

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
โปรไบโอติก.....	5
การตรึงเซลล์จุลินทรีย์.....	12
สารเสริมและอาหารเสริมสำหรับสัตว์.....	25
สุกรและการใช้โปรไบโอติกในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกร.....	29
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	35
วัสดุ.....	35
กลุ่มตัวอย่าง.....	35
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	35
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	36
สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....	37
วิธีการวิจัย.....	38
การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	54
การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก.....	54
การคัดเลือกแบคทีเรียคุณสมบัติโปรไบโอติก.....	54
การจัดจำแนกแบคทีเรีย.....	61
ประสิทธิภาพการตรึงเซลล์.....	64
การเสริมแบคทีเรียโปรไบโอติกในอาหารพื้นฐานสำหรับสุกรขนาดเล็ก.....	71
ประสิทธิภาพอาหารเสริมโปรไบโอติกในการเลี้ยงสุกรระยะหลังหย่านม.....	73
5 บทสรุป.....	77
สรุปผลการวิจัย.....	77
อภิปรายผลการวิจัย.....	78
ข้อเสนอแนะ.....	88
บรรณานุกรม.....	89
ภาคผนวก.....	106
ประวัติผู้วิจัย.....	128

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 รายชื่อจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่นำมาประยุกต์ใช้ในอาหารสัตว์.....	6
2 วัสดุประเภทสารอินทรีย์ที่ใช้ตรึงเซลล์จุลินทรีย์.....	19
3 พอลิเมอร์ที่นิยมใช้ในกระบวนการไมโครเอนแคปซูเลชันเซลล์จุลินทรีย์.....	20
4 การทดสอบใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกในสุกร.....	33
5 เส้นผ่านศูนย์กลางการต้านทานยาปฏิชีวนะ (Inhibition zone diameter of antibiotics).....	42
6 องค์ประกอบของผนังแคปซูล (โปรตีน-พอลิแซ็กคาไรด์คอมเพล็กซ์) สำหรับการตรึงเซลล์.....	45
7 แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพอาหารเสริมโปรไบโอติกในการเลี้ยงสุกร.....	49
8 ส่วนประกอบวัตถุดิบอาหารในสูตรอาหารทดลอง (ศิริสมานฟาร์ม จังหวัดสุโขทัย).....	51
9 คุณค่าทางโภชนาในสูตรอาหาร (ศิริสมานฟาร์ม จังหวัดสุโขทัย).....	52
10 จำนวนไอโซเลทที่คัดแยกได้จากลำไส้สุกร.....	54
11 จำนวนไอโซเลทของแบคทีเรียที่ทนอุณหภูมิสูง (80-95°C).....	55
12 แบคทีเรียที่สามารถทนอุณหภูมิสูง (90-95°C).....	55
13 แบคทีเรียที่แยกได้สามารถทนกรด.....	56
14 การต้านทานยาปฏิชีวนะหลังจากบ่ม 24 ชั่วโมง ของแบคทีเรียที่คัดแยกได้.....	58
15 การต้านทานยาปฏิชีวนะหลังจากบ่ม 46 ชั่วโมง ของแบคทีเรียที่คัดแยกได้.....	58
16 การต้านทานยาปฏิชีวนะหลังจากบ่ม 54 ชั่วโมง ของแบคทีเรียที่คัดแยกได้.....	58
17 แบคทีเรียที่สามารถผลิตเอนไซม์ย่อย NSP.....	60
18 การจำแนกสายพันธุ์แบคทีเรียที่ได้จากการทดลอง.....	62
19 แบคทีเรียที่มีคุณสมบัติเป็นโปรไบโอติกที่ดีจากการทดสอบคัดเลือกได้.....	63
20 ลักษณะของไมโครแคปซูลและประสิทธิภาพของการตรึงเซลล์.....	65
21 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตภายหลังวิธีการทำให้ผนังไมโครแคปซูลแตก.....	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
22 การรอดชีวิตของเซลล์ตรึงโปรไบโอติก <i>Pediococcus pentosaceus</i> ในระบบทางเดินอาหารจำลองของสุกร (<i>in vitro</i> model).....	68
23 การรอดชีวิตของเซลล์ที่ถูกตรึงด้วย Milk protein hydrolysate (MPH) + 0.5% (w/v) xanthan gum + 0.25% (w/v) gellan gum (1:0.5:0.5) ในระบบย่อยอาหารจำลองของสุกร (<i>in vitro</i> model).....	69
24 การรอดชีวิตของเซลล์โปรไบโอติกหลายชนิดที่ถูกตรึงด้วย MPH + 0.5% (w/v) Xanthan gum + 0.25% (w/v) gellan gum (1:0.5:0.5) ในระบบย่อยอาหารจำลองของสุกร (<i>in vitro</i> model).....	70
25 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและเวลาที่วุ้นของแบคทีเรียโปรไบโอติก.....	71
26 การรอดชีวิตของเซลล์ตรึงโปรไบโอติกทั้ง 5 ชนิด ภายหลังการอัดเม็ดอาหารด้วยเครื่องอัดอาหารขนาดใหญ่.....	72
27 อายุผลิตภัณฑ์เซลล์ตรึงแบคทีเรียโปรไบโอติกที่เติมลงในอาหารพื้นฐานสำหรับสุกรทั้งในรูปแบบอาหารผงและอาหารอัดเม็ดภายใต้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30°C.....	72
28 ประสิทธิภาพการเลี้ยงสุกรด้วยสารเสริมโปรไบโอติกในอาหารพื้นฐาน.....	76
29 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของเส้นผ่าศูนย์กลางไมโครแคปซูลที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	116
30 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการรอดชีวิตของเซลล์ภายหลังการตรึงเซลล์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%.....	116
31 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการรอดชีวิตของเซลล์โปรไบโอติก <i>P. pentosaceus</i> ในระบบน้ำย่อยอาหารจำลองของสุกร 2 ชั่วโมง ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%.....	117
32 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการรอดชีวิตของเซลล์โปรไบโอติก <i>P. pentosaceus</i> ในระบบน้ำย่อยอาหารจำลองของสุกร 4 ชั่วโมง ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%.....	117

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
33 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการรอดชีวิตของเซลล์โปรไบโอติก <i>P. pentosaceus</i> ในระบบน้ำย่อยอาหารจำลองของสุกร 6 ชั่วโมง ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 99%.....	118
34 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการรอดชีวิตของเซลล์ตรึงโปรไบโอติก หลายชนิดในระบบน้ำย่อยอาหารจำลองของสุกร 2 ชั่วโมง ที่ระดับความ เชื่อมั่น 99%.....	118
35 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการรอดชีวิตของเซลล์ตรึงโปรไบโอติก หลายชนิดในระบบน้ำย่อยอาหารจำลองของสุกร 4 ชั่วโมง ที่ระดับความ เชื่อมั่น 99%.....	119
36 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการรอดชีวิตของเซลล์ตรึงโปรไบโอติก หลายชนิดในระบบน้ำย่อยอาหารจำลองของสุกร 6 ชั่วโมง ที่ระดับความ เชื่อมั่น 99%.....	119
37 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติค่าอัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกรหลังหย่า นมที่ระดับความเชื่อมั่น 95%.....	120

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย <i>Bacillus subtilis</i> (A) โคโลนี (B) รูปร่างเซลล์แบบ ท่อน.....	7
2 ลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย <i>Pediococcus pentocaceae</i> (A) โคโลนี (B) รูปร่าง เซลล์แบบกลม.....	8
3 รูปแบบของ Water-in-oil emulsion.....	17
4 รูปแบบกระบวนการเกิดเจลโดย Rennet-gelation ของโปรตีนนม.....	18
5 โครงสร้างทางเคมีของแซนแทนกัม.....	22
6 โครงสร้างทางเคมีของเจลแลนกัม.....	23
7 กระบวนการอัดเม็ดอาหารสัตว์.....	28
8 ลำไส้ของสุกรขุน.....	39
9 การแยกบริสุทธิ์แบคทีเรียโคโลนีสีเหลืองโดยวิธี Cross streak.....	39
10 ตารางสีน้ำเงินที่มีขนาดเล็กที่สุด (A) บนแผ่น hemacytometer มีปริมาตร 0.00025 ลูกบาศก์มิลลิเมตร.....	47
11 ลูกสุกรพันธุ์ผสม (พันธุ์แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์ x ดูรอค) ระยะหลังหย่านม.....	50
12 ลักษณะคอกที่ใช้เลี้ยงลูกสุกรระยะหลังหย่านม.....	50
13 เบอร์ดูของลูกสุกรหลังหย่านม.....	50
14 (A) การชั่งน้ำหนักลูกสุกรทุกตัวทุกสัปดาห์ (B) การเก็บมูลสุกร.....	53
15 แสดงการต้านทานยาปฏิชีวนะของไอโซเลท LAB 2 หลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37°C นาน 46 ชั่วโมง; (A) 30 µg Kanamycin, (B) 30 µg Chloramphenicol, (C) 30 µg Neomycin และ (D) 15 µg Erytheromycin.....	59
16 แสดงการต้านทานยาปฏิชีวนะของไอโซเลท LAB 4 หลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37°C นาน 46 ชั่วโมง; (A) 30 µg Kanamycin, (B) 30 µg Chloramphenicol, (C) 30 µg Neomycin และ (D) 15 µg Erytheromycin.....	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
17 แสดงการผลิตเอนไซม์ย่อย NSP บริเวณวงสีเหลือง; (A) การผลิตเอนไซม์ Hemicellulase ของ LAB 1, (B) การผลิตเอนไซม์ Xylanase และ (C) Hemicellulase ของ LAB 3, (D) การผลิตเอนไซม์ Xylanase และ (E) Hemicellulase ของ LAB 4.....	61
18 การรอดชีวิตของเซลล์โปรไบโอติก <i>Pediococcus pentosaceus</i> เปรียบเทียบ เซลล์ตรึงและเซลล์อิสระในระบบทางเดินอาหารจำลองของสุกร (<i>In vitro</i> model).....	68
19 การรอดชีวิตของเซลล์โปรไบโอติกหลายชนิดที่ถูกตรึงด้วย MPH + 0.5% (w/v) xanthan gum + 0.25% (w/v) gellan gum (1:0.5:0.5) ในระบบย่อยอาหารจำลองของสุกร (<i>In vitro</i> model).....	70
20 อายุผลิตภัณฑ์เซลล์ตรึงแบคทีเรียโปรไบโอติกที่เติมลงในอาหารพื้นฐานสำหรับสุกรทั้งในรูปแบบอาหารผงและอาหารอัดเม็ดภายใต้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30°C.....	73
21 กราฟมาตรฐานและปริมาณของไทเทเนียมไดออกไซด์.....	113
22 กราฟอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโปรไบโอติก <i>Bacillus subtilis</i> strain K21.....	113
23 กราฟอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโปรไบโอติก <i>B. licheniformis</i>	114
24 กราฟอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโปรไบโอติก <i>B. subtilis</i> strain KISR....	114
25 กราฟอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโปรไบโอติก <i>B. subtilis</i> strain KL-007.....	115
26 กราฟอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโปรไบโอติก <i>Pediococcus pentosaceus</i>	115