วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก Journal of Thai Traditional & Alternative Medicine
ปีที่ ๘ ฉบับที่ ๒-๓ พฤษภาคม-ธันวาคม ๒๕๕๓ Vol. 8 Nos. 2-3 May-December 2010

นิพนธ์ต้นฉบับ

การกะเทาะเปลือกสปอร์เห็ดหลินจือด้วยเครื่องตีสปอร์และบอลล์มิลล์

เอกลักษณ์ อินทรักษา*, ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา*, พาณี ศิริสะอาด*, สุวรรณา เวชอภิกุล*, สุนีย์ จันทร์สกาว*

บทคัดย่อ

เห็ดหลินจือเป็นสมุนไพรที่มีการใช้เพื่อดูแลสุขภาพในประเทศจีนมานานมากกว่า ๒,๐๐๐ ปี โดยองค์ประกอบที่สำคัญที่ให้ฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นสารในกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ และไทรเทอร์พีนอยด์ สารทั้งสองกลุ่มนี้พบได้ทั้งในดอกเห็ดและสปอร์เห็ดหลินจือ ในบางการศึกษารายงานว่าฤทธิ์ของสปอร์จะมีความแรงมากกว่า แต่เนื่องจากสปอร์เห็ดหลินจือมีเปลือกที่หนา ๒ ชั้นและแข็ง ทำให้สารสำคัญในการออกฤทธิ์ปลดปล่อยออกมาได้ยาก ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการหาสภาวะที่เหมาะสมในการบดสปอร์เห็ดหลินจือ โดยใช้เครื่องมือสองชนิด (เครื่องตีสปอร์และบอลล์มิลล์) ที่มีกลไกในการลดขนาดที่คล้ายคลึงกันคือ การกระแทกและการเสียดสี แต่มีการส่งผ่านพลังงานและลักษณะของตัวกลางที่ช่วยลดขนาดในรูปแบบที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่าเครื่องตีสปอร์และบอลล์มิลล์มีความสามารถในการกะเทาะเปลือกสปอร์เห็ดหลินจือให้มีการแตกมากกว่าร้อยละ ๘๕ และเมื่อตรวจสอบสารองค์ประกอบทางเคมีพบว่าปริมาณสารที่ถูกสกัดออกมาสูงกว่าสปอร์ที่ไม่ได้กะเทาะประมาณ ๓-๔ เท่า

คำสำคัญ : เห็ดหลินจือ, สปอร์เห็ดหลินจือ, เครื่องตีสปอร์, บอลล์มิลล์, การกะเทาะเปลือกสปอร์

ภูมิหลังและเหตุผล

เห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum* (Leyss. ex Fr.) Karst) อยู่ในวงศ์ Polyporaceae คนไทยรู้จักกันในชื่อ เห็ดหมื่นปีหรือเห็ดจวักงู[๑,๒] องค์ประกอบในเห็ดหลินจือที่มีรายงานถึงฤทธิ์ทางชีวภาพต่อร่างกาย ได้แก่ พอลิแซ็กคาไรด์ ไทรเทอร์พีนอยด์ สเตอรอล และโปรตีน เป็นต้น[๓] โดยสารสำคัญในกลุ่มพอลิ-แซ็กคาไรด์ ไทรเทอร์พีนอยด์มีรายงานถึงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เช่น ฤทธิ์ต้านมะเร็ง ฤทธิ์ต้านเนื้องอก ความเป็นพิษต่อเซลล์ และฤทธิ์ในการป้องกันตับ เป็นต้น[๑-๒,๔] สารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพนั้นพบทั้งส่วนของดอกเห็ดและสปอร์ แต่ฤทธิ์ของสปอร์จะมีความแรงมากกว่าในดอกเห็ด[๕-๗] แต่สปอร์เห็ดหลินจือมีเปลือกซึ่งมีองค์ประกอบเป็นซิลิคอน และแคลเซียม ที่ผสมกับไคทิน (chitin) จึงทำให้ผนังแข็งมาก[๖] ซึ่งพบว่า สภาพกรดและน้ำย่อยในทางเดินอาหารไม่สามารถทำลายเปลือกของสปอร์ได้[๗] จึงเป็นการยากที่สารสำคัญในการออกฤทธิ์จะถูกปลดปล่อยออกมาได้ ต้องกะเทาะเปลือกสปอร์ก่อน วิธีการกะเทาะสปอร์ที่มีการศึกษามีหลายวิธี ได้แก่ การแช่ (soaking)[๖] การเสียดสี (physical smashing)[๖] การใช้คลื่นอัลตราโซนิกและความดันสูง (ultrasonic and high pressure)

**ภาควิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*

การย่อยเปลือกสปอร์ด้วยเอนไซม์ (enzyme hydrolysis methods)[๖] การใช้ supercritical carbon dioxide[๗] และ high speed centrifugal shearing pulverizer[๘] เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาที่ผ่านมานั้น หลาย ๆ วิธีไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้ ดังนั้น การวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการกะเทาะเปลือกสปอร์ด้วยเครื่องตีสปอร์และบอลล์มิลล์ (Ball Mill) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในอุตสาหกรรมยาในประเทศไทย โดยศึกษา ณ เวลาต่าง ๆ เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือกสปอร์เห็ดหลินจือให้มีของการกะเทาะมากกว่า ร้อยละ ๙๕ และศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบสำคัญ

ระเบียบวิธีศึกษา

๑. เครื่องมือ :

เครื่องตีสปอร์จากสาธารณรัฐประชาชนจีน (SH-IDEA Pharmaceutical Company Ltd. Yunnan China), บอลล์มิลล์ (Morgan Technical Ceramics HALDENWANGER®), กล้องจุลทรรศน์ (OLYMPUS CHS No. 1D0199), Digital eyepiece camera (Dino-Eye® Microscope Eye-Piece Camera รุ่น AM423X), เครื่องกวนสารละลาย (Fargo® รุ่น HMS-102), Ultrasonic water bath (Elma® รุ่น S30H Elmasonic)

๒. ตัวอย่างสปอร์เห็ดหลินจือ

สปอร์เห็ดหลินจือพันธุ์ เอ็มจี๒ ที่ไม่กะเทาะเปลือก จากโครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

๓. การศึกษาวิธีกะเทาะเปลือกสปอร์เห็ดหลินจือ

วิธีการเตรียมสปอร์เห็ดหลินจือ : อบสปอร์เห็ดหลินจือที่อุณหภูมิ ๕๐ °ซ ให้มีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ ๖

วิธีการบดโดยใช้เครื่องตีสปอร์ : ชั่งสปอร์ ๒๐๐ กรัม ใส่ลงในเครื่องตีสปอร์ เดินเครื่องด้วยเวลาต่าง ๆ กันดังนี้ ๑๕, ๒๐, ๒๕, ๓๐, ๓๕ และ ๔๐ นาที นำตัวอย่างมาประเมินประสิทธิภาพ ในการกะเทาะ

วิธีการบดโดยใช้บอลล์มิลล์ : ชั่งสปอร์ ๕๐ กรัม ใส่ลงในบอลล์ มิลล์ ที่มีอัตราส่วนของตัวบดต่าง ๆ กัน เปิดเครื่องสุ่มตัวอย่าง ๐.๕ กรัมที่เวลา ๖, ๑๒, ๑๘, ๒๔ และ ๓๖ ชั่วโมง ประเมินประสิทธิภาพในการกะเทาะ

๔. การประเมินประสิทธิภาพการกะเทาะของสปอร์

ก. การวิเคราะห์หาร้อยละการกะเทาะของสปอร์ต่อ ๑ หน่วยพื้นที่

ชั่งสปอร์เห็ดหลินจือ ๐.๐๗๕ กรัม, เติมสารละลายสำหรับแขวนลอยสปอร์ (glycerol : tragacanth ที่อิ่มตัวในน้ำ[๑๐] (๑๒.๕ กรัม/ลิตร) : น้ำกลั่น : ทวีน ๒๐ อัตราส่วน ๒ : ๑ : ๑ : ๐.๒)[๑๑] ๒๐ มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องคนสารละลาย แล้วไล่ฟองอากาศด้วยเครื่อง ultrasonic water bath นาน ๕ นาที, เตรียมสไลด์ ๖ สไลด์ แต่ละสไลด์สุ่มตัวอย่างใน ๕ พื้นที่ ในแต่ละพื้นที่สุ่มตัวอย่างอีก ๕ จุด สำหรับประเมินประสิทธิภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่เชื่อมด้วยกล้อง Dino-Eye® Microscope Eye-Piece Camera สำหรับนับสปอร์ที่ไม่กะเทาะ คำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละของสปอร์เห็ด

ตารางที่ ๑ สภาวะของบอลล์ มิลล์ที่ใช้ในการทดลอง

สภาวะ	น้ำหนักตัวบด (กรัม)	จำนวนตัวบด ใหญ่ ∅ ๑.๙๐ ซม.	จำนวนตัวบด กลาง ∅ ๑.๕๕ ซม.	จำนวนตัวบด เล็ก ∅ ๐.๙๐ ซม.
๑	๒๐๐	๑๖	-	-
๒	๒๐๐	-	๒๗	-
๓	๒๐๐	-	-	๑๓๙
๔	๔๐๐	๓๑	-	-
๕	๖๐๐	๔๗	-	-
๖	๔๐๐	-	-	๒๗๘
๗	๖๐๐	๑๖	-	๒๗๘
๘	๑,๐๐๐	๒๓	๔๐	๒๗๘

หลินจือที่กะเทาะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ต่อ ๑ หน่วยพื้นที่[๑๑]

ข. การศึกษาจุลทรรศน์ลักษณะ

การศึกษาลักษณะของสปอร์เห็ดหลินจือโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)*

ค. การตรวจสอบ thin layer chromatographic fingerprint ของสารสกัดแอลกอฮอล์[๗]

ชั่งสปอร์เห็ดหลินจือ ๒๐ มิลลิกรัม สกัดด้วยเอทานอล ๙๕ % ๑ มิลลิลิตร, นำไปเขย่าเป็นเวลา ๑๕ นาที, ดูดส่วนใสไปทำ TLC fingerprints ซึ่งมีวัฏภาคคงที่เป็น silica gel 60 GF254 และวัฏภาคเคลื่อนที่คือ hexane : ethyl acetate (๗ : ๓) ตรวจสอบด้วยแสงอัลตราไวโอเลตความยาวคลื่น ๒๕๔ และ ๓๖๕ นาโนเมตร (UV 254 nm, UV 365 nm) และน้ำยาฉีดพ่น anisaldehyde/sulfuric acid

ง. การหาปริมาณสารสกัดด้วยน้ำและปริมาณสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์[๑๐]

ชั่งสปอร์เห็ดหลินจือ ๔ กรัม เติมตัวทำละลาย (น้ำกลั่น สำหรับการหาปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ และเอทานอล ๙๕% สำหรับการหาปริมาณสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์) ๑๐๐ มิลลิลิตร สกัดด้วยวิธีรีฟลักซ์ นาน ๑ ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น, กรอง, ตวงสารสกัดปริมาตร ๒๕ มิลลิลิตร ลงในชามระเหย ระเหยให้แห้งบนหม้ออังไอน้ำ, อบในตู้อบที่อุณหภูมิ ๑๐๕ °ซ, ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องนาน ๓๐ นาที ในโถดูดความชื้น, ชั่งน้ำหนักชามระเหยอย่างรวดเร็ว คำนวณหาค่าร้อยละของสารสกัดที่ละลายในตัวทำละลาย

จ. การวิเคราะห์ปริมาณสารในกลุ่มไทรเทอร์พีนอยด์[๗,๑๒]

ชั่งสปอร์เห็ดหลินจือ ๐.๒๕ กรัม สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน ๕ มิลลิลิตร, กรอง, ดูดสารสกัด ๐.๑ มิลลิลิตร นำไประเหยให้แห้งบนหม้ออังไอน้ำ, เติมน้ำยา vanillin 5 %/ glacial acetic acid ๕ มิลลิลิตร, เติม perchloric acid ๑ มิลลิลิตร นำไปอบที่ ๖๐ °ซ เป็นเวลานาน ๑๕ นาที, แล้วแช่ในอ่างน้ำแข็ง เติม glacial acetic acid ๕ มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ ๑๕ นาที, นำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis ที่ความยาวคลื่น ๕๔๘ นาโนเมตร นำค่าดูดกลืนแสงไปคำนวณหาปริมาณสารในกลุ่มไทรเทอร์พีนอยด์ โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน ursolic acid

ฉ. การวิเคราะห์ปริมาณสารในกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์[๑๑]

ชั่งสปอร์ ๒ กรัม สกัดด้วยน้ำ ๙๐ มิลลิลิตร โดยใช้ชุดสกัด soxhlet นาน ๖ ชั่วโมง, กรอง, ตวงมา ๙๐ มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด ๑๐๐ มิลลิลิตร ปรับด้วยน้ำจนครบปริมาตร, ตวงมา ๑๐ มิลลิลิตร, นำไประเหยแห้ง แล้วนำมาละลายในน้ำปริมาตร ๕๐ มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร, ตวงมา ๒ มิลลิลิตร, เติมสารละลาย anthrone sulfate (anthrone ๐.๑ กรัม ละลายในกรดซัลฟูริก ๘๐% ๑๐๐ มิลลิลิตร), ให้ความร้อนนาน ๑๕ นาที, แช่ในอ่างน้ำแข็ง ๑๕ นาที นำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis ที่ความยาวคลื่น ๖๒๕ นาโนเมตร นำค่าดูดกลืนแสงไปคำนวณหาปริมาณสารในกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน anhydrous dextrose

ผลการศึกษา

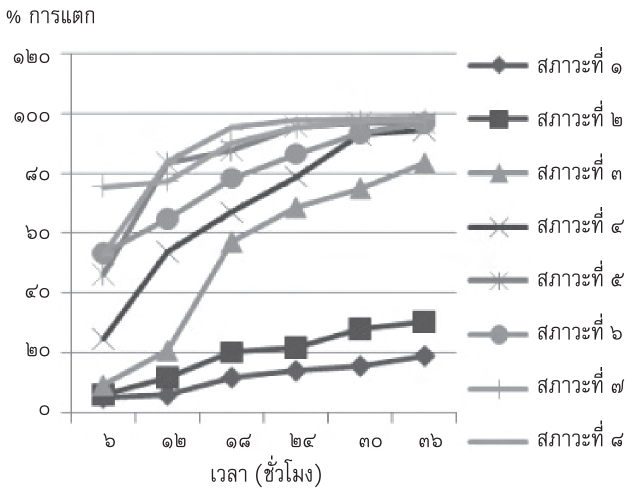
๑. ร้อยละการแตกของสปอร์ต่อ ๑ หน่วยพื้นที่และจุลทรรศน์ลักษณะของสปอร์

การประเมินประสิทธิภาพการกะเทาะของสปอร์เห็ดหลินจือโดยใช้เทคนิคการบดด้วยเครื่องตีสปอร์และบอลล์มิลล์ โดยหาร้อยละการแตกของสปอร์ต่อ ๑ หน่วยพื้นที่ พบว่าที่เวลามากกว่า ๒๐ นาทีขึ้นไป เครื่องตีสปอร์ สามารถทำให้สปอร์กะเทาะได้มากกว่าร้อยละ ๙๕ (ตารางที่ ๒) ส่วนบอลล์มิลล์ ใช้เวลา ๑๘ ชั่วโมง ในสภาวะที่ ๘ (รูปที่ ๑)

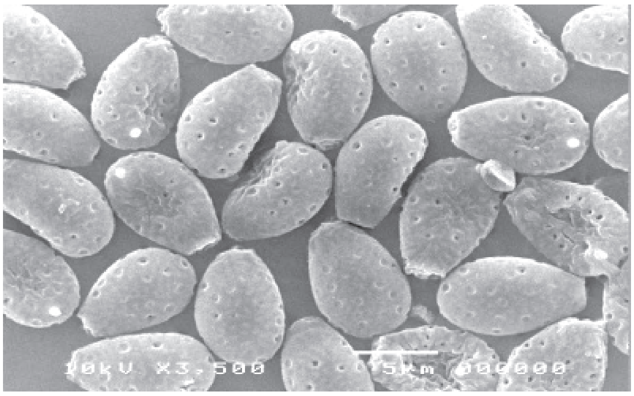
ตารางที่ ๒ ร้อยละการแตกของสปอร์ที่บดด้วยเครื่องตีสปอร์

เวลา (นาที)	ร้อยละการแตก	SD	%CV
๑๕	๙๒.๒๖	๓.๑๓	๓.๓๙
๒๐	๙๕.๑๙	๒.๑๗	๒.๒๘
๒๕	๙๗.๔๖	๑.๙๙	๒.๐๕
๓๐	๙๗.๗๓	๑.๖๐	๑.๖๔
๓๕	๙๗.๘๔	๑.๒๖	๑.๒๘
๔๐	๙๗.๙๔	๑.๔๔	๑.๔๗

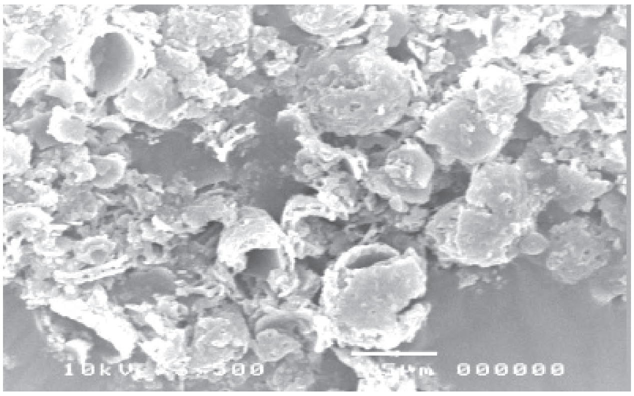
**ส่งตรวจที่สถาบันบริการการตรวจคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้*



รูปที่ ๑ แผนภูมิแสดงร้อยละการแตกของสปอร์ที่บดด้วยบอลล์มิลล์



รูปที่ ๒ ภาพถ่ายสปอร์ที่ไม่กะเทาะเปลือกจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (กำลังขยาย ๓๕๐๐เท่า)



รูปที่ ๓ ภาพถ่ายสปอร์ที่บดด้วยเครื่องตีสปอร์ที่เวลา ๒๕ นาทีจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (กำลังขยาย ๓๕๐๐ เท่า)

๒. การตรวจสอบสารสกัดแอลกอฮอล์ของสปอร์ที่กะเทาะด้วย thin layer chromatographic fingerprint

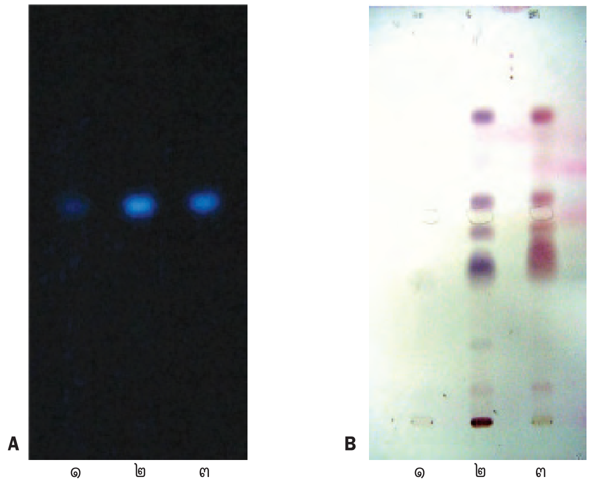
สารสกัดแอลกอฮอล์ของสปอร์ที่กะเทาะเปลือกด้วยเทคนิคการบดด้วยเครื่องตีสปอร์และบอลล์มิลล์ที่แตกมากกว่าร้อยละ ๙๕ มีรูปแบบองค์ประกอบทางเคมีบนแผ่น TLC ที่ตรวจสอบภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต ความยาวคลื่น ๓๖๕ นาโนเมตรและฉีดพ่นด้วยน้ำยา anisaldehyde/sulfuric acid พบในปริมาณและชนิดไม่แตกต่างกัน

๓. ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำและปริมาณสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์

ปริมาณสารสกัดน้ำของสปอร์ที่กะเทาะเปลือกด้วยเครื่องตีสปอร์และบอลล์มิลล์ มีปริมาณมากกว่าสารสกัดน้ำของสปอร์ที่ไม่ได้กะเทาะเปลือกเล็กน้อยซึ่งมีปริมาณสารสกัดร้อยละ ๙.๔๐-๑๐.๗๕ แต่พบปริมาณสารสกัดแอลกอฮอล์ของสปอร์ที่กะเทาะเปลือกด้วยเครื่องตีสปอร์และบอลล์มิลล์มีปริมาณมากกว่าสปอร์ที่ไม่ได้กะเทาะเปลือกประมาณ ๕ เท่า (ตารางที่ ๓)

๔. ปริมาณสารสำคัญ

ปริมาณสารกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์และไทรเทอร์พีนอยด์ของสปอร์ที่ไม่กะเทาะเปลือกและสปอร์ที่กะเทาะเปลือกด้วยเครื่องตีสปอร์และบอลล์มิลล์ มีปริมาณสารกลุ่มพอลิแซ็ก-



Adsorbent : Silica gel 60 GF254
Solvent system : hexane : ethyl acetate (7:3)
Detector : A = UV 365 nm,
B = anisaldehyde/sulfuric acid
๑ = สปอร์ที่ไม่กะเทาะเปลือก
๒ = สปอร์ที่กะเทาะเปลือกด้วยเครื่องตีสปอร์
๓ = สปอร์ที่กะเทาะเปลือกด้วยบอลล์มิลล์

รูปที่ ๔ TLC โครมาโทแกรมของสารสกัดแอลกอฮอล์เห็ดหลินจือ

ตารางที่ ๓ ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ของสปอร์เห็ดหลินจือ

ตัวอย่าง	% กรัมปริมาณสารสกัด	
	น้ำ	แอลกอฮอล์
สปอร์ที่ไม่ได้กะเทาะ	๙.๔๐	๔.๙๔
สปอร์ที่บดโดยเครื่องตีสปอร์	๑๐.๗๕	๒๐.๓๓
สปอร์ที่บดโดยบอลล์มิลล์	๙.๕๖	๒๕.๗๕

ตารางที่ ๔ ปริมาณสารสำคัญในสปอร์เห็ดหลินจือ

ตัวอย่าง	ปริมาณ Polysaccharides (mg/g)	ปริมาณ Triterpenoid (μg/g)
สปอร์ที่ไม่ได้กะเทาะ	๐.๐๑๑	๐.๙๒๔
สปอร์ที่บดโดยเครื่องตีสปอร์	๐.๒๔๐	๒๔.๒๓๐
สปอร์ที่บดโดยบอลล์มิลล์	๐.๒๕๐	๒๓.๖๒๐

คาไรด์เท่ากับ ๐.๐๑๑, ๐.๒๔๐ และ ๐.๒๕๐ มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ และปริมาณสารในกลุ่มไทรเทอร์พีนอยด์ เท่ากับ ๐.๙๒๔, ๒๔.๒๓๐ และ ๒๓.๖๒๐ ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ

วิจารณ์

จากผลการทดลอง พบว่าการกะเทาะเปลือกสปอร์เห็ดหลินจือโดยใช้เครื่องตีสปอร์และบอลล์มิลล์นั้น มีความสามารถในการกะเทาะเปลือกสปอร์ได้ไม่แตกต่างกัน ซึ่งยืนยันผลจากการประเมินการแตกของสปอร์ คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณสารสำคัญ เนื่องจากการกะเทาะสปอร์เห็ดหลินจือที่มีเปลือกแข็งนั้น จะใช้กลไกการลดขนาดแบบการกระแทก (impact) และการเสียดสี (attrition) ซึ่งมีอยู่ในเครื่องมือทั้งสองชนิด แต่ในบอลล์มิลล์จะใช้ระยะเวลานานกว่าในการทำให้ได้ร้อยละการแตกที่เท่ากัน เพราะมีการให้พลังงานเข้าสู่ระบบที่น้อยกว่า จากการประเมินความสามารถในการกะเทาะเปลือกสปอร์ด้วยเครื่องมือทั้งสองชนิดพบว่า เครื่องมือทั้งสองทำให้สปอร์มีเปอร์เซ็นต์การแตกได้มากกว่าร้อยละ ๙๕ ซึ่งยืนยันผลได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและรูปแบบองค์ประกอบทางเคมีบนแผ่น TLC และปริมาณสารสำคัญที่พบในสปอร์ที่กะเทาะด้วยเครื่องมือทั้งสองชนิดมีมากกว่าสปอร์ที่ไม่ได้กะเทาะเปลือก (ตารางที่ ๔) ดังนั้น เครื่องมือทั้งสองชนิดนี้สามารถใช้ได้ดี แม้ว่าเครื่องตีสปอร์จะมีข้อดีที่เหนือกว่า ในเรื่องของเวลาที่ใช้ แต่เครื่องตีสปอร์เป็นเครื่องมือเฉพาะที่ใช้สำหรับการกะเทาะเปลือกสปอร์เห็ดหลินจือ ซึ่งผลิตและจำหน่ายในประเทศจีนเท่านั้น ดังนั้นบอลล์มิลล์ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้กะเทาะเปลือกสปอร์เห็ดหลินจือได้ แต่จะต้องมีการพัฒนาเทคนิคในการบดเพื่อให้ได้ผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป อนึ่งไม่เพียงแต่บอลล์มิลล์เท่านั้นที่มีความสามารถในการกะเทาะเปลือกสปอร์ได้ แต่เครื่องมืออื่นที่มีกลไกในการบดเช่นเดียวกับบอลล์มิลล์ คือการใช้แรงกระแทกและเสียดสี[๑๓] จนทำให้เปลือกสปอร์เกิดการกะเทาะ ก็สามารถใช้กะเทาะเปลือกสปอร์เห็ดหลินจือได้เช่นเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

สถาบันการแพทย์ไทย-จีนเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และกรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุขที่ได้สนับสนุนเงินทุนวิจัย. โครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงายในพระองค์สมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ได้อนุเคราะห์ตัวอย่างสปอร์และใช้เครื่องตีสปอร์

เอกสารอ้างอิง

๑. สาธิต ไทยทัตกุล. เห็ดหลินจือ. พิมพ์ครั้งที่ ๔. ไม่ระบุสถานที่พิมพ์; ๒๕๓๙.
๒. สมศักดิ์ วรคามิน. King of Herbs. พิมพ์ครั้งที่ ๑. กรุงเทพฯ: บริษัทสามเจริญพาณิชย์ (กรุงเทพ) จำกัด; ๒๕๕๑.
๓. Peterson RRM. Ganoderma-A therapeutic fungal biofactory. Phytochemistry 2006;67:1985-2001.
๔. Di X, Chan KKC, Leung HW, Huie CW. Fingerprint profiting of acid hydrolysates of polysaccharides extracted from the fruiting bodies and spores of Lingzhi by high-performance thin-layer chromatography. J Chromatogr 2003;1018:85-95.
๕. Fu Y, Lui W, Zu Y, Shi X, Lui Z, Schwarz G. Breaking the spores of the fungus *Ganoderma lucidum* by supercritical CO2. Food Chem 2009;112:71-6.
๖. Lui X, Yuan J, Chung C, Chen X. Antitumor activity of the sporoderm-broken germinating spores of *Ganoderma lucidum*. Cancer Lett 2002;182:155-61.
๗. นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. สปอร์เห็ดหลินจือ: ทำไมต้องกะเทาะผนังหุ้มก่อนนำไปใช้ทางยา. วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก ๒๕๕๑;๓:๓๑๓-๒๑.

๘. Jingjing M, Zhenghi F, Paiyan M, Yanli S, Qingjie Z. Breaking and Characteristics of *Ganoderma lucidum* Spores by Speed Centrifugal Pulverizer. J Wuhan Univ Technol 2007; 617-21.

๙. ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิต. เอกลักษณ์สมุนไพร. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; ๒๕๓๘.

๑๐. สุนีย์ จันทร์สกาว, เอกลักษณ์ อินทรักษา, ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา, พาณี ศิริสะอาด, สุวรรณา เวชอภิกุล. การพัฒนาวิธีประเมินการแตกของสปอร์เห็ดหลินจือภายหลังการกะเทาะ. ในบทคัดย่อผลงานวิจัย ชุดโครงการวิจัยเห็ดหลินจือและสปอร์เห็ดหลิน จือในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: พุ่มทอง; ๒๕๕๓.

๑๑. Luozin K, Ke Z. Pharmacopoeia of the People's Republic of China. 1 Vol. Beijing: People's Medical Publishing House; 2005.

๑๒. Chen Y, Xie MY, Gong XF. Microwave-assisted extraction used for the isolation of total triterpenoid saponins from *Ganoderma atrum*. J Food Eng 2004;81:162-70

๑๓. ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา. ยาเม็ด. ภาควิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; ๒๕๓๙.

Abstract

Sporoderm-breaking Process for Spores of *Ganoderma lucidum* (Leyss. ex Fr.) Karst. by Broken-sporoderm Machine and Ball Mill

Aekkhaluck Intharuksa*, Pramote Tipdaungta*, Panee Sirisa-ard*, Suwanna Vejabhikul*, Sunee Chansakaow*
**Department of Pharmaceutical Science, Faculty of Pharmacy, Chiang Mai University*

Lingzhi (*Ganoderma lucidum* (Leyss. ex Fr.)) has been used to promote health and treat several diseases for more than 2,000 years in China. Polysaccharides and triterpenoids are chemical groups found in fruiting bodies and spores that give pharmacological effects. While similar chemical constituents were found in both parts, some studies reported that spores revealed a stronger effect than fruiting bodies. Because of the hardness of sporoderm, the bioactive compounds of the spores are difficult to release. The purpose of this study was to investigate the appropriate process for breaking the sporoderm of Lingzhi spores. Two kinds of machines: broken-sporoderm machine and ball mill, which have similar mechanisms (impact and attrition), were assessed to yield broken-sporoderm spores. In comparison with the principal of these machines, the differences are transmission of energy and grinding media shape. As a result, broken-sporoderm machines and ball mills could be used for breaking sporoderm of Lingzhi spores at a level of more than 95 per cent. Bioactive compounds were extracted from broken spores with a 3-4 times higher yield than that of nonbroken-sporoderm.

***Key words:* *Ganoderma lucidum*, Lingzhi spore, broken-sporoderm machine, ball mill**