

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพ	(11)
รายการตารางภาคผนวก	(14)
รายการภาพผนวก	(16)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
วัตถุประสงค์	35
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	36
วัสดุ	36
อุปกรณ์และเครื่องมือ	36
วิธีการ	37
3 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	42
4 สรุปผลการทดลอง	111
เอกสารอ้างอิง	114
ภาคผนวก	127
ประวัติผู้เขียน	166

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1 การแบ่งลักษณะเมล็ดตามความยาวของเมล็ด	6
2 การแบ่งรูปร่างเมล็ดตามอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้าง	6
3 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลสและชนิดของเจลแป้ง	9
4 ร้อยละขององค์ประกอบกรดไขมันในรำข้าว ข้าวกล้อง และข้าวสาร	12
5 ความเข้มข้นของ 2-acetyl-1-pyrroline ที่พบในข้าวสุกบางพันธุ์	28
6 ความเข้มข้นของสารที่ระเหยได้หลักในข้าวสารใหม่และที่ผ่านการเก็บรักษา	32
7 คุณภาพของเมล็ดข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	43
8 กิจกรรมและกิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกต่างกัน	43
9 สารที่ระเหยได้ในข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกต่างกัน	45
10 คุณภาพของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 30 นาที	50
11 ช่วงอุณหภูมิและพลังงานในการเกิดเจลาติไนซ์โดยใช้ DSC ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 คิบและสุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 30 นาทีจากแหล่งปลูกต่างกัน	54
12 สารที่ระเหยได้ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 30 นาทีจากแหล่งปลูกต่างกัน	60
13 คุณภาพของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาลเป็นเวลา 30 นาที	65
14 กิจกรรมและกิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสของข้าวขาวดอกมะลิ 105	

	สุกจากแหล่งปลูกต่างกันที่ผ่านการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที	66
15	ช่วงอุณหภูมิและค่าพลังงานในการเกิดเจลาติไนซ์ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 คิบและสุกโดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที จากแหล่งปลูกต่างกัน	68

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	สารที่ระเหยได้ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที จากแหล่งปลูกต่างกัน	74
17	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษาโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 30 นาที	78
18	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที	81
19	ช่วงอุณหภูมิและค่าพลังงานในการเกิดเจลาติไนซ์ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 30 นาที	92
20	ช่วงอุณหภูมิและค่าพลังงานในการเกิดเจลาติไนซ์ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที	94
21	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของ 2AP, n-hexanal และ n-nonanal ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 30 นาที ในระหว่างเก็บรักษา	103
22	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของ 2AP, n-hexanal และ n-nonanal ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที ในระหว่างเก็บรักษา	106
23	ความเข้มข้นของ 2AP, n-hexanal และ n-nonanal ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 คิบและสุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 30 นาที และการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล	

รายการภาพ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างเมล็ดข้าว	4
2 กลไกการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในเมล็ดข้าวสารระหว่างการเก็บรักษา	13
3 การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างโมโนสเตียรีนและอะมิโลส	15
4 ความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของปริมาณน้ำที่อุณหภูมิต่ำ 22 °ซ กับความดัน	20
5 การอัดลูกสูบโดยตรง	21
6 การอัดลูกสูบโดยอ้อม	21
7 ผลของการเติมกรดอะมิโนในต้นอ่อนของข้าวและเนื้อเยื่อส่วนยอดของลำต้นข้าวต่อการสร้าง 2AP	26
8 กลไกในการสร้าง 2AP จากโปรตีน	26
9 การทำงานของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสในธัญพืช	34
10 รูปแบบโครงสร้างผลึกของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกต่างกัน	47
11 ภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อส่องภายใต้กล้อง SEM ที่กำลังขยาย 40 เท่า (a) และการจัดเรียงตัวของเม็ดสตาร์ชภายในเนื้อเมล็ดที่กำลังขยาย 5000 เท่า (b)	48
12 เทอร์โมแกรมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 คีบและสุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิต่ำ 100 °ซ นาน 30 นาที จากจังหวัดสุรินทร์ (a), จังหวัดขอนแก่น (b) และจังหวัดอำนาจเจริญ (c)	52
13 รูปแบบโครงสร้างผลึกของข้าวขาวดอกมะลิ 105 คีบและสุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิต่ำ 100 °ซ นาน 30 นาที จากจังหวัดสุรินทร์ (a), จังหวัดขอนแก่น (b) และ	

จังหวัดอำนาจเจริญ (c)	56
14 ภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100° ซ นาน 30 นาที ที่อัตราส่วนน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 1, 1.5 : 1 และ 2 : 1 เมื่อส่องภายใต้กล้อง SEM ที่กำลังขยาย 40 เท่า (a),(b),(c) และการจัดเรียงตัวของเม็ดสตาร์ชภายในเนื้อเมล็ดที่กำลังขยาย 5000 เท่า (d),(e),(f)	58

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
15 ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60° ซ นาน 15 นาที (a) และข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60° ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที (b)	64
16 เทอร์โมแกรมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกจากแหล่งปลูกต่างกันที่ผ่านการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60° ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที	67
17 รูปแบบโครงสร้างผลึกของข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกจากแหล่งปลูกต่างกันที่ผ่านการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60° ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที	70
18 ภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60° ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที จากจังหวัดสุรินทร์, จังหวัดขอนแก่น และจังหวัดอำนาจเจริญ เมื่อส่องภายใต้กล้อง SEM ที่กำลังขยาย 40 เท่า (a),(b),(c) และการจัดเรียงตัวของเม็ดสตาร์ชภายในเนื้อเมล็ดที่กำลังขยาย 5000 เท่า (d),(e),(f)	72
19 เทอร์โมแกรมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100° ซ นาน 30 นาที ในระหว่างเก็บรักษาภายใต้สภาวะ (a) ในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง	(12)

	(28-32°ซ), (b) ในสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง (28-32°ซ), (c) ในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 20°ซ และ (d) ในสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิ 20°ซ	86
20	เทอร์โมแกรมของข้าวवादอกมะลิ 105 โดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60°ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 30 นาที ในระหว่างเก็บรักษาภายใต้สภาวะ (a) ในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง (28-32°ซ), (b) ในสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง (28-32°ซ), (c) ในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 20°ซ และ (d) ในสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิ 20°ซ	89
21	รูปแบบโครงสร้างผลึกของข้าวवादอกมะลิ 105 โดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°ซ นาน 30 นาที ในระหว่างเก็บรักษาภายใต้สภาวะ (a) ในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง (28-32°ซ), (b) ในสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง (28-32°ซ), (c) ในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 20°ซ และ (d) ในสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิ 20°ซ	98

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
22	100
รูปแบบโครงสร้างผลึกของข้าวवादอกมะลิ 105 โดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60°ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 30 นาที ในระหว่างเก็บรักษาภายใต้สภาวะ (a) ในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง (28-32°ซ), (b) ในสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง (28-32°ซ), (c) ในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 20°ซ และ (d) ในสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิ 20°ซ	

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1 สภาวะการวิเคราะห์สารที่ระเหยได้ด้วยเครื่อง GC-MS	140
2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความกว้าง ยาว อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวสารพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกต่างกัน	152
3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นและปริมาณอะมิโลสในข้าวสารพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกต่างกัน	153
4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมและกิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสของข้าวสารพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกต่างกัน	154
5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการยีสต์ตัวของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 30 นาที ที่ระดับอัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 1, 1.5 : 1 และ 2 : 1 จากแหล่งปลูกต่างกัน	155
6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแข็งของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 30 นาที ที่ระดับอัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 1, 1.5 : 1 และ 2 : 1 จากแหล่งปลูกต่างกัน	156
7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 30 นาที ที่ระดับอัตราส่วนน้ำหนัก	

	น้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 1, 1.5 : 1 และ 2 : 1 จากแหล่งปลูกต่างกัน	157
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมและกิจกรรมจำเพาะของ เอนไซม์	
	ไลพอกซีจีเนสของข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60° ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที จากแหล่งปลูกต่างกัน	158
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการยึดตัวของเมล็ด ปริมาณ ความชื้น	
	และค่าความแข็งของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่ อุณหภูมิ 60° ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800เมกกะปาสกาล เป็น เวลา 30 นาที จากแหล่งปลูกต่างกัน	159
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงอัตราการยึดตัวของเมล็ดข้าว ขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100° ซ นาน 30 นาที ที่อัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1.5 : 1	160

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า	
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของข้าวขาวดอก มะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100° ซ นาน 30 นาที ที่อัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1.5 : 1	161
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงอัตราการยึดตัวของเมล็ดข้าว ขาวดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60° ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที ที่อัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 2	162
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของข้าวขาวดอก มะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60° ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที ที่ อัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 2	163
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของข้าวขาว ดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100° ซ นาน 30	

นาที่ ที่อัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1.5 : 1	164
15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของข้าวขาว	
ดอกมะลิ 105 ในระหว่างเก็บรักษา โดยการให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที ที่อัตราส่วนน้ำหนักน้ำต่อข้าวเท่ากับ 1 : 2	165

รายการภาพผนวก

ภาพผนวกที่	หน้า
1 การอ่านค่า Maximum force (hardness) ของข้าวสุกจากเครื่อง Texture analyzer	129
2 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณอะมิโลส (กรัม/แป้งข้าว 100 กรัม) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร	132
3 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร	135
4 โครมาโตแกรมของสารที่ระเหยได้ในข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากจังหวัด	
สุรินทร์ (a), จังหวัดขอนแก่น (b) และจังหวัดอำนาจเจริญ (c)	143
5 โครมาโตแกรมของสารที่ระเหยได้ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการนึ่งด้วย	
ไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °ซ นาน 30 นาที จากจังหวัดสุรินทร์ (a), จังหวัดขอนแก่น (b) และจังหวัดอำนาจเจริญ (c)	146
	(16)

6 โครมาโตแกรมของสารที่ระเหยได้ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกโดยการให้ความ
ความ

ร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 15 นาที ร่วมกับการใช้ความดันที่ระดับ 800
เมกกะปาสกาล เป็นเวลา 30 นาที จากจังหวัดสุรินทร์ (a), จังหวัดขอนแก่น (b) และ
จังหวัดอำนาจเจริญ (c)

149