

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ช
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	4
2.1 ปัญหาและผลกระทบของการขาดธาตุเหล็กและสังกะสี ในประชากรโลก	4
2.2 บทบาทและหน้าที่ของธาตุเหล็กและสังกะสีในคนและพืช	5
2.2.1 ธาตุเหล็กและสังกะสีในโภชนาการของคน	5
2.2.2 ธาตุเหล็กและสังกะสีในโภชนาการของพืช	8
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมธาตุเหล็กและสังกะสีในเมล็ดข้าว	11
2.3.1 ปัจจัยด้านพันธุกรรม	11
2.3.2 ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม	12
2.4 การสะสมธาตุเหล็กและสังกะสีในเมล็ดและการสูญเสีย ระหว่างการขัดสี	13
2.5 ข้าวหึ่ง (Parboiled rice)	15
2.5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตข้าวหึ่ง	16
2.5.2 ประโยชน์ ข้อดี และข้อเสียของข้าวหึ่ง	18
2.6 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวหึ่ง	19
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	21
การทดลองที่ 1 ผลของสภาพการหึ่งข้าวต่อการเคลื่อนย้ายธาตุเหล็กและ สังกะสีในเนื้อเยื่อของเมล็ดข้าวพันธุ์ชัชฌานาท80 (กข 29)	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การทดลองที่ 2 ความแปรปรวนของการเคลื่อนย้ายธาตุเหล็กและสังกะสี ในเมล็ดข้าวหนึ่งระหว่างข้าว 5 พันธุ์	23
การทดลองที่ 3 การแสดงตำแหน่งของการสะสมธาตุเหล็กและสังกะสี ในข้าวคิบและข้าวหนึ่ง โดยวิธีการย้อมสี	26
บทที่ 4 ผลการทดลอง	27
การทดลองที่ 1 ผลของสภาพการนึ่งข้าวต่อการเคลื่อนย้ายธาตุเหล็ก และสังกะสีในเนื้อเยื่อของเมล็ดข้าวพันธุ์ชัณนาท80 (กข 29)	27
การทดลองที่ 2 ความแปรปรวนของการเคลื่อนย้ายธาตุเหล็กและสังกะสี ในเมล็ดข้าวหนึ่งระหว่างข้าว 5 พันธุ์	43
การทดลองที่ 3 การแสดงตำแหน่งของการสะสมธาตุเหล็กและสังกะสี ในข้าวคิบและข้าวหนึ่ง โดยวิธีการย้อมสี	82
บทที่ 5 วิจัยณ์ผลการทดลอง	89
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	95
เอกสารอ้างอิง	97
ประวัติผู้เขียน	105

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
2.1	ปริมาณธาตุเหล็กและสังกะสีที่ร่างกายควรได้รับในแต่ละวัน (มก./วัน)	7
4.1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (แสดงค่า F test) ของอิทธิพลของสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ และระยะเวลาในการแช่ข้าวต่อความเข้มข้นของธาตุเหล็กและสังกะสีในเมล็ด ข้าวกล้อง ข้าวขาวและรำของข้าวพันธุ์ชัยนาท 80	30
4.2	ความเข้มข้นของธาตุเหล็ก (มก./กก.) ในเนื้อเยื่อของเมล็ดข้าวภายใต้กระบวนการนึ่งข้าวที่สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH), อุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่ข้าวต่างกัน	31
4.3	ความเข้มข้นของธาตุสังกะสี (มก./กก.) ในเนื้อเยื่อของเมล็ดข้าวภายใต้กระบวนการนึ่งข้าวที่สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH), อุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่ข้าวต่างกัน	33
4.4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (แสดงค่า F test) ของอิทธิพลของสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ และระยะเวลาในการแช่ข้าวต่อปริมาณต้นข้าว (Head rice yield) ของข้าวพันธุ์ชัยนาท80	39
4.5	ปริมาณต้นข้าว (ร้อยละ) ภายใต้กระบวนการนึ่งข้าวที่สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH), อุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่ข้าวต่างกัน	40
4.6	ความกว้าง ความยาว และความหนา (มม.) ของเมล็ดข้าวเปลือกของข้าว 5 พันธุ์	45
4.7	ความกว้าง ความยาว และความหนา (มม.) ของเมล็ดข้าวกล้องของข้าว 5 พันธุ์	46
4.8	ความกว้าง ความยาว และความหนา (มม.) ของเมล็ดข้าวขาวของข้าว 5 พันธุ์	47
4.9	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม) ของข้าวเปลือกและส่วนต่างๆ ของเนื้อเยื่อเมล็ดข้าวดิบและข้าวึ่งของข้าว 5 พันธุ์ ที่ความชื้น 14%	49
4.10	ปริมาณต้นข้าวและความสูญเสียจากการขัดสีของข้าวดิบและข้าวึ่งของข้าว 5 พันธุ์ โดยน้ำหนัก	52
4.11	ความขาว (ร้อยละ) ของข้าวกล้องและข้าวขาวของข้าวดิบและข้าวึ่งของข้าว 5 พันธุ์	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า	
4.12	ความใส (ร้อยละ) ของข้าวกล้องและข้าวขาวของข้าวดิบและข้าวึ่งของข้าว 5 พันธุ์	57
4.13	ความเข้มข้นของธาตุเหล็ก (มก./กก.) ในข้าวเปลือกและส่วนต่างๆของเนื้อเยื่อเมล็ดข้าวดิบและข้าวึ่งของข้าว 5 พันธุ์	63
4.14	ความเข้มข้นของธาตุสังกะสี (มก./กก.) ในข้าวเปลือกและส่วนต่างๆของเนื้อเยื่อเมล็ดข้าวดิบและข้าวึ่งของข้าว 5 พันธุ์	65
4.15	ความเข้มข้นของธาตุเหล็ก (มก./กก.) ในข้าวหักของข้าวดิบและข้าวึ่งของข้าว 5 พันธุ์	72
4.16	ความเข้มข้นของธาตุสังกะสี (มก./กก.) ในข้าวหักของข้าวดิบและข้าวึ่งของข้าว 5 พันธุ์	73
4.17	สัดส่วนของคัพภะและเนื้อเยื่อสะสมอาหารของข้าวกล้องหัก (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)	74
4.18	ปริมาณธาตุเหล็ก (ไมโครกรัม/เมล็ด) ในส่วนต่างๆของเนื้อเยื่อเมล็ดข้าวดิบและข้าวึ่งของข้าว 5 พันธุ์	78
4.19	ปริมาณธาตุสังกะสี (ไมโครกรัม/เมล็ด) ในส่วนต่างๆของเนื้อเยื่อเมล็ดข้าวดิบและข้าวึ่งของข้าว 5 พันธุ์	80
4.20	ตำแหน่งของการสะสมธาตุเหล็กและสังกะสีในเมล็ดข้าวกล้องดิบและข้าวึ่งกล้อง	83

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า	
4.1	ความเข้มข้นของธาตุเหล็ก (มก./กก.) ในข้าวขาวที่มีผลมาจาก ระยะเวลาในการแช่ข้าวที่แตกต่างกัน	35
4.2	ความเข้มข้นของธาตุเหล็ก (มก./กก.) ในข้าวกล้องที่มีผลมาจาก การแช่ข้าวที่สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) และอุณหภูมิในการแช่ข้าว ที่แตกต่างกัน	35
4.3	ความเข้มข้นของธาตุเหล็ก (มก./กก.) ในรำที่มีผลมาจาก อุณหภูมิในการแช่ข้าวที่แตกต่างกัน	35
4.4	ความเข้มข้นของธาตุสังกะสี (มก./กก.) ในข้าวขาวที่มีผลมาจาก สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในการแช่ข้าวที่แตกต่างกัน	36
4.5	ความเข้มข้นของธาตุสังกะสี (มก./กก.) ในข้าวขาวที่มีผลมาจาก อุณหภูมิในการแช่ข้าวที่แตกต่างกัน	36
4.6	ความเข้มข้นของธาตุสังกะสี (มก./กก.) ในข้าวขาวที่มีผลมาจาก ระยะเวลาในการแช่ข้าวที่แตกต่างกัน	36
4.7	ความเข้มข้นของธาตุสังกะสี (มก./กก.) ในข้าวกล้องที่มีผลมาจาก การแช่ข้าวที่สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) และอุณหภูมิในการแช่ข้าว ที่แตกต่างกัน	37
4.8	ความเข้มข้นของธาตุสังกะสี (มก./กก.) ในข้าวกล้องที่มีผลมาจาก ระยะเวลาในการแช่ข้าวที่แตกต่างกัน	37
4.9	ความเข้มข้นของธาตุสังกะสี (มก./กก.) ในรำที่มีผลมาจาก สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่ข้าว ที่แตกต่างกัน	37
4.10	ปริมาณต้นข้าว (ร้อยละ) ของข้าวหนึ่งที่มีผลมาจากอุณหภูมิ และระยะเวลาในการแช่ข้าวที่แตกต่างกัน	42
4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขาวของข้าวหนึ่งขาว (ร้อยละ) กับค่าความขาวของข้าวหนึ่งกล้อง (ร้อยละ) ของข้าวทั้ง 5 พันธุ์	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า	
4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความใสของข้าวหนึ่งขาว (ร้อยละ) กับค่าความขาวของข้าวหนึ่งกล้อง (ร้อยละ) ของข้าวทั้ง 5 พันธุ์		58
4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุเหล็กในข้าวเปลือกหนึ่ง (มก./กก.) กับความเข้มข้นของธาตุเหล็กในข้าวเปลือกดิบ (มก./กก.) ของข้าวทั้ง 5 พันธุ์		67
4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุเหล็กในแกลบของข้าวหนึ่ง (มก./กก.) กับความเข้มข้นของธาตุเหล็กในแกลบของข้าวดิบ (มก./กก.) ของข้าวทั้ง 5 พันธุ์		67
4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุเหล็กในข้าวหนึ่งกล้อง (มก./กก.) กับความเข้มข้นของธาตุเหล็กในข้าวกล้องดิบ (มก./กก.) ของข้าวทั้ง 5 พันธุ์		68
4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุเหล็กในข้าวหนึ่งขาว (มก./กก.) กับความเข้มข้นของธาตุเหล็กในแกลบของข้าวดิบ (มก./กก.) ของข้าวทั้ง 5 พันธุ์		68
4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุสังกะสีในรำของข้าวหนึ่ง (มก./กก.) กับความเข้มข้นของธาตุสังกะสีในรำของข้าวดิบ (มก./กก.) ของข้าวทั้ง 5 พันธุ์		69
4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุสังกะสีในข้าวหนึ่งกล้อง (มก./กก.) กับความเข้มข้นของธาตุสังกะสีในข้าวกล้องดิบ (มก./กก.) ของข้าวทั้ง 5 พันธุ์		69
4.19 ตำแหน่งของการสะสมธาตุเหล็กโดยการย้อมสี Perls' Prussian blue ในเมล็ดข้าวกล้อง		84
4.20 ตำแหน่งของการสะสมธาตุสังกะสีโดยการย้อมสี Diphenylthiocarbazone (DTZ) staining ในเมล็ดข้าวกล้อง		86
4.21 ตำแหน่งของการสะสมธาตุเหล็กโดยการย้อมสี Perls' Prussian blue และการสะสมธาตุสังกะสีโดยการย้อมสี Diphenylthiocarbazone (DTZ) staining ในเมล็ดข้าวขาว		88