

ผลของข้าวเหนียวดำต่อสมรรถภาพการผลิต
ปริมาณคอเลสเตอรอลในพลาสมาและคุณภาพซากของ
สุกรรุ่น-ขุน

Effects of Glutinous Purple Rice (*Oryza sativa* L.) on
Performance, Plasma Cholesterol and Carcass Quality of
Growing-Finishing Pigs

วิทย์พงษ์ เปี้ยววงศ์^{1/} ปุณเรศวร รัตนประดิษฐ์^{1/} สัญชัย จตุรสิทธา^{1/} ทศนีย์ อภิชาติสรองกูร^{1/}
ดำเนิน กาละดี^{2/} และ พันทิพา พงษ์เพียจันทร์^{1/}

Wittapong Peawong^{1/}, Punnares Ratanapradit^{1/}, Sanchai Jaturasitha^{1/}, Tusanee Apichartsungkoon^{1/},
Dumnern Karladee^{2/} and Puntipa Pongpiachan^{1/}

Abstract: Thirty crossbred pigs (Large white x Landrace x Duroc) with average initial weight of 30 kg were assigned to 3 dietary treatment groups (10 pigs per group) in a Completely Randomized Design (CRD). Pigs were fed diets containing different energy sources *ad libitum*. Group 1, pigs were fed basal or control diet (corn and cassava chip). Group 2 and 3, pigs were fed diets containing white broken rice and purple broken rice, respectively. They were raised until reaching 100 kg live weight and then slaughtered. The results showed that group 3 tended to be higher in feed intake and growth performance than the other 2 groups ($P>0.05$). The cholesterol, triglyceride, HDL, VLDL and LDL content in plasma of all groups increased with the increasing age. For the 3rd period of plasma analysis at 79 kg live weight, group 3 pigs had lower cholesterol and LDL content in plasma than the other 2 groups ($P<0.005$ and $P<0.03$, respectively). In addition, group 3 tended to have higher slaughter weight than group 1 and had higher hot carcass weight than the other 2 groups ($P>0.05$). Carcass characteristics in Thai style cutting was not statistically different among groups ($P>0.05$). In contrast, the US style cutting of group 3 had higher LD percentage than group 2 ($P<0.05$), while groups 2 had the highest percentage of spare ribs among groups ($P>0.05$).

Keywords: Glutinous purple rice, productive performance, carcass quality, cholesterol, pigs

^{1/} ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Animal and Aquatic Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200, Thailand

^{2/} ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

^{2/} Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200, Thailand

บทคัดย่อ: ใช้สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์×แลนด์เรซ×ดิวรีด) จำนวน 30 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 30 กิโลกรัม แบ่งเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 10 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) ให้สุกรได้รับอาหารที่มีแหล่งพลังงานต่างกันอย่างเต็มที่ คือ กลุ่มที่ 1 หรือกลุ่มควบคุม ได้รับอาหารพื้นฐาน โดยมีข้าวโพดและมันเส้นเป็นหลัก กลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับปลายข้าวขาวและปลายข้าวเหนียวทำเป็นแหล่งพลังงาน ตามลำดับ ทำการเลี้ยงจนถึงน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม พบว่า สุกรกลุ่มที่ 3 มีแนวโน้มกินอาหารได้มากกว่าและมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าอีก 2 กลุ่ม แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ผลการวิเคราะห์พลาสมาในเลือดของสุกร พบว่า เมื่อสุกรมีอายุเพิ่มขึ้นจะมีปริมาณ คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ HDL และ VLDL สูงขึ้น ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลอง เมื่อสุกรมีน้ำหนักตัว 79 กิโลกรัม ปริมาณคอเลสเตอรอลและ LDL ในกลุ่มที่ 3 มีค่าต่ำกว่าอีก 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.005$ และ $P<0.03$) ด้านคุณภาพซาก พบว่า สุกรกลุ่มที่ 3 มีแนวโน้มของน้ำหนักที่เข้าสาสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และมีแนวโน้มน้ำหนักซากอุ่นดีกว่าอีก 2 กลุ่ม ($P>0.05$) การตัดแต่งซากแบบไทยพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ส่วนคุณภาพซากที่ตัดแต่งแบบสากล พบว่า สุกรกลุ่มที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอกสูงกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในขณะที่กลุ่มที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์ซี่โครงสูงที่สุด ($P<0.05$)

คำสำคัญ: ข้าวเหนียวเก่า สมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก คอเลสเตอรอล สุกร

คำนำ

สังคมในปัจจุบันให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น คนส่วนใหญ่ได้เปลี่ยนแนวคิดจากการรักษาด้วยยา เป็นการป้องกันหรือควบคุมโรคด้วยการรับประทานอาหารที่เรียกว่า "อาหารเพื่อสุขภาพ" (functional food) ซึ่งเป็นอาหารที่ประกอบด้วยสารที่มีคุณสมบัติพิเศษในการป้องกันและรักษาโรค

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญของโลก มีอาหารเพื่อสุขภาพอยู่มาก เช่น ข้าวเหนียวเก่า (*Oryza sativa* L.) ซึ่งมีสารเพื่อสุขภาพ เช่น แกมมาโอไรซานอล (gamma-oryzanol) และแอนโทไซยานิน (anthocyanin) โดยแกมมาโอไรซานอลมีคุณสมบัติคล้ายกับวิตามินอี คือสามารถต่อต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็ง (Dejian *et al.*, 2002) ลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลจากอาหารสู่ร่างกาย ลดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในตับ (Nakamura, 1996) ลดปริมาณคอเลสเตอรอลในพลาสมา (Lichenstein *et al.*, 1994) ใช้ในการปรับสมดุลสภาพของสตรีวัยทอง (menopause)

(Nakayama *et al.*, 1987) และยังสามารถลดภาวะไขมันอุดตันในเส้นเลือด (atherosclerosis) รวมทั้งช่วยเพิ่มระดับของไลโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (high density lipoprotein; HDL) ในเลือด นอกจากนี้ยังมีผลต่อการทำงานของต่อมไธมัส ยับยั้งการหลั่งกรดในกระเพาะอาหารและการรวมตัวของเกล็ดเลือด ลดน้ำตาลในเลือด และเพิ่มระดับฮอร์โมนอินซูลินของผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน (ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์, 2552) สำหรับแอนโทไซยานินเป็นสารที่ทำให้เกิดสีม่วงแดงในผักและผลไม้ มีคุณสมบัติต่อต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกัน จึงช่วยยับยั้งเซลล์มะเร็ง โดยช่วยลบล้าง (neutralize) สารที่ก่อมะเร็ง (Hou *et al.*, 2003; Konczak-Islam *et al.*, 2003) และยังช่วยป้องกันโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ ลดการอักเสบของแผลด้วย (Kong *et al.*, 2003) สารทั้งสองชนิดนี้จะทำงานเสริมฤทธิ์กัน จึงคาดว่าน่าจะเป็นผลดีต่อสุขภาพและคุณภาพซากของสุกร ตลอดจนสุขภาพของผู้บริโภค ที่ได้รับประทานเนื้อสุกรที่เลี้ยงด้วยปลายข้าวเหนียวเก่า

อุปกรณ์และวิธีการ

สุกร อาหาร และแผนการทดลอง

ใช้สุกรลูกผสม 3 สาย (Duroc × Large White × Landrace) น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 30 กิโลกรัม จำนวน 30 ตัว เป็นเพศเมีย 15 ตัว เพศผู้ 15 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 ตัว เลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 1.5 × 2.0 เมตร มีรางอาหารและที่ให้น้ำสะอาดอยู่ในคอก สุ่มให้สุกรได้รับอาหารทดลอง 3 สูตร ที่มีแหล่งพลังงานต่างกัน คือ กลุ่มที่ 1 สูตรอาหารมาตรฐานหรือกลุ่มควบคุม ใช้ข้าวโพดและมันเส้นเป็นหลัก กลุ่มที่ 2 ใช้ปลายข้าวขาวเป็นหลัก กลุ่มที่ 3 ใช้ปลายข้าวเหนียวก่ำเป็นหลัก (ตารางที่ 1) โดยสุกรทุกตัวได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD)

การดำเนินการทดลอง และการวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการเลี้ยงสุกรด้วยอาหารสุกรรุ่นจนมีน้ำหนัก 47 กิโลกรัม จึงเปลี่ยนเป็นอาหารสุกรรุ่น-ขุน เลี้ยงต่อจนสุกรมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 79 กิโลกรัม จึงเปลี่ยนเป็นอาหารสุกรขุน เลี้ยงจนกระทั่งถึงน้ำหนักตัวเฉลี่ย 100 กิโลกรัม บันทึกน้ำหนักตัวสุกรเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง รวมทั้งชั่งน้ำหนักทุก ๆ สองสัปดาห์ บันทึกปริมาณอาหารของสุกรที่กินทุกตัว เพื่อนำมาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต อัตราแลกน้ำหนัก นอกจากนี้ทำการเจาะเลือดสุกรทุกตัวเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง รวมทั้งเมื่อเปลี่ยนสูตรอาหารเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเทอรอลและไตรกลีเซอไรด์ โดยวิธีของ Jung *et al.* (1975) และ Biggs *et al.* (1975) ตามลำดับ

เมื่อสุกรมีน้ำหนักประมาณ 100 กิโลกรัม ทำการอดอาหาร 8-12 ชั่วโมง และทำการผ่าตามวิธีของสัญญาชัย (2551) แล้วบันทึกน้ำหนักซากอุ่น (hot carcass weight) จากนั้นแช่ซากในห้องเย็น (3 ± 1 °C) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักซากเย็น (chill carcass weight) เพื่อบริการเปอร์เซ็นต์ซาก (dressing percentage) ใช้ซากสุกรซีกซ้ายทำการตัดแต่งแบบไทย (Thai style cutting) สำหรับซีกขวาตัดแต่งแบบสากล (US style cutting) และบันทึกข้อมูลตามคำแนะนำของสัญญาชัย (2551)

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองด้วยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (2001) (version 6.12, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)

ผลการทดลองและวิจารณ์

สมรรถภาพการผลิต

จากตารางที่ 2 พบว่าในระยะสุกรรุ่น (น้ำหนักตัว 30-47 กิโลกรัม) ทุกกลุ่มการทดลองที่ใช้แหล่งพลังงานต่างกันนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งในส่วนของน้ำหนักตัวเพิ่ม (weight gain) ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (total FI) ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยในแต่ละวัน (ADFI) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) และอัตราแลกน้ำหนัก (FCR) แต่พบว่า กลุ่มที่ใช้ข้าวเหนียวก่ำเป็นแหล่งพลังงานมีแนวโน้มค่าดังกล่าวดีกว่ากลุ่มอื่นที่ใช้ปลายข้าวขาวและข้าวโพด-มันเส้นเป็นแหล่งพลังงาน ตามลำดับ ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกันกับสมรรถภาพการผลิตในระยะสุกรรุ่น-ขุน น้ำหนักตัว 47-79 กิโลกรัม ที่พบว่ากลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวก่ำเป็นแหล่งพลังงาน มีแนวโน้มกินอาหารได้มากกว่าและมีการเจริญเติบโตดีกว่าอีก 2 กลุ่ม แม้ว่าอัตราแลกน้ำหนักของกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงานจะมีแนวโน้มที่ดีกว่ากลุ่มอื่นก็ตาม แต่เมื่อเข้าสู่ระยะขุน น้ำหนักเฉลี่ย 79-100 กิโลกรัม กลับพบว่ากลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงานมีแนวโน้มน้ำหนักตัวเพิ่มและปริมาณอาหารที่กินได้สูงกว่ากลุ่มอื่นสำหรับอัตราแลกน้ำหนักของทั้ง 3 กลุ่มนั้น ก็ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อสรุปผลการเลี้ยงสุกรตลอดระยะการทดลองน้ำหนัก 30-100 กิโลกรัม พบว่า แม้ทุกกลุ่มการทดลองที่ใช้แหล่งพลังงานที่ต่างกันนั้นจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เนื่องจากทุกกลุ่มได้รับโภชนาใกล้เคียงกัน แต่กลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวก่ำเป็นแหล่งพลังงานก็มีแนวโน้มกินอาหารได้มากกว่าและมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มอื่นซึ่งอาจเป็นผลมาจากสารแกมมาโอไรซานอลและแอนโธไซยานินที่มีในข้าวเหนียว

ทำให้สุกรมีสุขภาพดี จึงมีแนวโน้มให้สมรรถภาพ การผลิตที่ดีกว่า

Table1 Composition of experimental feed containing different energy sources fed to pigs in growing (30-47 kg), growing-finishing (47-79 kg) and finishing periods (79-100 kg)

Ingredients	Growing period ¹			Growing-finishing period ¹			Finishing period ¹		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Corn	46.8	0	0	50	0	0	54.2	0	0
Rice bran	1	14	14	1	15.7	15.7	1	17	17
Cassava chip	14.5	1	1	15.9	1	1	16	1.4	1.4
White broken rice	0	50	0	0	53.2	0	0	55	0
Purple broken rice	0	0	50	0	0	53.2	0	0	55
Soybean meal	27.5	24.8	24.8	24	21	21	23	22	22
Vegetable oil	3	3	3	2.3	2.1	2.1	0.2	0	0
Fish meal	5	5	5	4.8	5	5	3	2	2
Dicalcium phosphate	0.9	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Limestone	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Salt	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Premix	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Lysine	0	0	0	0	0	0	0.8	0.8	0.8
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Calculated chemical composition,									
Protein, %	20.2	20.3	20.6	19.03	18.8	18.76	17.6	17.4	17.4
ME (Kcal/kg)	3650	3645	3670	3606	3618	3682	3587	3614	3603
Fiber, %	3.42	3.02	3.27	3.32	3.33	3.41	4.01	3.92	4.10
Fat, %	9.22	9.33	9.47	6.95	6.11	6.10	5.42	5.27	5.48

Note: ¹Carbohydrate sources: T1= Control (corn + cassava chip), T2= White broken rice, T3= Purple broken rice

Table 2 Productive performance of pigs fed different energy sources during 30-100 kg live weight

Criteria	Treatments ¹			SEM	P-Value
	T1	T2	T3		
Growing period (30-47 kg)					
Initial weight, kg	29.9	29.9	29.1	1.77	0.819
Weight gain, kg	17.1	17.4	19.1	4.15	0.623
Total FI, kg	41.4	40.0	43.7	11.8	0.619
ADFI, kg	1.73	1.67	1.80	0.020	0.620
ADG, kg	0.712	0.725	0.797	0.007	0.623
FCR	2.42	2.36	2.31	0.016	0.771
Growing - finishing period (47-79 kg)					
Initial weight, kg	46.9	47.4	48.3	8.51	0.921
Weight gain, kg	30.9	32.1	32.0	2.86	0.771
Total FI, kg	76.5	74.7	78.2	17.8	0.766
ADFI, kg	2.45	2.49	2.69	0.021	0.289
ADG, kg	0.992	1.07	1.10	0.003	0.231
FCR	2.48	2.33	2.44	0.005	0.169
Finishing period (79-100 kg)					
Initial weight, kg	76.1	77.8	77.6	13.3	0.913
Weight gain, kg	18.9	20.6	19.6	15.7	0.937
Total FI, kg	69.5	75.5	72.0	122	0.893
ADFI, kg	2.83	2.73	2.66	0.033	0.708
ADG, kg	0.723	0.742	0.718	0.004	0.951
FCR	4.16	4.15	3.76	0.456	0.848
Total (30-100 kg)					
Initial weight, kg	29.9	29.9	29.1	1.78	0.819
Final weight, kg	94.7	97.8	97.8	5.20	0.370
Weight gain, kg	64.8	67.8	68.2	6.49	0.364
Total FI, kg	180	182	186	83.8	0.828
Feeding period, day	78.4	84.1	79.1	22.6	0.541
ADFI, kg	2.35	2.32	2.43	0.008	0.574
ADG, kg	0.859	0.876	0.904	0.003	0.780
FCR	2.78	2.69	2.71	0.016	0.799

Note: ¹ Carbohydrate sources: T1= Control (corn + cassava chip), T2= White broken rice, T3= Purple broken rice

Table 3 Blood plasma parameters of pigs fed diets containing different energy sources

Criteria	Treatments ¹			SEM	P-Value
	T1	T2	T3		
<i>I. At 30 kg (Initial weight)</i>					
Total cholesterol, mg/dl.	94.5	93.9	93.0	29.7	0.955
Triglyceride, mg/dl.	63.7	64.4	63.9	19.4	0.985
HDL, mg/dl.	36.7	37.3	37.6	22.0	0.974
VLDL, mg/dl.	12.7	12.9	12.8	0.78	0.985
LDL, mg/dl.	45.1	43.5	42.9	37.66	0.948
<i>II. At 47 kg Live weight</i>					
Total cholesterol, mg/dl.	99.1	100	98.6	18.2	0.813
Triglyceride, mg/dl.	74.4	75.7	73.2	21.4	0.822
HDL, mg/dl.	42.8	41.5	44.4	8.36	0.520
VLDL, mg/dl.	14.9	15.2	14.6	0.86	0.822
LDL, mg/dl.	42.5	44.3	39.6	21.0	0.505
<i>III. At 79 kg Live weight</i>					
Total cholesterol, mg/dl.	107 ^a	104 ^a	99.6 ^b	5.94	0.005
Triglyceride, mg/dl.	84.1	82.0	80.6	9.68	0.422
HDL, mg/dl.	43.2	44.9	47.1	12.7	0.466
VLDL, mg/dl.	16.8	16.4	16.1	0.39	0.442
LDL, mg/dl.	47.2 ^a	43.0 ^a	36.8 ^b	11.36	0.003
<i>IV. At 100 kg (Final weight)</i>					
Total cholesterol, mg/dl.	113	112	109	5.11	0.062
Triglyceride, mg/dl.	89.2	88.6	86.2	4.96	0.274
HDL, mg/dl.	57.3	57.2	57.3	9.35	0.998
VLDL, mg/dl.	17.8	17.7	17.2	0.20	0.274
LDL, mg/dl.	38.4	36.9	34.3	14.5	0.469

Note: ¹ Carbohydrate sources: T1= Control (corn + cassava chip), T2= White broken rice, T3= Purple broken rice

^{a,b} Mean within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

คุณภาพซากสุกร

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะซากของสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐานหรือกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 1) เทียบกับกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงาน (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวกำลังเป็นแหล่งพลังงาน (กลุ่มที่ 3) พบว่าสุกรกลุ่มที่ 3 มีแนวโน้มของน้ำหนักที่เข้าฆ่าและน้ำหนักซากอุ่นดีกว่าสุกรกลุ่มที่ 1 แต่มีน้ำหนักเข้าฆ่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 2 ส่วนด้านเปอร์เซ็นต์ซาก ความหนาของไขมันสันหลัง ความยาวซากและเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของสุกรในกลุ่มที่ 3 มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 และมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์หัวต่ำกว่ากลุ่มอื่นด้วย อวัยวะภายในของสุกรกลุ่มที่ 2 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 3 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ปอดที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) คือ เท่ากับ 1.63 และ 1.33% ตามลำดับ ด้านเปอร์เซ็นต์มีามพบว่าการกลุ่มที่ 3 ต่ำที่สุด ($P<0.002$) รองลงมาคือกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 0.207, 0.206 และ 0.171% ตามลำดับ ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ลำไส้เล็ก กลุ่มที่ 1 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) คือ เท่ากับ 2.75 และ 2.15% ตามลำดับ ส่วนอวัยวะภายในอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) สอดคล้องกับ Vasupen *et al.* (2008) ที่พบว่าสุกรที่ใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานมีแนวโน้มน้ำหนักเข้าฆ่าและน้ำหนักเนื้อสันดีกว่ากลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงาน ส่วนอวัยวะภายใน หัวใจ ตับ ปอด ม้าม ไต กระเพาะ ลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดย Kitpanit (1981) รายงานว่า การใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานในสูตรควบคุมมีความหนาไขมันสันหลังต่ำกว่ากลุ่มที่เสริมมันสำปะหลัง Wu *et al.* (2000) รายงานว่าสุกรที่ใช้ข้าวบาร์เลย์เป็นแหล่งพลังงานมีความยาวซาก ความหนาไขมัน และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับสุกรที่ใช้ข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงาน ขณะที่ Bell and Keith (1993) ทดลองเสริมข้าวบาร์เลย์แทนข้าวสาลีและข้าวโพดในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100% พบว่าที่ระดับ 100% ทำให้เปอร์เซ็นต์ซากดีขึ้นจาก 76.7 เป็น 78.3% แต่ทำให้ความหนาไขมันสันหลังเพิ่มขึ้นจาก 22.3 เป็น 26.3 มิลลิเมตรด้วย

คุณภาพซากสุกรตัดแต่งแบบไทย

ตารางที่ 5 พบว่า สุกรกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอกสูงกว่ากลุ่มที่ 1 ทางด้านเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและสามชั้นไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ขณะที่เปอร์เซ็นต์ซี่โครง คาง มันเปลง และหนังของสุกรกลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่น ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ขา รวม มันแข็ง และกระดูก ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ดิลก (2536) รายงานการทดลองเสริมปลายข้าวที่ระดับ 45% ในสูตรอาหารโปรตีน 18% และเสริมปลายข้าวที่ระดับ 55% ในสูตรอาหารโปรตีน 16% พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ขาหน้า ซี่โครง มันเปลง และมันแข็ง ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่การเสริมปลายข้าวที่ระดับ 45% ในสูตรอาหารโปรตีน 18% ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

คุณภาพซากสุกรตัดแต่งแบบสากล

จากตารางที่ 6 พบว่า เปอร์เซ็นต์คาง ไหลบน สะโพกและสามชั้น ของสุกรกลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มที่สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 แต่เปอร์เซ็นต์ไหลล่างของกลุ่มที่ 1 มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่น ($P>0.05$) สำหรับเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มที่ 3 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.048$) คือ 30.2 เทียบกับ 26.5% ส่วนเปอร์เซ็นต์ซี่โครงสุกรกลุ่มที่ 2 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.001$) คือเท่ากับ 3.45, 2.84 และ 2.53% ตามลำดับ จากการศึกษาของ Camp *et al.* (2003) ในการเปรียบเทียบคุณภาพซากของสุกรที่ได้รับข้าวโพดผิวมันและข้าวโพดผิวไม่มันเป็นแหล่งพลังงาน พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดผิวมันมีลักษณะซากที่ยาวกว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดผิวไม่มัน ($P<0.05$) ขณะที่ Carr *et al.* (2005) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโพดและข้าวสาลีเป็นแหล่งพลังงาน พบว่าเปอร์เซ็นต์ตัดแต่งซากและความยาวซาก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Ramsey *et al.* (1990) ที่เปรียบเทียบการใช้แหล่งเมล็ดธัญพืชได้แก่ข้าวโพด ข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ พบว่าไม่มีผลต่อความยาวซากของสุกร

Table 4 Carcass characteristics of finishing pigs fed diets containing different energy sources

Traits	Treatments ¹			SEM	P-Value
	T1	T2	T3		
Slaughter wt., kg	94.70	97.80	97.80	5.200	0.370
Hot carcass wt., kg	72.60	74.30	75.00	4.320	0.740
Carcass percentage, %	74.20	73.20	74.20	0.715	0.522
Backfat thickness, cm	2.11	2.35	2.17	0.027	0.412
Carcass length, cm	77.70	79.40	77.40	2.890	0.523
Loin eye area, cm ²	44.80	44.60	46.00	1.840	0.609
Lean cut, %	59.50	59.80	59.80	0.222	0.900
Head, %	5.75	5.73	5.63	0.036	0.828
Blood, %	3.49	3.64	3.83	0.058	0.459
Internal organ ;					
Lung, %	1.43 ^{a,b}	1.63 ^a	1.33 ^b	0.011	0.050
Heart, %	0.419	0.435	0.373	0.001	0.144
Liver, %	1.880	1.840	1.750	0.011	0.509
Spleen, %	0.207 ^a	0.206 ^a	0.171 ^b	0.000	0.002
Empty stomach, %	0.568	0.566	0.581	0.001	0.902
Pancreas, %	0.204	0.210	0.206	0.001	0.975
Kidney, %	0.417	0.393	0.391	0.001	0.628
Leaf fat, %	0.972	1.12	0.982	0.022	0.609
Empty small intestine, %	2.75 ^a	2.42 ^{a,b}	2.15 ^b	0.027	0.011
Empty large intestine, %	1.910	1.910	2.150	0.015	0.128
Uterus, %	0.344	0.307	0.505	0.006	0.214

Note: ¹ Carbohydrate sources: T1= Control (corn + cassava chip), T2= White broken rice, T3= Purple broken rice

^{a,b} Mean within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05)

Table 5 Carcass characteristics in Thai style cutting of finishing pig fed diets containing different energy sources

Traits	Treatments ¹			SEM	P-Value
	T1	T2	T3		
Loin, %	6.33	5.76	6.33	0.031	0.058
Tenderloin, %	1.03	0.971	0.904	0.007	0.399
Lean meat, %	44.5	41.2	43.3	1.760	0.215
Belly, %	10.6	10.5	10.3	0.054	0.731
Spare ribs, %	3.20	3.78	2.88	0.079	0.099
Legs, %	10.3	10.2	9.45	0.084	0.090
Jowl, %	4.07	4.46	4.06	0.052	0.356
Fat, %	9.91	11.3	11.0	0.554	0.373
Leaf fat, %	1.01	1.34	0.973	0.022	0.178
Skin, %	5.99	6.43	6.11	0.089	0.532
Bone, %	12.6	11.6	12.0	0.171	0.243

Note: ¹Carbohydrate sources: T1= Control (corn + cassava chip), T2= White broken rice, T3= Purple broken rice.

Table 6 Carcass characteristics in US style cutting of finishing pig fed diets containing different energy sources

Traits	Treatments ¹			SEM	P-Value
	T1	T2	T3		
Slaughter wt, kg	92.8	95.5	96.6	3.30	0.681
Hot carcass wt, kg	71.2	72.3	73.6	2.13	0.798
Chilled carcass wt, kg	68.7	69.2	71.3	2.68	0.800
Jowl, %	4.70	5.37	5.21	0.043	0.424
Boston, %	9.01	9.21	8.61	0.090	0.721
Picnic, %	11.1	9.81	10.6	0.082	0.236
Loin, %	29.1 ^{a,b}	26.5 ^b	30.2 ^a	0.328	0.048
Ham, %	24.0	25.1	23.7	0.121	0.278
Belly, %	14.5	15.8	14.5	0.141	0.333
Spare ribs, %	2.84 ^b	3.45 ^a	2.53 ^b	0.005	0.001

Note: ¹Carbohydrate sources: T1= Control (corn + cassava chip), T2= White broken rice, T3= Purple broken rice

สรุป

การใช้ปลายข้าวเหนียวทำเป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหารทำให้สมรรถภาพการผลิตของสุกร มีแนวโน้มดีกว่าและมีปริมาณคอเลสเตอรอลและ LDL ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้ข้าวโพดและมันเส้น รวมทั้งกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงาน โดยปริมาณคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ HDL VLDL และ LDL ในพลาสมาสูงขึ้นเมื่อสุกรมีอายุเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวทำ มีแนวโน้มของน้ำหนักที่เข้ามาสูงกว่ากลุ่มควบคุมและมีแนวโน้มน้ำหนักซากขุนดีกว่าอีกสองกลุ่ม ($P>0.05$) การตัดแต่งซากแบบไทยและสากล พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่กลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวทำ มีเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอกสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาวอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตว่า การใช้ปลายข้าวเหนียวทำเป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหารช่วยให้เปอร์เซ็นต์ปอด เปอร์เซ็นต์ม้าม และเปอร์เซ็นต์ลำไส้เล็กหลังทำความสะอาด มีขนาดเล็กลง ($P<0.05$) แสดงให้เห็นว่า อวัยวะทั้ง 3 มีประสิทธิภาพสูงในการทำงาน เพราะว่าสุกรในกลุ่มนี้มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ดิลก สิงห์ตัน. 2536. ความสัมพันธ์ของโปรตีนและระดับพลังงานต่อสมรรถนะและคุณภาพซากของสุกรรุ่น-ขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 92 หน้า.
- ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์. 2552. ข้าวทำอาหารเพื่อสุขภาพและยารักษาโรค [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://sm.ricethailand.go.th/src/fmsev/cont/kg.html> (26 เมษายน 2552).

- สัญญา จตุรสิทธา. 2551. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 2. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 244 หน้า.
- Behall, K. M., D. J. Scholfield and J. Hallfrisch. 2004. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. *Am. J. Clin. Nutr.* 80: 1185-1193.
- Bell, J. M. and M. O. Keith. 1993. Effects of combinations of wheat, corn or hullless barley with hulled barley supplemented with soybean meal or canola meal on growth rate, efficiency of feed utilization and carcass quality of market pigs. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 44: 129-150.
- Biggs, H. G., J. M. Erikson and W. R. Moorehead. 1975. Annual colorimetric assay of triglycerides in serum. *Clin. Chem.* 21: 437-441.
- Camp, L. K., L. L. Southern and T. D. Bidner. 2003. Effect of carbohydrate source on growth performance, carcass traits, and meat quality of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 81: 2488-2495.
- Carr, S. N., P. J. Rincker, J. Killefer, D. H. Baker, M. Ellis and F. K. McKeith. 2005. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 83: 223-230.
- Dejian H., B. Ou, M. Hampsch-Woodill, J. A. Flanagan and E. K. Deemer. 2002. Development of oxygen radical absorbance capacity assay for lipophilic antioxidants using randomly methylation of the solubility enhancer. *J. Agri. Chem.* 50: 1815-1821.
- Fernandez, M. L., M. Vergara-Jimenez, K. Conde, T. Behr and G. Abdel-Fattah. 1997. Regulation of apolipoprotein B-containing lipoprotein

- by dietary soluble fiber in guinea pigs. *Am. J. Clin. Nutr.* 65: 814-822.
- Finne-Nielsen, I. L., S. E. Rasmussen, A. Mortensen, G. Ravn-Haren, H. P. Ma, P. Knuthsen, B. F. Hansen, D. Mcphail, R. Freese, V. Breinholt, H. Frandsen and L. Dragsted. 2005. Anthocyanins increase low-density lipoprotein and plasma cholesterol and do not reduce atherosclerosis in Watanabe heritable hyperlipidemic rabbits. *Mol. Nutr. Food. Res.* 49: 301-308.
- Hou, D. X., T. Ose, S. Lin, K. Harazoro, I. Imamura, M. Kubo, T. Uto, N. Terahara, M. Yoshimoto and M. Fujii. 2003. Anthocyanidins induce apoptosis in human promyelocytic leukemia cell: Structure-activity relationship and mechanisms involved. *Int. J. Oncol.* 23:705-712.
- Jung, D. H., H. G. Biggs and W. R. Moorehead. 1975. Colorimetry of serum cholesterol with use of ferric acetate/uranyl acetate and ferrous sulfate/sulfuric acid reagent. *Clin. Chem.* 21: 1526-1540.
- Kitpanit, N. 1981. The utilization of Thai cassava root products in swine ration. Thesis, Master of Science. Tokyo University of Agriculture, Japan.
- Konczak-Islam, I., M. Yoshimoto, D. X. Hou, N. Terahara and O. Yamakawa. 2003. Potential chemopreventive properties of anthocyanin-rich aqueous extract from grape seeds. *J. Agri. Food Chem.* 47:1892-1897.
- Kong, J. M., L. S. Chai, N. K. Goh, T. F. Chai and R. Brouillard. 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochem.* 64: 923-933.
- Lichenstein, A. H., L. M. Ausman, J. L. Jenner, W. Carrasco, L. J. Gualtieri, J. L. Jenner, J. M. Ordovas, R. J. Nicolosi, B. R. Goldin and E. J. Schaefer. 1994. Rice bran oil consumption and plasma lipid levels in moderately hypercholesterolemic humans. *Arteriosclerosis* 14(4): 549-556.
- Mekki, N., C. Dubois, M. Charbonier, L. Cara, M. Senft, A.M. Pauli, H. Portugal, A.M. Lafon and D. Lairon. 1997. Effect of lowering fat increasing dietary fiber on fasting and postprandial plasma lipids in hypercholesterolemic subjects consuming a mixed Mediterranean-Western diet. *Am. J. Clin. Nutr.* 66: 1443-1451.
- Nakamura, H. 1996. Effect of γ -oryzanol on hepatic cholesterol biosynthesis and fecal excretion metabolites. *Radioisotopes.* 25:371-374.
- Nakayama, S., A. Manabe, J. Suzuki, K. Sakamoto and T. Inagake. 1987. Comparative effects of two forms of γ -oryzanol in different sterol compositions on hyperlipidemia induced by cholesterol diet in rats. *Jp. J. Pharmacol.* 44(2): 135-143.
- Ramsey, C. B., L. F. Tribble, C. Wu and K. D. Lind. 1990. Effects of grains, marbling and sex on pork tenderness and composition. *J. Anim. Sci.* 68: 148-154.
- SAS. 2001. SAS User's Guide. Statistics. SAS. Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- Shinomiya, M., N. Morisaki, N. Matsuoka, Y. Zumi, A. Saito and A. Kumagai. 1983. Effect of gamma-oryzanol on lipid metabolism in rats fed high-cholesterol diet. *Tohoku. J. Exp Med.* 141: 191-197.
- Vasupen, K., C. Yuangklang, S. Wongsuthavas, P. Srenanul, J. Mitchaothai and A. C. Beynen. 2008. Effect of dietary broken rice and

- cassava chips on growth, nutrient digestibility and nitrogen retention in growing katon pigs. *J. Food Technol.* 6(2): 92-97.
- Wilson, T. A., R. J. Nicolosi, B. Woolfrey and D. Kritchevsky. 2007. Rice bran oil and oryzanol reduce plasma lipid and lipoprotein cholesterol concentration and aortic cholesterol ester accumulation to a greater extent than ferulic acid hypercholesterolemic hamsters. *J. Nutr. Biochem.* 18: 105-112.
- Wu, J. F., C. S. Cheng, I. T. Yu and J. N. Hsyu. 2000. Hulless barley as an alternative energy source for growing-finishing pigs on growth performance, carcass quality, and nutrient digestibility. *Live Prod. Sci.* 65: 155-160.
- Zawistowski, J., A. Kopec and D. Kitts. 2009. Effect of a black rice extract (*Oryza sativa*, L. *indica*) on cholesterol levels and plasma lipid parameters in Wistar Kyoto rats. *J. Funct. Food* 1: 50-56.
-