

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ข้าวและความสำคัญของข้าว.....	4
2.1.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว.....	4
2.1.2 สัดส่วนโครงสร้างของเมล็ดข้าว.....	5
2.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของข้าว.....	6
2.1.4 ข้าวกล้องงอก.....	8
2.1.5 ประโยชน์ของสารอาหารในข้าวกล้องงอกที่มีต่อร่างกาย.....	11
2.2 กรดเฟอร์รูลิก (Ferulic acid).....	12
2.2.1 สมบัติทางเคมีของกรดเฟอร์รูลิก.....	12
2.2.2 คุณสมบัติที่มีประโยชน์ต่อร่างกายของกรดเฟอร์รูลิก.....	12
2.3 เทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC).....	12
2.3.1 ลักษณะตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์.....	13
2.3.2 ทฤษฎีการแยก (Separation Theory).....	15
2.3.3 ส่วนประกอบของเครื่อง HPLC (HPLC-System).....	16
2.3.4 เทคนิคการวิเคราะห์เชิงปริมาณ.....	21
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	24
3.1 สารเคมีและอุปกรณ์.....	24
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย.....	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	28
4.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณกรดเพอร์รูติก28	
ด้วยเทคนิค HPLC ที่มีตัวตรวจวัดเป็นยูวี-วิสิเบิล ดีเทคเตอร์	
4.2 การสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานกรดเพอร์รูติก.....33	
4.3 ศึกษาความเที่ยง (Precision)34	
4.4 ศึกษาความแม่นยำ (Accuracy).....34	
4.5 การวิเคราะห์ปริมาณกรดเพอร์รูติกในตัวอย่างข้าวกล้องงอก.....35	
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	38
เอกสารอ้างอิง.....	40
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างโครมาโทแกรมที่ได้จากการทดลอง.....	42
ภาคผนวก ข. การคำนวณหาปริมาณกรดเพอร์รูติก ด้วยเทคนิคการสร้างกราฟมาตรฐาน.....	47
ภาคผนวก ค. การคำนวณหาปริมาณกรดเพอร์รูติก ด้วยเทคนิคการเติมสารมาตรฐาน.....	55
ภาคผนวก ง. การคำนวณขีดจำกัดการตรวจวัด.....	59
ภาคผนวก จ. การคำนวณค่า t-test จากผลการวิเคราะห์.....	62

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สัดส่วนโครงสร้างของเมล็ดข้าว.....	6
2.2 การเปรียบเทียบคุณค่าสารอาหารของข้าวกล้องและข้าวขาว.....	9
2.3 ประโยชน์ของสารอาหารในข้าวกล้องงอก.....	11
4.1 แสดงค่าเวลารีเทนชัน (retention time) ในการแยกสารละลายมาตรฐานกรดเฟอร์ริกที่.....	28
อัตราส่วนต่าง ๆ	
4.2 แสดงอัตราส่วนในการแยกสารละลายกรดเฟอร์ริกที่อัตราส่วนต่างๆ ตรวจวัดที่ความ.....	32
ยาวคลื่น 310 นาโนเมตร	
4.3 แสดงผลความเที่ยงสำหรับการตรวจวัดปริมาณสารละลายมาตรฐานกรดเฟอร์ริก.....	34
เข้มข้น 100 mg/L	
4.4 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณกรดเฟอร์ริกในตัวอย่างข้าวกล้องงอก.....	35
ด้วยเทคนิค External Standard Method	
4.5 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณกรดเฟอร์ริกในตัวอย่างข้าวกล้องงอกด้วย.....	36
เทคนิค Standard Addition Method	
4.6 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณกรดเฟอร์ริกในตัวอย่างข้าวกล้องงอกทั้ง 2 วิธี.....	36
4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ t-test ในตัวอย่างข้าวกล้องงอก ที่ระดับความมั่นใจ 95%.....	37
4.8 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณกรดเฟอร์ริกในตัวอย่างข้าวกล้องงอก และข้าวกล้อง.....	37
ข.1 พื้นที่พีคของสารละลายมาตรฐานกรดเฟอร์ริก ช่วงความเข้มข้น 10-50 mg/L.....	47
ข.2 พื้นที่พีคของตัวอย่างข้าวกล้องงอก ดอกมะลิ 105	48
ข.3 ปริมาณกรดเฟอร์ริกในตัวอย่างข้าวกล้องงอก ดอกมะลิ 105.....	49
ข.4 พื้นที่พีคในตัวอย่างข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง.....	50
ข.5 ปริมาณกรดเฟอร์ริกในตัวอย่างข้าวกล้องงอก หอมมะลิแดง.....	50
ข.6 พื้นที่พีคในตัวอย่างข้าวกล้องงอก เส้าไห้.....	51
ข.7 ปริมาณกรดเฟอร์ริกในตัวอย่างข้าวกล้องงอก เส้าไห้.....	51
ข.8 พื้นที่พีคของตัวอย่างข้าวกล้อง ดอกมะลิ 105	52
ข.9 ปริมาณกรดเฟอร์ริกในตัวอย่างข้าวกล้อง ดอกมะลิ 105.....	52
ข.10 พื้นที่พีคในตัวอย่างข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง.....	53
ข.11 ปริมาณกรดเฟอร์ริกในตัวอย่างข้าวกล้องหอมมะลิแดง.....	53
ข.12 พื้นที่พีคในตัวอย่างข้าวกล้องเส้าไห้.....	54
ข.13 ปริมาณกรดเฟอร์ริกในตัวอย่างข้าวกล้องเส้าไห้.....	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค.1 พื้นที่พืชของตัวอย่างข้าวกล้องงอกดอกมะลิ 105.....	55
ค.2 ปริมาณกรดเพอร์รูติกของตัวอย่างข้าวกล้องงอกดอกมะลิ 105	57
ค.3 พื้นที่พืชของตัวอย่างข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง.....	57
ค.4 ปริมาณกรดเพอร์รูติกของตัวอย่างข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง.....	57
ค.5 พื้นที่พืชของตัวอย่างข้าวกล้องงอกเสาไห้.....	58
ค.6 ปริมาณกรดเพอร์รูติกของตัวอย่างข้าวกล้องงอกเสาไห้.....	58
ง.1 ผลการทดลองการทำการฟอสฟอไรต์ของสารละลายกรดเพอร์รูติก โดยทำการทดสอบ.....	60
ในช่วงความเข้มข้น 10-50 ppm ในเฟสเคลื่อนที่เฟสเคลื่อนที่อะซิโตนไทรล์ : กรดแอซิดิก 2% 15 : 85 ปริมาตรโดยปริมาตร และอัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที ตรวจวัดที่ ความยาวคลื่น 310 นาโนเมตร ปริมาตรในการฉีควิเคราะห์คือ 10 ไมโครลิตร	
ง.2 ผลความผิดพลาดของเครื่องมือวิเคราะห์จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ	61
สารละลายมาตรฐานกรดเพอร์รูติกกับพื้นที่พืชเฉลี่ย	
จ.1 ปริมาณกรดเพอร์รูติกในตัวอย่างข้าวกล้องงอกที่วิเคราะห์โดยใช้เฟสเคลื่อนที่สารละลาย.....	62
อะซิโตนไทรล์ : กรดแอซิดิกเข้มข้น 2% 15 : 85 ปริมาตรโดยปริมาตร ตรวจวัดที่ความ ยาวคลื่น 310 นาโนเมตร ปริมาตรในการฉีควิเคราะห์คือ 10 ไมโครลิตร	
จ.2 ปริมาณกรดเพอร์รูติกในตัวอย่างข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องที่วิเคราะห์โดยใช้เฟสเคลื่อนที่	64
สารละลายอะซิโตนไทรล์ : กรดแอซิดิกเข้มข้น 2% 15 : 85 ปริมาตรโดยปริมาตร ตรวจวัด ที่ความยาวคลื่น 310 นาโนเมตร ปริมาตรในการฉีควิเคราะห์คือ 10 ไมโครลิตร	

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว.....	5
2.2 โครงสร้างของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน.....	7
2.3 ปริมาณสารอาหารของข้าวกล้องงอกเมื่อเทียบกับข้าวขาว.....	10
2.4 โครงสร้างของกรดเฟอร์ูลิก.....	12
2.5 แสดงแผนภาพส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่อง HPLC.....	16
2.6 ส่วนประกอบของเครื่อง HPLC.....	17
2.7 ระบบการฉีดสารตัวอย่างชนิด rotary.....	19
4.1 แสดงโครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดเฟอร์ูลิก ความเข้มข้น 100 ppm.....	29
เฟสเคลื่อนที่เป็นสารละลายอะซิโตนไทรล์ : กรดแอซิดิกเข้มข้น 2% 15 : 85 ปริมาตร	
โดยปริมาตร และอัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ 0.6 มิลลิลิตรต่อนาที	
4.2 แสดงโครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดเฟอร์ูลิก ความเข้มข้น 100 ppm.....	29
เฟสเคลื่อนที่เป็นสารละลายอะซิโตนไทรล์ : กรดแอซิดิกเข้มข้น 2% 15 : 85 ปริมาตร	
โดยปริมาตร และอัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ 0.8 มิลลิลิตรต่อนาที	
4.3 แสดงโครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดเฟอร์ูลิก ความเข้มข้น 100 ppm.....	30
เฟสเคลื่อนที่เป็นสารละลายอะซิโตนไทรล์ : กรดแอซิดิกเข้มข้น 2% 15 : 85 ปริมาตร	
โดยปริมาตร และอัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที	
4.4 แสดงโครมาโทแกรมของสารละลายตัวอย่างข้าวดอกมะลิ 105 กล้องงอก โดยเฟส.....	31
เคลื่อนที่อะซิโตนไทรล์ : กรดแอซิดิกเข้มข้น 2% 10 : 90 ปริมาตรโดยปริมาตร และ	
อัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 310 นาโนเมตร ปริมาตร	
ในการฉีดวิเคราะห์คือ 10 ไมโครลิตร	
4.5 แสดงโครมาโทแกรมของสารละลายตัวอย่างข้าวดอกมะลิ 105 กล้องงอก โดยเฟส.....	31
เคลื่อนที่อะซิโตนไทรล์ : แอซิดิกเข้มข้น 2% 15 : 85 ปริมาตรโดยปริมาตร และ	
อัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 310 นาโนเมตร ปริมาตร	
ในการฉีดวิเคราะห์คือ 10 ไมโครลิตร	
4.6 แสดงโครมาโทแกรมของสารละลายตัวอย่างข้าวดอกมะลิ 105 กล้องงอกโดยเฟส.....	32
เคลื่อนที่อะซิโตนไทรล์ : กรดแอซิดิกเข้มข้น 2% 20 : 80 ปริมาตรโดยปริมาตร	
และอัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 310 นาโนเมตร	
ปริมาตรในการฉีดวิเคราะห์คือ 10 ไมโครลิตร	
4.7 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดเฟอร์ูลิก ช่วงความเข้มข้น 10-50 mg/L.....	33
โดยใช้เฟสเคลื่อนที่อะซิโตนไทรล์ : กรดแอซิดิกเข้มข้น 2% 15 : 85 ปริมาตรโดยปริมาตร และ	
อัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 310 นาโนเมตร ปริมาตรในการฉีด	
วิเคราะห์คือ 10 ไมโครลิตร	

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.1 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดเพอร์รูติก ที่ความเข้มข้น 10 ppm.....	42
ก.2 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดเพอร์รูติก ที่ความเข้มข้น 20 ppm.....	43
ก.3 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดเพอร์รูติก ที่ความเข้มข้น 30 ppm.....	43
ก.4 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดเพอร์รูติก ที่ความเข้มข้น 40 ppm.....	44
ก.5 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดเพอร์รูติก ที่ความเข้มข้น 50 ppm.....	44
ก.6 โครมาโทแกรมของข้าวกล้องงอกดอกมะลิ 105.....	45
ก.7 โครมาโทแกรมของข้าวกล้องงอกหอมมะลิแดง.....	45
ก.8 โครมาโทแกรมของข้าวกล้องงอกเส้าไห.....	46
ข.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานกรดเพอร์รูติก ช่วงความเข้มข้น 10-50 ppm.....	47
ค.1 กราฟการเติมสารมาตรฐานในตัวอย่างข้าวกล้องงอกดอกมะลิ 105 ครั้งที่1.....	55
ง.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานกรดเพอร์รูติก ช่วงความเข้มข้น 10-50 ppm.....	60