

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	(1)
สารบัญตาราง.....	(2)
สารบัญภาพ.....	(8)
คำนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	3
การตรวจเอกสาร.....	4
สตาร์ช.....	4
การแช่เยือกแข็ง.....	13
ระบบเจลสตาร์ชผสมไฮโดรคอลลอยด์.....	22
คอนยักกลูโคแมนแนน.....	27
อุปกรณ์และวิธีการ.....	29
อุปกรณ์.....	29
วิธีการ.....	32
ผลและการวิจารณ์.....	38
สรุป	71
เอกสารและสิ่งอ้างอิง.....	73
ภาคผนวก.....	83
ภาคผนวก ก.....	84
ภาคผนวก ข.....	97
ภาคผนวก ค.....	106

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของสตาร์ชข้าวและคอนยัคกลูโคแมนแนน (KGM).....	39
2	ค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำ (%syneresis) ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน (KGM) 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ.....	41
3	ค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำ (%syneresis) ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน (KGM) 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ.....	42
4	ค่า cohesiveness และ maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ก่อนการแช่เยือกแข็ง....	46
5	ค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน (KGM) 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ.....	47
6	ค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน (KGM) 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ.....	48
7	การเกิดโครงสร้างฟองน้ำของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน (KGM) 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 และ -18 °ซ.....	49
8	ค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดต่ำสุด ความหนืดลดลง ความหนืดสุดท้ายและเซตแบคของระบบสารละลายสตาร์ชข้าวที่ผสมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5%.....	56
9	ค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน (KGM) 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ.....	58
10	ค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน (KGM) 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ.....	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ค่าพลังงานในการสลายผลึกแอมิโลเพกทินของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน (KGM) 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ.....	62
12	ค่าพลังงานในการสลายผลึกแอมิโลเพกทินของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน (KGM) 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ.....	63
13	ค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำ (%syneresis) ในการคืนรูปจากเยือกแข็ง 1-7 รอบ ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน (KGM) 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่ใช้อัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว.....	67
ตารางผนวกที่		
ก1	ค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดต่ำสุด ความหนืดลดลง ความหนืดสุดท้าย และเซตแบคของสตาร์ชข้าว.....	96
ข1	ลักษณะปรากฏของเจลสตาร์ชข้าว และเจลสตาร์ชข้าวผสมไฮโดรคอลลอยด์ระหว่างการเตรียมเจลหลังการแช่เย็น และหลังการแช่เยือกแข็ง.....	98
ค1	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดต่ำสุด ความหนืดลดลง ความหนืดสุดท้าย และเซตแบคของสารละลายสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% (ตามแนวตั้ง).....	107
ค2	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force และ cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ก่อนการแช่เยือกแข็ง (ตามแนวตั้ง).....	108
ค3	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 และ -18 °ซ.....	108

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า	
ค4	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ (ตามแนวนอน).....	109
ค5	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ (ตามแนวตั้ง).....	110
ค6	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ (ตามแนวนอน).....	111
ค7	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ (ตามแนวตั้ง).....	112
ค8	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 และ -18 °ซ.....	113
ค9	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ (ตามแนวนอน).....	113
ค10	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ (ตามแนวตั้ง).....	115

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า	
ค11	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ (ตามแนวนอน).....	116
ค12	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ (ตามแนวตั้ง).....	117
ค13	ความแปรปรวน (T-Test) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวก่อนการแช่เยือกแข็งกับเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ เป็นระยะเวลา 0 วัน.....	118
ค14	ความแปรปรวน (T-Test) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า maximum force ของเจลสตาร์ชข้าวก่อนการแช่เยือกแข็งกับเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ เป็นระยะเวลา 90 วัน.....	119
ค15	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 และ -18 °ซ.....	120
ค16	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ (ตามแนวนอน).....	120
ค17	ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของตัวอย่างเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 °ซ (ตามแนวตั้ง).....	122

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค18 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -18°C (ตามแนวนอน).....	123
ค19 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C (ตามแนวตั้ง).....	124
ค20 ความแปรปรวน (T-Test) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวก่อนการแช่เยือกแข็งกับเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เป็นระยะเวลา 0 วัน.....	125
ค21 ความแปรปรวน (T-Test) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า cohesiveness ของเจลสตาร์ชข้าวก่อนการแช่เยือกแข็ง กับเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เป็นระยะเวลา 90 วัน.....	126
ค22 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าพลังงานในการสลายผลึกแอมิโลเพกทินของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 และ -18°C	127
ค23 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าพลังงานในการสลายผลึกแอมิโลเพกทินของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12°C (ตามแนวนอน).....	127
ค24 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าพลังงานในการสลายผลึกแอมิโลเพกทินของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12°C (ตามแนวตั้ง).....	129

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค25 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าพลังงานในการสลายผลิตภัณฑ์แอมิโนเพกทินของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ (ตามแนวนอน).....	129
ค26 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าพลังงานในการสลายผลิตภัณฑ์แอมิโนเพกทินของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °ซ (ตามแนวตั้ง).....	131
ค27 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำในการคืนรูปจากเยือกแข็งของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว.....	131
ค28 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำในการคืนรูปจากเยือกแข็ง 1-7 รอบ ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว (ตามแนวตั้ง).....	132
ค29 ความแปรปรวน (ANOVA) จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำในการคืนรูปจากเยือกแข็ง 1-7 รอบ ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% ที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว (ตามแนวนอน).....	133

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	องค์ประกอบของเมล็ดข้าว.....	4
2	ภาพเมื่อดสตาร์ชข้าวจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (5000X)....	5
3	ลักษณะโครงสร้างของแอมิโลเพกทินที่ประกอบด้วยส่วนผลึกและส่วนอสัณฐาน (1 = ส่วนผลึก และ 2 = ส่วนอสัณฐาน).....	6
4	รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์แบบ A และ B.....	7
5	การเกิดเจลลาทีโนเซชันของสตาร์ช.....	8
6	การเกิดเจลของสตาร์ช.....	9
7	การเกิดรีโทรเกรเดชันของสตาร์ช.....	10
8	ค่าความหนืด อุณหภูมิ และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA..	11
9	แผนภาพกระบวนการแช่เยือกแข็ง.....	14
10	แผนภาพอธิบายการเปลี่ยนสถานะ (phase diagram).....	15
11	แผนภาพลักษณะการแช่เยือกแข็ง.....	16
12	DSC thermogram การเกิดรีโทรเกรเดชันของเจลสตาร์ชข้าวความเข้มข้น 50% ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 วัน.....	19
13	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับเวลาของตัวอย่างแป้งที่ได้จากการทดสอบด้วย Texture Profile Analysis.....	20
14	โครงร่างตาข่ายของเจลเนื้อผสมแบบที่ 1 (ก) และเจลเนื้อผสมแบบที่ 2 ((ข)-(ง)) โดยที่ (ข) คือ เจลแบบร่วมกันสานตัว (coupled network), (ค) คือ เจลแบบแยกกันสานตัว (phase-separated networks) และ (ง) คือ เจลแบบสอดแทรกกันสานตัว (interpenetrating networks).....	23
15	ความเป็นไปได้ในการจัดเรียงตัวของไฮโดรคอลลอยด์ในระบบเจลสตาร์ช.....	25
16	โครงสร้างของคอนยัคกลูโคแมนแนน.....	27
17	ความเป็นไปได้ของลักษณะการเกิดผลึกน้ำแข็งและการเกิดรีโทรเกรเดชันสตาร์ช เมื่อแช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้าและเร็ว.....	44
18	เจลสตาร์ชข้าวก่อนการแช่เยือกแข็ง (ไม่มีการเกิดโครงสร้างฟองน้ำ = 0 คะแนน).....	50
19	เจลสตาร์ชข้าวผสมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.3% ก่อนการแช่เยือกแข็ง (ไม่มี การเกิดโครงสร้างฟองน้ำ = 0 คะแนน).....	50
20	เจลสตาร์ชข้าวผสมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.5% ก่อนการแช่เยือกแข็ง (ไม่มี การเกิดโครงสร้างฟองน้ำ = 0 คะแนน).....	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	เจลสตาร์ชข้าวแช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 90 วัน (การเกิดโครงสร้างฟองน้ำเล็กน้อย = 1 คะแนน).....	51
22	เจลสตาร์ชข้าวผสมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.3% แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 90 วัน (การเกิดโครงสร้างฟองน้ำเล็กน้อย = 1 คะแนน).....	52
23	เจลสตาร์ชข้าวผสมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.5% แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบเร็ว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 90 วัน (การเกิดโครงสร้างฟองน้ำเล็กน้อย = 1 คะแนน).....	52
24	เจลสตาร์ชข้าวผสมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.3% แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 90 วัน (การเกิดโครงสร้างฟองน้ำปานกลาง = 2 คะแนน).....	53
25	เจลสตาร์ชข้าวแช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 90 วัน (การเกิดโครงสร้างฟองน้ำมาก = 3 คะแนน).....	53
26	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า cohesiveness กับค่าการแยกของน้ำ (%) ของเจลสตาร์ชข้าวที่แช่เยือกแข็งด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า.....	55
ภาพผนวกที่		
ก1	ปริมาณแอมิโลสและค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน.....	87
ก2	รูปร่างลักษณะของเม็ดสตาร์ชข้าว.....	92
ก3	ค่ากำลังการพองตัวของสตาร์ชข้าวที่อุณหภูมิ 50, 60, 70, 80 และ 90°C	94
ก4	กราฟการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความหนืดแบบรวดเร็วของสตาร์ชข้าว.....	96
ข1	กราฟการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความหนืดแบบรวดเร็วของสตาร์ชข้าวเติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0%, 0.3% และ 0.5% (น้ำหนักแห้งของของแข็งทั้งหมดในระบบคือ 8.0%).....	99
ข2	กราฟการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานความร้อนจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องดีเฟอเรนเชียล สแกนนิ่ง แคลอริมิเตอร์ (DSC) ของเจลสตาร์ชข้าวที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 90 วัน.....	100

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ข3 ค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำ (%syneresis) ในการคืนรูปจากเยือกแข็ง 1-7 รอบ ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.0% ที่แช่เยือกแข็ง ด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว.....	101
ข4 ค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำ (%syneresis) ในการคืนรูปจากเยือกแข็ง 1-7 รอบ ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.3% ที่แช่เยือกแข็ง ด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว.....	102
ข5 ค่าเปอร์เซ็นต์การแยกของน้ำ (%syneresis) ในการคืนรูปจากเยือกแข็ง 1-7 รอบ ของเจลสตาร์ชข้าวที่เติมคอนยัคกลูโคแมนแนน 0.5% ที่แช่เยือกแข็ง ด้วยอัตราการแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว.....	103
ข6 แผนภาพข้อมูลการแช่เยือกแข็ง (freezing profile) เจลสตาร์ชข้าวด้วยอัตรา การแช่เยือกแข็งแบบช้า ปานกลาง และเร็ว.....	104
ข7 แผนภาพข้อมูลการแช่เยือกแข็ง (freezing profile) เจลสตาร์ชข้าวด้วยอัตรา การแช่เยือกแข็งแบบช้าของช่วงการแช่เยือกแข็งแล้วคืนรูปจากเยือกแข็ง และช่วงของการแช่เยือกแข็งปกติ.....	105