

การสะสมโลหะหนักในเห็ดฟางจากวัสดุเพาะที่แตกต่างกัน

Accumulation of heavy metals in straw mushroom from difference substrate media

มนัสพร โพธิ์ทอง¹, ณัฐสิมา โทษันธุ์^{1*} และ วีระศักดิ์ ศรีลารัตน์¹

Manassporn Pothong¹, Natsima Tokhun^{1*} and Weerasak Srilarat¹

บทคัดย่อ: การเพาะเห็ดฟางในตะกร้าด้วยวัชพืชน้ำและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในท้องถิ่น นอกจากเป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมแล้วยังเป็นอาหารต่อมนุษย์ หากวัสดุเพาะมีการปนเปื้อนสารพิษอาจถูกสะสมและถ่ายทอดผ่านทางห่วงโซ่อาหาร จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการสะสมโลหะหนักในเห็ดฟางจากการใช้วัสดุเพาะที่แตกต่างกัน คือ ผักตบชวา ฟางข้าว เปลือกข้าวโพด และต้นกล้วยในโรงเรือน ภายหลังจากเพาะที่ 9-11 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างดอกตูม (closed cap) ทุกกรรมวิธี ทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 105°C ย่อยด้วย HNO₃ และ HClO₄ และตรวจวัดโลหะหนักด้วย ICP-OES ผลการศึกษาพบว่า การสะสมทองแดงในเห็ดฟางจากทุกวัสดุเพาะ (21.000 – 34.700 mg kg⁻¹) และตะกั่วจากการเพาะด้วยต้นกล้วย (1.767 mg kg⁻¹) เกินเกณฑ์มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน และ FAO/WHO โดยการใส่เปลือกข้าวโพดเป็นวัสดุเพาะตรวจพบการสะสมของโครเมียม (0.883 mg kg⁻¹) ทองแดง (34.700 mg kg⁻¹) และสังกะสี (75.517 mg kg⁻¹) ในเห็ดฟางสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ส่วนการสะสมแคดเมียม (0.150 mg kg⁻¹) เหล็ก (76.667 mg kg⁻¹) และตะกั่ว (1.767 mg kg⁻¹) พบจากวัสดุฟางข้าวและต้นกล้วยสูงสุด ในขณะที่การใช้ผักตบชวาเป็นวัสดุเพาะพบการสะสมโลหะหนักต่ำสุด ซึ่งเรียงจากมากไปน้อยคือ เหล็ก > สังกะสี > ทองแดง > ตะกั่ว > โครเมียมตามลำดับ

คำสำคัญ : โลหะหนัก, เห็ดฟาง, วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ABSTRACT: The cultivating of straw mushroom with water weed and agricultural waste material from local area, it not only can be the alternative way for solve the environmental problem but also can be a food for human too. If the substrate media for cultivate the mushroom has contaminated with toxic substances that will effect of accumulate and transfer the toxic substances through the food chain. The objective of this research is study the accumulation of heavy metals in straw mushroom from difference substrate media: hyacinth, rice straw, maize peel and banana trees in greenhouses. After 9-11 days of cultivating then sampling the closed cap in anyway and drying at 105 °C with HNO₃ and HClO₄. Finally, testing and measuring the heavy metal with ICP-OES. The study result show the copper accumulation in straw mushrooms from all type of substrate mediacultivation (21.000–34.700 mg kg⁻¹) and found the lead accumulation in banana trees substrate media cultivation (1.767 mg kg⁻¹) that the contamination level is over standardize of contaminated food and FAO/WHO test. From the using the substrate mediafrom maize peel for cultivation found the accumulation of chromium (0.883 mg kg⁻¹), copper (34.700 mg kg⁻¹) and zinc (75.517 mg kg⁻¹) and show the most accumulation in the straw mushroom substrate medias the highest level by significantvalue (P<0.01). Moreover, the result show the highest accumulation of cadmium (0.150 mg kg⁻¹), iron (76.667 mg kg⁻¹) and lead (1.767 mg kg⁻¹) found in the substrate media from rice straw and banana trees while the using substrate media from hyacinth is show the lowest of heavy metal accumulation. The order of descending of heavy metal accumulation is as follows: iron > zinc > copper > lead > chromium, respectively.

Keywords: heavy metal, straw mushroom, agricultural waste

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, 13180 Thailand

* Corresponding author: natsima@vru.ac.th; natsimat@gmail.com

บทนำ

เห็ดฟาง (Straw mushroom) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรจำนวนมาก และได้รับความนิยมในการประกอบอาหารของคนไทยและต่างชาติ โดยมีการผลิต 84,000 ตัน/ปี คิดเป็น 90% บริโภคภายในประเทศ และส่งออก 10% ในรูปของเห็ดฟางอัดกระป๋อง ในธรรมชาติเห็ดฟางจะขึ้นตามกองฟาง แต่ปัจจุบันเห็ดฟางได้รับความนิยมในการบริโภค จึงเกิดการเพาะเห็ดแบบสมัยใหม่ให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด เช่น การเพาะแบบกองเตี้ย อุตสาหกรรม (โรงเรือน) และในตะกร้า ซึ่งมีการพัฒนาการใช้วัสดุเพาะตั้งแต่ฟางข้าวไปจนถึงการประยุกต์ใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ทะลายปาล์มน้ำมัน ผักตบชวา เปลือกถั่วเขียว ชานอ้อย ชังข้าวโพด ต้นกล้วย ใสนุ่น และก้อนขี้เลื่อยเก่าที่ใช้เพาะเห็ดนางฟ้า เป็นต้น โดยคุณสมบัติของวัสดุเพาะต้องมีค่า pH 5–7 และความชื้น 60–65% ส่วนสภาพโรงเรือนมีความชื้นสัมพัทธ์ 80–90% อุณหภูมิ 24–40°C ความเข้มแสง 25 – 50 แรงเทียนในระยะกระตุ้นเห็ด และเปิดรับออกซิเจนจากภายนอก 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้เส้นใยเดินและได้ออกซิเจน (สำเนา, 2557) ส่วนแร่ธาตุที่พบมากจากการวิเคราะห์เถ้าของเห็ดฟาง ได้แก่ ฟอสฟอรัส 30.14% โพแทสเซียม 24.7% โซเดียม 15.37% และซิลิกอน 15.23% นอกจากนี้มีวิตามิน B1, B2, C, Folic acid, และ Cardiotoxic protein (กองพัฒนาและจัดการความรู้องค์กร, 2560; สำเนา, 2557) โดยอาหารของเห็ดได้จากเศษซากพืชคือ น้ำตาลกลูโคส เซลลูโลส แป้ง และแร่ธาตุอื่นๆ ซึ่งเห็ดสามารถดูดซึม (Uptake) เข้าไปทางผนังเซลล์ หากวัสดุเพาะมีการปนเปื้อนโลหะหนัก กลุ่มเส้นใยที่แพร่กระจายจะดูดซึมและสะสมโลหะหนักไว้ในโครงสร้างสำหรับสร้างสปอร์ของเห็ด จากรายงานของ Kumhomkul and Panich-pat (2013) เห็ดฟางสามารถดูดซึมและสะสมโลหะตะกั่วสูงสุดในผนังเซลล์ (Cell wall) และส่งผลกระทบต่ออายุของเส้นใยและสัณฐานวิทยา นอกจากนี้ เห็ดฟางมีความสามารถในการดูดซึมและสะสมโลหะปรอท ทองแดง แคดเมียม นิกเกิล และโครเมียม

โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสะสมโลหะหนักในเห็ด ได้แก่ สายพันธุ์ นิเวศวิทยา อายุของเส้นใยเห็ด ระยะการเจริญเติบโต ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และความเข้มข้นของสารพิษในวัสดุเพาะ (สุภาพกรณ์, 2560; Kalač, 2009; Nilanjana, 2005) ดังนั้น การศึกษาการสะสมโลหะหนักในเห็ดฟางจากการใช้วัสดุเพาะที่แตกต่างกันคือ ผักตบชวา ฟางข้าว เปลือกข้าวโพด และต้นกล้วย จึงเป็นข้อมูลสำหรับผู้บริโภคให้ระมัดระวังการบริโภคเห็ดที่เจริญเติบโตจากวัสดุเพาะหรือพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของสารมลพิษ ซึ่งอาจไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภคในระยะยาว

วิธีการศึกษา

วิธีเพาะเห็ดฟางในตะกร้า

1. การเตรียมวัสดุเพาะ โดยการสับผักตบชวาสด ฟางข้าว เปลือกข้าวโพด และต้นกล้วย ให้มีขนาดประมาณ 3 นิ้ว นำไปตากแดดจนแห้งสนิท ชั่งน้ำหนักของแต่ละวัสดุเพาะ 600 กรัม/หน่วยทดลอง (ตะกร้า) แขน้ำสะอาดปราศจากคลอรีนเป็นเวลา 1 คืน ก่อนใช้เพาะเห็ดในตะกร้า

2. นำวัสดุเพาะจากข้อ 1 แบ่งออกเป็น 3 ส่วน โดยขั้นแรกใช้วัสดุเพาะส่วนที่ 1 ใส่ในตะกร้าพลาสติก (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 นิ้ว สูง 11 นิ้ว และมีตาห่าง 1 นิ้ว) สูง 2-3 นิ้ว ให้ชิดขอบตะกร้า และใช้ผ้ามีกุดเบาๆ ใส่อะเห็ดฟางที่ผสมแล้วส่วนที่ 1 (นำเชื้อเห็ดฟางออกจากถุง 1 ถุง แยกออกเป็นชิ้นเล็กผสมกับรำละเอียดและแป้งสาลีอย่างละ 2 ช้อนโต๊ะ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน) ข้างๆ ขอบตะกร้า และโรยอาหารเสริม (ปุ๋ยคอก) 30 กรัม/ชิ้น จากนั้นให้ทำเหมือนเดิมจนครบ 3 ชั้น และชั้นที่ 3 ให้โรยเชื้อเห็ดใส่ตรงกลางตะกร้า และรดน้ำใส่ตะกร้า 2 ลิตร ให้นำตะกร้าไปบ่มไว้ในโรงเพาะเห็ดที่ควบคุมอุณหภูมิ 30-34°C และความชื้นสัมพัทธ์ 60-80% (สำเนา, 2557)

3. การวิเคราะห์โลหะหนัก ภายหลังจากเพาะที่ 9-11 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างดอกตูมในแต่ละกรรมวิธี ทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทิ้ง

ไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้น ทำการบดตัวอย่างให้ละเอียด ชั่งน้ำหนัก 0.5 กรัม ใส่ในหลอดย่อย (ที่ผ่านการแช่ 1+1 HNO₃ ล้างด้วยน้ำกลั่น (Deionized water: DI) ทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง) เติม 6 mL HNO₃ (65%) และ 1 mL H₂O₂ (30%) และใส่หลอดย่อยบนเครื่องย่อย (Hot plate) ที่อุณหภูมิ 200°C เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman grade เบอร์ 42 ปริมาตร 25 mL ด้วยน้ำกลั่น DI (Kumhomkul and Panich-pat, 2013; Quarcoo and Adotey, 2013) และตรวจวัดโลหะหนักในตัวอย่างด้วยเครื่อง Inductively Couple Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) โดยกำหนดช่วงคลื่นตรวจวัดของแคดเมียมที่ 228.802 nm, โครเมียม

267.716 nm, ทองแดง 327.393 nm, เหล็ก 238.204 nm, ตะกั่ว 220.353 nm และสังกะสี 206.200 nm

การสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) เตรียมสารละลายมาตรฐานของแคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว และสังกะสี ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 และ 2 mg/L จากสารละลายมาตรฐาน ICP multi-element standard solution IV MERCK ที่ความเข้มข้น 1000 mg/L และตรวจวัดด้วยเครื่อง ICP-OES โดยสร้างสมการสหสัมพันธ์เชิงเส้นของค่าความเข้มข้นของการดูดกลืนแสง (Intensity) และความเข้มข้นของสารละลาย (Concentration) ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจในของสมการเส้นตรง $R^2 > 0.996$ (Figure 1)

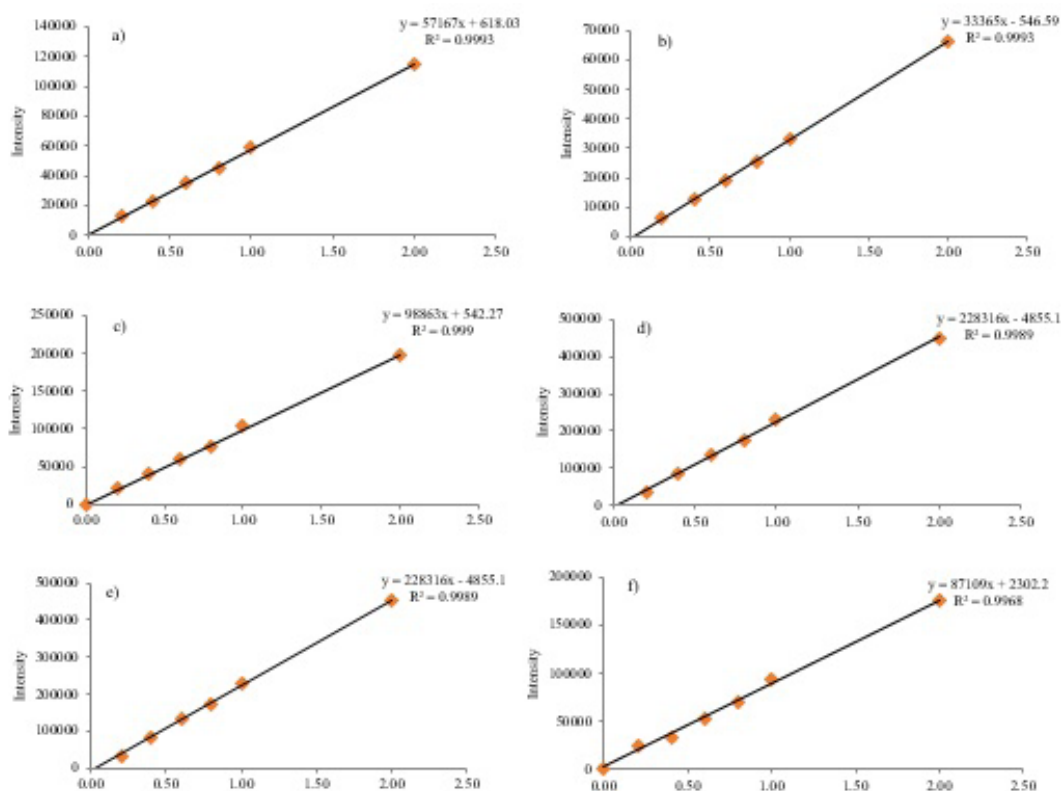


Figure 1 The calibration curve of a) copper, b) chromium, c) cadmium, d) iron, e) lead and f) zinc showed good linearity with $R^2 > 0.996$ for solution spiked with 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 and 2 mg/L of these elements.

4. การวิเคราะห์หีข้อมูล ชุดข้อมูลที่ได้จากสุมแบบสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ รวมทั้งหมด 16 หน่วยทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดแบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้โปรแกรม Statistic 8 Software (Version 8, USA)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การสะสมโลหะหนักในเห็ดฟางที่เพาะในตะกร้าจากการใช้วัสดุเพาะที่แตกต่างกันคือ ผักตบชวา ฟางข้าว เปลือกข้าวโพด และต้นกล้วยในโรงเรือนที่มีอุณหภูมิ 30-34°C ความชื้นสัมพัทธ์ 60-80% ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการสะสมโลหะ

หนักทั้ง 6 ชนิด (แคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว และสังกะสี) ในเห็ดฟางดอกตูมจากการใช้วัสดุเพาะจากผักตบชวา 0.068–59.783 mg kg⁻¹dw, ฟางข้าว 0.150–67.633 mg kg⁻¹dw, เปลือกข้าวโพด 0.083–75.517 mg kg⁻¹dw และต้นกล้วย 0.050–62.517 mg kg⁻¹dw โดยโลหะหนักที่ตรวจพบสูงสุดในเห็ดเรียงจากมากไปน้อยคือ เหล็ก (84.650 mg kg⁻¹dw) > สังกะสี (75.517 mg kg⁻¹dw) > ทองแดง (34.700 mg kg⁻¹dw) > ตะกั่ว (1.767 mg kg⁻¹dw) > โครเมียม (0.883 mg kg⁻¹dw) ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่ตรวจพบโลหะหนักในเห็ดฟางจากวัสดุเพาะ 3 ประเภทคือ เปลือกข้าวโพด ต้นกล้วย และฟางข้าว ในขณะที่วัสดุเพาะชนิดผักตบชวาตรวจพบมีปริมาณโลหะหนักน้อยกว่าวัสดุเพาะอื่นๆ (Table 1)

Table 1 Result of heavy metal concentrations in straw mushroom compared food safety standards

Treatments	Mean of heavy metal concentrations, mg kg ⁻¹ dw (n=4)					
	Cadmium	Chromium	Copper	Iron	Lead	Zinc
Water hyacinth	0.068b	0.533c	21.000d	44.483d	0.350c	59.783c
Straw rice	0.150a**	0.667b	27.350c	58.133c	0.467c	67.633b
Maize peel	0.083b	0.883a**	34.700a**	76.667b	0.817b	75.517a**
Banana tree	0.050b	0.733b	31.467b	84.650a**	1.767a**	62.517c
Thai food safety ^{1/}	N/A	N/A	20	N/A	1	100
FAO/WHO ^{2/}	0.5		2.0		3	

^{1/} Notification of the Ministry of Public Health, No. 98 (1986), National standard of contamination in food; N/A = not available.

^{2/} FAO/WHO (1987). Codex Committee on Food Additives: Report of the Seventeenth Session of the Joint FAO/WHO. Rome: Codex Alimentarius.

การสะสมทองแดงในเห็ดฟางจากทุกวัสดุเพาะ (21.000 – 34.700 mg kg⁻¹) และตะกั่วจากการเพาะด้วยต้นกล้วย (1.767 mg kg⁻¹) เกินเกณฑ์มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน (กระทรวงสาธารณสุข, 2529) และองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ/องค์การอนามัยโลก (FAO/WHO, 1987) โดยการใช้เปลือกข้าวโพดเป็นวัสดุเพาะตรวจพบโครเมียม (0.883 mg kg⁻¹) ทองแดง (34.700 mg kg⁻¹) และสังกะสี (75.517 mg kg⁻¹) ในเห็ดฟางสูงสุดอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนแคดเมียม (0.150 mg kg⁻¹) เหล็ก (76.667 mg kg⁻¹) และตะกั่ว (1.767 mg kg⁻¹) พบจากวัสดุฟางข้าวและต้นกล้วยสูงสุด ซึ่งชนิดของเห็ดกินได้ที่เจริญเติบโตในพื้นที่ปนเปื้อนโลหะหนักตามธรรมชาติหรือมาจากการเพาะของมนุษย์ สามารถดูดซึมโลหะเข้าไปทางผนังเซลล์และสะสมในดอกเห็ดแตกต่างกัน อาทิ เห็ดลูกฟุ้งขาว (*Lycoperdon perlatum*) ที่เจริญเติบโตในป่าใกล้กับแหล่งถลุงเหล็กเพียง 500 เมตร พบการสะสม

ของเห็ดลิ้ง สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว โครเมียม และ แคดเมียมเท่ากับ 782.00, 134.00, 10.90, 3.47, 1.94 และ 1.73 mg kg⁻¹dw ตามลำดับ (Stihi et al., 2011) ส่วนเห็ดตับเต่านองตาข่าย (*Boletus reticulatus* Schaeff.) ในพื้นที่ป่าใกล้กับแหล่งมลพิษจากอุตสาหกรรม ตรวจพบการสะสมสังกะสี เห็ดลิ้ง ทองแดง ตะกั่ว โครเมียม และแคดเมียม เท่ากับ 91.31, 57.27, 13.80, 4.20, 2.52 และ 2.38 mg kg⁻¹dw ตามลำดับ (Širić et al., 2014) สำหรับ เห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) และเห็ดโคนน้อย (*Termitomyces clypeatus*) ที่ขายในตลาด อังกรา ประเทศกานา ตรวจพบการสะสมเห็ดลิ้ง แคดเมียม และตะกั่ว เท่ากับ 43.77–65.19, 0.35–0.57, และ 0.04–0.23 mg kg⁻¹dw ตามลำดับ (Quarcoo and Adotey, 2013) ซึ่งสอดคล้องกับผล การศึกษาที่ตรวจพบการสะสมของเห็ดลิ้ง > สังกะสี > ทองแดง > ตะกั่ว > โครเมียม ตามลำดับ (Table 1) แต่อย่างไรก็ตาม การตรวจพบเห็ดลิ้ง สังกะสี แมงกานีส ทองแดง โครเมียม และซีลีเนียมในดอก เห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) และเห็ดลูกฝุ่นขาว (*Lycoperdon perlatum*) ซึ่งเป็นเห็ดราที่ จำเป็นต่อมนุษย์ ในขณะที่แคดเมียม นิเกิล และ ตะกั่ว มีความเป็นพิษแม้ตรวจพบในปริมาณน้อย (Stihi et al., 2011)

สรุปผลการศึกษา

การสะสมโลหะหนักในเห็ดฟางจากการใช้ วัสดุเพาะที่แตกต่างกัน พบว่าการสะสมทองแดงใน เห็ดฟางจากทุกวัสดุเพาะ (ผักตบชวา ฟางข้าว เปลือกข้าวโพด และต้นกล้วย) และตะกั่ว (ต้น กล้วย) เกินเกณฑ์มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน โดยการใช้เปลือกข้าวโพดเป็นวัสดุเพาะตรวจพบ การสะสมของโครเมียม ทองแดง และสังกะสีในเห็ด ฟางสูงสุด ส่วนการสะสมแคดเมียม เห็ดลิ้ง และ ตะกั่วในเห็ดฟางจากวัสดุฟางข้าวและต้นกล้วย สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในขณะที่ การใช้ผักตบชวาเป็นวัสดุเพาะพบการสะสมโลหะ หนักต่ำสุด

คำขอบคุณ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา และคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. 2529. ประกาศกระทรวง สาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีการปนเปื้อน. ราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่มที่ 103 ตอนที่ 23 ลงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2529.
- กองพัฒนาและจัดการความรู้องค์กร. 2560. เห็ด ฟางมีประโยชน์และสรรพคุณอย่างไร?. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- รูปภรณ์ คำหอมกุล. 2560. การสะสมโลหะหนัก และธาตุกัมมันตรังสีในเห็ดกินได้ที่เจริญเติบโตในพื้นที่ปนเปื้อนสารมลพิษ. วารสาร วิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย. 11(2): 14–25.
- สำเนาวิ ฤทธิสุข. 2557. คู่มือการเพาะเห็ดฟางใน ตะกร้าและการเพาะเห็ดในโรงเรือนแบบน็อคดาวน์. ปทุมธานี : สำนักงานพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติ ประวัติศาสตร์และพิพิธภัณฑ์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (องค์การมหาชน).
- FAO/WHO. 1987. Codex Committee on Food Additives: Report of the Seventeenth Session of the Joint FAO/WHO. Rome: Codex Alimentarius.
- Kalač, P. 2009. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: a review. Food. Chem. 113(1): 9–16.
- Kumhomkul, T. and T., Panich-pat. 2013. Lead accumulation in the straw mushroom, *Volvariella volvacea*, from lead contaminated rice straw and stubble. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 91: 231–234.

- Nilanjana, D. 2005. Heavy metals biosorption by mushrooms. Nat. Prod. Rad. 4(6): 454–459.
- Quarcoo, A. and G., Adotey. 2013. Determination of heavy metals in *Pleurotus ostreatus* (Oyster mushroom) and *Termitomyces clypeatus* (Termite mushroom) sold on selected markets in Accra, Ghana. Mycosphere. 4(5): 960–967.
- Širić I., I., Kos, D., Bedeković, A., Kaić and A., Kasap. 2014. Heavy metals in edible mushroom *Boletus reticulatus* Schaeff . collected from Zrin, mountain, Croatia. Period. Biol. 116 (3): 319–322.
- Stihi, C., C. Radulescu, G., Busuioc, I.V., Popescu, A., Gheboianu and A., Ene. 2011. Studies on accumulation of heavy metals from substrate to edible wild mushrooms. Rom. Journ. Phys. 56(1-2): 257 – 264.