6.59^{ab}	49.52±15.65^{ab}	6.10±0.71^{a}	7.76±2.41^{ab}
R. virescens (Schaeff.) Fr.	+	-	+	50.00±5.96^{a}	18.88±3.44^{ab}	31.11±9.10^{c}	5.38±0.80^{bc}	5.03±1.79^{c}
			F-test	*	*	*	*	*

Means within the same column follow by different letters showed significantly different between treatments by LSD test at $P \leq 0.05$, * = Significant, ns = Not significant. + = Found in the area, - = Not found in the area, FEA = In front of the entrance area, PGCA = In the Plant Genetic Conservation area, BSRDSCA = Behind the Six Royal Development Study Center area

Table 3 Pigments of mushrooms in the Russulaceae family are found in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center

Scientific name	Common name, English	Common name, Thai	Pigments of cap			Pigments of stalk		
			Chlorophylls (mg/100gFW)	Carotenoids (µg/gFW)	Anthocyanins (mg/100gFW)	Chlorophylls (mg/100gFW)	Carotenoids (µg/gFW)	Anthocyanins (mg/100gFW)
L. flavidulus S. Imai.	Ki hatsu take	เห็ดข่าขาว	-	2.22±2.25	-	-	1.58±0.39	-
L. glaucescens Crossl.	-	เห็ดข่าเหลือง	-	0.67±0.01	-	-	0.30±0.31	-
R. mairei Sing.	Beechwood Sickener	เห็ดแดง	-	-	8.21±3.33^{b}	-	-	4.56±0.77^{b}
R. emetica (Schaeff. & Fr.) S.F.Gray.	Emetica Russula	เห็ดแดงน้ำหมาก	-	-	5.68±1.66^{b}	-	-	3.93±0.33^{b}
R. rosacea (Pers.) S.F.G.	Rosy Russula	เห็ดแดงแพร	-	-	17.14±3.38^{a}	-	-	6.04±0.85^{a}
R. nigricans (Bull.) Fr.	Black Russula	เห็ดถ่าน	-	1.38±1.00	-	-	1.08±1.16	-
R. alboareolata Hongo.	-	เห็ดน้ำแป้ง	-	0.62±0.62	-	-	0.67±0.32	-
R. foetens Pers.	Foetid Russula	เห็ดพุงหมู	-	0.45±0.09	-	-	0.35±0.06	-
R. cyanoxantha (Schaeff.)	Charcoal Burner	เห็ดหน้าม่วง	-	-	4.06±0.51^{b}	-	-	3.67±0.15^{b}
R. virescens (Schaeff.) Fr.	Green Agaric	เห็ดหล่มกระเขียว	0.0017±0.0014	0.71±0.11	-	0.0011±0.0005	0.34±0.15	-
		F-test	-	ns	*	-	ns	*

Means within the same column follow by different letters showed significantly different between treatments by LSD test at $P \leq 0.05$, * = Significant, ns = Not significant

Table 4 Total phenolic, antioxidant and total protein of mushrooms in the Russulaceae family are found in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center

Scientific name	Common name, English	Common name, Thai	Active ingredient in cap			Active ingredient in stalk		
			Total phenolic (mgGAE/gDW)	Antioxidant (IC_{50} mg/ml)	Total protein (mg/ml)	Total phenolic (mgGAE/gDW)	Antioxidant (IC_{50} mg/ml)	Total protein (mg/ml)
L. flavidulus S. Imai.	Ki hatsu take	เห็ดข่าขาว	1.34±0.60	33.72±14.01^{bc}	4.70±0.96	1.27±0.44	45.29±17.60^{a}	4.08±0.51
L. glaucescens Crossl.	-	เห็ดข่าเหลือง	0.90±0.05	44.20±17.35^{ab}	4.75±0.20	0.62±0.12	15.83±6.97^{cd}	4.04±0.37
R. mairei Sing.	Beechwood Sickener	เห็ดแดง	0.54±0.32	14.98±12.00^{cd}	4.22±0.51	0.56±0.18	11.27±2.62^{cd}	4.23±0.07
R. emetica (Schaeff. & Fr.) S.F.Gray.	Emetica Russula	เห็ดแดงน้ำหมาก	0.51±0.13	9.40±5.72^{d}	4.66±0.18	0.67±0.11	3.35±1.48^{d}	4.28±0.13
R. rosacea (Pers.) S.F.G.	Rosy Russula	เห็ดแดงแพร	0.44±0.35	14.18±4.06^{cd}	4.61±0.25	0.60±0.07	11.23±3.19^{cd}	4.28±0.13
R. nigricans (Bull.) Fr.	Black Russula	เห็ดถ่าน	0.68±0.23	33.58±7.01^{bc}	4.54±0.18	0.51±0.22	15.74±0.53^{cd}	4.12±0.39
R. alboareolata Hongo.	-	เห็ดน้ำแป้ง	0.92±0.19	49.74±19.43^{ab}	4.94±0.30	0.73±0.16	29.32±13.58^{abc}	4.31±0.19
R. foetens Pers.	Foetid Russula	เห็ดพุงหมู	0.59±0.51	58.80±4.13^{a}	4.59±0.14	0.73±0.18	38.31±6.73^{ab}	4.21±0.20
R. cyanoxantha (Schaeff.)	Charcoal Burner	เห็ดหน้าม่วง	0.63±0.21	17.37±7.78^{cd}	4.87±0.21	0.68±0.12	19.44±13.75^{cd}	4.36±0.15
R. virescens (Schaeff.) Fr.	Green Agaric	เห็ดหล่มกระเขียว	0.71±0.04	31.21±10.52^{bc}	4.66±0.05	0.73±0.16	25.64±5.88^{bc}	4.19±0.28
		F-test	ns	*	ns	ns	*	ns

Means within the same column follow by different letters showed significantly different between treatments by LSD test at $P \leq 0.05$, * = Significant, ns = Not significant

สรุป

ดินที่สำรวจพบเห็ดรับประทานได้ในวงศ์ Russulaceae ซึ่งเจริญเติบโตอยู่ในพื้นที่ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีสมบัติทางกายภายและเคมีที่แตกต่างกัน โดยดินส่วนใหญ่มีสี 7.5R 4/8 red และ 7.5R 3/8 dark red คือ โทนสีแดงหรือสีส้มอมแดง เนื้อดินมีลักษณะเป็นดินเหนียวและดินร่วนเหนียวปนทราย สำหรับความเป็นกรด-ด่างของดินมีค่า อยู่ในช่วง 4.84-6.28 คือ เป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย โดยดินส่วนใหญ่มีค่าพีเอชในช่วง 5.75-6.28 คือ เป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดเล็กน้อย และมีปริมาณอินทรียวัตถุภายในดินสูงมาก สำหรับเห็ดรับประทานได้ในวงศ์ Russulaceae ที่สำรวจพบภายในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริมีจำนวน 10 ชนิด คือ เห็ดข่าขาว เห็ดข่าเหลือง เห็ดแดง เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดแดงแพร เห็ดถ่าน เห็ดน้ำแป้ง เห็ดพุงหมู เห็ดหน้าม่วง และเห็ดหล่มกระเขียว ซึ่งแต่ละชนิดมีสารสีภายในหมวกดอกและก้านดอกแตกต่างกันไป สำหรับกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันทั้งในหมวกดอกและก้านดอกของเห็ดแต่ละชนิด แต่ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดและปริมาณโปรตีนทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ และศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และสถานที่สำหรับการทำวิจัย ขอขอบคุณงานศึกษาและพัฒนาเกษตรกรรมแบบประณีตที่สนับสนุนบุคลากรในการนำทางและให้คำแนะนำในการสำรวจ ขอขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่สนับสนุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

ธารทิพย์ รัตนะ และธนากร แสงสง่า. 2559. สมบัติต้านอนุมูลอิสระและพรีไบโอติกของเห็ดป่าสะแกราช. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 24: 538-550.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2550. เห็ดในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท ทีฟิล์ม จำกัด, กรุงเทพฯ.

ลลิตา ยั่งยืนปิยรัตน์. 2560. ความหลากหลายของเห็ดป่าในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. ปัญหาพิเศษ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วนิดา ผ่องมณี. 2542. ความหลากหลายของเห็ดที่ขึ้นบนดินบริเวณป่าดิบเขาในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2551. การพัฒนาป่าไม้ด้วยระบบ ชลประทาน อ่างเก็บน้ำ น้ำฝน และฝายต้นน้ำลำธาร. กรมชลประทาน, เชียงใหม่.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2561. เห็ดจากพื้นที่ป่าในธรรมชาติ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ปทุมธานี.

Barman, J., S. Aveek, S. Babita, D. Siraj, and B. Vidyaniketan. 2016. Mycorrhiza the oldest association between plant and fungi. Resonance Journal of Science Education. 21: 1093-1104.

Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry. 72: 248-254.

Fu, H., D. E. Shieh, and C. T. Ho. 2001. Antioxidant and free radical scavenging activities of edible mushroom. Tajen Institute of Technology, Taiwan.

Gee, G. W., and J. W. Bauder. 1979. Particle size analysis by hydrometer: a simplified method for routine textural analysis and a sensitivity test of measurement parameters. Soil Science Society of America Journal. 43: 1004-1007.

Hussain, S., H. Sher, Z. Ullah, M. S. Elshikh, D. A. Al Farraj, A. Ali, and A. M. Abbasi. 2023. Traditional uses of wild edible mushrooms among the local communities of Swat, Pakistan. Foods. 12: 1705.

Kumar, S., S. Mishra, A. K. Mishra, and S. N. Kumar. 2023. Wild Mushrooms of Bonai Forest Division. Ambika Prasad Research Foundation Publishers, India.

Manjula, B. L., and S. Kumar. 2024. Wild mushrooms: A source of livelihood and future. Ecology Environment and Conservation. 30: S187-S191.

Mujic, I., Z. Zekovic, Z. Lepojevic, S. Vidovic, and J. Zivkovic. 2010. Antioxidant properties of selected edible mushroom species. Journal of Central European Agriculture. 11: 387-391.

Pawelzik, E. 2005. Workshop on the Nutritional Quality and Phytochemicals of Tropical and Sub-tropical Fruits. Postharvest Technology Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai.

Ranganna, S. 1986. Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.

Rattana, S., and B. Sungthong. 2016. Antioxidant activities and total phenolic contents of methanolic extract from five fragrant flowers. pp. 1-5. In: Proceedings of the 12th Mahasarakham University Research Conference 8-9 September 2016. Mahasarakham University, Mahasarakham.

Singha, K., S. Sahoo, A. Roy, A. Banerjee, K. C. Mondal, B. R. Pati, and P. K. D. Mohapatra. 2020. Contributions of wild mushrooms in livelihood management of ethnic tribes in Gurguripal, West Bengal, India. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 11: 3160-3171.

Walkley, A. J., and I. A. Black. 1934. Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. Soil Science. 37: 29-38.

Wannawet, R., and P. Thiangphet. 2017. Determination antioxidant activity and total phenolic compounds of Bean sprouts. pp. 1035-1040. In: Proceedings of the 4th National Conference Kamphaengphet Rajabhat University 22 December 2017. Kamphaengphet Rajabhat University, Kamphaengphet.

Witham, F. H., R. M. Devlin, and D. F. Blaydes. 1971. Experiments in Plant Physiology. Van Nostrand Reinhold, NY.