บทที่ 1

บทนำ

โปรตีนเซลล์เดียว (single cell protein; SCP) คือ เซลล์ของจุลินทรีย์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ให้มีปริมาณเซลล์เพิ่มมากขึ้น สำหรับใช้เป็นอาหารคนหรือสัตว์ เพราะเซลล์จุลินทรีย์มีปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนสูง (เมทินี สุคนธรักษ์, 2513) นักวิจัยหลายท่านเริ่มสนใจที่จะนำมาใช้เพื่อทดแทนอาหารโปรตีนที่มีแนวโน้มในอนาคตว่า อัตราการผลิตจะมีปริมาณที่จะไม่พอกับความต้องการที่มีเพิ่มมากขึ้น การผลิตโปรตีนเซลล์เดียวนั้นต้องปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสับสเตรทด้วยวิธีทางชีววิทยาอย่างมีประสิทธิภาพมีผลทำให้ปริมาณเซลล์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยจุลินทรีย์ที่นำมาใช้นั้นจะต้องไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์เมื่อบริโภคเข้าสู่ร่างกาย ในปี ค.ศ.1973 องค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ได้กำหนดมาตรฐานคุณค่าทางอาหารที่เหมาะสมและความปลอดภัย สำหรับอาหารที่จะใช้เป็นอาหารโปรตีนสำหรับมนุษย์ดังนี้ คือ

1. ผลิตผลต้องมีปริมาณโปรตีนสูง
2. ผลิตผลต้องปราศจากกลิ่นที่จะเพิ่มให้แก่อาหาร
3. คุณค่าทางด้านโภชนาการของโปรตีนจะต้องเพียงพอ
4. จะต้องทดลองกับสัตว์เลี้ยงและศึกษาทางด้านโภชนาศาสตร์ก่อนที่จะนำไปใช้กับมนุษย์

ด้วยหลักการดังกล่าวการนำโปรตีนเซลล์เดียวมาเป็นอาหารโปรตีนของมนุษย์ต้องพิจารณาถึง คุณภาพของโปรตีนเซลล์เดียว ซึ่งมีองค์ประกอบที่นำมาพิจารณา คือ (อรพิน ภูมิภมร, 2527)

1.คุณค่าทางอาหาร มีวิธีการวัด 2 วิธี คือ

1.1 วิธีทางเคมี

โดยวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนที่มีในโปรตีนเซลล์เดียวเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดโดย FAO

1.2 วิธีทางชีววิทยา

โปรตีนเซลล์เดียวที่จะใช้เป็นอาหารสำหรับคนนั้นต้องทดลองกับสัตว์ทดลอง (หนู) แล้ววัดค่า Protein Digestibility, Protein Efficiency Ratio (PER), Biological Value (BV) และ Net Protein Utilization (NPU) แต่ถ้านำมาเป็นอาหารสัตว์ต้องทดลองกับ ไก่, หมู แล้ววัดค่า Metabolizable Energy, Protein Digestibility และ Feed Conversion Ratio

2. ความปลอดภัย การใช้โปรตีนเซลล์เดียวเป็นอาหารคนมีปัญหาทางด้านความปลอดภัยหลายประการ คือ

2.1 จุลินทรีย์ส่วนใหญ่มีปริมาณกรดนิวคลีอิกสูง อาจจะทำให้เกิดโรคนิ่วในไต (kidney stone), โรคเก๊าต์ (gout) ซึ่งปริมาณกรดนิวคลีอิกที่ได้รับเกิน 3 กรัมต่อวันจึงจะเกิดอันตรายต่อร่างกายคน

2.2 ประสิทธิภาพในการย่อยของร่างกายที่มีต่อโปรตีนเซลล์เดียวค่อนข้างต่ำ และอาจมีผลต่อระบบย่อยของลำไส้

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการเพาะปลูกข้าวเป็นจำนวนมากจากสถิติที่ผ่านมามีผลผลิตข้าว เพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี ดังตารางที่ 1 และอัตราส่วนโดยปริมาตรของผลผลิตข้าวต่อฟางข้าวเท่ากับหนึ่งต่อสี่ (สถาบันวิจัยข้าว, 2534) ดังนั้น ฟางข้าวจึงมีปริมาณสูงกว่าผลผลิตข้าวถึง 4 เท่า ซึ่งนับว่าเป็นปริมาณที่สูงมาก แต่ฟางข้าวมีคุณสมบัติด้อยบางประการ คือ คุณค่าทางอาหารต่ำ และมีการย่อยตามธรรมชาติอย่างช้า ๆ ทำให้มีปริมาณเหลือมากซึ่งต้องนำไปใช้ประโยชน์อื่นหรือทำลายทิ้ง และมีปริมาณโปรตีนต่ำเพียง 2-3 เปอร์เซนต์ เมื่อสัตว์บริโภคเข้าสู่ร่างกายสามารถย่อยสลายเพียง 30 เปอร์เซนต์ (Han และ Anderson, 1974)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 สถิติผลผลิตข้าวรวม (นาปีและนาปรัง) ในประเทศไทย (สถาบันวิจัยข้าว, 2534)

ปีการเพาะปลูก	ผลผลิตข้าว (1000 ตัน)
2523/24	17368
2524/25	17774
2525/26	16879
2526/27	19549
2527/28	19905
2528/29	20264
2529/30	18868
2530/31	19428
2531/32	21263
2533/34	20172

การผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากฟางข้าว มีจุลินทรีย์ที่นิยมใช้หลายชนิด ทั้ง แบคทีเรีย ยีสต์ รา และแอคติโนมัยซีตีส ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้สร้างเอนไซม์เซลลูเลสออกมาย่อยสลายเซลลูโลสที่เป็นองค์ประกอบฟางข้าวจนได้ผลิตภัณฑ์สุดท้าย คือ กลูโคส แล้วจุลินทรีย์นำกลูโคสไปใช้ในเมตาโบลิซึมของเซลล์ เพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนเซลล์ให้มากขึ้น แต่เอนไซม์เซลลูเลสมีคุณสมบัติเป็น Multicomponent enzyme คือ มีการทำงานร่วมกันของเอนไซม์ย่อย 3 ชนิด คือเอกโซกลูคาเนส (C_1, exoglucanase) เอนโดกลูคาเนส (C_x, endoglucanase) และ เบต้า-กลูโคซิเดส (β, β-glucosidase) ซึ่งการทำงานของเซลลูเลสจะต้องมีเอนไซม์ย่อยทั้ง 3 ชนิดทำงานร่วมกันอย่างเหมาะสมจึงจะทำให้ประสิทธิภาพการย่อยสลายเซลลูโลสไปเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ และ กลูโคสได้ดี แต่มี

สาเหตุสำคัญที่ทำให้ประสิทธิภาพการย่อยสลายเซลลูโลสลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิดไม่สามารถสร้างเอนไซม์ย่อยที่เป็นองค์ประกอบของเซลลูเลสได้ครบทั้ง 3 ชนิด ทำให้เกิดเป็นกลูโคสปริมาณต่ำ หรือเกิดการสะสมของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น เช่น น้ำตาลรีดิวซ์ หรือ กลูโคส อันเป็นสาเหตุของการเกิดคะตาโบลิค รีเพรชชั่น (catabolic repression) (Nisizawa และคณะ, 1971) ทำให้แอคติวิตีของเอนไซม์เซลลูเลสลดลง และผลผลิตเซลล์โปรตีนต่ำ

การใช้จุลินทรีย์ผสมในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากฟางข้าว เกิดจากแนวความคิดที่ว่าจุลินทรีย์ตามธรรมชาติอยู่รวมกันหลายชนิด และช่วยเสริมการทำงานซึ่งกันและกันอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การเลือกใช้จุลินทรีย์ผสมที่มีคุณสมบัติผลิตเอนไซม์ย่อยที่เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์เซลลูเลสได้ทั้ง 3 ชนิดเหมาะสมและสัมพันธ์กัน จะเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายเซลลูโลสให้เป็นกลูโคสได้ดีขึ้น นอกจากนี้การควบคุมการเปลี่ยนแปลงพีเอชของอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวในระหว่างการหมักจะทำให้จุลินทรีย์สามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสออกมาในปริมาณสูง ซึ่งนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ทำการวิจัยไว้ (Osothsin, 1981; Sternberg, 1976) งานวิจัยนี้ จะทดลองใช้จุลินทรีย์ที่ได้คัดเลือกคุณสมบัติแล้วว่าสามารถผลิตเอนไซม์ย่อยที่เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์เซลลูเลสเหมาะสมสัมพันธ์กัน ควบคู่ไปกับการควบคุมพีเอชของอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวในระหว่างการหมักโดยใช้ buffer medium สำหรับการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากฟางข้าว และนำโปรตีนเซลล์เดียวที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโน เพื่อพิจารณาคุณค่าทางอาหารของผลผลิตโปรตีนเซลล์เดียวด้านองค์ประกอบทางเคมี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาแอคติวิตีของเอนไซม์เซลลูเลสที่ผลิตจากจุลินทรีย์ชนิดเดียวและจุลินทรีย์ชนิดผสม ในระหว่างการหมักแบบควบคุมพีเอชด้วย buffer medium และไม่ควบคุมพีเอช โดยใช้ฟางข้าวเป็นสับสเตรท

2. เปรียบเทียบปริมาณโปรตีนจากการหมักฟางข้าวแบบควบคุมพีเอชด้วย buffer medium และไม่ควบคุมพีเอช ด้วยจุลินทรีย์ชนิดเดียวและจุลินทรีย์ชนิดผสม โดยใช้ฟางข้าวเป็นสับสเตรท

3. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของกรดอะมิโนของโปรตีนเซลล์เดียว ที่ได้จากการหมักฟางข้าวด้วยจุลินทรีย์ชนิดเดียวและจุลินทรีย์ชนิดผสมกับการสกัดโปรตีนจากโปรตีนเซลล์เดียว

สำหรับงานวิจัยนี้ จุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษา คือ *Cellulomonas* sp. TISTR 368, *Alcaligenes faecalis* TISTR 38, *Trichoderma viride* TISTR 3160 และ *Candida utilis* TISTR 5001 เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้รับจาก ธนาคารเชื้อ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย