

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฉ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฐ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	4
1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา	4
<b>บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร</b>	
2.1 สารอนุมูลอิสระ	5
2.2 คุณสมบัติของอนุมูลอิสระ	8
2.3 ปฏิกริยาการเกิดอนุมูลอิสระ	8
2.3.1 การเกิดอนุมูลอิสระแบบปฏิกิริยาลูกโซ่	8
2.3.2 ผลกระทบทางชีวภาพของอนุมูลอิสระ	11
2.4 สารต้านอนุมูลอิสระ	12
2.4.1 ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระ	13
2.4.2 กลไกการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ	13
2.5 การวัดปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ	16
2.6 สารต้านอนุมูลอิสระที่พบได้ในธรรมชาติ	21
2.7 สารต้านอนุมูลอิสระในข้าว	23
2.8 ข้าวเหนียวดำ	27
2.9 การวิเคราะห์ปริมาณแกมมาโอไรซานอล	33
2.10 การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน	33

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง</b>	
3.1 สารเคมี	35
3.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือ	36
3.3 การทดลองที่ 1 วิธีการสกัดและการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี	37
3.3.1 การประเมินคุณค่าทางโภชนาของรำข้าว	37
3.3.2 การสกัดสารและวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน	37
3.3.3 การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณแกมมาโอโรซานอล	39
3.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างสารสกัดและรำข้าว	41
3.4 การทดลองที่ 2 การศึกษาในสัตว์ทดลอง	42
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	52
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง</b>	
4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว	54
4.2 การทดลองที่ 2 ผลการศึกษาในสัตว์ทดลอง	57
<b>บทที่ 5 วิจัยณ์และสรุปผลการทดลอง</b>	
5.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างสารสกัดและรำข้าว	69
5.2 ผลจากการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี	70
5.3 ผลการศึกษาการยับยั้งการออกซิเดชันของกรดไขมัน และปริมาณกลูตาไธโอนในเม็ดเลือดแดง	72
5.4 ผลของสารต้านอนุมูลอิสระต่อสมรรถภาพการผลิตสุกรหลังหย่านม	76
5.5 สรุปผลการทดลอง	77
5.6 ข้อเสนอแนะ	77
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	78
<b>ภาคผนวก</b>	85
<b>ประวัติผู้เขียน</b>	92

**สารบัญตาราง**

<b>ตาราง</b>	<b>หน้า</b>
2.1 ROS, RNS and other free radicals in biological systems	7
2.2 Hydroperoxides were formed by singlet and triplet oxygen during oxidation of fatty acids	9
2.3. Antioxidant capacity measurement	20
2.4. Defense system <i>in vivo</i> against oxidative damage	21
2.5. Defense system <i>in vivo</i> against oxidative damage (continued)	22
2.6 Antioxidant in rice bran	24
2.7 Composition of black rice pigment fraction and white rice outer layer fraction	30
3.1 Plan of an antioxidant assay in purple rice bran (Experiment 1)	42
3.2 The percentage of feed ingredients and chemical compositions (phase 1*)	45
3.3 The percentage of feed ingredients and chemical compositions (phase 2*)	43
3.4 The percentage of feed ingredients and chemical compositions (phase 3*)	44
3.5 The percentage of feed ingredients and chemical compositions (phase 4*)	45
3.6 The data collection form	49
4.1 Antioxidant activity by ABTS assay	56
4.2 Shelf life of purple rice bran by ABTS assay	57
4.3 Calculated TEAC value of experimental diets base on table 14	58
4.4 Chemical analysis of experimental diets (dry matter basis)	59
4.5 Effect of GON, PA and PRB on plasma MDA (n=12)	60
4.6 Effect of GON, PA and PRB on whole blood glutathione (n = 12)	61
4.7 Effect of GON, PA and PRB on productive performances	65
4.8 Productive performances of weaned piglet	68
5.1 The comparison of nutrients in dietary between calculation and analysis	71

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 Superoxide production in mitochondrial electron transport chain	6
2.2 Formation of intracellular reactive oxygen and nitrogen species	7
2.3 Biomarkers of oxidative damage	11
2.4 Scheme of cellular hydroperoxide metabolism indicating the subcellular sources of the intermediates of the partial reduction of oxygen and the corresponding detoxification pathways	14
2.5 Structure of metal-EDTA complex	15
2.6 Antioxidant protection within the cell	16
2.7 Reduction of GSSG to two moles of GSH	18
2.8 Oxidation chain mechanism of polyunsaturated fatty acid by free radical chain mechanism	19
2.9 Structure of rice grain	23
2.10 Chemical structures of (a) a sterol with carbon numbering, (b1)-(b10) gamma-oryzanol components and (c) cholesterol	25
2.11 Purple glutinous rice	27
2.12 Anthocyanin derivative structures from black rice	28
2.13 Proanthocyanidins and anthocyanidins synthesis	29
3.1 Cage for 4 weaned pigs means replicate	42
3.2 Program of blood collection in the experiment	50
3.3 Methanol separation from PA solution by rotary evaporator	53
3.4 PA solution was filtered through sephadex LH 20 column	53
3.5 Freeze drying PA with lyophilizer	54
3.6 PA extract mixed with sticky rice powder (carrier)	54
3.7 Purple rice bran for supplementation in experimental diet	55
3.8 Gamma-oryzanol from Tsuno rice fine chemical Co. Ltd. (Japan)	55

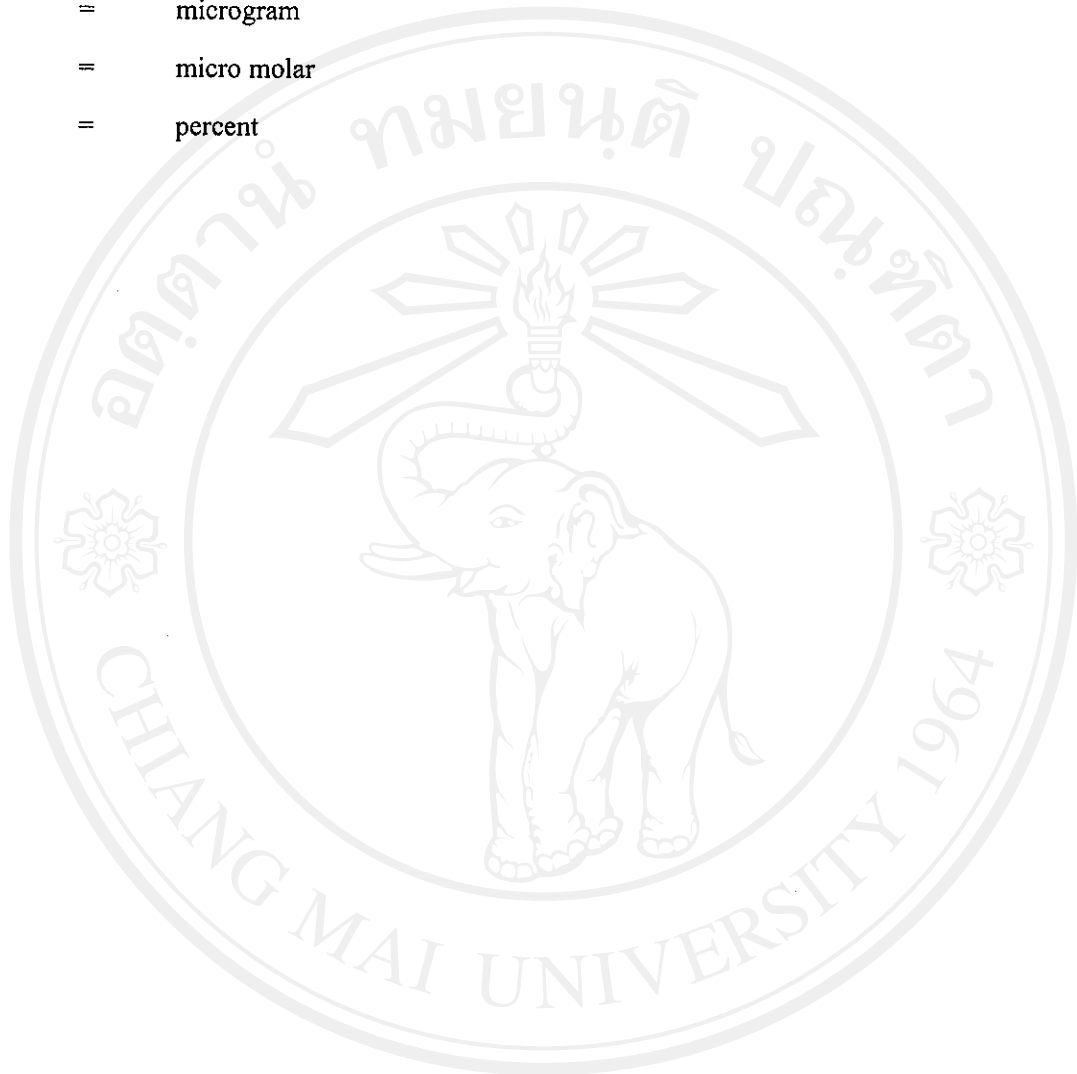
## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.1 TEAC in purple rice bran at different condition. (n=5)	57
4.2 The TEAC of experimental diets, the level of plasma MDA and whole blood GSH in weaned piglet at week 2 of trial	62
4.3 The TEAC of experimental diets, the level of plasma MDA and whole blood GSH in weaned piglet at week 4 of trial	63
4.4 The TEAC of experimental diets, the level of plasma MDA and whole blood GSH in weaned piglet at week 6 of trial	63
4.5 The average daily gain (ADG) and average daily feed intake (ADFI) (n = 6)	66
4.6 Average feed conversion ratio	67
5.1 The Effect of GON, PA and PRB on plasma MDA at 2, 4 and 6 weeks (mean $\pm$ S.E.M.; n=12)	72
5.2 Gamma oryzanol intake of weaned piglets at 2, 4 and 6 week	73
5.3 The Effect of GON, PA and PRB on whole blood GSH at 2, 4 and 6 weeks. (mean $\pm$ S.E.M.; n=12)	74
5.4 PA intake of weaned piglets at 2, 4 and 6 week	75

### อักษรย่อและสัญลักษณ์

AAPH	=	2,2'-azobis(2-amidinopropane)dihydrochloride
ABAP	=	2,2'-azo-bis-(2-amidinopropane)
ABTS	=	2, 2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)
ADFI	=	average daily feed intake
ADG	=	average daily gain
AR	=	analytical reagent grade
°C	=	degree Celsius
CF	=	crude fiber
CP	=	crude protein
CRD	=	completely randomized design
DM	=	dry matter
EE	=	ether extract
FCR	=	feed conversion ratio
G	=	gram
g/kg DM	=	gram per kilogram dry matter
GON	=	gamma oryzanol
GSH	=	glutathione
hd	=	head
MDA	=	malondialdehyde
mg	=	milligram
ml	=	milliliter
OD	=	optical density
PA	=	proanthocyanidin
ppm	=	part per million
PRB	=	purple rice bran
rpm	=	revolutions per minute
S.E. M.	=	standard error
TWG	=	total weight gain

wt	=	weight
WRB	=	white ice bran
$\mu\text{g}$	=	microgram
$\mu\text{M}$	=	micro molar
%	=	percent



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved