Published Online: 29 OCT 2024

การสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ด

Extraction of Polysaccharides from *Boletus griseipurpureus* Corner

สุนิสา จุลสิงห์

อีเมล: 6351701279@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัญญวัฒณ์ ปินตาทอง

อีเมล: punyawatt.pin@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

เห็ดเสม็ดเป็นเห็ดบริโภคได้ที่ยังไม่มีการศึกษาวิจัยมากนัก งานวิจัยนี้ศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการที่เหมาะสมในการเตรียมพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ด ทำการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดโดยทำการเปรียบเทียบวิธีการสกัด 3 วิธี ได้แก่ การสกัดด้วยซอกห์เลต การสกัดด้วยวิธีการเขย่า และการสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงหรืออัลตราโซนิก พบว่า วิธีอัลตราโซนิกให้ประสิทธิภาพการสกัดได้ดีที่สุด โดยสามารถสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดได้ปริมาณสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) คือ เท่ากับร้อยละผลผลิต 13.18±1.13 โดยน้ำหนัก และมีปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมเท่ากับ 318.06±6.83 มิลลิกรัมสมมูลของกลูโคสต่อกรัมสารสกัดแห้ง ขณะที่ปริมาณฟีนอลิกรวม 316.80±0.54 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อกรัมสารสกัดแห้ง การศึกษาคุณสมบัติทางโครงสร้างของสารสกัดจากเห็ดเสม็ดด้วย FTIR spectroscopy แสดงค่าดูดกลืนแสงในช่วงของหมู่ไฮดรอกซิล (O-H) หมู่เมทิล (C-H) และหมู่คาร์บอนิล (C=O) มอนอแซ็กคาไรด์ที่พบมากที่สุด คือ กลูโคส แมนโนส และกาแลกโตส สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดสามารถกระจายตัวได้มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10 การทดสอบสมบัติการให้ความชุ่มชื้นของสารละลายพอลิแซ็กคาไรด์จากการสกัดที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 โดยน้ำหนัก พบว่า ผิวมีความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้นหลังทาทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และค่อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 30 และ 60 นาที แต่เมื่อเปรียบเทียบ ที่ความเข้มข้นเท่ากัน พบว่า พอลิแซ็กคาไรด์โดยใช้วิธีการสกัดที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้นสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดจึงมีความน่าสนใจในการนำไปพัฒนาเป็นสารสกัดที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นสารให้ความชุ่มชื้นในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

คำสำคัญ: เห็ดเสม็ด, พอลิแซ็กคาไรด์, คลื่นเสียงความถี่สูง, สารให้ความชุ่มชื้น, สารประกอบฟีนอลิก

Abstract

Samad mushroom (*Boletus griseipurpureus* Corner) is an interesting edible mushroom, but its research has rarely been reported. This experiment aimed to study and compare methods for extracting polysaccharides from Samad mushrooms. In this study, three extraction methods of polysaccharide, including the soxhlet extraction technique, convention shaking method, and ultrasonic-assisted extraction method, were employed. It was found that the ultrasonic-assisted extraction method significantly ($p<0.05$) provided the highest extraction yield of 13.18±1.13 %w/w with maximum values of total polysaccharide content and total phenolic content of 318.06±6.83 mg GE/g dry extract and 316.80±0.54 mg GAE/g dry extract, respectively. FTIR spectroscopy, showed the absorbance values in the range of hydroxyl groups (O-H), methyl group (C-H), and carbonyl group (C=O). The most common monosaccharides are glucose, mannose, and galactose. Dispersibility in water of polysaccharide extracts from Samet mushrooms is at 10 percent or more. Evaluation of moisturizing properties of 1.0 and 2.0 % of the polysaccharide extracts revealed that the skin moisture content increased after application, and decreased after 30 and 60 min, respectively. However, it did not exhibit the different effect on skin moisture content among the polysaccharides extracted using different extraction methods at the same concentration. Therefore, polysaccharide extracts from the Samad mushrooms are interesting for further development as natural extract for claiming as moisturizing in cosmetic products.

Keywords: Samad Mushroom, Polysaccharides, Ultrasonic, Moisturizer, Phenolic

บทนำ/หลักการและเหตุผล (Introduction)

เห็ดและราเป็นสิ่งมีชีวิตที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มฟังไจ ถูกจัดให้อยู่ในอาณาจักรไมโคตา (Kingdom mycota) เป็นสิ่งมีชีวิตที่แยกจากพืช สัตว์ และแบคทีเรีย เนื่องมาจากมีลักษณะภายนอก กลิ่น และรสชาติเฉพาะ อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เอนไซม์ แร่ธาตุ วิตามิน และน้ำ อีกทั้งยังมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสำคัญที่มีประโยชน์ 2 กลุ่ม คือ พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) และไตรเทอปีน (Triperpene) ผู้คนจึงนิยมนำมาบริโภคเป็นอาหารและยารักษาโรค (Ameri et al., 2011)

พอลิแซ็กคาไรด์เป็นองค์ประกอบสำคัญในเห็ดสามารถนำบริโภคได้และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านเนื้องอก สารกระตุ้นภูมคุ้มกัน และสารต้านอนุมูลอิสระ โดยสารต้านอนุมูลอิสระที่พบมากในธรรมชาติ คือ วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินอี คาโรทีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และสารประกอบฟีนอล พอลิแซ็กคาไรด์มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระพบในเห็ดและรา รวมทั้ง *Ganoderma lucidum*, *Lentinula edodes*, *Grifolaumbrellata*, *Schizophyllum commune* และ *Coriolus versicolor* (Rani et al., 2023)

ในประเทศไทยประชาชนนิยมบริโภคเห็ดทั่วทุกภาคของประเทศ ซึ่งถือว่าเป็นเห็ดเศรษฐกิจที่สามารถสร้างรายได้ เช่น เห็ดนางฟ้า เห็ดฟาง เห็ดหูหนู เห็ดแครง มีรสชาติอร่อยและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ในแถบภาคอีสานยังนิยมบริโภคเห็ดอื่น ๆ หลากหลายชนิด ได้แก่ เห็ดในจำพวกเห็ดผึ้ง ตัวอย่างเช่น *Austroboletus* sp., *Boletellus* sp., *Boletus* sp., นอกจากนี้ในปัจจุบันยังมีการหาแหล่งเห็ดชนิดใหม่ ๆ เพื่อการบริโภค เช่น เห็ดกลุ่ม *Bolete* sp. ประกอบด้วย *Boletus edulis* ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง มักพบบริเวณใต้ต้นเสม็ด ต้นกระถินหรือสะตอเบา ป่ายางพารา เช่น เห็ดเสม็ด หรือเห็ดเหม็ด มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Boletus griseipurpureus* Corner เป็นเห็ดกลุ่มเอกโตไมคอร์ไรซ่า (Ectomycorrhiza) สามารถรับประทานได้ นิยมรับประทานในภาคใต้ ภาคอีสานและภาคตะวันออกของประเทศไทย บางพื้นที่เรียกเห็ดขมเนื่องจากมีรสขม มีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียบางชนิด เห็ดเสม็ดสามารถพบได้เฉพาะฤดูฝนเท่านั้น เติบโตได้ดีหลังฝนตก 1-2 ครั้ง ในสภาวะอากาศร้อนและแห้งจึงทำให้มีราคาสูง อีกทั้งยังไม่ได้มีการเพาะเลี้ยงเชื้อขายในระดับอุตสาหกรรม (อมรรัตน์ อังอัจฉะริยะ และคณะ, 2559) นอกจากนี้ยังมีสารสำคัญและฤทธิ์ทางชีวภาพที่น่าสนใจ ในการต้านอนุมูลอิสระและแบคทีเรีย แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องด้วยเห็ดเสม็ดเป็นเห็ดที่เพิ่งมีการนำมาบริโภค จึงยังไม่มีการศึกษาวิจัยมากนัก ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาวิธีการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ด เพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพที่เหมาะสมเพื่อประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอาง เช่นเดียวกับสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดกลุ่ม *Tremella* sp. ที่มีการนำมาใช้ในเครื่องสำอางเพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการเพิ่มความชุ่มชื้นและมีสรรพคุณช่วยยับยั้งการสร้างเมลานิน (Melanin) ในผิว (Yang et al., 2006)

ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

1. การเตรียมวัตถุดิบเห็ดเสม็ด

นำเห็ดเสม็ดตากแห้งจากจังหวัดชัยภูมิ ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2565 มากำจัดความชื้นด้วยการอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องอบลมร้อนจนน้ำหนักคงที่ จากนั้นนำมาบดด้วยเครื่องปั่นสมุนไพร บรรจุลงในถุงสุญญากาศและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการทดสอบต่อไป

2. การศึกษาวิธีการสกัดสารพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ด

ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ 3 วิธี ดังนี้

1) การสกัดแบบวิธีเขย่า (Shaking extraction; SKE) โดยใช้เครื่องเขย่าสาร (ดัดแปลงจาก Kothari et al., 2012) นำเห็ดเสม็ดแห้งที่ปั่นละเอียดแล้วมาผสมกับน้ำ โดยชั่งผงเห็ดเสม็ด 5 กรัม ผสมกับน้ำ 500 มิลลิลิตร (เห็ดเสม็ด 1 กรัม : น้ำ 100 มิลลิลิตร) ปิดปากฟลาสก์ด้วยฟิล์มห่ออาหารและอลูมิเนียมฟอยล์ให้สนิท นำไปวางบนเครื่องเขย่าสารพร้อมควบคุมอุณหภูมิที่ 85 องศาเซลเซียส ความเร็วการเขย่า 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นกรองผงเห็ดเสม็ดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ด้วยชุดกรองสุญญากาศ และนำของเหลวที่กรองได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำของเหลวที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงไประเหยด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุนและนำส่วนผสมที่ระเหยได้มาตกตะกอนด้วยอัตราส่วน 1 กรัม ต่อเอทานอลที่ผ่านการแช่เย็นแล้ว 5 มิลลิลิตร และเก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที นำตะกอนวุ้นสีน้ำตาลที่ได้ไปอบแห้งที่ตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่และคำนวณหาร้อยละปริมาณสารสกัดหยาบที่สกัดได้

2) การสกัดแบบวิธีซอกห์เลต (Soxhlet extraction; SE) โดยใช้เครื่องสกัดซอกห์เลต (ดัดแปลงจาก Kothari et al., 2012) นำเห็ดเสม็ดแห้งที่ปั่นละเอียดแล้วมาผสมกับน้ำ โดยชั่งผงเห็ดเสม็ด 4 กรัม ใส่ลงในภาชนะใส่ผงตัวอย่าง จากนั้นเติมน้ำ 400 มิลลิลิตรลงไปในขวดก้นกลม (เห็ดเสม็ด 1 กรัม : น้ำ 100 มิลลิลิตร) แล้วนำไปต่อกับชุดสกัดแบบซอกห์เลต ซึ่งประกอบเตาหลุมให้ความร้อน เครื่องควบแน่น และเครื่องทำความเย็น จากนั้นให้ความร้อน 100 องศาเซลเซียส และเปิดน้ำให้ไหลผ่านอุปกรณ์ควบแน่น (Condenser) ตลอดเวลาที่ทำการสกัด 3 ชั่วโมง จากนั้นนำของเหลวที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงไประเหยด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุนและนำส่วนผสมที่ระเหยได้มาตกตะกอนด้วยอัตราส่วน 1 กรัม ต่อเอทานอลที่ผ่านการแช่เย็นแล้ว 5 มิลลิลิตร และเก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที นำตะกอนวุ้นสีน้ำตาลที่ได้ไปอบแห้งที่ตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่และคำนวณหาร้อยละปริมาณสารสกัดหยาบที่สกัดได้

3) การสกัดแบบวิธีอัลตราโซนิก (Ultrasonication assisted extraction; UAE) โดยใช้เครื่องอัลตราโซนิก (Ultrasonic bath) (ดัดแปลงจากวิธีของ Da Porto et al., 2013) นำเห็ดเสม็ดแห้งที่ปั่นละเอียดแล้วมาผสมกับน้ำ โดยชั่งผงเห็ดเสม็ด 5 กรัม ผสมกับน้ำ 500 มิลลิลิตร (เห็ดเสม็ด 1 กรัม : น้ำ 100 มิลลิลิตร) ปิดปากฟลาสก์ด้วยฟิล์มห่ออาหารและอลูมิเนียมฟอยล์ให้สนิท นำไปใส่ในเครื่องอัลตราโซนิกพร้อมควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส ที่ความถี่ระดับ 8 เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นกรองผงเห็ดเสม็ดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ด้วยชุดกรองสุญญากาศ และนำ

ของเหลวที่กรองได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำของเหลวที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงไประเหยด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุนและนำส่วนผสมที่ระเหยได้มาตกตะกอนด้วยอัตราส่วน 1 กรัม ต่อเอทานอลที่ผ่านการแช่เย็นแล้ว 5 มิลลิลิตร และเก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที นำตะกอนวุ้นสีน้ำตาลที่ได้ไปอบแห้งที่ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่และคำนวณหาร้อยละปริมาณสารสกัดหยาบที่สกัดได้

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์

1) การวิเคราะห์ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ด้วยวิธีฟีนอล-กรดซัลฟิวริก (Phenol-sulfuric method) ดัดแปลงจากวิธีของ DuBois et al. (1956) โดยใช้กลูโคสเป็นสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 10-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร วิเคราะห์ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมโดยผสมสารละลายกลูโคสปริมาตร 10-60 ไมโครลิตรกับน้ำปรับปริมาตรให้ได้ 500 ไมโครลิตรในหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารละลายฟีนอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 (น้ำหนักโดยปริมาตร) ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมสารละลาย รอสารทำปฏิกิริยา 1 นาที จากนั้นเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 2,500 ไมโครลิตร นำไปบ่มในอ่างน้ำควบคุมที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นหยุดปฏิกิริยาด้วยการให้ความเย็นในอ่างน้ำเย็นเป็นเวลา 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV/VIS spectrophotometer ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร แล้วรายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกลูโคสต่อกรัมสารสกัด (mg GE/g dry extract)

2) การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ดัดแปลงจากวิธีของ Folin and Ciocalteu (1927) โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 25-200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมโดยผสมสารละลายแกลลิกกับน้ำ ชั่งสารตัวอย่าง 0.1 มิลลิกรัม ละลายด้วยน้ำ 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเติมสารละลายตัวอย่างปริมาณ 25-200 ไมโครลิตรลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายโฟลิน-ซีโอแคลทูฟีนอล (Folin-ciocalteu's phenol reagent) ความเข้มข้น 0.2 N ปริมาตร 250 ไมโครลิตร จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาตร 1,500 ไมโครลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำจนครบ 3 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV/VIS spectrophotometer ปริมาณฟีนอลิกรวมหาได้จากการนำค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก แสดงค่าเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดแห้ง (mg GAE/g dry extract)

3) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางโครงสร้างของพอลิแซ็กคาไรด์ด้วยเทคนิคฟูริเออร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (FTIR spectroscopy; FT-IR) โดยอาศัยหลักการสั่นหรือหมุนของ

พันธะเคมีภายในโมเลกุลสารซึ่งสามารถดูดกลืนแสงในช่วงคลื่นอินฟราเรดได้ สามารถระบุว่าสารตัวอย่างเป็นสารกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ผ่านตำแหน่งพีกที่ปรากฏ นำตัวอย่างพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดในลักษณะเป็นผงละเอียดปริมาณ 2 กรัม วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (Fourier transform infrared spectroscopy) เทคนิคส่องผ่าน (Transmission) โดยทำให้แสงผ่านตัวอย่างไปยังตัววัดสัญญาณเพื่อวิเคราะห์ออกมาเป็นอินฟราเรดสเปกตรัมที่ความยาวคลื่น 400-4,000 cm^{-1}

4. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี-กายภาพของสารสกัดจากเห็ดเสม็ด

1) การวิเคราะห์ความสามารถในการกระจายตัวในน้ำของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ที่เตรียมได้ โดยนำสารสกัดที่ได้ผสมกับน้ำความเข้มข้น 2 4 6 8 10 20 40 60 80 และ 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ที่อุณหภูมิห้อง ทำให้กระจายตัวด้วยเครื่องผสมสารละลาย จากนั้นรายงานผลค่าการกระจายตัวและความสามารถในการก่อเจลเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

2) ทดสอบสมบัติการให้ความชุ่มชื้นของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ด โดยใช้น้ำและกรดไฮยาลูโรนิกเป็นสารมาตรฐานเทียบกับตัวอย่างร้อยละ 1 และ 2 ตามลำดับ ทดสอบโดยทาบริเวณท้องแขนของผู้วิจัย วัดผลก่อนทาและบันทึกผลหลังทิ้งไว้ทันที 30 และ 60 นาที จากนั้นวัดค่าความชุ่มชื้นผิวด้วยเครื่อง Cutometer MPA 580 ด้วยหัววัด Corneometer ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 58.3-59.1 ณ อุณหภูมิ 24.9-25.2 องศาเซลเซียล

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คำนวณจากข้อมูลที่ได้รับจากการทดลอง 3 ซ้ำ ทดสอบความแตกต่างภายในกลุ่ม โดยการทดสอบที (t-test) แบบ Paired-Sample t test และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version 21

ผลวิจัย (Results)

1. การเตรียมตัวอย่างเห็ดเสม็ด

เห็ดเสม็ดสดเมื่อนำมาตากแห้งและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องอบลมร้อนจนน้ำหนักคงที่ พบว่า ร้อยละปริมาณของเห็ดเสม็ดเท่ากับ 9.54±0.68 โดยน้ำหนัก และปริมาณความชื้นที่สูญเสียไปเท่ากับ 90.46±0.68 โดยน้ำหนัก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Kumar et al. (2013) กล่าวว่า เห็ดสดมีองค์ประกอบของความชื้นสูงถึง 85-95% ซึ่งความชื้นที่สูญเสียไปมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกของสีที่แสดงออกมา โดยลักษณะของเห็ดเสม็ดก่อนทำให้แห้งมีสี

ม่วงอ่อนถึงสีม่วงเข้ม เนื้อเห็ดมีสีขาว หลังทำให้แห้งและปั่นจนมีลักษณะเป็นผงละเอียดมีสีเหลืองอ่อน ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 เห็ดเสม็ดสด (ก) เห็ดเสม็ดอบแห้ง (ข) และผงเห็ดเสม็ด (ค)

2. การศึกษาวิธีการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ด

ทำการเปรียบเทียบวิธีการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดแต่ละวิธี คือ ซอกห์เลต เขย่า และอัลตราโซนิก โดยการใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย หลังจากกรองกากของเห็ดออก ได้สารละลายสีเหลืองอ่อน เหลืองเข้ม และน้ำตาลตามลำดับ ดังภาพที่ 2 เมื่อระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุนได้สารสกัดหยาบสีน้ำตาลเข้ม ร้อยละผลผลิตของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดจากการสกัดด้วยวิธีอัลตราโซนิกมีปริมาณสูงที่สุดเท่ากับ 13.18±1.13 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ วิธีเขย่าร้อยละ 9.80±2.03 โดยน้ำหนัก และวิธีซอกห์เลตร้อยละ 3.81±0.02 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 โดยสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีน้ำตาล ดังภาพที่ 3 วิธีอัลตราโซนิกเป็นการสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงโดยอาศัยหลักการคาวิเตชั่น (Cavitation) ที่เกิดการอัดตัวของคลื่นเสียงมีผลทำให้โครงสร้างของเห็ดเสม็ดถูกบีบและขยายตามช่วงของคลื่นเสียงทำให้โครงสร้างของเห็ดเสม็ดแยกและแตกตัวอย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถสกัดสารสำคัญได้ปริมาณสูงในระยะเวลาไม่นานเมื่อเทียบกับวิธีเขย่าและวิธีซอกห์เลตที่ได้พอลิแซ็กคาไรด์น้อยที่สุดเนื่องจากตัวอย่างที่ใช้ในการสกัดสัมผัสกับน้ำที่เป็นตัวกลางระยะเวลาน้อยที่สุดและเป็นเพียงการให้ความร้อนเพื่อให้น้ำระเหยผ่านไปยังเครื่องควบแน่นลงมาสัมผัสกับตัวอย่าง ไม่มีแรงมากระทำเพื่อช่วยให้สารสกัดแตกตัวออกมาได้มากขึ้น แม้ใช้เวลาในการสกัดนานถึง 3 ชั่วโมงแต่ได้ปริมาณร้อยละผลผลิตต่ำกว่าวิธีอื่นจึงไม่เป็นที่นิยม (Bendicho & Lavilla, 2000) จากงานวิจัย Chen et al. (2012) ศึกษาการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ที่ละลายน้ำได้จากเห็ดพอร์ชินี ด้วยวิธีอัลตราโซนิกสามารถสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ได้ร้อยละ 15.4 ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตที่ได้จากการสกัดเห็ดเสม็ดจึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จาก *Boletus* sp. การศึกษาวิธีการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดฟางของ Sangthong et al. (2022) ด้วยวิธีเขย่าสามารถสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ได้ร้อยละ 15.58±0.96 โดย

น้ำหนัก และวิธีอัลตราโซนิกสามารถสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ได้ร้อยละ 9.06±0.34 โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ผลลัพธ์ที่ได้จากการสกัดขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น อัตราส่วน อุณหภูมิ เวลา เป็นต้น

ตารางที่ 1 ปริมาณสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ด

วิธีการสกัด	ผลผลิต (%)
ซอกห์เลต	3.81±0.02[c]
เขย่า	9.80±2.03[b]
อัลตราโซนิก	13.18±1.13[a]

หมายเหตุ Mean±S.D (n=3) ตัวอักษรยกพิมพ์เล็ก (a,b,c) ที่แตกต่างกันในวิธีการสกัดแสดงถึงการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ภาพที่ 2 สารละลายของเห็ดเสม็ดหลังผ่านกระบวนการสกัดและกรองกากออกด้วยวิธีซอกห์เลต (ก) เขย่า (ข) และอัลตราโซนิก (ค)

ภาพที่ 3 ลักษณะของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดจากการสกัดด้วยวิธีซอกห์เลต (ก) เขย่า (ข) และอัลตราโซนิก (ค)

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในสารสกัดจากเห็ดเสม็ด

1) ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวม

จากผลการทดสอบพบว่า การสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดด้วยวิธีอัลตราโซนิกมีปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวมสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) คือ 318.06±6.83 มิลลิกรัมสมมูลของกลูโคสต่อกรัมสารสกัดแห้ง แต่วิธีเขย่าและซอกห์เลตไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) คือ 267.23±1.18 มิลลิกรัมสมมูลของกลูโคสต่อกรัมสารสกัดแห้ง และ 255.50±7.65 มิลลิกรัมสมมูลของกลูโคสต่อกรัมสารสกัดแห้ง ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 จากงานวิจัย Sangthong et al. (2022) ศึกษาวิธีการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเข็มทองระบุว่า สารสกัดเห็ดเข็มทองประกอบด้วยสารพอลิแซ็กคาไรด์ปริมาณ 135.37±0.02 มิลลิกรัมสมมูลของกลูโคสต่อกรัมสารสกัดแห้ง เนื่องจากพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดส่วนใหญ่สามารถละลายน้ำได้ จึงสามารถสกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายได้ ถึงแม้ว่าพอลิแซ็กคาไรด์ส่วนใหญ่จะมีขั้วและละลายน้ำ แต่ก็มีพอลิแซ็กคาไรด์หลายชนิดที่ไม่ละลายน้ำ เช่น เบต้ากลูแคน ทำให้ต้องใช้เวลาในการสกัดนานขึ้น หรือมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความดันสูงขึ้นเพื่อให้การสกัดมีประสิทธิภาพ (Smiderle et al., 2017)

2) ปริมาณฟีนอลิกรวม

จากผลการทดสอบพบว่า การสกัดปริมาณฟีนอลิกรวมจากเห็ดเสม็ดด้วยวิธีอัลตราโซนิกมีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงที่สุด คือ 316.80±0.54 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อกรัมสารสกัดแห้ง รองลงมา คือ วิธีเขย่า 278.94±11.02 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อกรัมสารสกัดแห้ง และวิธีซอกห์เลต 188.42±1.69 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อกรัมสารสกัดแห้ง ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 พบว่า มีปริมาณฟีนอลิกรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 2 ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์และปริมาณฟีนอลิกของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ด

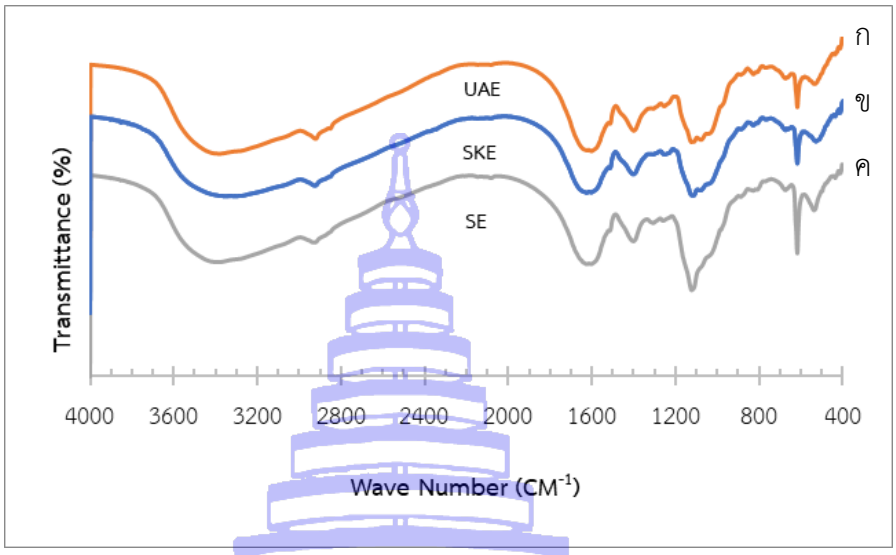
วิธีการสกัด	**ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ (mg GE/g dry Extract)**	**ปริมาณฟีนอลิก (mg GAE/g dry Extract)**
ซอกห์เลต	255.50±7.65^{b}	188.42±1.69^{c}
เขย่า	267.23±1.18^{b}	278.94±11.02^{b}
อัลตราโซนิก	318.06±6.83^{a}	316.80±0.54^{a}

หมายเหตุ Mean±S.D (n=3) ตัวอักษรยกพิมพ์เล็ก (a,b,c) ที่แตกต่างกันในวิธีการสกัดแสดงถึงการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3) การประเมินคุณสมบัติทางโครงสร้างด้วย FTIR

จากการวิเคราะห์พันธะเคมีหรือหมู่ฟังก์ชันในโมเลกุลของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่เกิดช่วงกลาง (Mid-infrared region) ช่วงเลขคลื่น 4000-400 cm^{-1} 1300-900 cm^{-1} แสดงแถบฟังก์ชั่นที่เกิดขึ้นจากพอลิแซ็กคาไรด์และกรดนิวคลีอิก 1700-1500 cm^{-1} แสดงแถบฟังก์ชั่นที่เกิดขึ้นจากโปรตีน ค่าการดูดกลืนแสงใกล้เคียง 3300 cm^{-1} แสดงการมีอยู่ของหมู่ไฮดรอกซิล (O-H) (จากคาร์โบไฮเดรตและโมเลกุลน้ำที่มีอยู่ในตัวอย่าง) และหมู่อะมิโน (จากโปรตีน) ช่วง 950-1200 cm^{-1} ถูกพิจารณาให้เป็นบริเวณ ‘fingerprint’ สำหรับคาร์โบไฮเดรตที่ช่วยให้สามารถระบุกลุ่มเคมีหลักในพอลิแซ็กคาไรด์ได้เนื่องจากตำแหน่งและความเข้มข้นของแถบนั้นเฉพาะเจาะจงสำหรับพอลิแซ็กคาไรด์แต่ละชนิด (D'Souza et al., 2008) จากกราฟที่แสดงในภาพที่ 4 จะพบว่า ทั้ง 3 วิธีการสกัด (ซอกห์เลต เขย่า และอัลตราโซนิกตามลำดับ) แสดงหมายเลขคลื่นในทิศทางเดียวกัน คือ ช่วง 3000–3500 (3386.40, 3354.38 และ 3385.80 cm^{-1}) เป็นการสั่นแบบยืดหด (Stretching vibration; str) ของ O–H และ N–H; 2920–2930 (2931.61, 2925.46 และ 2922.10 cm^{-1}) เป็น str แบบไม่สมมาตรของ CH_2; 2950–2850 เป็น str แบบอะลิฟาติกของ C–H; 1690–1750 เป็น str (C=O) ของกรดคาร์บอกซิลิก และ (C=O) ของเอสเทอร์; 1600–1650 (1604.14, 1626.14 และ 1602.73 cm^{-1}) เป็น str ของ amide I, C=O และ C=C แอโรแมติก; 1520–1410 เป็น str ของ amide II (CN แบบยืด, NH แบบงอ); 1410–1400 (1400.93, 1401.35 และ 1399.98 cm^{-1}) เป็น str ของสายโซ่ C–C แบบอะลิฟาติก; 1410–1310 str ของ OH ของฟีนอลิก; 1200–900 จัดเป็น fingerprints ของคาร์โบไฮเดรต ส่วนใหญ่เกิดจากการสั่นสะเทือนแบบยืดของ C-O, C-C, C-O-C และ C-O-P ของพอลิแซ็กคาไรด์ (Kozarski et al., 2014) มอนอแซ็กคาไรด์ที่พบมากที่สุดในการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ด คือ กลูโคส แมนโนส และกาแลกโตส จัดเป็นประเภทแอซิดิกพอลิแซ็กคาไรด์ (Acidic polysaccharides) ซึ่งเป็นกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีหมู่คาร์บอกซิล ซัลเฟต หรือฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ พอลิเมอร์ธรรมชาติ (Natural polymers) ที่มีหมู่คาร์บอกซิลเป็นองค์ประกอบ เช่น เพกติน ซานแทนกัม คาร์ราจีแนน อัลจิเนต และไกลโคซามิโนไกล ซึ่งคุณสมบัติของแอซิดิกพอลิแซ็กคาไรด์สำหรับใช้ในเครื่องสำอาง ได้แก่ การสร้างฟิล์ม การเกิดไฮโดรเจล และคุณสมบัติในการคงตัว (Banerjee et al., 2023) ซึ่งข้อมูลที่ได้สอดคล้องกับการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดพอร์ชินีด้วยวิธี Novel cold-water-soluble polysaccharide พบว่า พอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้ประกอบด้วย กาแลกโตส กลูโคส ไซโลส แมนโนส กลูคูโรนิก และกรดกาแลคทูโรนิก ในอัตราส่วน 0.34 : 0.28 : 0.28 : 2.57 : 1.00 : 0.44 และผล IR แสดงให้เห็นว่าเป็นประเภทแอซิดิกพอลิแซ็กคาไรด์ที่ประกอบด้วยพันธะกลูโคไซด์ชนิดอัลฟาและเบต้า (Meng et al., 2021) ซึ่งผลการศึกษาเป็นไปแนวทางเดียวกันกับการวิจัยของ Zhang et al. (2018) ที่ศึกษาเห็ด *Boletus* sp. 13 ชนิด กล่าวว่าเห็ดสกุลนี้มอนอแซ็กคาไรด์ส่วนใหญ่ที่พบเป็นกลูโคส แมนโนส และกาแลกโตส และจากการวิเคราะห์

FTIR ของพอลิแซ็กคาไรด์ส่วนมากใน *Boletus* sp. ยกเว้น *Boletus edulis* พบการมีอยู่ของวงแหวนไพแรโนส

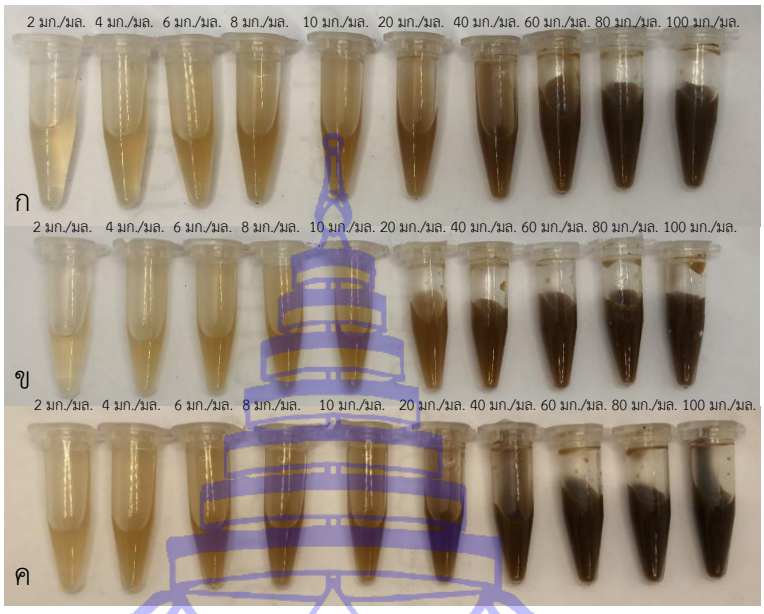


ภาพที่ 4 การตรวจสอบพอลิแซ็กคาไรด์ด้วย FTIR Spectroscopy สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดด้วยวิธีซอกห์เลต (ก) เขย่า (ข) และอัลตราโซนิก (ค)

4. ผลการประเมินคุณสมบัติเคมี-กายภาพของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์

1) ผลการทดสอบความสามารถในการกระจายตัวในน้ำที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 2 4 6 8 10 20 40 60 80 และ 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ดังภาพที่ 5 พบว่า สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดสามารถกระจายตัวได้มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10 เมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นพบว่า มีสีเข้มขึ้นจากสีใสออกเหลืองถึงสีน้ำตาลเข้ม และความหนืดเพิ่มขึ้นจากของเหลวจนสามารถขึ้นเจลได้ เริ่มก่อเจลที่ความเข้มข้น 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีสมบัติการไหลแบบซูโดพลาสติก (Pseudoplastic fluid) คือ เมื่อมีแรงเฉือนเพิ่มขึ้นความหนืดของการไหลจะลดลง (Hao et al., 2018) สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดที่การสกัดด้วยการเขย่ามีความหนืดสูงที่สุด รองลงมา คือ วิธีซอกห์เลตและวิธีอัลตราโซนิกตามลำดับ วิธีอัลตราโซนิกเป็นการสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง โดยอาศัยหลักการคาวิเตชั่นที่เกิดการอัดตัวของคลื่นเสียงมีผลทำให้โมเลกุลของเห็ดเสม็ดถูกบีบและขยายตามช่วงของคลื่นเสียงทำให้โมเลกุลของเห็ดเสม็ดแยกและแตกตัวอย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถสกัดสาระสำคัญได้ปริมาณสูงในระยะเวลาอันสั้นแต่ก็ทำลายความสามารถในการก่อเจลของสารสกัดที่ได้ด้วย (Bendicho & Lavilla, 2000) จากความสามารถในการก่อเจลได้ของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์สามารถเป็นแนวทางในการใช้เป็นสารให้เนื้อในทางเครื่องสำอางได้

แต่เนื่องจากสารสกัดมีสีเข้มมากขึ้นความความเข้มข้นจึงอาจเป็นข้อจำกัดในการใช้เนื่องจากเหตุผลเรื่องความสวยงามและน่าใช้ของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 5 ความสามารถในการกระจายตัวในน้ำของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 2, 4, 6, 8, 10, 20, 40, 60, 80 และ 100 มก./มล. ตามลำดับ (จากซ้ายไปขวา) ด้วยวิธีซอกห์เลต (ก) เขย่า (ข) และอัลตราโซนิก (ค)

2) การทดสอบสมบัติการให้ความชุ่มชื้นของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดเทียบกับกรดไฮยาลูโรนิก ทำการทดสอบประสิทธิผลเบื้องต้นโดยทาบริเวณท้องแขนวัดผลก่อนทาของผู้วิจัยและบันทึกผลหลังทิ้งไว้ทันที, 30 และ 60 นาที ดังตารางที่ 3 พบว่า เมื่อทาน้ำลงบนผิวทันทีผิวมีความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อเวลาผ่านไป 30 และ 60 นาที น้ำระเหยหายไปจนผิวมีค่าความชุ่มชื้นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) จากผิวก่อนทา กรดไฮยาลูโรนิกความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ผิวมีความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้นหลังทาทันทีแตกต่างกับก่อนทาอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และค่อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 30 และ 60 นาที เนื่องจากกรดไฮยาลูโรนิกเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่งที่มีความสามารถในการกักเก็บอุ้มน้ำในตัวได้สูง และเนื่องจากมีมวลโมเลกุลขนาดใหญ่จึงทำให้มีสมบัติเป็นสารก่อเจลและเป็นฟิล์มบาง ๆ เคลือบที่ผิวส่งผลให้หลังทาทันทีมีความชื้นสูงแต่เมื่อเวลาผ่านไปความชื้นค่อย ๆ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เพราะน้ำได้ระเหยออกไป เช่นเดียวกับสารละลายพอลิแซ็กคาไรด์จากการสกัดด้วยวิธีซอกห์เลต เขย่า และอัลตราโซนิกที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ผิวมีความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้นหลังทาทันทีแตกต่างกับก่อนทาอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และค่อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 30 และ 60 นาที เมื่อเปรียบเทียบที่

ความเข้มข้นเท่ากันพบว่า พอลิแซ็กคาไรด์โดยใช้วิธีการสกัดที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กรดไฮยาลูโรนิกเป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ในกลุ่มของไกลโคสะมิโนไกลแคน (Glycosaminoglycan; GAG) ที่โครงสร้างประกอบด้วย กรดน้ำตาลและอะมิโนน้ำตาล เป็นสารที่ใช้เพื่อช่วยเพิ่มความชุ่มชื่นผิวอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานาน เนื่องจากมีสมบัติกักเก็กน้ำและบวมน้ำสูง สามารถรักษาความชุ่มชื้นได้อย่างยาวนาน ไม่เหมือนน้ำที่สามารถเพิ่มความชุ่มชื้นผิวหลังทาทันทีและระเหยหายไปจนความชุ่มชื้นกลับมาเท่ากับผิวก่อนทา จากการทดลองพบว่า สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดที่วิธีการสกัดต่างกันสามารถช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวได้ เมื่อความเข้มขึ้นสูงขึ้นพบว่า สามารถช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นได้สูงขึ้นด้วยเช่นกัน แต่ไม่สามารถให้ความชุ่มชื้นได้เทียบเท่ากับกรดไฮยาลูโรนิกได้เนื่องจากอาจมีโมเลกุลขนาดเล็กกว่า มีสมบัติอุ้มน้ำได้น้อยกว่ากรดไฮยาลูโรนิก และไม่สามารถใช้เป็นสารก่อเจลได้ แต่สามารถให้ไปสารเพื่อปรับเนื้อได้ เช่น เพิ่มความนุ่มลื่นในสูตรเซรั่ม เนื่องจากสารละลายพอลิแซ็กคาไรด์เมื่อบวมน้ำจะมีลักษณะเป็นของเหลวสีออกเหลืองและเป็นวุ้นลื่น ๆ ที่ผิวคล้ายเซลลูโลสที่ให้เป็นสารขึ้นเนื้อในทางเครื่องสำอาง

ตารางที่ 3 ผลทดสอบประสิทธิผลเบื้องต้นต่อการให้ความชุ่มชื้นของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ด

ตัวอย่าง	ก่อนใช้	หลังใช้		
		ทันที	30 นาที	60 นาที
น้ำ	36.84±5.18	40.84±5.18	37.84±5.18	37.84±5.18
กรดไฮยาลูโรนิก 1%	34.47±1.57	46.63±1.46	44.65±1.34	43.51±1.52
กรดไฮยาลูโรนิก 2%	34.97±3.48	50.45±3.04	47.80±3.25	45.04±2.54
ซอกห์เลต 1%	36.03±0.40	42.73±0.19	41.24±0.51	40.79±0.37
ซอกห์เลต 2%	37.08±2.85	44.09±2.52	43.34±2.93	42.20±2.72
เขย่า 1%	36.06±1.48	42.25±1.44	41.54±1.58	40.17±1.01
เขย่า 2%	35.96±2.57	43.73±2.44	42.26±2.62	41.27±2.34
อัลตราโซนิก 1%	36.09±1.45	42.90±1.27	41.67±1.65	40.61±1.56
อัลตราโซนิก 2%	35.24±0.28	43.14±0.22	41.75±0.36	40.91±0.27

สรุปผลการทดลอง (Conclusion)

จากการศึกษาเห็ดเสม็ด พบว่า เห็ดเสม็ดสดมีความชื้นร้อยละ 90.46±0.68 โดยน้ำหนัก การศึกษาวิธีการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ด พบว่า วิธีอัลตราโซนิกมีประสิทธิภาพการสกัดสูง

ที่สุดที่แสดงค่าร้อยละผลผลิตเท่ากับ 13.18±1.13 โดยน้ำหนัก อีกทั้งมีปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์รวม (318.06±6.83 มิลลิกรัมสมมูลของกลูโคสต่อกรัมสารสกัดแห้ง) และปริมาณฟีนอลิกรวม (316.80±0.54 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อกรัมสารสกัดแห้ง) สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) รองลงมา คือ วิธีเขย่าและวิธีซอกห์เลต ตามลำดับ การศึกษาคุณสมบัติทางโครงสร้างของสารสกัดจากเห็ดเสม็ดด้วย FTIR spectroscopy แสดงค่าดูดกลืนแสงในช่วงของหมู่ไฮดรอกซิล (O-H) หมู่เมทิล (C-H) และหมู่คาร์บอนิล (C=O) ซึ่งจัดเป็นประเภทแอซิดิกพอลิแซ็กคาไรด์ มอนอแซ็กคาไรด์ที่พบมากที่สุด คือ กลูโคส แมนโนส และกาแลกโตส สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดสามารถกระจายตัวได้มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10 และมีความสามารถในการก่อเจลเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น จากการทดสอบสมบัติการให้ความชุ่มชื้นเปรียบเทียบระหว่าง น้ำ กรดไฮยาลูโรนิก และพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้จากการสกัดทั้ง 3 วิธีที่ความเข้นข้นร้อยละ 1 และ 2 โดยน้ำหนักพบว่าสารละลายพอลิแซ็กคาไรด์จากการสกัดด้วยวิธีซอกห์เลต เขย่า และอัลตราโซนิกที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ผิวมีความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้นหลังทาทันทีแตกต่างกับก่อนทาอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และค่อย ๆ ลดลง เมื่อเวลาผ่านไป 30 และ 60 นาที แต่เมื่อเปรียบเทียบที่ความเข้มข้นเท่ากันพบว่า พอลิแซ็กคาไรด์โดยใช้วิธีการสกัดที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ข้อเสนอแนะ (Suggestion)

1. ควรศึกษาและเปรียบเทียบเพิ่มเติมของวิธีการสกัดสารสกัดจากเห็ดเสม็ดด้วยคลื่นไมโครเวฟ (Microwave extraction)

2. ควรศึกษาวิธีเตรียมสารสกัดจากเห็ดเสม็ดให้สามารถเพิ่มระยะเวลาในการให้ความชุ่มชื้นบนผิว

3. ควรศึกษาวิธีการใช้สารสกัดจากเห็ดเสม็ดในผลิตภัณฑ์เพิ่มความชุ่มชื้นและศึกษาความคงตัวของสารสกัดในสูตรตำรับ เช่น ค่าความเป็นกรดด่าง สี กลิ่น และความหนืด

4. ควรศึกษาความสามารถในการก่อเจลของสารสกัดจากเห็ดเสม็ด ความทนกรดด่างและอิเล็กโทรไลต์ที่มักส่งต่อต่อความคงตัวของสารและสูตรตำรับ

5. ควรเพิ่มจำนวนอาสาสมัครในการทดสอบสมบัติการให้ความชุ่มชื้นของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดเสม็ดเทียบกับกรดไฮยาลูโรนิก

รายการอ้างอิง

อมรรัตน์ อังอัจฉะริยะ, ดลฤดี พิชัยรัตน์ และนพรัตน์ มะเห. (2559). *การศึกษาการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดเสม็ดบนอาหารสังเคราะห์และฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดเสม็ด: รายงานการวิจัย*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

Ameri, A., Vaidya, J. G., & Deokule, S. S. (2011). In vitro evaluation of anti-staphylococcal activity of *Ganoderma lucidum, Ganoderma praelongum* and *Ganoderma resinaceum* from Pune, India. *African Journal of Microbiology Research*, *5*(3), 328-333.

Banerjee, R., Kumar, K. J., & Kennedy, J. F. (2023). Structure and drug delivery relationship of acidic polysaccharides: A review. *International Journal of Biological Macromolecules, 243*, 125092.

Bendicho, C., & Lavilla, I. (2000). *Ultrasound extractions. Encyclopedia of separation science*. Academic Press.

Chen, W., Wang, W. P., Zhang, H. S., & Huang, Q. (2012). Optimization of ultrasonic-assisted extraction of water-soluble polysaccharides from *Boletus edulis* mycelia using response surface methodology. *Carbohydrate Polymers, 87*(1), 614-619.

Da Porto, C., Porretto, E., & Decorti, D. (2013). Comparison of ultrasound-assisted extraction with conventional extraction methods of oil and polyphenols from grape (*Vitis vinifera* L.) seeds. *Ultrasonics Sonochemistry, 20*(4), 1076-1080.

D'Souza, L., Devi, P., Divya Shridhar, M. P., & Naik, C. G. (2008). Use of Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy to study cadmium-induced changes in *Padina tetrastromatica* (Hauck). *Analytical Chemistry Insights, 3*, 135-143.

DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry, 28*(3), 350-356.

Folin, O., & Ciocalteu, V. (1927). On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. *The Journal of Biological Chemistry, 73*(2), 627-650.

Hao, Z. Q., Chen, Z. J., Chang, M. C., Meng, J. L., Liu, J. Y., & Feng, C. P. (2018). Rheological properties and gel characteristics of polysaccharides from fruit-bodies of *Sparassis crispa*. *International Journal of Food Properties, 21*(1), 2283-2295.

Kothari, V., Gupta, A., & Naraniwal, M. (2012). Comparative study of various methods for extraction of antioxidant and antibacterial compounds from plant seeds. *Journal of Natural Remedies, 12*(2), 162-173.

Kozarski, M., Klaus, A., Nikšić, M., van Griensven, L., Vrvić, M. M., & Jakovljević, D. (2014). Polysaccharides of higher fungi: Biological role, structure and antioxidative activity. *Hemijska industrija, 68*(3), 305-320.

Kumar, A., Singh, M., & Singh, G. (2013). Effect of different pretreatments on the quality of mushrooms during solar drying. *Journal of Food Science and Technology, 50*, 165-170.

Meng, T., Yu, S. S., Ji, H. Y., Xu, X. M., & Liu, A. J. (2021). A novel acid polysaccharide from *Boletus edulis*: Extraction, characteristics and antitumor activities in vitro. *Glycoconjugate Journal, 38*, 13-24.

Rani, M., Mondal, S. M., Kundu, P., Thakur, A., Chaudhary, A., Vashistt, J., & Shankar, J. (2023). Edible mushroom: Occurrence, management and health benefits. *Food Materials Research, 3*(1), 21.

Sangthong, S., Pintathong, P., Pongsua, P., Jirarat, A., & Chaiwut, P. (2022). Polysaccharides from *Volvariella volvacea* mushroom: Extraction, biological activities and cosmetic efficacy. *Journal of Fungi, 8*(6), 572.

Smiderle, F. R., Morales, D., Gil-Ramírez, A., de Jesus, L. I., Gilbert-López, B., Iacomini, M., . . . Soler-Rivas, C. (2017). Evaluation of microwave-assisted and pressurized liquid extractions to obtain ß-d-glucans from mushrooms. *Carbohydrate Polymers, 156*, 165-174.

Yang, S. H., Liu, H. I., & Tsai, S. J. (2006). *Edible tremella polysaccharde for skin care* U.S. Patent Application No. 11/095,525.

Zhang, L., Hu, Y., Duan, X., Tang, T., Shen, Y., Hu, B., . . . Liu, Y. (2018). Characterization and antioxidant activities of polysaccharides from thirteen boletus mushrooms. *International Journal of Biological Macromolecules, 113*, 1-7.