บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษากราฟการเจริญของเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติก *Lactococcus lactis* spp. *cremoris* No.58 พบว่าการเจริญของเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติกในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth เชื้อแบคทีเรียจะเริ่มเข้าสู่ช่วงเฟสคงที่ (Stationary phase) ประมาณชั่วโมงที่ 20 ของการเพาะเลี้ยงเชื้อ

2. ผลการศึกษาการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมโยเกิร์ตในคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม พบว่าชนิดและปริมาณของสารช่วยให้คงตัวไม่มีอิทธิพลร่วมต่อคุณลักษณะด้านกลิ่น สี รสชาติและความชอบโดยรวม โดยมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย คือ 6 หรือ ชอบเล็กน้อย แต่พบว่าชนิดและปริมาณของสารช่วยให้คงตัวมีอิทธิพลร่วมต่อลักษณะเนื้อสัมผัส โดยพบว่าเมื่อปริมาณสารช่วยให้คงตัวชนิดคาราจีแนนเพิ่มมากขึ้นค่าคะแนนความชอบต่อลักษณะเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มลดลงส่วนแซนแทนกัมพบว่าเมื่อปริมาณเพิ่มมากขึ้นค่าคะแนนความชอบต่อลักษณะเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากค่าคะแนนความชอบโดยรวมของสารช่วยให้คงตัวทั้งสองชนิดมีค่าไม่แตกต่างกันดังนั้นจึงพิจารณาที่ต้นทุนและปริมาณที่ใช้ ดังนั้นจึงเลือกแซนแทนกัมที่ปริมาณ 0.1% เนื่องจากมีราคาถูกและใช้ในปริมาณที่ต่ำสุด

3. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมโยเกิร์ต โดยทำการวัดค่าเปอร์เซ็นต์การขึ้นฟู ค่าสี ค่าเปอร์เซ็นต์การละลาย และค่าความแน่นแข็ง พบว่าชนิดและปริมาณของสารช่วยให้คงตัวมีอิทธิพลร่วมต่อ ค่าเปอร์เซ็นต์การละลาย และค่าความแน่นแข็ง โดยเปอร์เซ็นต์การละลายพบว่าเมื่อปริมาณสารช่วยให้คงตัวเพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์การละลายมีแนวโน้มลดต่ำลง และค่าความแน่นแข็งพบว่าเมื่อปริมาณสารช่วยให้คงตัวเพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความแน่นแข็งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ส่วนค่าสีพบว่าชนิดและปริมาณของสารช่วยให้คงตัวไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แต่พบว่าปริมาณของสารช่วยให้คงตัวมีผลต่อค่าความสว่าง โดยพบว่าเมื่อปริมาณสารช่วยให้คงตัวเพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลง

4. ผลการศึกษาการเหลือรอดชีวิตของ *Lb. acidophilus* , *Lc. lactis* spp. *cremoris* และเชื้อผสมระหว่าง *Lb. acidophilus* กับ *Lc.lactis* spp.*cremoris* ในขั้นตอนการปั่นไอศกรีมและขั้นตอนการแช่แข็งไอศกรีม พบว่าขั้นตอนการปั่นและขั้นตอนการแช่แข็งไอศกรีมไม่มีอิทธิพลร่วมกันกับสายพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติก โดยจำนวนเชื้อในแต่ละสายพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกัน โดยในขั้นตอนก่อนปั่นและหลังปั่นไอศกรีมมีเชื้อประมาณ 8.45 และ 8.80 log cfu/ml ตามลำดับและในขั้นตอนก่อนแช่แข็งและหลังแช่แข็งไอศกรีมมีเชื้อประมาณ8.87 และ 8.70 log cfu/ml ตามลำดับ ซึ่งยังคงมีจำนวนเชื้อมากกว่าระดับที่กำหนดให้เป็นระดับที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (Therapeutic Dose) โดยเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติกต้องเหลือรอดอย่างน้อย 1×10^{5} cfu/ml และผลจากการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของเชื้อแต่ละสายพันธุ์พบว่า *Lb.acidophilus* มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุด คือ 4.31 ส่วน *Lc. lactis* spp. *cremoris* และเชื้อผสมระหว่าง *Lb. acidophilus* กับ *Lc. lactis* spp. *cremoris* มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันโดยมีค่า 4.61 และ 4.52 ตามลำดับ และผลจากการวัดค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด พบว่า *Lb.acidophilus* มีค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดมากที่สุด คือ 0.47 ส่วน *Lc. lactis* spp. *cremoris* และเชื้อผสมระหว่าง *Lb. acidophilus* กับ *Lc. lactis* spp .*cremoris* มีค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดไม่แตกต่างกันโดยมีค่า 0.42

และ 0.43 ตามลำดับ ในขั้นตอนคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อเนื่องจากทั้งในขั้นตอนการปั่น และขั้นตอนการแช่แข็งให้จำนวนเชื้อในแต่ละสายพันธุ์ไม่แตกต่างกันดังนั้นจึงพิจารณาจากการสร้างกรดและการเจริญ โดยพบว่า *Lc. lactis* spp. *cremoris* มีการสร้างกรดในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตน้อยกว่าและมีการเจริญเข้าสู่ช่วงเฟสคงที่ได้เร็วกว่า *Lb.acidophilus* จึงคัดเลือกแบคทีเรียโปรไบโอติกชนิด *Lc. lactis* spp. *cremoris* มาเสริมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ต

5. ผลการศึกษาการเติมสารเสริมการเหลือรอดของแบคทีเรียโปรไบโอติกพบว่า ขั้นตอนการปั่นและการแช่แข็ง และชนิดของสารเสริมการเหลือรอดไม่มีอิทธิพลร่วมต่อการเหลือรอดชีวิตของ *Lc.lactis* spp. *cremoris* แต่พบว่าชนิดของสารเสริมการเหลือรอดมีผลต่อการเหลือรอดของ *Lc.lactis* spp. *cremoris* โดยพบว่าสารเสริมการเหลือรอด ชนิดสารป้องกันอันตรายจากความเย็น Unipectin RS 150 ให้การเหลือรอดของ *Lc.lactis* spp. *cremoris* ต่ำสุดโดยมีเชื้อประมาณ 8.41 log cfu/ml ส่วนสารเสริมการเหลือรอดที่เป็นพรีไบโอติก ชนิด ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ให้การเหลือรอดไม่แตกต่างกันกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่เติมสาร โดยมีเชื้อประมาณ 8.84 และ 8.90 log cfu/ml ตามลำดับ และผลจากการวัดค่า ความเป็นกรด-ด่าง พบว่าตัวอย่างที่เติมสาร Unipectin RS 150 และตัวอย่างที่เติม ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ ไม่มีความแตกต่างกันแต่ต่างจากตัวอย่างควบคุม และตัวอย่างที่เติมสาร Unipectin RS 150 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด คือ 4.31 และผลจากการวัดค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด พบว่า ตัวอย่างที่เติมสารเสริมการเหลือรอดทั้งสองชนิดมีค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าประมาณ 0.45 ในขั้นตอนนี้จึงได้ทำการคัดเลือกตัวอย่างที่เติม ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ มาเสริมในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเนื่องจากให้การเหลือรอดของ *Lc. lactis* spp. *cremoris* มากกว่าตัวอย่างที่เติม Unipectin RS 150

6. ผลการศึกษาการเก็บรักษาไอศกรีมโยเกิร์ตที่เติมพรีไบโอติกเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ที่อุณหภูมิ -18 ^{0}ซ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าในสัปดาห์ที่ 0 จนถึงสัปดาห์ที่ 3 ตัวอย่างที่เติมพรีไบโอติกและตัวอย่างควบคุมมีการเหลือรอดของเชื้อไม่แตกต่างกัน โดยมีจำนวนเชื้อ ประมาณ 9.10 log cfu/ml และในสัปดาห์ที่ 8 พบว่าตัวอย่างที่เติมพรีไบโอติกมีจำนวนเชื้อประมาณ 11.56 log cfu/ml และมีจำนวนเชื้อ มากกว่าตัวอย่างควบคุมประมาณ 2.34 log cfu/ml ผลจากการวัดค่า ความเป็นกรด-ด่าง พบว่าในสัปดาห์ที่ 0 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บ ค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างทั้งสองมีแนวโน้มลดลงโดยในสัปดาห์ที่ 4 ตัวอย่างที่เติมพรีไบโอติกและตัวอย่างควบคุมมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ4.73 และ 4.85 ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 5 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 8 พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างทั้งสองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในสัปดาห์ที่ 8 ตัวอย่างที่เติมพรีไบโอติกและตัวอย่างควบคุมมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.03 และ 5.16 ตามลำดับ และผลจากการวัดค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด พบว่า ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 8 ตัวอย่างที่เติมพรีไบโอติกมีแนวโน้มของความเป็นกรดสูงกว่าตัวอย่างควบคุม โดยในสัปดาห์ที่ 8 ตัวอย่างที่เติมพรีไบโอติกและตัวอย่างควบคุมมีค่าความเป็นกรด 0.41 และ 0.40 ตามลำดับ

7. ผลการศึกษาการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อดูความชอบของผู้ทดสอบชิมต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตและไอศกรีมโยเกิร์ตเสริมโปรไบโอติกกับพรีไบโอติก พบว่าผู้ทดสอบชิมจำนวน 60 คนให้ค่าคะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน โดยมีผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คนชอบไอศกรีมโยเกิร์ต โดยเหตุผลหลักที่ชอบคือ มีรสเปรี้ยว และมีผู้ทดสอบชิมจำนวน 23 คนชอบไอศกรีมโยเกิร์ต

เสริมโปรไบโอติกและพรีไบโอติก โดยเหตุผลหลักที่ชอบคือ มีกลิ่นหอมของนม และมีผู้ทดสอบจำนวน 7 คนที่ชอบผลิตภัณฑ์ไอศกรีมทั้งสองเท่ากัน โดยมีเหตุผลหลักคือ มีความมันและมีกลิ่นหอม

8. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมโยเกิร์ต โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ พบว่ามี โปรตีน 1.24% ไขมัน 5.06% แลคโตส 21.1% และธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย 25.62%

9. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมโยเกิร์ตที่เสริมแบคทีเรียโปรไบโอติกกับพรีไบโอติก พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การขึ้นฟูเท่ากับ 33.48 ค่าความสว่างเท่ากับ 92.03 ค่าความเป็นสีเขียวเท่ากับ -2.50 ค่าความเป็นสีเหลืองเท่ากับ 7.75 ค่าเปอร์เซ็นต์การละลายเท่ากับ 86.72 และมีค่าความแน่นแข็งเท่ากับ 93.59 นิวตัน

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากในการทดสอบทางประสาทสัมผัสให้ค่าคะแนนความชอบโดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่มีการเติมคาราจีแนนและแซนแทนกัมแตกต่างกัน ดังนั้นในงานวิจัยจึงเลือกใช้สารช่วยให้คงตัวชนิด แซนแทนกัม 0.1% เนื่องจากมีราคาถูกและใช้ในปริมาณที่ต่ำสุด สาเหตุที่ทำให้ความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันก็อาจเนื่องมาจากปริมาณที่ใช้อาจอยู่ในระดับที่ต่ำและไม่แตกต่างกันมากนักและใช้เพียงชนิดเดียวไม่มีการใช้ร่วมกัน ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าการใช้สารช่วยให้คงตัวร่วมกันอย่างน้อย 2 ชนิด อาจจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้สารช่วยให้คงตัวเพียงชนิดเดียว ซึ่งอาจทำให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความชอบโดยรวมที่แตกต่างกันได้

2. ในขั้นตอนการปั่นไอศกรีมมีการเติมอากาศเข้าไปเพื่อเพิ่มปริมาตรของไอศกรีม แต่ทั้งนี้การเติมอากาศเข้าไปในไอศกรีมมากจนเกินไปถือว่าเป็นการเอาเปรียบผู้บริโภค

3. ในขั้นตอนการศึกษาการเติมสารเสริมการเหลือรอด พบว่าพรีไบโอติกให้การเหลือรอดมากกว่า Unipectin RS 150 ในขั้นตอนการแช่แข็ง ดังนั้นจึงเลือกใช้พรีไบโอติกชนิด FOS มาใช้เป็นพรีไบโอติกในไอศกรีมโยเกิร์ต และพบว่าพรีไบโอติกนั้น มีหลายชนิดด้วยกัน ดังนั้นอาจทำการศึกษาการใช้พรีไบโอติกชนิดอื่นแทน FOS เนื่องจาก FOS มีราคาแพง

4. ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตเสริมโปรไบโอติกกับพรีไบโอติกเป็นไอศกรีมที่มีการเติมเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติก *Lc.lactis* spp. *cremoris* กับพรีไบโอติกชนิด FOS โดย แบคทีเรียโปรไบโอติกมีเอนไซม์ เบต้า-กาแลคโตซิเดส ทำให้สามารถย่อยแลคโตสให้เป็นกลูโคสกับกาแลคโตส เป็นผลให้ร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตเสริมโปรไบโอติกกับพรีไบโอติกจึงถือเป็นทางเลือกใหม่ของผู้บริโภคที่ต้องการอาหารเพื่อสุขภาพโดยเฉพาะผู้บริโภคที่มีอาการแพ้น้ำตาลแลคโตสในนม (Lactose intolerance) เนื่องจากขาดเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยแลคโตส และยังมีพรีไบโอติกซึ่งเป็นตัวที่ช่วยส่งเสริมการทำงานของแบคทีเรียโปรไบโอติกอีกด้วย และพบว่าหลังจากการเก็บเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ -18 ^{0}ซ แบคทีเรียโปรไบโอติกยังสามารถอยู่รอดได้ถึง 11.56 log cfu/ml ซึ่งมากกว่าระดับต่ำสุดของเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติกที่มีประโยชน์ต่อร่างกายคือ 1×10^{5} cfu/ml (Therapeutic Dose) (Lee and Salminen, 1995; Dave and Shah 1996)