

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	5
Abstract	7
กิตติกรรมประกาศ.....	9
สารบัญ	10
รายการตาราง.....	13
รายการรูป.....	14
รายการตารางภาคผนวก	16
บทที่ 1 บทนำ	17
1.1 บทนำตั้งเรื่อง	17
1.2 วัตถุประสงค์.....	19
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	19
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	20
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
2.1 ข้าวเหนียวดำพันธุ์ช่อไม้ไผ่	21
2.2 สารต้านอนุมูลอิสระในข้าวเหนียวดำ.....	22
2.2.1 โพลีฟีนอล	22
2.2.2 แอนโทไซยานิน.....	23
2.2.3 วิตามินอี	30
2.2.4 เบต้าแคโรทีน	31
2.3 การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระ	31
2.3.1 ลักษณะของวัตถุดิบ	31
2.3.2 ตัวทำละลาย	32
2.3.3 สภาวะในการสกัด.....	34
2.3.4 การตรวจสอบปริมาณและความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระ	36
2.4 คลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic, US).....	38
2.4.1 การใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการสกัดสารพฤษเคมี.....	42
2.4.2 การเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.3 การสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงต่อความคงตัวของสารพฤษเคมี.....	45
2.5 ผลกระทบเครื่องคั้นน้ำสกัดจากข้าวมีสี.....	47
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	48
3.1 วัสดุ.....	48
3.1.1 วัสดุคืบ.....	48
3.1.2 สารเคมี.....	48
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์.....	49
3.3 วิธีการทดลอง.....	49
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	55
4.1 ผลของการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง.....	55
4.1.1 ผลของ US ต่อการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดข้าว.....	55
4.1.2 ผลของระดับกำลังและระยะเวลาการใช้ US ต่อปริมาณแอนโทไซยานิน.....	55
4.1.3 อัตราการสกัดสารแอนโทไซยานิน.....	57
4.1.4 ผลของสัดส่วนข้าวต่อน้ำและปริมาณรวมของตัวอย่าง.....	60
4.2 เปรียบเทียบการสกัดด้วยความร้อน (Heating extraction, HE) และการใช้ US ร่วมกับ ความร้อน (Ultrasonic combinations with heating extraction, USHE).....	62
4.2.1 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด.....	62
4.2.2 ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด.....	67
4.2.3 ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ.....	71
4.2.4 ปริมาณของแข็งทั้งหมด.....	78
4.2.5 ความสามารถในการส่องผ่านของแสง.....	80
4.2.6 ความหนืด.....	82
4.2.7 ค่าสี.....	84
4.3 เปรียบเทียบการให้ความร้อน โดยตรง (Hotplate heating, HH) และการให้ความร้อน โดยอ้อม (Water bath heating, WH) ต่อคุณสมบัติของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำ.....	89
4.3.1 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด.....	89
4.3.2 ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด.....	91
4.3.3 ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ.....	92

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.4 ปริมาณของแข็งทั้งหมด	95
4.3.5 ความสามารถในการส่องผ่านของแสง	95
4.3.6 ความหนืด	96
4.3.7 ค่าสี	96
4.4 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวเหนียวดำสกัด (Black glutinous rice extract beverage)	98
4.4.1 ศึกษาคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา	99
4.4.1.1 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด	99
4.4.1.2 ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด	101
4.4.1.3 ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ	102
4.4.1.4 พีเอช (pH)	104
4.4.1.5 ค่าสี	104
4.4.1.6 คุณภาพทางจุลินทรีย์	106
4.4.1.7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส	108
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	110
เอกสารอ้างอิง	114
ภาคผนวก ก. วิเคราะห์	124
ภาคผนวก ข. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	135
ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรทางสถิติ	136
ประวัติผู้เขียน	144

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 The substitution pattern of anthocyanin.....	24
2.2 Anthocyanin content in pigment rices (mg of anthocyanin/100 g of grain)	25
2.3 Ability of solvents anthocyanin extraction	33
2.4 Total anthocyanin (mg/100g) at various temperature and time of extraction.....	35
2.5 Analysis methods of phenolic compounds in cereal.....	37
2.6 Application of ultrasonic for bioactive compound extraction	40
2.7 Comparison of optimum results between US and conventional solvent extraction	42
3.1 Ratio of rice to water and the total volume of the sample in the experiment	50
4.1 Effect of rice: water proportion and total sample weight on total anthocyanin.....	61
4.2 Effect of heating temperature and time on color (L*, a*, b*) of rice extracts obtained from HE and USHE methods	86
4.3. Comparison of rice extract properties obtained from HH and WH at 100°C for 30-60 min	97
4.4 Quality of black glutinous rice extract beverage	98
4.5 Color L*, a* and b*of black glutinous rice extract beverage with different of storage time.....	105
4.6 Change in microbial qualities of black glutinous rice extract beverage with different of storage time.....	107
4.7 Sensory evaluation of black glutinous rice extract beverage with different of storage time.....	109

รายการรูป

รูปที่	หน้า
2.1 Basic structure of anthocyanin.....	23
2.2 A possible mechanism of increased metal by cyanidin	26
2.3 Proposed mechanism for the stabilization of the cyanidin semiquinone radical (resonance)	27
2.4 The main four equilibrium forms of anthocyanin existing in aqueous media	28
2.5 Possible thermal degradation mechanism of two common anthocyanins	29
2.6 The phenomenon of ultrasonic mechanism	34
2.7 Scanning electron micrographs of red raspberry fruit after extraction. (a) By conventional extraction. Very few cell walls were degraded by heating up. (b) By US.....	38
2.8 Compare extraction from <i>Folium eucommiae</i>	39
2.9 Comparison of total phenolic content from 2 extraction methods.....	39
2.10 Proposed degradation mechanism of quercetin under ultrasound treatment	46
4.1 Black glutinous rice (Chomaipai variety) used in this study	54
4.2 Appearance of black glutinous rice after extraction at various US power for 30 min	58
4.3 Effect of treated US power and time on total anthocyanin content	59
4.4 Effect of power and time US method on total anthocyanin extraction rate.....	59
4.5 Effect of heating temperature and time on total anthocyanin content of rice extracts, in comparison between US pretreatment (USHE) and without (HE) before heating	65
4.6 Comparison of anthocyanin content of rice extracts obtained from HE and USHE methods, at the same heating temperature and time	66
4.7 Effect of heating temperature and time on total polyphenol content of rice extract, in comparison between US pretreatment (USHE) and without (HE) before heating	69
4.8 Comparison of polyphenol content of rice extracts obtained from HE and USHE methods, at the same heating temperature and time	70
4.9 Effect of heating temperature and time on DPPH [•] radical scavenging activity of rice extracts, in comparison between US pretreatment (USHE) and without (HE) before heating	73

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 Comparison of DPPH [•] radical scavenging activity of rice extracts obtained from HE and USHE methods, at the same heating temperature and time	74
4.11 Effect of heating temperature and time on ABTS ⁺ radical scavenging activity of rice extracts, in comparison between US pretreatment (USHE) and without (HE) before heating	76
4.12 Comparison of ABTS ⁺ radical scavenging activity of rice extracts obtained from HE and USHE methods, at the same heating temperature and time	77
4.13 Effect of heating temperature and time on total solid of rice extracts obtained from HE and USHE methods	79
4.14 Effect of heating temperature and time on transmission of rice extracts obtained from HE and USHE methods	81
4.15 Effect of heating temperature and time on viscosity of rice extracts obtained from HE and USHE methods	83
4.16 Color of Black glutinous rice extract by HE and USHE methods	85
4.17 Comparison of HH and WH extraction on total anthocyanin content in rice extracts	90
4.18 Comparison of HH and WH extraction on total polyphenol content in rice extract	92
4.19 Comparison of HH and WH on (a) DPPH [•] and (b) ABTS ⁺ radical scavenging activity in rice extract	94
4.20 Effect of storage time and temperature on total anthocyanin contents of black glutinous rice extract beverage	100
4.21 Effect of storage time and temperature on total polyphenol contents of black glutinous rice extract beverage	101
4.22 Effect of storage time and temperature on ABTS ⁺ (a) and DPPH [•] (b) radical scavenging activity of black glutinous rice extract beverage	103

รายการตารางภาคผนวก

ตารางที่	หน้า
1. ANOVA analysis for anthocyanin (US extract)	136
2. ANOVA analysis for anthocyanin (HE extract)	136
3. ANOVA analysis for anthocyanin (USHE extract)	137
4. ANOVA analysis for polyphenol (HE extract).....	137
5. ANOVA analysis for polyphenol (USHE extract).....	138
6. ANOVA analysis for DPPH [•] (HE extract)	138
7. ANOVA analysis for DPPH [•] (USHE extract)	139
8. ANOVA analysis for ABTS ⁺ (HE extract).....	139
9. ANOVA analysis for ABTS ⁺ (USHE extract)	140
10. ANOVA analysis for total solid (HE extract)	140
11. ANOVA analysis for total solid (USHE extract)	141
12. ANOVA analysis for transmission (HE extract)	141
13. ANOVA analysis for transmission (USHE extract).....	142
14. ANOVA analysis for viscosity (HE extract)	142
15. ANOVA analysis for viscosity (USHE extract)	143