บทที่ 4
สรุปผล

ไคโตแซนที่เตรียมภายใต้สภาวะสุญญากาศจะมีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่าไคโตแซนที่เตรียมภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ แต่ร้อยละการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตแซนที่เตรียมภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ 1 ชั่วโมง จะมีค่าสูงที่สุด คือ 74.80

ไคโตแซนที่เตรียมภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะให้ผลการยับยั้งจุลินทรีย์ *E. coli, S. aureus* และ *C. albicans* ได้ดีที่สุด โดยมีค่า MIC เป็น 625, 625 และ 312.5 พีพีเอ็ม ตามลำดับ

การลดขนาดโมเลกุลของไคโตแซนโดยวิธีทางเคมี (H_2O_2) ผลการลดขนาดโมเลกุลของไคโตแซนจะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ H_2O_2 ส่วนผลการยับยั้งจุลินทรีย์ พบว่า จะให้ผลดีขึ้นต่อการยับยั้งเชื้อยีสต์ *C. albicans* ในขณะที่ เชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* ผลการยับยั้งไม่แตกต่างจาก native chitosan

การใช้เอนไซม์ไลโซไซม์, ไคติเนสและปาเปนย่อยสายโมเลกุลของไคโตแซน สามารถลดขนาดสายโมเลกุลของไคโตแซนได้โดยพิจารณาจากค่าความหนืดที่ลดลง แต่ต้องใช้เวลานานถึง 1 สัปดาห์ และประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ของโอลิโกเมอร์ไคโตแซนที่ได้ก็ไม่ดีกว่า native chitosan

ตัวทำละลายที่เหมาะสมในการยับยั้งจุลินทรีย์ของไคโตแซน คือ กรดอะซิติกเข้มข้น 1% โดยปริมาตร การยับยั้งจุลินทรีย์ของไคโตแซนจะเกิดขึ้นได้ดีที่สภาวะพีเอชเป็นกรด (4.5-6.0) และการผ่านความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ (72, 100 และ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที) ของสารละลายไคโตแซนก็ไม่มีผลต่อฤทธิ์การยับยั้งจุลินทรีย์ของไคโตแซน

ผลการยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร 9 ชนิด (*E. coli, S. aureus, B. cereus, P. fluorescens, Salmonella* sp., *Lactobacillus* sp., *C. albicans, Aspergillus niger* และ *Penicillium* sp.) ของไคโตแซนที่เตรียมได้เปรียบเทียบกับไคโตแซนชนิดต่างๆ ที่มีขายทางการค้า พบว่าไคโตแซนทางการค้าที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติลสูงจะให้ผลการยับยั้งจุลินทรีย์โดยรวมได้ดีกว่าไคโตแซนทางการค้าที่มีระดับการกำจัดหมู่

อะซิติลต่ำกว่า โดยค่า MIC ของผลการยับยั้งจุลินทรีย์ของไคโตแซนมีความหลากหลายแตกต่างกันไปตามชนิดของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อรา *Penicillium* sp. จะถูกยับยั้งโดยไคโตแซนได้ดีที่สุด ในขณะที่ *Salmonella* sp. จะมีความทนทานต่อการยับยั้งของไคโตแซนมากที่สุด

ไคโตแซนที่ความเข้มข้น 156.25 ถึง 1250 พีพีเอ็ม สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli*, *S. aureus* และ *C. albicans* ได้อย่างรวดเร็วและสมบูรณ์ภายในเวลาเพียง 6 ชั่วโมงหลังการบ่ม แต่ไม่สามารถทำลายแบคทีเรียได้หมด เนื่องจากพบการเจริญของแบคทีเรียหลังจากบ่มมากกว่า 24 ชั่วโมง ในขณะที่ยีสต์จะถูกทำลายได้อย่างสมบูรณ์

จากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบทรานสมิชชันของเชื้อ *E. coli* ก่อนเติมไคโตแซนเซลล์ *E. coli* มีรูปร่างเป็นแท่งปกติ เซลล์แต่ละเซลล์ไม่มีความแตกต่างกัน แต่หลังจากเติมไคโตแซนความเข้มข้น 625 พีพีเอ็มลงไป พบว่า เซลล์ *E. coli* มีรูปร่างเปลี่ยนแปลง บางเซลล์ผนังเซลล์เกิดรูรั่วและมีสารบางอย่างภายในเซลล์ไหลออกมานอกเซลล์และบางเซลล์พื้นผิวเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

ผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งชนิด HT-29 human colon adenocarcinoma cell line ของไคโตแซนในช่วงความเข้มข้น 0.1 ถึง 1.5 มก/มล พบว่าไคโตแซนทุกความเข้มข้นที่ทดสอบไม่มีความเป็นพิษและเป็นอันตรายต่อการเจริญของเซลล์มะเร็ง

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบกิจกรรมการยับยั้งจุลินทรีย์ของไคโตแซนที่เตรียมจากเปลือกส่วนหัวกุ้งกุลาดำ จะเห็นผลว่าไคโตแซนที่เตรียมได้มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราและยีสต์ได้ดีกว่าแบคทีเรีย ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจในการที่จะนำไคโตแซนที่เตรียมได้นี้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการยับยั้งเชื้อราและยีสต์ในอาหาร โดยเฉพาะอาหารประเภทที่มีการห่อหุ้ม (packing) หรือเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เช่น ไส้กรอก (Sausage) เบคอน (Bacon) แฮม (Ham) และผักผลไม้ต่างๆ เป็นต้น โดยการทำไคโตแซนเป็นแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์เคลือบผิวอาหารเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราหรือยีสต์แทนการใช้พลาสติกพวกพอลิเอทิลีนที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน