บทที่ 5

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

5.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างสารสกัดและรำข้าว

5.1.1 จากผลของการวัดคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่า PA จำนวน 1 มก.จะมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด คือ 165 มิลลิโมลาร์ รองลงมาคือ PA ผสมสื่อ (93.448 มิลลิโมลาร์/น้ำหนักสาร 1 มก.) แกมมา-โอไรซานอล (4.17 มิลลิโมลาร์/น้ำหนักสาร 1 มก.) รำข้าวก่ำ (1.186 มิลลิโมลาร์/น้ำหนักสาร 1 มก.) และรำข้าวขาว (0.13 มิลลิโมลาร์/น้ำหนักสาร 1 มก.) ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยสาเหตุที่ทำให้ PA ผสมสื่อ มีค่าการต้านอนุมูลอิสระลดลง เนื่องมาจากสาร PA ถูกนำมาผสมกับสื่อในสัดส่วน 1:3 จึงทำให้เนื้อสาร PA เจือจางลง ทำให้ค่าที่วัดได้ต่ำลงประมาณ 43%

จากค่า TEAC ในรำข้าวขาว เท่ากับ 0.13 มิลลิโมลาร์/น้ำหนักสาร 1 มก. เมื่อคิดเทียบที่น้ำหนัก 1 กรัม พบว่ามีระดับสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 130 มิลลิโมลาร์ แต่ในการศึกษาของ Iqbal *et al.* (2005) ได้นำรำข้าวขาวทั้งหมด 5 สายพันธุ์ จากประเทศปากีสถาน มาวัดค่าการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS assay พบว่า ค่า TEAC ของรำข้าวจำนวน 1 กรัมอยู่ในช่วง 35-50 ไมโครโมลาร์ ซึ่งค่าที่วัดได้น้อยกว่าค่าของระดับสารต้านอนุมูลอิสระที่วัดได้ในการทดลองนี้มากถึงสามพันเท่า ซึ่งอาจเนื่องมาจากความแตกต่างของสายพันธุ์ สถานที่ปลูก คุณภาพของดิน น้ำ และการให้ปุ๋ย ที่ทำให้คุณภาพของสารอาหารในข้าวเกิดความผันแปรได้ นอกจากนี้การเก็บสารสกัด ไว้ที่ -18 °C จนกว่าจะนำมาวัดค่าการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระนั้นอาจทำให้ค่าที่ได้ลดลงได้

5.1.2 จากการทดลองเพื่อหาอายุการเก็บรำข้าวเหนียวก่ำ ด้วยการวัดค่าการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS assay ตามที่กำหนดในช่วงระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยรำกลุ่มที่ 1 บรรจุแบบถุงธรรมดาและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการที่รำสัมผัสกับอากาศและอุณหภูมิปกติที่บันทึกได้ประมาณ 29-32 °C ทำให้เปอร์เซ็นต์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระลดลงสูงสุดเมื่อเทียบจากวันแรกที่ทำการวิเคราะห์ ประมาณ 35.54 % รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 บรรจุแบบสุญญากาศและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ลดลง 18.44 % กลุ่มที่ 3 บรรจุแบบสุญญากาศและเก็บไว้ที่ห้อง 20 °C ลดลง 15.93 % และกลุ่มที่ 4 บรรจุแบบสุญญากาศและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C ค่าลดลง12.60 % ซึ่ง Betty (1999) ได้อธิบายเรื่องความคงตัวของรำว่าขึ้นอยู่กับระดับความหืน ซึ่งเกิดจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ เอนไซม์ไลเปส (lipase) ที่พบในรำจะเป็นตัวก่อให้เกิดการไฮโดรไลซิสสารพวกไตรกลีเซอร์ไรด์ตรงตำแหน่งที่เชื่อมต่อกับพันธะเอสเทอร์ (Bhardwaj *et al.*, 2001) ได้เป็น glycerol และกรดไขมันอิสระ (free fatty acid;FFA) และจะเกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ต่อไป โดยรำที่มี FFA สูงจะทำให้ความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น่ากินลดลง และ Ahmed *et al.* (2007) ได้ทำการเปรียบเทียบอายุการเก็บรำที่ไม่ผ่านความร้อนและผ่านความร้อนเพื่อกำจัดเอนไซม์ไลเปสและเก็บไว้เป็นเวลา 3 เดือน พบว่ารำที่ไม่ผ่านความร้อนมีปริมาณ FFA สูงขึ้น 12-23 เท่า แต่รำที่ผ่านความร้อนจะมี FFA เพิ่มขึ้นเพียง 1.6-2.5 เท่า แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าเอนไซม์นี้สามารถถูกทำลายได้ด้วยความร้อน แต่ก็จะทำให้โภชนะ ไวตามิน และสารต้านอนุมูลอิสระในรำถูกทำลายไปด้วย นอกจากนี้ผลของอุณหภูมิพบว่าการเก็บรำไว้ที่ห้องเย็นจะมีอายุการเก็บ สูงกว่าการเก็บในห้องที่อุณหภูมิสูง นอกจากนี้การสัมผัสกับออกซิเจนจะส่งผลต่อการเกิดออกซิเดชั่นทำให้สารต้านอนุมูลอิสระในรำถูกทำลาย เช่น แกมมาโอไรซานอล ไวตามิน อี และสารในกลุ่มโพลีฟีนอล ซึ่งรวมถึงแอนโธไซยานิน และ PA

จากการทดลองจึงสรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมต่อการเก็บรำ คือ ไม่เก็บในที่ร้อน ควรเก็บในห้องที่อุณหภูมิต่ำ ความชื้นต่ำ และไม่ควรสัมผัสกับอากาศ เนื่องจากรำข้าวเหนียวก่ำมีแกมมา-โอไรซานอล และ PA สูงกว่าในรำข้าวขาว

5.1.3 เนื่องจากรำข้าวเหนียวก่ำมีคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ารำข้าวขาว ทำให้สูตรอาหารทดลองที่เสริมรำข้าวก่ำมีระดับของสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสูตรที่เสริมสารสกัด และกลุ่มควบคุม (Table 4.3) โดยปริมาณของแกมมาโอไรซานอล และ PA ในอาหารทดลองสูตรที่ 1-7 คือ T1; GON 224 มก./กก. , T2; GON 3,224 มก./กก. ,T3; GON 224 + PA 82 มก./กก. , T4; GON 324 + PA 65 มก./กก. , T5; GON 540 + PA 204 มก./กก. , T6; GON 1,080 + PA 408 มก./กก. และ T7; GON 1,600 + PA 612 มก./กก.

5.2 ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

พบว่าค่าโภชนะในอาหารสูตร T1-4 ควรมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมในสูตรอาหารทดลองทั้ง 4 มีค่าเท่ากัน แต่แตกต่างกันเฉพาะในส่วนของสารสกัดที่ใช้เสริมลงในสูตรอาหาร โดยในกลุ่ม T3 และ T4 จะเป็นสูตรที่เสริมด้วยสารสกัด PA ผสมกับสื่อ โดยสื่อที่นำมาผสม คือ ผงแป้งข้าวเหนียว สาเหตุที่ต้องนำ PA มาสมกับสื่อ เนื่องมาจาก ในการสกัด PA นั้น สารที่สกัดได้จะอยู่ในรูปของสารละลาย ดังนั้นการจะทำให้สารที่ได้อยู่ในรูปผง จึงได้นำแป้งข้าวเหนียวมาใช้เป็นตัวดูดซับสารละลาย PA ซึ่งอัตราส่วนของสารละลาย : สื่อ เท่ากับ 1: 3 ก่อนจะนำ PA ไปทำให้แห้งด้วยเครื่อง lyophilizer เพื่อให้ได้ PA ที่แห้งเป็นผงเร็วขึ้น และให้สะดวกในการนำไปผสมลงในอาหาร ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ความเข้มข้นของโภชนะในอาหารถูกเจือจางลง จึงส่งผลต่อผลทำให้ค่าโภชนะของ T3 และ T4 ที่วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในสองสูตรนี้ ลดลงต่ำกว่ากลุ่ม T1 และ T2 นอกจากนี้เมื่อเปรียบค่าวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองแต่ละสูตร กับค่าจากคำนวณองค์ประกอบทางเคมี พบว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าต่างจากค่าที่ได้จากการคำนวณทั้ง 4 ระยะ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากระยะเวลาในการผสมอาหารที่ไม่สม่ำเสมอและเทคนิคการสุ่มตัวอย่างไม่เหมาะสม (Table 5.1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 5.1 The comparison of nutrients in dietary between calculation and analysis

Phase 1		control	GON	PA	GON+PA	2% PRB	4% PRB	6% PRB
% CP	calculated	23.24	23.24	23.24	23.24	23.28	23.43	23.58
	analyzed	22.92	22.76	22.35	22.32	23.55	23.6	23.77
%EE	calculated	10.07	10.06	10.06	10.06	10.10	10.37	10.64
	analyzed	11.07	11.02	9.87	10.19	11.2	11.21	11.22
%CF	calculated	3.13	3.13	3.13	3.13	3.02	3.13	3.24
	analyzed	2.38	2.6	2.86	2.71	2.79	2.81	3.22
Phase 2								
% CP	calculated	21.87	21.87	21.87	21.87	21.91	22.06	22.00
	analyzed	21.93	21.88	20.84	21.4	21.64	21.8	21.91
%EE	calculated	10.28	10.28	10.28	10.28	10.31	10.58	10.85
	analyzed	11.13	11.1	10.87	10.32	11.2	11.34	11.62
%CF	calculated	3.28	3.28	3.28	3.28	3.18	3.28	3.39
	analyzed	2.91	3.09	2.84	3.05	3.05	2.69	3.84
Phase 3								
% CP	calculated	20.41	20.41	20.41	20.41	20.45	20.59	20.74
	analyzed	21.63	21.08	21.21	21.67	21.19	22.27	22.58
%EE	calculated	9.76	9.75	9.76	9.75	9.79	9.90	9.92
	analyzed	10.49	10.24	9.19	10.25	10.67	10.98	11.25
%CF	calculated	3.28	3.28	3.28	3.28	3.18	3.28	3.39
	analyzed	3.09	2.6	3.43	3.43	3.07	2.89	3.2
Phase 4								
% CP	calculated	19.60	19.59	19.60	19.59	19.64	19.68	19.73
	analyzed	21.51	21.95	20.71	20.23	20.61	20.52	20.81
%EE	calculated	6.46	6.46	6.46	6.46	6.49	6.56	6.67
	analyzed	6.97	7.09	6.99	7.05	7.06	7.12	7.60
%CF	calculated	3.73	3.73	3.73	3.62	3.62	3.73	3.83
	analyzed	2.72	3.01	3.73	3.05	3.26	3.10	3.12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3 ผลการศึกษาการยับยั้งการออกซิเดชันของกรดไขมัน และปริมาณกลูตาไธโอนในเม็ดเลือดแดง

5.3.1. การเกิด lipid peroxidation ในร่างกาย ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่เป็นองค์ประกอบของ เยื่อหุ้มเซลล์ endoplasmic recticulum และ ไมโตรคอนเดรีย โดยอนุมูลอิสระที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการออกซิเดชัน ได้แก่ hydroxyl lipoxy และ lipid peroxy radical ซึ่งสารตัวสุดท้ายที่เกิดจากปฏิกิริยา คือ malondialdehyde (MDA)(Steven and Salem, 1997) จากผลการศึกษาผลของแกมมา-โอไรซานอลและPAโดยรวม ต่อระดับ MDA พบว่าปริมาณของ MDA ของสุกรในสัปดาห์ที่ 2 กลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 (3.826 ไมโครโมลาร์) มีค่าต่ำสุด รองลงมาคือกลุ่ม T4, T3, T5, T7, T1 และ T6 โดยมีค่าเท่ากับ 4.178 4.627 4.844 5.276 5.531 และ 6.373 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ ($P<0.05$) เนื่องจากอาหารในกลุ่ม T2 มีแกมมาโอไรซานอลเป็นองค์ประกอบอยู่สูง ทำให้สุกรได้รับปริมาณแกมมาโอไรซานอลสูงกว่ากลุ่มอื่น (Figure 5.2) ซึ่งแกมมาออไรซานอลเป็นสารที่ละลายได้ในไขมันจึงทำให้ช่วยต้านการเกิดออกซิเดชันของเซลล์ที่มีกรดไขมันเป็นองค์ประกอบได้ดี (Yuan *et al.*, 2005) ส่งผลให้สุกรในกลุ่มนี้มีระดับ MDA ต่ำกว่ากลุ่มอื่น

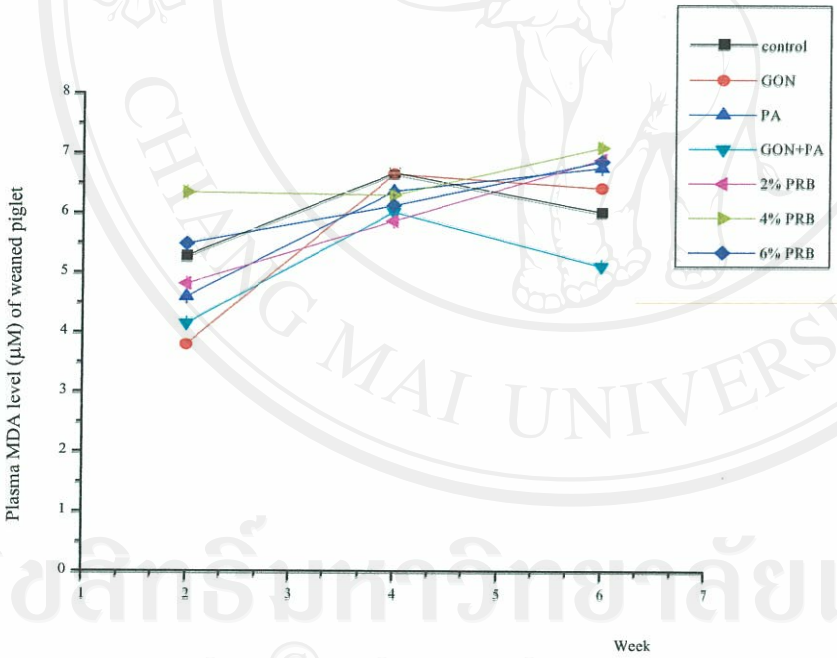

Figure 5.1 The Effect of GON, PA and PRB on plasma MDA at 2, 4 and 6 weeks. (mean ± S.E.M.; n=12)

ส่วนผลการวัดค่า MDA ในสัปดาห์ที่ 4 พบว่าแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และในสัปดาห์ที่ 6 พบว่า กลุ่ม T4 มีค่าต่ำที่สุด (5.135 ไมโครโมลาร์) รองลงมาคือ กลุ่มที่ T1, T2, T3, T7, T5 และ T6 โดยมีค่าเท่ากับ 6.066 6.441 6.870 6.885 6.917 และ 7.118 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

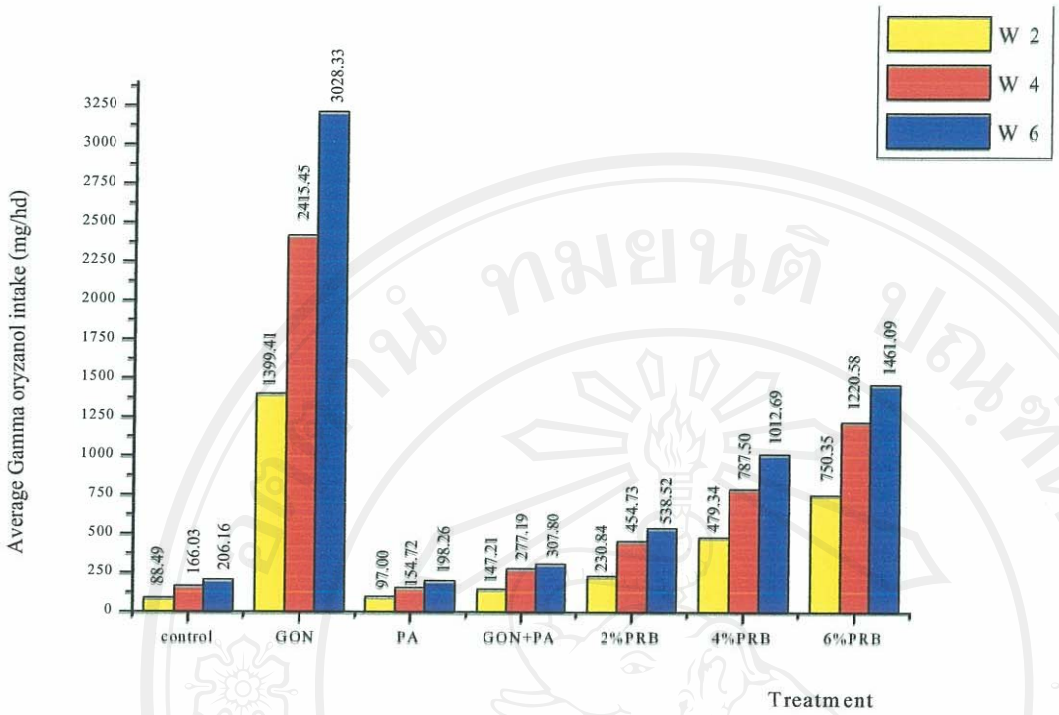

Figure 5.2 Gamma oryzanol intake of weaned piglets at 2, 4 and 6 week.

เมื่อดูความเปลี่ยนแปลงของค่า MDA ในแต่ละกลุ่มทดลอง พบว่าสัปดาห์ที่ 2 กลุ่มที่ได้รับสารสกัดแกมมาโอไรซานอล (T2; GON = 3,224 mg/kg) จะมีระดับ MDA ต่ำกว่ากลุ่มอื่น แต่เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 4 พบว่าระดับ MDA จะเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มลดลงอีกในสัปดาห์ที่ 6 ซึ่งลักษณะกราฟจะคล้ายกับกลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม (T1) กลุ่มที่ได้รับ PA (T3) และกลุ่มที่ได้รับทั้งแกมมาโอไรซานอลกับ PA (T4) แต่ในส่วนของกลุ่มที่ได้รับรำข้าวเหนียวก่ำ (T5-7) นั้น พบว่า MDA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 6 อย่างต่อเนื่อง (Figure 5.1) อาจเป็นผลมาจากในรำข้าวสีดำมี oleic acid ซึ่งอยู่ในกลุ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว หรือ Monounsaturated fatty acid (MUFA) ประมาณ 42.1% น้อยกว่าในรำข้าวขาว ข้าวสีแดง และข้าวสีอื่น ๆ จะมีค่าประมาณ 45 %, 45.3 %และ 46.3 % ตามลำดับ (Frei and Becker, 2005) ซึ่งกรดไขมันชนิดนี้เป็นกรดไขมันที่มีธาตุคาร์บอนต่อกันด้วยพันธะคู่เพียงหนึ่งตำแหน่ง มีความคงตัวสูง ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศน้อย เกิด lipid oxidation น้อยกว่า (นัยนา และเรวดี, 2545) จึงส่งผลให้สุกรอาหารสูตรที่ได้รับรำข้าวขาวในสูตร อาหารจะมีความคงตัวสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับรำข้าวก่ำ ดังนั้นสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1-4 ซึ่งใช้รำข้าวขาวเป็นองค์ประกอบมีระดับ MDA ต่ำกว่า แต่อย่างไรก็ตามในอาหารกลุ่มที่ได้รับรำข้าวก่ำ 2 %, 4 % และ 6% คือ T5-7 แม้จะมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง หากปริมาณอาหารที่กินในแต่ละสัปดาห์มากขึ้นก็จะทำให้เกิดการเมตาบอลิสมเพิ่มขึ้นตามไปด้วยจึงทำให้ระดับ MDA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ตามในการทดลองของ Ling *et al.* (2001) ที่ทำการทดลองกระต่ายโดยให้อาหารที่มีโคเลสเตอรอลสูง ร่วมกับการเสริมข้าว เปรียบเทียบกับข้าวสีแดงและสีดำ พบว่าระดับโคเลสเตอรอล และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

MDA ในเลือดของกลุ่มที่ได้รับข้าวสีแดงและสีดำจะมีระดับต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับข้าวสีขาว ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าการเสริมข้าวที่มีสีจะช่วยปรับปรุงการเกิด lipid peroxidation ภายในตัวสัตว์ได้

5.3.2 กลูตาไธโอนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ร่างกายสร้างขึ้นเมื่อเกิดปฏิกิยาออกซิเดชันขึ้นภายใน โดยคุณสมบัติของกลูตาธโอน คือ เป็นสารที่มีขั้ว สามารถละลายน้ำได้ ที่สำคัญ จัดเป็น primary antioxidant ตำแหน่งที่สำคัญในการทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์สารตัวอื่น นอกจากนี้กลูตาไธโอนจะทำงานในส่วนต่าง ๆ ของเซลล์ได้แก่ ไมโตรคอนเดรีย และไซโตพลาสซึม ทำหน้าที่กำจัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และ organic peroxide ซึ่งอาจเป็นสารพิษต่อเม็ดเลือดแดงได้ ดังนั้นกลูตาไธโอนจึงช่วยไม่ให้ผนังเม็ดเลือดแดงเสื่อมสภาพ หรือแตกง่าย (King and Sergio, 2003) ซึ่งผลของระดับกลูตาไธโอนในเลือด พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 กลุ่มที่มีระดับกลูตาไธโอนสูงสุด คือกลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ T7 และ T6 (23.203 และ 21.446 ไมโครโมล/ลิตร) รองลงมาคือ กลุ่ม T5, T4, T1, T2 และ T3 โดยมีค่าเท่ากับ 20.36 19.705 19.097 17.272 และ 17.131 ไมโครโมล/ลิตร ตามลำดับ ($P<0.05$) อาจเนื่องมาจากในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีข้าวก่ำเป็นองค์ประกอบในสูตรอาหารจะทำให้สัตว์ได้รับ PA มากขึ้น (Figure 5.4) จากคุณสมบัติละลายได้ในน้ำของ PA จึงทำให้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในระบบหมุนเวียนเลือดที่ได้รับจากอาหาร เช่นเดียวกับสารในกลุ่ม ฟลาโวนอยด์ อื่น ๆ โดยเฉพาะในข้าวก่ำ ที่มีอนุพันธ์ของแอนโธไซยานิน คือ cyanin -3 glucoside ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าไวตามินอีถึง 3.5-4 เท่า (Wang *et al.*, 1997; Rice-Evan *et al.*,1995) ดังนั้นสุกรที่ได้รับข้าวก่ำ จะทำให้ได้สารต้านอนุมูลอิสระสูงด้วย จึงช่วยกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นได้ ทำให้ระดับกลูตาไธโอนมีมากกว่ากลุ่มอื่น

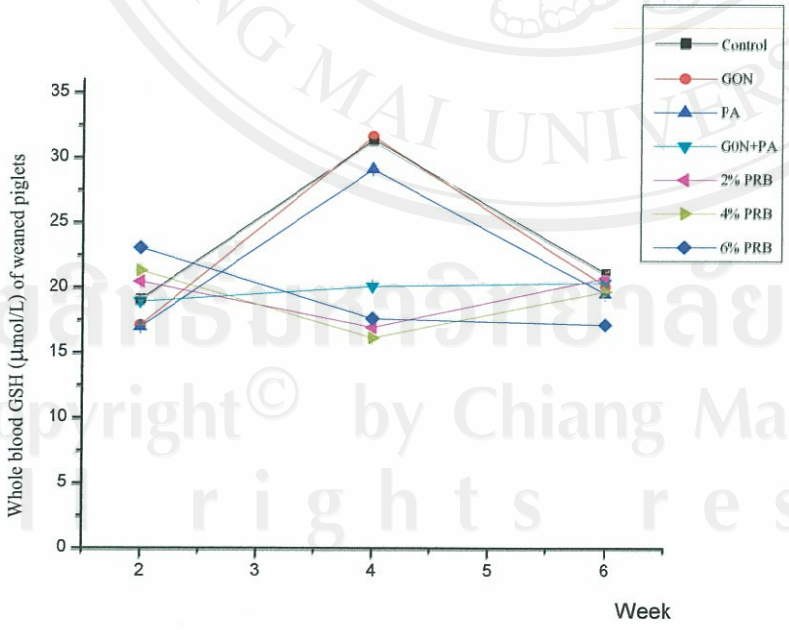

Figure 5.3 The Effect of GON, PA and PRB on whole blood GSH at 2, 4 and 6 weeks. (mean ± S.E.M.; n=12)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

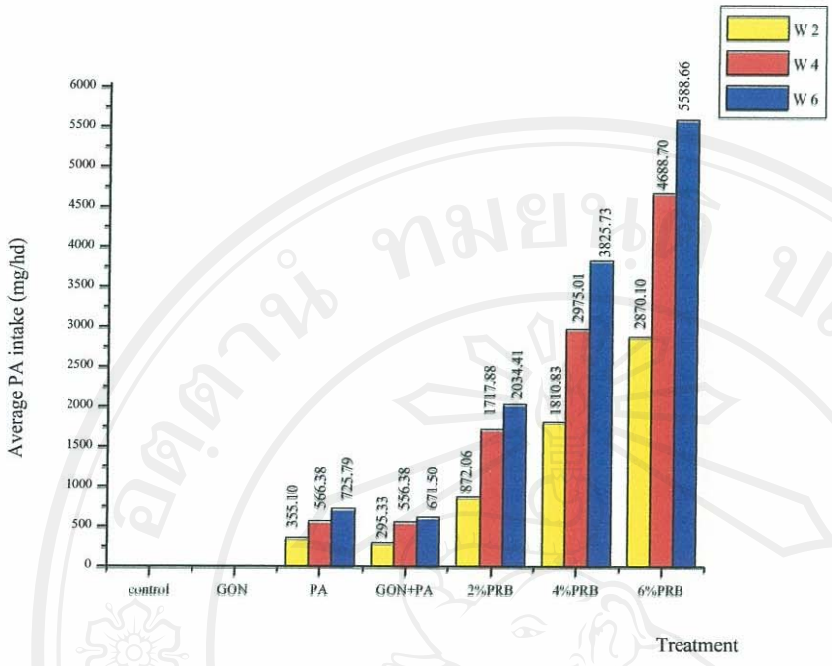

Figure 5.4 PA intake of weaned piglets at 2, 4 and 6 week.

ส่วนในสัปดาห์ที่ 4 แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ พวกที่มีกลูตาไธโอนสูงสุดคือ กลุ่ม T2, T1, T3 และ T4 มีค่าเท่ากับ 16.273 17.090 17.749 และ 20.277 ไมโครโมล/ลิตร รองลงมาคือ กลุ่ม T7, T5 และ T6 มีค่าเท่ากับ 29.257 31.360 และ 31.776 ไมโครโมล/ลิตร ตามลำดับ ($P<0.05$) สำหรับสัปดาห์ที่6 พบว่าระดับกลูตาไธโอนแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) และจากระดับ GSH ในเลือดของแต่ละกลุ่มพบว่าในช่วงสุดท้ายของการทดลองจะมีค่าใกล้เคียงกัน (Figure 5.3) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Susan *et al.* (2006) ที่ได้ทดลองให้อาสาสมัครอายุ 18-40 ปี แบ่งเป็น 2 กลุ่ม เปรียบเทียบผลของกลุ่มที่ได้รับน้ำผลไม้ cranberry ซึ่งมีปริมาณแอนโธไซยานิน 2.8 มล./ลิตร กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับ placebo เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าระดับ GSH และ MDA ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องมาจากร่างกายมีการปรับให้ระดับสารทั้งสองในเลือดอยู่ในภาวะปกติแม้ไม่ได้รับความเครียด

5.3.3 จากผลการวัดระดับกลูตาไธโอนในเลือด และค่า MDA ในพลาสมา เมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับระดับของสารต้านอนุมูลอิสระที่ร่างกายได้รับในแต่ละสัปดาห์ของแต่ละกลุ่ม พบว่า กลุ่ม T 1 ถึง 4 ได้รับสารต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่า T5 ถึง 7 แต่ระดับ MDA เฉลี่ยของแต่ละกลุ่มพบว่าใกล้เคียงกัน โดยค่า MDA เฉลี่ยของ T1 ถึง 7 เท่ากับ 6.001 5.650 5.962 5.118 5.885 6.606 และ 6.183 ไมโครโมลาร์ ส่วนค่ากลูตาไธโอนเฉลี่ยของ T1 ถึง 4 เท่ากับ 23.84, 23.10, 22.01, 20.16 ไมโครโมล/ลิตร ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่ม T5 ถึง 7 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 19.52, 19.18 และ 19.41ไมโครโมล/ลิตร ซึ่งเมื่อสังเกตรเปลี่ยนแปลงกระดับของกลูตาไธโอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของกลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม (T1) และกลุ่มที่ได้รับสารสกัดแกมมาโอไรซานอล (T2) และ PA (T3) พบว่า ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ค่ากลูตาไธโอนค่อนข้างต่ำ แต่จะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 และจะลดลงอีกในสัปดาห์ที่ 6 ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับแกมมาโอไรซานอลร่วมกับ PA (T4) ที่แสดงระดับกลูตาไธโอนในแต่ละสัปดาห์จะค่อนข้างคงที่ ส่วนกลุ่มที่ได้รับข้าวก่ำที่ระดับ 2 %, 4 % และ 6 % พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 ระดับกลูตาไธโอนสูงกว่ากลุ่มอื่น แต่จะลดลงในสัปดาห์ที่ 4 และจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 6 ในกลุ่มที่ได้รับข้าวก่ำ 2 % และ 4 % ส่วนกลุ่มที่ได้รับข้าวก่ำ 7 % พบว่าระดับกลูตาไธโอนมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามในสัปดาห์ที่ 6 ระดับกลูตาไธโอนของทุกกลุ่มทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสันนิษฐานได้ว่า การที่สัตว์ได้รับสารอนุมูลอิสระมากขึ้นทำให้ร่างกายเกิดภาวะออกซิเดชันมาก ทำให้ตรวจวัด MDA ได้เพิ่มขึ้น และยังส่งผลให้ร่างกายมีการสร้าง กลูตาไธโอนออกมามากขึ้น สัตว์ที่ทดลองน่าจะได้รับสารอนุมูลอิสระเท่ากัน เพราะอาหารเหมือนกัน ส่วนสัตว์ที่ได้รับสารต้านอนุมูลอิสระจากอาหารในปริมาณสูง สารนี้จะเข้าไปช่วยทำลายหรือลดอนุมูลอิสระในร่างกาย ส่งผลให้การเกิดภาวะออกซิเดชันในร่างกายลดลง จึงทำให้การสร้างกลูตาไธโอนในร่างกายลดลง

5.4 ผลของสารต้านอนุมูลอิสระต่อสมรรถภาพการผลิตสุกรหลังหย่านม

5.4.1 เมื่อเปรียบเทียบผลของแกมมา-โอไรซานอลและโปรแอนโธไซยานิดิน ต่อสมรรถภาพการผลิตสุกรหลังหย่านม พบว่าทุกกลุ่มทดลองมีค่าอัตราการเจริญเติบโต ค่าปริมาณอาหารที่กินได้และค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่ากลุ่มควบคุม

5.4.2 จากการทดลองพบว่าแนวโน้มกลุ่ม T7 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงที่สุด (382.275 กรัม/วัน) และจากการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในอาหาร พบว่าเป็นสูตรอาหารที่มีค่า trolox equivalent สูงที่สุด (71.15 ไมโครโมลาร์/อาหาร 1 มก.) ดังนั้นเมื่อนำผลของการศึกษาทั้งหมดมาวิเคราะห์ร่วมกัน จึงสรุปได้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระจากอาหารจะช่วยเสริมการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระภายในร่างกาย ทำให้สัตว์ไม่เกิดภาวะ oxidative stress (Ling *et al.*, 2002) ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.5 สรุปผลการทดลอง

5.5.1 จากการศึกษาเรื่องอายุการเก็บรำ พบว่า การรักษาอายุของสารต้านอนุมูลอิสระในรำข้าวเหนียวก่ำควรเก็บในสภาพที่ไม่สัมผัสกับออกซิเจน แสง และอุณหภูมิต่ำ จากผลการทดลอง สามารถสรุปได้ว่าเพื่อให้รำข้าวเหนียวก่ำมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระคงอยู่สูงสุด คือการเก็บในถุงบรรจุแบบสุญญากาศและวางไว้ที่อุณภูมิต่ำกว่า 20 ℃ หรือในทางปฏิบัติควรใช้รำข้าวที่สีมาใหม่ให้หมดภายในระยะเวลาไม่เกิน 3 สัปดาห์ เพื่อให้คุณค่าทางโภชนะคงอยู่สูงสุด กล่าวคือ เมื่อพิจารณาจากกราฟ (Figure 4.1) พบว่าที่เวลา 3 สัปดาห์ รำข้าวที่เก็บในถุงพลาสติก และวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะมีระดับของสารต้านอนุมูลิสระใกล้เคียงกับรำข้าวที่เก็บไว้ในถุงฟอยล์และบรรจุแบบสุญญากาศ เก็บไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ดังนั้นรำข้าวที่จะนำมาใช้จึงไม่ควรเก็บเกิน 3 สัปดาห์ เพราะจะทำให้ระดับสารต้านอนุมูลอิสระลดลง ไขมันในรำเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมากขึ้น ส่งผลให้รำหืนได้ง่าย และคุณค่าทางอาหารก็จะสูญเสียไปด้วย

5.5.2 การศึกษาผลของสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ แกมมาโอไรซานอล PA และ รำข้าวเหนียวก่ำ ที่เสริมลงในอาหาร ต่อระดับของ MDA ในพลาสมา และกลูตาไธโอนในเลือด สามารถสรุปได้ว่า สารแกมมาโอไรซานอล จะช่วยลดระดับ MDA ได้ในการทดลองในช่วงแรก ส่วน PA ก็ช่วยเพิ่มระดับกลูตาไธโอนในเลือดของสุกรที่ได้รับสารในช่วงแรกเช่นกัน แต่เมื่อวิเคราะห์ผลของสมรรถภาพการผลิตพบว่ากลุ่มที่ได้รับรำข้าวก่ำที่ระดับ 6 % จะให้อัตราการเจริญเติบโตสูงสุด เนื่องมาจากสารต้านอนุมูลอิสระในรำข้าวเหนียวก่ำ 1 มก. มีสารต้านอนุมูลอิสระ 1. 186 มิลลิโมลาร์ ซึ่งสูงกว่าในรำข้าวขาว (0.130 มิลลิโมลาร์) ส่งผลให้สารแกมมา-โอไรซานอล และโปรแอนโธไซยานิดินในข้าวเหนียวก่ำ มีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าข้าวขาว โดยระดับที่ให้ผลดีที่สุด คือสูตรที่เสริมรำข้าวเหนียวก่ำ 6% จะทำให้สัตว์มีการเจริญเติบโตดีและร่างกายแข็งแรง ส่งผลให้ลดการใช้ยาปฏิชีวนะ ไม่มีสารตกค้าง และช่วยลดต้นทุนการผลิตสัตว์ได้อีกด้วย

5.6 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาระดับของรำข้าวก่ำที่ใช้ให้เหมาะสม ที่ทำให้เกิดความสมดุลระหว่างสารอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ เพื่อเป็นแนวทางในการแนะนำเพื่อการนำไปใช้ในรูปแบบของอาหารเสริมสุขภาพต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved