

| สารบัญ | | หน้า |
|--|--|------|
| กิตติกรรมประกาศ | | ก |
| บทคัดย่อภาษาไทย | | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | | ฉ |
| สารบัญตาราง | | ฅ |
| สารบัญภาพ | | ฉ |
| บทที่ 1 บทนำ | | 1 |
| บทที่ 2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | | 4 |
| บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีทดลอง | | 48 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง | | 56 |
| บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ | | 96 |
| เอกสารอ้างอิง | | 99 |
| ภาคผนวก | | |
| ภาคผนวก ก ภาพประกอบการวิจัย | | 108 |
| ภาคผนวก ข แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส | | 111 |
| ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ | | 113 |
| ภาคผนวก ง วิธีการคำนวณ และสถิติที่ใช้ | | 125 |
| ภาคผนวก จ ใบรายงานผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการกลาง | | 130 |
| ตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร | | |
| ประวัติผู้เขียน | | 134 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า |
|--|------|
| 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของธัญชาติบางชนิด | 5 |
| 2.2 ปริมาณเส้นใยในอาหารบางชนิด (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) | 29 |
| 2.3 ปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยทั่วไป | 35 |
| 2.4 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเปลือกและส่วนที่ได้จากการขัดสีที่ ความชื้นร้อยละ 14 | 38 |
| 2.5 องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวหัก | 39 |
| 2.6 องค์ประกอบทางเคมีของรำหยาบและรำละเอียด | 42 |
| 2.7 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งชนิดต่างๆ | 44 |
| 4.1 คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของรำข้าวบด ปลายข้าวหอมมะลิบด และแป้งข้าวโพด | 57 |
| 4.2 คุณภาพทางกายภาพของอาหารเข้าธัญชาติที่เสริมรำข้าวบดในระดับต่างๆ | 59 |
| 4.3 คุณภาพทางเคมีของอาหารเข้าธัญชาติที่เสริมรำข้าวบดในระดับต่างๆ | 60 |
| 4.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารเข้าธัญชาติที่เสริมรำข้าวบดในระดับต่างๆ | 61 |
| 4.5 ร้อยละของผู้ทดสอบชิมจำแนกตามความชอบในคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน ต่างๆ ของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าธัญชาติที่มีการเสริมรำข้าวบดที่ 10% Thai RDI | 62 |
| 4.6 คุณภาพทางกายภาพของอาหารเข้าธัญชาติที่เติมแก้วกัมในระดับต่างๆ | 64 |
| 4.7 คุณภาพทางเคมีของอาหารเข้าธัญชาติที่เติมแก้วกัมในระดับต่างๆ | 64 |
| 4.8 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารเข้าธัญชาติที่เติมแก้วกัมในระดับต่างๆ | 65 |
| 4.9 ร้อยละของผู้ทดสอบชิมจำแนกตามความชอบในคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน ต่างๆ ของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าธัญชาติที่มีการเติมแก้วกัมร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก | 66 |
| 4.10 คุณภาพทางกายภาพของอาหารเข้าธัญชาติที่เติมผงโกโก้ในระดับต่างๆ ก่อนการเคลือบคาราเมล | 68 |
| 4.11 คุณภาพทางเคมีของอาหารเข้าธัญชาติที่เติมผงโกโก้ในระดับต่างๆ ก่อนการเคลือบคาราเมล | 69 |

| | | |
|------|---|-----|
| 4.12 | คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของอาหารเข้าธัญชาติที่เต็มผงโกโก้ในระดับต่างๆ หลังการเคลือบคาราเมล | 70 |
| 4.13 | คุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารเข้าธัญชาติที่เต็มผงโกโก้ในระดับต่างๆ หลังการเคลือบคาราเมล | 72 |
| 4.14 | ร้อยละของผู้ทดสอบชิมจำแนกตามความชอบในคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าวที่เต็มผงโกโก้ลงไป 4 กรัมต่อ ส่วนผสมหลัก 100 กรัม | 73 |
| 4.15 | ผลของสภาวะในการผลิตต่อคุณภาพทางกายภาพของอาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าว | 75 |
| 4.16 | ผลของสภาวะในการผลิตต่อคุณภาพด้านเคมีและแรงกดแตกเมื่อแช่ในน้ำนม ของอาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าว | 76 |
| 4.17 | ผลของสภาวะในการผลิตต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของ อาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าว | 77 |
| 4.18 | สมการถดถอยของสภาวะการผลิตต่อคุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าว | 79 |
| 4.19 | สภาวะในการผลิตที่เหมาะสมที่วิเคราะห์ได้สำหรับการผลิต อาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าว | 88 |
| 4.20 | ผลของคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทางเคมี และทางกายภาพ ที่คาดคะเนได้ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 | 89 |
| 4.21 | คุณภาพทางกายภาพของอาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าว | 90 |
| 4.22 | ความคงตัวในน้ำนมของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าธัญชาติและผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด | 91 |
| 4.23 | คุณภาพทางเคมี และองค์ประกอบทางเคมีของอาหารเข้าธัญชาติ | 92 |
| 4.24 | คุณค่าทางโภชนาการของอาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าว | 93 |
| 4.25 | คุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าว | 94 |
| 4.26 | ร้อยละของผู้ทดสอบชิมจำแนกตามความชอบในคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์อาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าว | 95 |
| ค.1 | การเจือจางสารละลายมาตรฐาน โปเต โดอะ ไม โลส | 119 |
| ง.1 | แผนการทดลองที่กำหนดสำหรับสภาวะที่เหมาะสมและสภาวะจริงในการผลิต สำหรับแผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD) | 127 |
| ง.2 | ต้นทุนการผลิตในการผลิตอาหารเข้าธัญชาติเสริมรำข้าว | 129 |

สารบัญภาพ

| ภาพ | หน้า |
|---|------|
| 4.1 พื้นที่การตอบสนองของแรงกดแตกเนื่องจากปัจจัยระดับความเร็วรอบของสกรู และอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรลในการผลิตอาหารเข้ารัชชาติเสริมรำข้าว เมื่อพิจารณาความเร็วของการป้อนวัตถุดิบคงที่ 30 รอบต่อนาที | 80 |
| 4.2 พื้นที่การตอบสนองของแรงกดแตกเนื่องจากปัจจัยระดับความเร็วรอบของสกรู และอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรลในการผลิตอาหารเข้ารัชชาติเสริมรำข้าว เมื่อพิจารณาความเร็วของการป้อนวัตถุดิบคงที่ 60 รอบต่อนาที | 80 |
| 4.3 พื้นที่การตอบสนองของอัตราส่วนการพองตัวของตัวค้ำยันยาวเนื่องจากปัจจัยระดับความเร็วรอบของสกรู และอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรลในการผลิตอาหารเข้ารัชชาติเสริมรำข้าว เมื่อพิจารณาความเร็วของการป้อนวัตถุดิบคงที่ 30 รอบต่อนาที | 81 |
| 4.4 พื้นที่การตอบสนองของอัตราส่วนการพองตัวของตัวค้ำยันยาวเนื่องจากปัจจัยระดับความเร็วรอบของสกรู และอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรลในการผลิตอาหารเข้ารัชชาติเสริมรำข้าว เมื่อพิจารณาความเร็วของการป้อนวัตถุดิบคงที่ 60 รอบต่อนาที | 82 |
| 4.5 พื้นที่การตอบสนองของอัตราส่วนการพองตัวของพื้นที่หน้าตัดเนื่องจากปัจจัยระดับความเร็วรอบของสกรู และอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรลในการผลิตอาหารเข้ารัชชาติเสริมรำข้าว เมื่อพิจารณาความเร็วของการป้อนวัตถุดิบคงที่ 30 รอบต่อนาที | 82 |
| 4.6 พื้นที่การตอบสนองของอัตราส่วนการพองตัวของพื้นที่หน้าตัดเนื่องจากปัจจัยระดับความเร็วรอบของสกรู และอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรลในการผลิตอาหารเข้ารัชชาติเสริมรำข้าว เมื่อพิจารณาความเร็วของการป้อนวัตถุดิบคงที่ 60 รอบต่อนาที | 83 |
| 4.7 พื้นที่การตอบสนองของความชื้นเนื่องจากปัจจัยระดับความเร็วรอบของสกรูและอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรลในการผลิตอาหารเข้ารัชชาติเสริมรำข้าว เมื่อพิจารณาความเร็วของการป้อนวัตถุดิบคงที่ 30 รอบต่อนาที | 84 |

| | | |
|------|---|-----|
| 4.8 | พื้นที่การตอบสนองของความชื้นเนื่องจากปัจจัยระดับความเร็วรอบของสกรูและ อุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรลในการผลิตอาหารเข้ารัฐชาติเสริมรำข้าว เมื่อพิจารณา ความเร็วของการป้อนวัตถุดิบครั้งที่ 60 รอบต่อนาที | 84 |
| 4.9 | พื้นที่การตอบสนองของวอเตอร์แอกติวิตีเนื่องจากปัจจัยระดับ ความเร็วรอบของสกรูและอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรลในการผลิต อาหารเข้ารัฐชาติเสริมรำข้าว เมื่อพิจารณาความเร็วของการป้อนวัตถุดิบครั้งที่ 30 รอบต่อนาที | 85 |
| 4.10 | พื้นที่การตอบสนองของวอเตอร์แอกติวิตีเนื่องจากปัจจัยระดับ ความเร็วรอบของสกรูและอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรลในการผลิต อาหารเข้ารัฐชาติเสริมรำข้าว เมื่อพิจารณาความเร็วของการป้อนวัตถุดิบครั้งที่ 60 รอบต่อนาที | 85 |
| 4.11 | พื้นที่การตอบสนองของสีเนื่องจากปัจจัยระดับความเร็วของการป้อนวัตถุดิบ และอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรลในการผลิตอาหารเข้ารัฐชาติเสริมรำข้าว เมื่อพิจารณาความเร็วรอบของสกรูครั้งที่ 150 รอบต่อนาที | 86 |
| 4.12 | พื้นที่การตอบสนองของสีเนื่องจากปัจจัยระดับความเร็วของการป้อนวัตถุดิบ และอุณหภูมิโซน 3 ของบาร์เรลในการผลิตอาหารเข้ารัฐชาติเสริมรำข้าว เมื่อพิจารณาความเร็วรอบของสกรูครั้งที่ 250 รอบต่อนาที | 87 |
| ก.1 | ลักษณะของรำข้าวบด | 109 |
| ก.2 | ลักษณะของเครื่องเอกซ์ทราเตอร์ | 109 |
| ก.3 | ลักษณะของอาหารเข้ารัฐชาติหลังการเสริมรำข้าวบด | 109 |
| ก.4 | ลักษณะของอาหารเข้ารัฐชาติเสริมรำข้าวก่อนการเติมผงโกโก้ | 110 |
| ก.5 | ลักษณะของอาหารเข้ารัฐชาติเสริมรำข้าวหลังการเติมผงโกโก้ | 110 |
| ก.6 | ลักษณะของอาหารเข้ารัฐชาติเสริมรำข้าวหลังการเคลือบคาราเมล | 110 |
| ค.1 | ภาพรูเปิดหน้าแปลน | 116 |
| ค.2 | ภาพรูปทรงของผลิตภัณฑ์ | 116 |