บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

1. จากการศึกษาผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี พบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มทนเค็มและแบคทีเรียกลุ่มเอนเทอโรแบคทีเรียซีอีในอาหารทะเลแห้งอยู่ในช่วง 1.24×10^{4} ถึง 1.14×10^{9}, 6.67×10^{3} ถึง 1.68×10^{9} และ 1.00×10^{2} ถึง 8.33×10^{3} CFU/g ตามลำดับ โดยหมึกไข่เป็นตัวอย่างที่พบแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มทนเค็มมากที่สุด และปลาหวานเป็นตัวอย่างที่พบกลุ่มเอนเทอโรแบคทีเรียซีอีมากที่สุด

2. จากการศึกษาพบแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมดจำนวน 18 ไอโซเลท ในอาหารทะเลแห้ง ได้แก่ *Bacillus cereus* subsp. *mycoides/ B. anthracis* และ *B. cereus/ B. thuringiensis* (อย่างละ 3 ไอโซเลท), *B. macerans*, *B. licheniformis* และ *Staphylococcus hominis* (อย่างละ 2 ไอโซเลท) และ *B. polymyxa*, *S. mucilagonosus*, *S. saprophyticus*, *S. hyicus* subsp. *chromogenes*, *Kocuria palustris* และ *Nesterenkonai lacusekhoensi* (อย่างละ 1 ไอโซเลท) โดยตัวอย่างหอยหวานมีความหลากหลายของแบคทีเรียมากที่สุด (6 ชนิด) ได้แก่ *B. cereus* subsp. *mycoides/ B. anthracis*, *B. macerans*, *B. licheniformis*, *B. cereus/ B. thuringiensis*, *S. saprophyticus* และ *S. hominis*

3. จากการศึกษาพบแบคทีเรียกลุ่มทนเค็มจำนวน 6 ไอโซเลท ในอาหารทะเลแห้ง ได้แก่ *B. coagulans* และ *S. cohnii* subsp. 1 (อย่างละ 2 ไอโซเลท) และ *S. hominis* และ *S. warneri* (อย่างละ 1 ไอโซเลท) โดยตัวอย่างหอยหวานมีความหลากหลายของแบคทีเรียมากที่สุด (2 ชนิด) ได้แก่ *S. cohnii* subsp. 1 และ *S. warneri*

4. จากการศึกษาพบแบคทีเรียกลุ่มเอนเทอโรแบคทีเรียซีอีจำนวน 9 ไอโซเลท ในอาหารทะเลแห้ง ได้แก่ *Enterobacter agglomerans*, *Edwardsiella tarda* biogroup 1 และ *Xenorhabdus luminescens/ X. nematophilus* (อย่างละ 1 ไอโซเลท) และ *E. cloacae*, *Serratia ficaria* และ *Citrobacter diversus* (อย่างละ 2 ไอโซเลท) และพบความหลากหลายของแบคทีเรียในตัวอย่างอาหารทะเลแห้งชนิดปลาหวานมากที่สุด (6 ชนิด) ได้แก่ *E. agglomerans*, *E. cloacae*, *Edwardsiella tarda* biogroup 1, *S. ficaria*, *C. diversus* และ *X. luminescens/ X. nematophilus*

5. จากการศึกษาประสิทธิภาพในรูปแบบส่วนใสของแบคทีเรียโพรไบโอติกกลุ่ม *Bacillus* sp. 5 สายพันธุ์ ของเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสม พบว่าส่วนใสของ *Bacillus* BUU 004 และ *Bacillus* BUU 005 เพียง 2 สายพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียที่ปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งจำนวน 20 ไอโซเลท (33.33 เปอร์เซ็นต์) และ 8 ไอโซเลท (13.33 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ โดยที่ส่วนใสของ *Bacillus* BUU 004 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ ด้วยดัชนีการยับยั้งอยู่ในช่วง 1+ ถึง 10+ ซึ่งต่างจากส่วนใสของ *Bacillus* BUU 005 ที่มีประสิทธิในการยับยั้งได้เฉพาะแบคทีเรียแกรมบวกรูปท่อนวงศ์ Bacillaceae เท่านั้น ด้วยดัชนีการยับยั้งในช่วง 1+ ถึง 8+

6. จากการศึกษาประสิทธิภาพในรูปแบบเซลล์แขวนลอยของแบคทีเรียโพรไบโอติกกลุ่ม *Bacillus* sp. 5 สายพันธุ์ ของเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสม พบว่า *Bacillus* BUU 004 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียที่ปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งได้ดีที่สุด โดยสามารถยับยั้งได้ทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบทั้งหมด 37 ไอโซเลท (61.67 เปอร์เซ็นต์) ด้วยดัชนีการยับยั้งอยู่ในช่วง 1+ ถึง 10+ รองลงมาคือรูปแบบเซลล์แขวนลอยของ *Bacillus* BUU 005 ซึ่งสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบจำนวน 16 ไอโซเลท (26.67 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนั้นเซลล์แขวนลอยของ *Bacillus* BUU 001 และเชื้อผสมสามารถยับยั้งได้ 6 ไอโซเลท (10.00 เปอร์เซ็นต์) และ 5 ไอโซเลท (8.33 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ

7. จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าส่วนใสและเซลล์แขวนลอยของ *Bacillus* BUU 004 และ *Bacillus* BUU 005 มีประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรียที่ปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งได้ดี ดังนั้นจึงควรนำแบคทีเรียทั้ง 2 สายพันธุ์ ทั้งในรูปของส่วนใสและเซลล์แขวนลอยมาพัฒนาประยุกต์ใช้ในการยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสียและก่อโรคในอาหารทะเลแห้งได้ในอนาคตต่อไป

อภิปรายผลการทดลอง

1. อุบัติการณ์ของแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มทนเค็มและแบคทีเรียกลุ่มเอนเทอโรแบคทีเรียซีอี ในอาหารทะเลแห้ง

จากการตรวจปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียในอาหารทะเลแห้งชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในตลาดหนองมน จังหวัดชลบุรี พบแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มทนเค็มในทุกตัวอย่างของอาหารทะเลแห้ง (100.00 เปอร์เซ็นต์) และแบคทีเรียกลุ่มเอนเทอโรแบคทีเรียซีอี 3 ตัวอย่าง (60.00 เปอร์เซ็นต์) โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง 1.24×10^{4} ถึง 1.14×10^{9}, 6.67×10^{3} ถึง 1.68×10^{9} และ 1.00×10^{2} ถึง 8.33×10^{3} CFU/g ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของบัญญัติ สุขศรีงาม และคณะ (2551) ที่ตรวจพบผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งจำพวกปลาหวานริวกิว หมึกกะตอยแห้งและหมึกไข่ จำนวน 75 ตัวอย่าง มีปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในช่วง 2.33×10^{3} ถึง 1.48×10^{8} CFU/g นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาของศิริโฉม ทุ่งเก้า และสุพัตรา เมืองฮาม (2551) ตรวจพบการปนเปื้อนแบคทีเรียในหมึกแห้งปรุงรส 90 ตัวอย่าง โดยมีค่าเท่ากับ 1.00×10^{2} ถึง 2.00×10^{5} CFU/g สำหรับในต่างประเทศพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียในอาหารทะเลแห้งเช่นเดียวกัน โดย Can (2011) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเอนเทอโรแบคทีเรียซีอีและกลุ่มชอบเกลือในปลาซาร์ดีน (*Sardina pilchardus*) เค็ม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.23×10^{4} ถึง 1.02×10^{7} และ 3.89×10^{3} ถึง 1.32×10^{7} CFU/g ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียแกรมลบ แบคทีเรียชอบเกลือและแบคทีเรียรูปท่อนกลุ่มต้องการออกซิเจนในการเจริญ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 10^{6} ถึง 10^{7} CFU/g (Gram and Huss, 1996)

แต่อย่างไรก็ตามมาตรฐานคุณภาพทางจุลชีววิทยาที่กำหนดโดยกรมประมง (2006) ได้กำหนดมาตรฐานการตรวจผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้ง ได้แก่ หมึกแห้ง และผลิตภัณฑ์ประมงแห้งอื่น ๆ พบแบคทีเรียทั้งหมดไม่เกิน 5×10^{4} CFU/g ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งทุกตัวอย่าง ยกเว้นหมึกเต่าทองสามรสไม่ผ่านมาตรฐาน เนื่องจากมีปริมาณแบคทีเรีย

ทั้งหมดเกินข้อกำหนดดังกล่าว ซึ่งการตรวจสอบการปนเปื้อนของแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้ง ถือว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อผู้บริโภคและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในอาหารทะเลแห้งนี้อาจเป็นแบคทีเรียก่อโรค และบ่งชี้ถึงความสะอาดของผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งและสุขอนามัยของกระบวนการผลิต

เมื่อจัดจำแนกชนิดของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งสามารถจัดจำแนกได้เป็นแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมด ได้แก่ *B. cereus* subsp. *mycoides/ B. anthracis* และ *B. cereus/B. thuringiensis* (อย่างละ 3 ไอโซเลท), *B. macerans, B. licheniformis* และ *S. hominis* (อย่างละ 2 ไอโซเลท) และ *B. polymyxa, S. mucilagonosus, S. saprophyticus, S. hyicus* subsp. *chromogenes, Kocuria palustris* และ *Nesterenkonai lacusekhoensi* (อย่างละ 1 ไอโซเลท) แบคทีเรียกลุ่มทนเค็ม ได้แก่ *B. coagulans* และ *S. cohnii* subsp. 1 (อย่างละ 2 ไอโซเลท) และ *S. hominis* และ *S. warneri* (อย่างละ 1 ไอโซเลท) และแบคทีเรียกลุ่มเอนเทอโรแบคทีเรียซีอี ได้แก่ *E. agglomerans, E. tarda* biogroup 1 และ *X. luminescens/X. nematophilus* (อย่างละ 1 ไอโซเลท) และ *E. cloacae, S. ficaria* และ *C. diversus* (อย่างละ 2 ไอโซเลท) จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อน (39.39 เปอร์เซ็นต์) และแบคทีเรียแกรมบวก รูปกลม (33.33 เปอร์เซ็นต์) สอดคล้องกับรายงานของศิริโฉม ทุ่งเก้า และกิตติรัตน์ วงษ์อินทร์ (2550) ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของหมึกแห้งปรุงรสพร้อมบริโภค พบแบคทีเรียในสกุล *Bacillus* มากที่สุด รองลงมา คือแบคทีเรียกลุ่ม *Staphylococcus* และ *Acinetobacter* ตามลำดับ การศึกษาชนิดของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแปรรูปในต่างประเทศตรวจพบอุบัติการณ์ของแบคทีเรียไม่แตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้กล่าวคือ แบคทีเรียส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อน ได้แก่ แบคทีเรียสกุล *Bacillus* (Kim et al., 2004) และแบคทีเรียแกรมบวกรูปกลม ได้แก่ แบคทีเรียสกุล *Micrococcus* และ *Staphylococcus* sp. ยกตัวอย่างเช่น *S. warneri, S. xylosus, S. intermidius* และ *S. epidermidis* รวมทั้งแบคทีเรียแกรมลบบางชนิดคือ *Citrobacter* และ *E. cloacae* (Himelbloom et al., 1996; Himelbloom and Crapo, 1998) การที่พบแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* ได้มากในอาหารทะเลแห้งเนื่องจากเป็นแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ทนความร้อนได้สูงจึงรอดชีวิตได้จากกระบวนการผลิต (Iurlina et al., 2006) แหล่งปนเปื้อนที่สำคัญของแบคทีเรียชนิดนี้น่าจะมาจากเครื่องปรุงรสโดยเฉพาะอย่างยิ่งพริกแห้งและน้ำตาล ซึ่งมีโอกาสพบสปอร์ของแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* ได้ (Frazier and Westhoff, 1988) สำหรับการตรวจพบแบคทีเรียกลุ่ม *Staphylococcus* และ *Micrococcus* ในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งอาจเนื่องมาจากแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็นแบคทีเรียที่พบบนผิวหนังของมนุษย์ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและในสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจปนเปื้อนลงสู่อาหารระหว่างขั้นตอนการผลิตและการแปรรูปไม่ว่าจะเป็นการปรุงรสโดยการเติมเกลือ (มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538) รวมทั้งเครื่องปรุงชนิดอื่น เช่น พริกไทย พริกไทยแดง พริกไทยดำ โหระพาและผงกะหรี่ เป็นต้น (Antai, 1988) นอกจากนั้นยังสามารถปนเปื้อนภายหลังกระบวนการผลิตได้ ยกตัวอย่างเช่น การบรรจุผลิตภัณฑ์ในภาชนะที่ไม่สามารถป้องกันการปนเปื้อนอย่างเพียงพอ เป็นต้น (ศิริโฉม ทุ่งเก้า และกิตติรัตน์ วงษ์อินทร์, 2550; Lee and Pfeifer, 1973; Okafor and Nzeako, 1985) ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งสามารถเจริญได้ใน

ระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการแปรรูป เช่น การรมควันและการตากแห้ง (Himelbloom et al., 1996; Himelbloom and Crapo, 1998) นอกจากนั้นแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus, Micrococcus* และ *Staphylococcus* ยังเป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ดีในอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงและความชื้นต่ำ (Peterson et al., 1964; Himelbloom and Crapo, 1998) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์อาหารทะเลเหล่านี้จะมีค่าความเข้มข้นของเกลือและความชื้นอยู่ในช่วง 10 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ประเสริฐ สายสิทธิ์, 2524; มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538) และจากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบ *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียก่อโรคในอาหารที่สำคัญพบได้ในอาหารพร้อมบริโภค และสร้างสารพิษได้ จึงทำให้เกิดการเจ็บป่วย (Genigeorgis, 1989; Wieneke et al., 1993; Jablonski and Boach, 1997)

นอกจากนี้ในการศึกษาพบแบคทีเรียที่คาดว่าน่าจะเป็น *B. cereus* ซึ่งจัดเป็นแบคทีเรียก่อโรคจากการบริโภคอาหารชนิดหนึ่ง (Griffths and Schraft, 2002) โดยก่อให้เกิดโรคอุจจาระร่วงและอาเจียน ซึ่งแบคทีเรียชนิดนี้สามารถพบได้จากผลิตภัณฑ์จำพวกเนื้อ นม ผัก และปลา (Feldhusen, 2000)

จากที่ได้กล่าวมาแบคทีเรียที่พบในตัวอย่างอาหารทะเลแห้งเป็นแบคทีเรียที่สามารถก่อโรคได้หลากหลายชนิด ดังนั้นควรจะมีการตระหนักถึงการระมัดระวังและการป้องกันการปนเปื้อนแบคทีเรียก่อโรคในอาหารทะเลแห้ง เพราะการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนในปริมาณที่วัดได้ทุกตัวอย่างนั่นเอง ดังนั้นควรมีการป้องกันและปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้ง ยกตัวอย่างเช่น การป้องกันการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งสามารถป้องกันด้วยการควบคุมขั้นตอนการผลิต การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2542)

2. ประสิทธิภาพของ *Bacillus* sp. 5 สายพันธุ์ และเชื้อผสม ในการยับยั้งแบคทีเรียปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้ง

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า แบคทีเรียโพรไบโอติกทั้ง 5 สายพันธุ์ มีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียที่ปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งได้แตกต่างกัน โดยพบว่ารูปแบบส่วนใสและเซลล์แขวนลอยของ *Bacillus* BUU 004 และ *Bacillus* BUU 005 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียจากอาหารทะเลแห้งได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ได้ชี้ให้เห็นว่าแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ ยกตัวอย่างเช่น *B. licheniformis* สามารถยับยั้ง *S. aureus*, Beta-hemolytic streptococci, Non hemolytic streptococci, *B. cereus* (Al-Janabi, 2006) และ *Clostridium perfringens* (Ducluzeau et al., 1976) รวมถึงแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (He et al., 2006) นอกจากนั้น *B. subtilis* เป็นแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* อีกชนิดหนึ่งที่มีรายงานถึงฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *Streptococcus* sp., *Salmonella* sp., *Klebsiella* sp. และ *E. coli* (Hemalatha and Shanthi, 2010) รวมทั้ง *B. thuringiensis* และ *B. megatwerian* สามารถยับยั้งได้ทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบได้เช่นเดียวกัน ได้แก่ *E. coli*, *S. aureus*, *Yersinia enterocolitica* และ *Micrococcus* (Aslim et al., 2006)

ความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียที่ปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งของ *Bacillus* BUU 004 และ *Bacillus* BUU 005 ในการศึกษาครั้งนี้อาจเกิดจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่แบคทีเรียชนิดนี้ผลิตขึ้น ซึ่ง *Bacillus* บางชนิด เช่น *B. subtilis*, *B. polymyxa*, *B. licheniformis*, *B. circilans*, *B. thuringiensis* และ *B. cereus* สามารถผลิตสารที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทั้งแกรมบวกและแกรมลบ (Morikawa et al., 1992; Perez et al., 1993; Eltem and Ucar, 1998; Paik et al., 1997; Oscariz et al., 1999; Zheng et al., 1999; Bizani and Brandell, 2002) ยกตัวอย่างเช่น สารปฏิชีวนะจำพวก Bacitracin, Pumulin และ Gramicidin (Torda, 2005) รวมทั้งแบคเทอริโอซินและสารคล้ายแบคเทอริโอซินชนิดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น Bacthuricin F4 (BF4) (Kamoun et al., 2005) และ Thuricin 17 (T17) (Gray et al., 2006), Subpeptin JM4-A, Subpeptin JM4-B (Wu et al., 2005) Lichenin, Bacillocin 490 และ P40 (Paltnaik et al., 2001; Martirani et al., 2002; Cladera-Olivera et al., 2004) ซึ่งสารปฏิชีวนะที่แบคทีเรียเหล่านี้ผลิตมีฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์ผนังเซลล์ (Mascher et al., 2003) ในขณะที่แบคเทอริโอซินและสารคล้ายแบคเทอริโอซินก็มีฤทธิ์ทำลายแบคทีเรียเช่นเดียวกัน โดยทำให้เกิดรูรั่วที่เยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้ไซโตพลาสซึมไหลออกจากเซลล์อย่างรวดเร็ว ทำให้สูญเสียสารต่าง ๆ ภายในเซลล์ ทำให้เซลล์ตายในที่สุด (Jack et al., 1995) นอกจากสารปฏิชีวนะและสารแบคเทอริโอซินแล้ว แบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* ยังสามารถผลิต Surfactin ซึ่งเป็นสารกลุ่ม Cyclic lipopeptide ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรีย ได้แก่ *Salmonella enterica* (Mireles II et al., 2001) โดยสารชนิดนี้มีผลเหนี่ยวนำให้เกิดรูรั่วที่ชั้นเยื่อหุ้มเซลล์ ยับยั้งกระบวนการ Cyclic adenosine monophosphate (cAMP) และยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนมีผลทำให้เซลล์แบคทีเรียไม่สามารถเจริญได้ (Kluge et al., 1988; Ullrich et al., 1991; Singh and Cameotra, 2004)

นอกจากนั้นการศึกษาในครั้งนี้พบว่าส่วนใสของ *Bacillus* BUU 005 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้เฉพาะในกลุ่ม *Bacillus* sp. เท่านั้น ซึ่งต่างจาก *Bacillus* BUU 004 ที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ แสดงให้เห็นว่าส่วนใสของ *Bacillus* BUU 005 มีฤทธิ์ยับยั้งที่แตกต่างกัน

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่ารูปแบบเซลล์แขวนลอยของ *Bacillus* BUU 004 และ *Bacillus* BUU 005 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้ดีกว่าส่วนใส รวมทั้งยังแสดงให้เห็นว่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเซลล์แขวนลอยและส่วนใสของแบคทีเรียโพรไบโอติกทั้งสองชนิดนี้มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างองค์ประกอบของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Con and Gokalp, 2000) และอาจเนื่องมาจากแบคทีเรียโพรไบโอติกในรูปเซลล์แขวนลอยสามารถผลิตสารให้มีความเข้มข้นและมีความหลากหลายชนิดมากขึ้นตามระยะเวลาของการเจริญ (Vater et al., 2002) และการยับยั้งที่มีประสิทธิภาพสูงของเซลล์แขวนลอยยังสามารถเกิดได้จากการเข้าครอบครองและแย่งสารอาหารกับแบคทีเรียก่อโรคบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (มณจันทร์ เมฆธน และกมลพร มาแสวง, 2543) ด้วยปัจจัยดังกล่าวทำให้ฤทธิ์ยับยั้งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นจากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียโพรไบโอติก *Bacillus* BUU 004 และ *Bacillus* BUU 005 ที่นำมาทดสอบมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียที่ปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์

อาหารทะเลแห้งที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการยับยั้งและป้องกันแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในอาหารทะเลแห้งต่อไป