

กิจกรรมการต้านเชื้อแบคทีเรียในหลอดทดลองจากสารสกัดเห็ดแครง
IN VITRO ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF *Schizophyllum*
commune FR. EXTRACTS

สุรัชย์ รัตนสุข^{1,*}, ดุจฤทัย พลเยี่ยม², พุติตา หลักไหล³ และ ไกรเทพ ชัยกิจ⁴
Surachai Rattanasuk^{1*}, Dudruthai Ponyaim², Putita Laklai³ and Kraithep Chayakij⁴

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

² สาขาวิชาชีววิทยา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

³ สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

⁴ ปูลุกรัก ฟาร์ม ตำบลตะเคียนทอง อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

¹ Major of General Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Roi Et Rajabhat University.

² Major of Biology, Faculty of Liberal Arts and Science, Roi Et Rajabhat University.

³ School of Biotechnology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology.

⁴ Plookrak farm, Takiantong, Kanjanadit, Suratthani

Received: 3 May 2020

Revised: 26 October 2020

Accepted: 4 December 2020

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของการศึกษานี้ คือ เพื่อศึกษากิจกรรมการต้านแบคทีเรียก่อโรคในหลอดทดลองจากสารสกัดเห็ดแครง โดยสกัดสารออกฤทธิ์จากเห็ดแครงด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ Hexane, Dichloromethane, Ethylacetate และ Methanol นำสารสกัดไปทดสอบกิจกรรมการต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรค 6 ชนิด (*Bacillus subtilis* TISTR 008, *Escherichia coli* TISTR 780, *Staphylococcus aureus* TISTR 1466, *Staphylococcus epidermidis* TISTR 518, *Pseudomonas aeruginosa* TISTR 1383, *Klebsiella pneumonia* subsp. *Pneumonia* TISTR 1383) ผลการศึกษาพบว่าค่า Minimum Inhibitory Concentration (MIC) อยู่ระหว่าง 0.15-2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสารสกัดจากเห็ดแครงที่สกัดด้วย Ethyl acetate ที่ค่า MIC ต่ำสุดต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 1466 เท่ากับ

* ผู้ประสานงาน: สุรัชย์ รัตนสุข

อีเมล: surachai_med@hotmail.com

0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาเป็นสารสกัดจากเห็ดแครงที่สกัดจาก Hexane มีค่า MIC เท่ากับ 0.62 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการศึกษาพบว่ามีเพียงสารสกัดจากเห็ดแครงที่สกัดด้วย Ethyl acetate เพียงชนิดเดียว ที่แสดงค่า Minimum Bactericidal Concentration (MBC) ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 1466 เท่ากับ 1.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร การศึกษาครั้งนี้เป็นการรายงานผลของกิจกรรมการต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus* จากสารสกัดของเห็ดแครงเป็นครั้งแรกซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทางเภสัชกรรม

คำสำคัญ: เห็ดแครง, กิจกรรมการต้านเชื้อแบคทีเรียในหลอดทดลอง, สแตฟิโลคอคคัส ออเรียส

Abstract

The purpose of this study was to study *in vitro* antibacterial activity of *Schizophyllum commune* extracts. The antibacterial substances were extracted from *Schizophyllum commune* by using 4 solvents including Hexane, Dichloromethane, Ethyl acetate, and Methanol. The extracts were determined an antibacterial activity against 6 pathogenic bacteria (*Bacillus subtilis* TISTR 008, *Escherichia coli* TISTR 780, *Staphylococcus aureus* TISTR. 1466, *Staphylococcus epidermidis* TISTR 518, *Pseudomonas aeruginosa* TISTR 1383, *Klebsiella pneumoniae* subsp. *pneumoniae* TISTR 1383). The results presented that the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) was between 0.15-2.5 milligrams per milliliter. It was found that the extracts from *Schizophyllum commune* extracted with Ethyl acetate had the lowest MIC values against *Staphylococcus aureus* TISTR 1466 of 0.15 milligrams per milliliter, followed by the extract from *Schizophyllum commune* extracted using Hexane had a MIC value of 0.62 milligrams per milliliter. The results showed that only the extract from *Schizophyllum commune* extracted with Ethyl acetate showed the Minimum Bactericidal Concentration (MBC) against *Staphylococcus aureus* TISTR 1466 of 1.25 milligrams per milliliter. This study is the first report of the antibacterial

activity against *Staphylococcus aureus* from the *Schizophyllum commune* extract which is beneficial to pharmaceutical development.

Keywords: *Schizophyllum commune*, *In vitro* antibacterial activity, *Staphylococcus aureus*

บทนำ

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตจำพวกเชื้อราที่มีการพัฒนาเป็นดอกเห็ด (fruiting body) และเป็นกลุ่มผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ เห็ดอาจแบ่งออกได้เป็นกลุ่มเห็ดกินได้และกลุ่มเห็ดพิษ เห็ดกินได้ที่นิยมนำมาประกอบอาหาร เช่น เห็ดนางฟ้า เห็ดฟาง เห็ดหอม เห็ดหูหนู เป็นต้น เห็ดแครง (*Schizophyllum commune* Fr.) หรือที่รู้จักกันในชื่อ เห็ดตีนตุ๊กแก เห็ดจิก เห็ดยาง เห็ดแครง (ภาคใต้) เห็ดแก่น เห็ดตามอด เห็ดตับ (ภาคเหนือ) เห็ดมะม่วง (ภาคกลาง) เป็นเห็ดในสกุล *Schizophyllum* ดอกเห็ดที่เจริญมีลักษณะคล้ายรูปพัด ฐานดอกเห็ดมีก้านสั้น ๆ ยาวประมาณ 0.1-0.5 เซนติเมตร ดอกเห็ดกว้างประมาณ 1-3 เซนติเมตร ยาว 1-4 เซนติเมตร ดอกเห็ดมีสีขาวปนเทา ด้านใต้ดอกมีครีบเป็นร่องสีน้ำตาลอ่อนหรือสีน้ำตาลอมแดง ขอบดอกหยาบคล้ายขอบเปลือกหอยแครง เป็นกลุ่มเห็ดที่มักเจริญขึ้นตามไม้เนื้อแข็งที่ตายแล้ว และเจริญได้ดีในสภาพที่มีความชื้นเหมาะสม (ไชยะ มูเล้ง, 2555)

เห็ดแครงเป็นเห็ดที่ได้รับความนิยมในการบริโภคในหลายประเทศซึ่งในประเทศไทยนิยมบริโภคและเพาะปลูกกันมากในทางภาคใต้ อีกทั้งยังพบว่าเห็ดแครงมีสรรพคุณมากมาย เช่น สารประกอบโพลีแซคคาไรด์ชนิด Schizophyllan ซึ่งเป็นสารเบต้ากลูแคนที่ช่วยกระตุ้นการสร้างคอลลาเจนที่ผิวหนัง ลดการอักเสบของผิวหนังเนื่องจากแสงแดด (สุจิตรา โนนทิง, 2561) ส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกัน (Yelithao et al., 2019) มีฤทธิ์ต้านการเจริญของเชื้อรา (Berfilamen et al., 2013) รวมถึงมีฤทธิ์ในการต้านการเจริญของเชื้อแบคทีเรียบางชนิด เช่น *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus enteritidis*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Salmonella epidermididis* เป็นต้น (Khardziani et al., 2020) อีกทั้งยังพบว่าเป็นเห็ดที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น มีกรดอะมิโน cystine และ glutamine มีธาตุเหล็ก 280 มิลลิกรัม แคลเซียม 90 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 646 มิลลิกรัม ไขมันร้อยละ 50 รวมถึงวิตามินบี 2 (ต่อเห็ดแครง 100 กรัม) ด้วย (Manthey et al., 2006)

การศึกษาฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียของเห็ดแครงยังมีการศึกษาอยู่น้อยมาก การศึกษานี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษากิจกรรมการต้านเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดเห็ดแครง โดยเป็นการศึกษาร่วมกับผู้ประกอบการฟาร์มเห็ดแครงจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ตัวอย่างเห็ดแครง

เห็ดแครงได้เก็บจาก ปลูกรัก ฟาร์ม ตำบลตะเคียนทอง อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี นำเห็ดแครงมาอบด้วยตู้อบลมร้อนที่ 50 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นำเห็ดแครงที่อบแห้งไปปั่นเป็นผงละเอียดด้วยเครื่องบดสมุนไพร เก็บผงเห็ดแครงในภาชนะปิดสนิท

2. แบคทีเรียก่อโรค

Bacillus subtilis TISTR 008 (*B. subtilis* TISTR 008), *Escherichia coli* TISTR 780 (*E. coli* TISTR 780), *Staphylococcus aureus* TISTR 1466 (*S. aureus* TISTR 1466), *Staphylococcus epidermidis* TISTR 518 (*S. epidermidis* TISTR 518), *Pseudomonas aeruginosa* TISTR 1383 (*P. aeruginosa* TISTR 1383), *Klebsiella pneumoniae* subsp. *pneumoniae* TISTR 1383 (*K. pneumoniae* TISTR 1383) สั่งซื้อจากศูนย์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

3. อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียและสารเคมี

ตัวทำละลาย Hexane, Dichloromethane, Ethyl acetate และ Methanol (QR&C™, New Zealand), Dimethyl sulfoxide (DMSO) (Sigma-Aldrich, Steinheim) และอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย Nutrient Broth, Mueller Hinton broth (MHB) และ Bacterial Agar (HiMedia, India)

4. การสกัดสารออกฤทธิ์จากเห็ดแครง

ชั่งผงเห็ดแครง 10 กรัมใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมตัวทำละลายแต่ละชนิดปริมาณ 50 มิลลิลิตร ทำการสกัดด้วยการเขย่าที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำการกรองแยกตะกอนเห็ดแครง นำส่วนใสไประเหยแห้งด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ ปรับความเข้มข้นของสารสกัดด้วย DMSO เท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

5. การคัดกรองฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Agar well diffusion

นำเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่เลี้ยงด้วยอาหาร Nutrient Broth (NB) นาน 18 ชั่วโมง ที่ 37 องศาเซลเซียส มาปรับค่าความขุ่นเซลล์ที่ OD₆₀₀ เท่ากับ 0.1 ปริมาตร 100 ไมโครลิตรมาทำการ spread ลงบนอาหาร Mueller Hinton agar (MHA) ทำการเจาะอาหารรู้นด้วย cork borer ที่ปลอดเชื้อ ขนาด 0.5 มิลลิเมตร หยดสารสกัดเห็ดเครงความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาณ 10 ไมโครลิตรลงในหลุม แล้วนำเพลทไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง ตรวจสอบวงของการยับยั้งการเจริญ (Zone of inhibition) ที่เกิดขึ้น

6. การทดสอบหาค่า Minimum Inhibitory Concentration (MIC) และค่า Minimum Bactericidal Concentration (MBC)

ทำการเจือจางความเข้มข้นของสารสกัดเห็ดเครงแบบสองเท่า (two-fold dilution) ด้วย Mueller Hinton broth (MHB) ในหลุมของไมโครไทเทอร์เพลทแบบ 96 หลุม แล้วเติมแบคทีเรียก่อโรคที่เลี้ยงในอาหาร NB ที่ปรับค่าความขุ่นเซลล์ที่ OD₆₀₀ เท่ากับ 0.1 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วนำเพลทไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ใช้กานามัยซิน (kanamycin) 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เป็นชุดควบคุมบวก ทำการตรวจสอบค่า MIC และ MBC โดย MIC คือ ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ต่ำที่สุดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคโดยอาหารในหลุมนั้นจะใสและไม่พบตะกอนของเชื้อแบคทีเรียก่อโรค ค่า MBC หาได้จากการนำอาหารเหลือของหลุมที่ใสจำนวน 3 หลุมจากหลุมที่ความเข้มข้นต่ำสุดมาทำการกระจายเชื้อ (spread) บนอาหาร nutrient agar แล้วนำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจสอบการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรค โดยค่า MBC คือ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่สามารถฆ่าทำลายเชื้อแบคทีเรียก่อโรคได้ (Rattanasuk & Phiwthong, 2020)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

เห็ดเครงได้ถูกสกัดจากตัวทำละลายที่แตกต่างกัน 4 ชนิด และได้ทำการศึกษา คัดกรองกิจกรรมการต้านเชื้อแบคทีเรียเบื้องต้นด้วยวิธี Agar well diffusion ในการศึกษาครั้งนี้ใช้สารสกัดจากเห็ดเครงความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาณ 10 ไมโครลิตรผลการศึกษาพบว่ามีเพียงสารสกัดเห็ดเครงที่สกัดด้วย Ethyl acetate มีกิจกรรมการทำลายเชื้อ

แบคทีเรียโดยพบเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสเท่ากับ 0.9 เซนติเมตร ต่อเชื้อ *S. aureus* TISTR 1466 (ตารางที่ 1)

การศึกษาหาค่า MIC และ MBC พบว่าผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากเห็ดแครงมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคได้ โดยพบว่าสารสกัดเห็ดแครงที่สกัดด้วย Ethyl acetate มีค่า MIC ต่ำสุดเท่ากับ 0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อเชื้อ *S. aureus* TISTR 1466 รองลงมาคือสารสกัดเห็ดแครงที่สกัดด้วย Hexane มีค่า MIC เท่ากับ 0.62 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อเชื้อ *S. aureus* TISTR 1466 เช่นกัน และพบว่าสารสกัดจากเห็ดแครงไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. aeruginosa* (ตารางที่ 2 และ ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Khardziani et al. (2020) ที่รายงานว่าสารสกัดจากเห็ดแครงที่สกัดด้วย Ethyl acetate และ Ethanol ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* และสารสกัดจากเห็ดแครงที่สกัดด้วยเอทิลอะซิเตตและเอทานอล ความเข้มข้น 0.5 และ 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* ได้ (Khardziani et al., 2020)

ผลการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าสารสกัดจากเห็ดแครงสามารถยับยั้งการเจริญในแบคทีเรียแกรมบวกได้ทั้ง 3 สายพันธุ์ คือ *S. aureus* TISTR 1466, *S. epidermidis* TISTR 518 และ *Bacillus subtilis* TISTR 008 ในขณะที่สารสกัดจากเห็ดแครงสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคแบคทีเรียแกรมลบได้เพียง 2 สายพันธุ์ คือ *K. pneumoniae* TISTR 1383 และ *E. coli* TISTR 780 อีกทั้งยังพบว่ามีเพียงสารสกัดเห็ดแครงจาก Ethyl acetate ที่มีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อ *S. aureus* TISTR 1466 โดยมีค่า MBC เท่ากับ 1.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Papadopoulou et al. (2005) ที่พบว่าแบคทีเรียแกรมบวกจะมีความไวต่อสารต้านแบคทีเรียมากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ โดยพบว่าจากโครงสร้างของผนังเซลล์ในแบคทีเรียแกรมบวกที่มีความซับซ้อนน้อยจึงส่งผลต่อการผ่านเข้าออกของสารที่ง่ายตามไปด้วย (Papadopoulou et al., 2005) และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Suay et al. (2000) ที่ได้รายงานว่าแบคทีเรียแกรมลบส่วนใหญ่มีการดื้อต่อสารต้านแบคทีเรียสูงกว่าแบคทีเรียแกรมบวก (Suay et al., 2000)

ตารางที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงของการยับยั้งการเจริญเชื้อแบคทีเรียก่อโรคของสารสกัดเห็ดแครง

ตัวทำละลาย	<i>S. aureus</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>E. coli</i>
Hexane	-	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	0.9	-	-	-	-	-
Dichloromethane	-	-	-	-	-	-
Methanol	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 2 ค่า MIC และ MBC ของสารสกัดเห็ดแครงต่อเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก

ตัวทำละลาย	<i>S. aureus</i>		<i>S. epidermidis</i>		<i>B. subtilis</i>	
	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC
	(mg/ml)	(mg/ml)	(mg/ml)	(mg/ml)	(mg/ml)	(mg/ml)
Hexane	0.62	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	0.15	1.25	-	-	-	-
Dichloromethane	2.5	-	2.5	-	1.25	-
Methanol	-	-	-	-	-	-
Kanamycin	0.04	0.07	0.04	0.07	0.04	0.07

ตารางที่ 3 ค่า MIC และ MBC ของสารสกัดเห็ดแครงต่อการเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ

Solvent	<i>P. aeruginosa</i>		<i>K. pneumoniae</i>		<i>E. coli</i>	
	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC
	(mg/ml)	(mg/ml)	(mg/ml)	(mg/ml)	(mg/ml)	(mg/ml)
Hexane	-	-	-	-	-	-
Ethyl acetate	-	-	-	-	-	-
Dichloromethane	-	-	2.5	-	2.5	-
Methanol	-	-	-	-	-	-
Kanamycin	6.25	25	0.04	3.12	0.04	0.07

การศึกษานี้พบว่าสารสกัดเห็ดแครงมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญและทำลายต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* TISTR 1466 Mirfat et al. (2014) ที่ได้รายงานฤทธิ์ของสารสกัดจากเห็ดแครงที่สกัดด้วย dichloromethane ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Streptococcus sanguis* ซึ่งการศึกษานี้ได้นำเสนอข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทางด้านเภสัชกรรมและยังเป็นการเพิ่มสรรพคุณของเห็ดแครงให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย (Mirfat et al., 2014)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาครั้งแรกที่แสดงให้เห็นถึงผลของสารสกัดจากเห็ดแครงที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* TISTR 1466, *B. subtilis* TISTR 008, *S. epidermidis* TISTR 518, *K. pneumoniae* TISTR 1383 และ *E. coli* TISTR 780 และมีฤทธิ์ในการทำลายต่อเชื้อ *S. aureus* TISTR 1466 ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ดที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ไชนะ มูเล็ง. (2555). การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทะเลลายปาล์มเปล่าและทางใบปาล์ม น้ำมันเพื่อการเลี้ยงเชื้อเห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) และการผลิตสาร *Schizophyllum*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)
- สุจิตรา โนนทิง. (2561). การพัฒนาเครื่องสำอางลดริ้วรอยซึ่งมีเบต้ากลูแคนที่สกัดจากเห็ดแครง. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
- Berfilamen, P., Teoh, Y. P., & Don, M. M. (2013). *In vitro* antifungal activities and phytochemical analysis of filamentous white-rot fungi, *Schizophyllum commune*. *Sains Malaysiana*, 42(9), 1267-1272.

- Khardziani, T., Metreveli, E., Didebulidze, K., & Elisashvili, V. I. (2020). Screening of Georgian Medicinal Mushrooms for Their Antibacterial Activity and Optimization of Cultivation Conditions for the Split Gill Medicinal Mushroom, *Schizophyllum commune* BCC64 (Agaricomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 22(7), 659-669.
- Manthey, K. C., Rodriguez-Melendez, R., Hoi, J. T., & Zempleni, J. (2006). Riboflavin deficiency causes protein and DNA damage in HepG2 cells, triggering arrest in G1 phase of the cell cycle. *The Journal of nutritional biochemistry*, 17(4), 250-256.
- Mirfat, A., Noorlidah, A., & Vikineswary, S. (2014). Antimicrobial activities of split gill mushroom *Schizophyllum commune* Fr. *American Journal of Research Communication*, 2(7), 113-124.
- Papadopoulou, C., Soulti, K., & Roussis, I. G. (2005). Potential antimicrobial activity of red and white wine phenolic extracts against strains of *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Candida albicans*. *Food Technology and Biotechnology*, 43(1), 41-46.
- Suay, I., Arenal, F., Asensio, F. J., Basilio, A., Cabello, M. A., Diez, M. T., & Hernández, P. (2000). Screening of basidiomycetes for antimicrobial activities. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 78(2), 129-140.
- Rattanasuk, S., & Phiwthong, T. (2020). Evaluation of the Antibacterial Activity of *Spathiphyllum wallisii* Extracts Against Human Pathogenic Bacteria. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 23, 1436-1441.
- Yelithao, K., Surayot, U., Lee, C., Palanisamy, S., Prabhu, N. M., Lee, J., & You, S. (2019). Studies on structural properties and immune-enhancing activities of glycomannans from *Schizophyllum commune*. *Carbohydrate Polymers*, 218, 37-45.