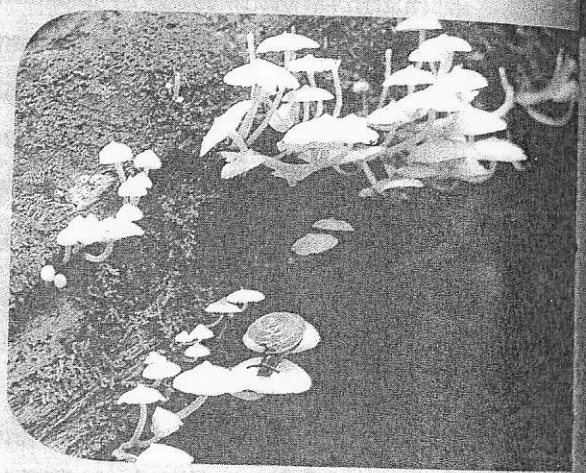
ดร.ชุรภา ธีรภัทรสกุล
นักศึกษาโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก (คปก.)
รุ่นที่ 4 ภาควิชาจุลชีวิวิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
churapa_t@yahoo.com
อาจารย์ที่ปรึกษา: รศ.ดร. เลอลักษณ์ จิตรดอน
fscillo@ku.ac.th

ความสำเร็จในการใช้เอนไซม์ย่อยลิกนินชนิดใหม่จากเห็ดราในประเทศไทยในการกำจัดสีย้อมเป็นพิษในน้ำ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาทางจุลชีววิทยาและการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ด้วยเทคโนโลยีหลายๆ ด้านร่วมกัน เพื่อค้นคว้าหาประโยชน์ของเห็ดที่คัดเลือกจากธรรมชาติในประเทศไทยนอกเหนือจากการเป็นอาหารหรือช่วยย่อยสลายซากพืช ด้วยการศึกษาทั้งด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ และวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ของเห็ดดังกล่าวนี้ในอุตสาหกรรมด้านการบำบัดน้ำทิ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

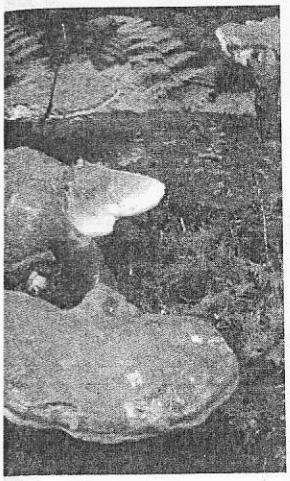


ด้วยปัจจุบันการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญมาก อุตสาหกรรมต่างๆ จำเป็นต้องกำจัดสารปนเปื้อนจากกระบวนการให้อยู่ในมาตรฐาน สารกลุ่มฟินอลลิก ทั้งสารอินทรีย์ เช่น ลิกนิน และสารเคมี เช่น สีย้อม หรือ ยากำจัดศัตรูพืช เป็นสารสำคัญที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากสารดังกล่าวมาจากอุตสาหกรรมที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทย และเป็นพิษต่อคน สัตว์และพืช อีกทั้งยังย่อยสลายยากด้วย เทคโนโลยีส่วนใหญ่ที่ใช้มักจะเป็นวิธีการทางเคมีหรือกายภาพ หลายประเทศพยายามใช้วิธีทางชีวภาพมากขึ้น กล่าวคือการใช้จุลินทรีย์หรือผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์ เช่น เอนไซม์ เพราะปฏิกิริยาไม่รุนแรง เหมือนปฏิกิริยาเคมี ส่งผลให้สิ่งแวดล้อมยั่งยืน และการลงทุนถูกกว่าวิธีทางกายภาพ

สืบเนื่องจากโครงการวิจัยเดิมของ *รศ.ดร.เลอลักษณ์ จิตรดอน ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* พบเห็ดในประเทศไทยที่มีเอนไซม์ที่มีความสามารถสูงในการย่อยสลายลิกนิน ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่เป็นส่วนประกอบของพืช พบมากเป็นลำดับ 2 ในดิน และย่อยสลายยาก และได้ริเริ่มใช้เอนไซม์ย่อยลิกนินจากเห็ดนี้ มาใช้ในการแยกเยื่อปอสาเพื่อทำกระดาษได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถลดปริมาณด่างที่ปกติใช้อยู่ 15-20% ให้เหลือเพียง 6% เป็นการลดการปนเปื้อนของด่างจากอุตสาหกรรม SMEs สู่สิ่งแวดล้อม จากความสำเร็จดังกล่าว **งานวิจัยนี้จึงนำเห็ดสายพันธุ์ดังกล่าวมาศึกษาถึงชนิดของเห็ด กลไกของเห็ดในการผลิตเอนไซม์ ชนิดของเอนไซม์ ความเป็นไปได้ในการใช้เอนไซม์ย่อยสารเคมีเป็นพิษหลายๆ ชนิด** รวมทั้งใช้ความรู้ทางจุลชีววิทยา เทคโนโลยีเอนไซม์และชีวสารสนเทศในการพัฒนาการผลิตและการใช้เอนไซม์ที่เป็นประโยชน์ในการบำบัดสารเคมีฟินอลลิก ได้แก่ สีย้อมในระดับอุตสาหกรรมด้วย

ชุรภา ธีรภัทรสกุล. "ความสำเร็จในการใช้เอนไซม์ย่อยลิกนินชนิดใหม่จากเห็ดราในประเทศไทยในการกำจัดสีย้อมเป็นพิษในน้ำ".
ประชาคมวิจัย. 14, 80 (ก.ค.-ส.ค. 2551) 72-73.

ผลงานวิจัยประสบความสำเร็จด้านวิชาการทั้งด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และการประยุกต์ใช้ ดังนี้



1. ด้วยวิธีตรวจสอบลำดับดีเอนเอของเห็ด และการเปรียบเทียบกับ gene bank พบว่าเห็ดที่ศึกษาเป็นเห็ดในสกุลเดียวกับเห็ดหลินจือ คือสกุล *Ganoderma* แต่เป็นสายพันธุ์ใหม่จากที่เคยมีรายงานมาแล้ว

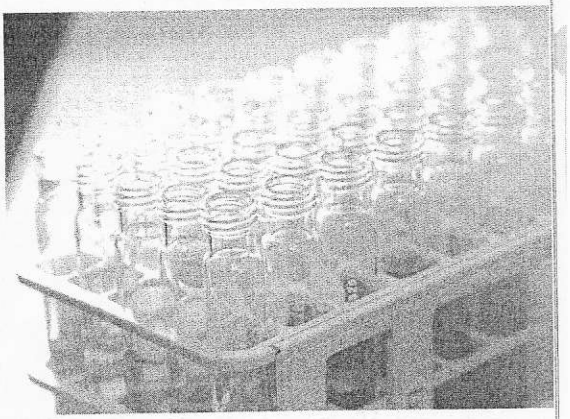
2. จากการใช้เทคโนโลยีทางจุลชีววิทยา ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะการเจริญและปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการผลิตเอนไซม์ย่อยลิกนินของเห็ด ทำให้สามารถควบคุมเห็ดให้สร้างเอนไซม์ตามต้องการได้ เช่น หากเพาะเลี้ยงเห็ดใน pH เป็นด่าง จะสามารถบังคับให้สร้างเอนไซม์ย่อยลิกนินชนิดแลคเคส (Laccase) ได้เพียงกลุ่มเดียว โดยไม่สร้างเอนไซม์ย่อยลิกนินกลุ่มอื่น และการใส่หรือไม่ใส่สารแอลกอฮอลชนิดหนึ่งจะควบคุมให้เห็ดสร้างหรือไม่สร้างเอนไซม์ได้ นอกจากนี้ ยังเป็นรายงานแรกในโลกที่พบว่า การใส่น้ำตาลกลูโคสความเข้มข้นที่ต่างกัน เห็ดจะผลิตเอนไซม์แลคเคสชนิดที่ต่างกัน

3. จากการใช้เทคโนโลยีเอนไซม์ ทำให้สามารถได้เอนไซม์แลคเคสบริสุทธิ์ 5 ชนิดที่แตกต่างกัน และพบว่าเป็นเอนไซม์แลคเคสชนิดใหม่ 2 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับเอนไซม์อื่นที่มีรายงานทั่วโลก เอนไซม์ใหม่ชนิดหนึ่งมีคุณสมบัติที่น่าสนใจมาก คือ ทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิสูงมาก (90 °C) ซึ่งเป็นอุณหภูมิสูงสุดที่เคยมีรายงานในปัจจุบัน และยังสามารถทนอุณหภูมิสูงได้ดีอีกด้วย

4. เอนไซม์เหล่านี้นอกจากย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดลิกนินได้แล้วยังสามารถย่อยสารเคมีเป็นพิษได้หลายชนิดด้วย รวมทั้งสีย้อม โดยเฉพาะสีย้อมชนิด Indigo carmine ที่สามารถย่อยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

5. งานวิจัยนี้เป็นรายงานแรกที่นำเทคโนโลยีชีวสารสนเทศเข้ามาช่วยในการทำนายสภาวะที่เหมาะสมที่จะทำให้เห็ดผลิตเอนไซม์ได้มากที่สุด เพื่อการผลิตเอนไซม์ในระดับอุตสาหกรรม จากวิธีการดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเอนไซม์ได้สูงขึ้นถึง 12 เท่า

6. ด้วยความสามารถของเอนไซม์จากเห็ดชนิดนี้ที่สามารถย่อยสีย้อม **Indigo carmine** ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งสีนี้เป็น**สีย้อมในเฉดสีน้ำเงิน ใช้มากในอุตสาหกรรมการผลิตกางเกงยีนส์ ดังนั้นจึงเป็นสีหนึ่งที่มักปนเปื้อนในน้ำทิ้งจากโรงงานสู่สิ่งแวดล้อม สีนี้เป็นอันตรายต่อสุขภาพโดยมีความรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้** คณะผู้วิจัยจึงนำเอนไซม์จากเห็ดนี้มาพัฒนาให้เกิดระบบกำจัดสีย้อมในระดับกึ่งอุตสาหกรรม โดยการพัฒนาเอนไซม์ให้ตรึงอยู่กับวัสดุของแข็งที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถแยกเอาเอนไซม์กลับมาใช้ใหม่ได้อีกหลายๆ ครั้ง



งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาระบบให้มีความเป็นไปได้ที่จะประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรม และเป็นรายงานแรกที่นำเทคโนโลยีชีวสารสนเทศเข้ามาทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการตรึงเอนไซม์เพื่อให้ผลการบำบัดสีย้อมมีประสิทธิภาพสูงที่สุด นอกจากนี้ ยังได้พัฒนาระบบการบำบัดสีย้อมในถังหมักแบบให้อากาศขนาด 5 ลิตร คณะนักวิจัยประสบความสำเร็จในการกำจัดสีย้อมชนิด Indigo carmine ด้วยเอนไซม์ตรึงได้ 100% ซ้ำๆ กันได้ถึง 14 รอบจากเอนไซม์ชุดเดียวในปริมาณน้อย สามารถกำจัดสีได้ทั้งสิ้น 1.8 กรัม ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพสูงมาก

ผลลัพธ์ที่ได้จากโครงการวิจัยนี้**ในเชิงวิชาการ** คือ (1) สามารถสร้างนักวิจัยระดับปริญญาเอกที่จะถ่ายทอดความรู้และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 1 คน (2) ได้ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ 5 เรื่อง ในขณะนี้เผยแพร่แล้ว 3 เรื่อง (3) นำเสนอในการประชุมนานาชาติ 1 ครั้ง และใน**เชิงประยุกต์** คือ (4) ผลงานวิจัยนี้มีศักยภาพสูงที่จะนำไปใช้ได้จริงในการบำบัดสีย้อมระดับอุตสาหกรรม และเป็นแนวทางในการลดปัญหามลพิษของน้ำ เป็นระบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญคือ เป็นระบบที่เป็นของคนไทยทำได้ในประเทศ ไม่จำเป็นต้องนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ