



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในสุกรขุน”

โดย อาจารย์ขุนพล พงษ์มณี และคณะ

มกราคม 2552



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในสุกรขุน”

โดย อาจารย์ขุนพล พงษ์มณี และคณะ

มกราคม 2552

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การใช้สารสกัดหยาดจากกากชาในสุกรขุน”

คณะผู้วิจัย สังกัด

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ขุนพล พงษ์มณี | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 2. ผศ.ดร. อรประพันธ์ ส่งเสริม | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 3. นางวรรณิ ชิวปรีชา | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |

ชุดโครงการ “การทดสอบสมุนไพรในสัตว์”

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

หน้า

บทสรุปผู้บริหาร	1
EXECUTIVE SUMMARY	4
บทคัดย่อ	8
ABSTRACT	10
บทนำ	12
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	13
ตรวจเอกสาร	14
ชาและประวัติของชา	14
องค์ประกอบในชา	14
สรรพคุณและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่สำคัญของชา	18
การใช้ชาในการผลิตปศุสัตว์	19
อนุมูลอิสระ	21
สารต้านอนุมูลอิสระ	22
จุลินทรีย์ในทางเดินอาหารของสุกร	24
แอมโมเนียในมูลสุกร	24
วิธีดำเนินการวิจัย	26
สัตว์ทดลอง	26
อาหารทดลอง	26
การเลี้ยงและการจัดการ	28
อุปกรณ์และสารเคมี	28
เครื่องมือ	29
แผนการทดลอง	29
การศึกษาสมรรถภาพการผลิต	29
การศึกษาดัชนีชี้วัดอนุมูลอิสระและการต้านอนุมูลอิสระ	30
การศึกษาจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในมูลสุกร	30
การศึกษาระดับแอมโมเนียในมูลสุกร	30
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	31

สารบัญ

หน้า

ผลการทดลองและวิจารณ์	32
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโภชนะในอาหารทดลอง	32
ผลการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร	33
ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับอนุมูลอิสระในซีรัม	34
ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับสารต้านอนุมูลอิสระในพลาสมา	35
ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในมูลสุกร	39
ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับแอมโมเนียในมูลสุกร	41
ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อค่า TBA ในเนื้อสันของสุกร	42
สรุป	44
กิตติกรรมประกาศ	45
เอกสารอ้างอิง	46
ภาคผนวก	52
บทความสำหรับการเผยแพร่	53
ตารางแผนงานเปรียบเทียบวัตถุประสงค์	70
ข้อเสนอแนะ	76

บทสรุปผู้บริหาร

ปัจจุบันสมุนไพรมีบทบาทสำคัญในการผลิตปศุสัตว์ ในฟาร์มปศุสัตว์มีการนำพืชสมุนไพรในรูปแบบผงสมุนไพรหรือสารสกัดหยาบมาใช้เป็นสารเสริมในอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์หลายประการ อาทิ เพื่อเร่งการเจริญเติบโต เพื่อดัดแปลงกระบวนการเมแทบอลิซึม เพื่อป้องกันและควบคุมโรค หรือแม้แต่การจัดการของเสียภายในฟาร์ม เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับของเสีย จะเห็นว่าในปัจจุบันชุมชนได้ตระหนักถึงมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากมูลสัตว์หรือของเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ ก๊าซแอมโมเนียจากมูลสุกรก็เป็นหนึ่งในปัญหาดังกล่าวซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ซึ่งในประเด็นนี้ การใช้พืชสมุนไพรหรือผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรจึงมีความเป็นไปได้ในการลดปัญหาดังกล่าวข้างต้น

ชาเขียว (*Camellia sinensis*) เป็นพืชที่ถูกนำมาบริโภคเป็นเครื่องดื่มมากที่สุดในโลก และสารสำคัญในชาเขียวถูกพบว่ามีประสิทธิภาพต่อการทำงานต่างๆ ภายในร่างกายอย่างมาก และยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพด้วย จากงานวิจัยหลากหลายชิ้นที่ทำการศึกษากับองค์ประกอบทางเคมีของชาเขียว พบว่าในชาเขียวมีสารประกอบโพลีฟีนอลเป็นองค์หลัก พบได้มาก มีงานวิจัยมากมายที่รายงานว่าชาเขียวถูกนำมาใช้เป็นสารต้านความชราภาพ ด้านความเครียดจากออกซิเดชัน ด้านแบคทีเรียก่อโรค การให้อาหารที่มีส่วนผสมของชาเขียวช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในซีรัมและในตับของหนูได้ ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลและการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในไข่แดงของไก่ไข่ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสารแทนนินในชาเขียวสามารถลดระดับแอมโมเนียในมูลนกกกระต่ายได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ดัชนีชี้วัดความเครียดจากออกซิเดชัน ฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียก่อโรค และระดับของแอมโมเนียในมูลสุกร นอกจากนี้ผลงานวิจัยและข้อมูลต่างๆ ในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานส่วนหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรสำหรับระบบการผลิตปศุสัตว์ต่อไปในอนาคต

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้สุกรสายพันธุ์ทางการค้า (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x คูรีโอก) อายุ 11 สัปดาห์ จำนวน 192 ตัว โดยสุกรเหล่านี้ถูกสุ่มเพื่อจัดกลุ่มทดลองออกเป็น 6 กลุ่ม แต่ละกลุ่มทดลองมี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว (เพศผู้ 4 ตัว และเพศเมีย 4 ตัว) โดยให้สุกรในแต่ละกลุ่มทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นที่ใกล้เคียงกัน ทำการเลี้ยงสุกรบนพื้นคอนกรีตในโรงเรือนเปิด สุกรทดลองทั้งหมดได้รับการทำวัคซีนตามมาตรฐานฟาร์มสุกรสำหรับอาหารที่ใช้ในการทดลอง ใช้อาหารสูตรที่มีข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นโภชนาหลัก โดยอาหาร

ทดลองดังกล่าวถูกคำนวณให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพียงพอต่อความต้องการของสุกรในช่วงอายุ 11-16, 17-20 และ 21-24 สัปดาห์ ตามลำดับ อาหารทดลอง 6 กลุ่ม ประกอบด้วย สูตรที่ 1 อาหารพื้นฐานที่ไม่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชา (กลุ่มควบคุม, กลุ่มที่ 1) สูตรที่ 2 อาหารกลุ่มควบคุมที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร (กลุ่มที่ 2) สูตรที่ 3 อาหารกลุ่มควบคุมที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร (กลุ่มที่ 3) สูตรที่ 4 อาหารกลุ่มควบคุมที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร (กลุ่มที่ 4) สูตรที่ 5 อาหารกลุ่มควบคุมที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 400 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร (กลุ่มที่ 5) สูตรที่ 6 อาหารกลุ่มควบคุมที่เสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้าที่ระดับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร (กลุ่มที่ 6) ให้อาหารแก่สุกรแบบเต็มที่และมีที่ให้น้ำอัตโนมัติสำหรับสุกรตลอดระยะเวลาการทดลอง ทำการบันทึกข้อมูลปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราแลกเนื้อ ทุกช่วงอายุ สุ่มสุกร 8 ตัว (เพศผู้ 4 ตัว และเพศเมีย 4 ตัว) ในแต่ละกลุ่มทดลองทุกช่วงอายุเพื่อเก็บตัวอย่างเลือดและมูล ชี้นำจากตัวอย่างเลือดถูกนำไปวิเคราะห์หาอนุมูลอิสระซึ่งแสดงผลด้วยค่า TBARS สำหรับพลาสมาจากตัวอย่างเลือดถูกนำไปวิเคราะห์หาระดับกลูตาไธโอน เอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส เอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเตส และเอนไซม์แคทาเลส นำมูลสุกรมาเพาะเชื้อเพื่อนับจำนวนแบคทีเรีย *Escherichia coli*, *Bifidobacterium* spp. และ *Lactobacilli* spp. นอกจากนี้มูลสุกรยังถูกนำไปวิเคราะห์ระดับแอมโมเนียด้วย และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ตัวอย่างเนื้อ (สันใน) ถูกนำไปวิเคราะห์ปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ข้อมูลทั้งหมดนำเสนอในรูปแบบของค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความแปรปรวน ผลที่ได้จากการทดลองผ่านการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญไว้ที่ $p < 0.05$

ในภาพรวมตลอดระยะเวลาการทดลอง (ช่วง 11-24 สัปดาห์) พบว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาไม่มีผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต อาทิ ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย และอัตราแลกเนื้อ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสุกรในช่วงอายุ 11-16 สัปดาห์ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยในกลุ่มที่เสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้ามีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับสุกรในช่วงอายุ 21-24 สัปดาห์ พบว่าสุกรในกลุ่มที่ได้รับการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีอัตราแลกเนื้อดีกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่า TBARS พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มทดลอง ($p > 0.05$) เช่นเดียวกันกับระดับของกลูตาไธโอนที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง ($p > 0.05$) ในส่วนของเอนไซม์ต้านออกซิเดชัน ผลการศึกษาพบว่าระดับเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเตส และเอนไซม์แคตาเลส ในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ในทางกลับกันพบว่าระดับเอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร็อกซิเดส ในสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีค่าสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากการตรวจนับเชื้อแบคทีเรีย พบว่าสุกรที่อายุ 16 และ 20 สัปดาห์ ในกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกระดับและกลุ่มที่เสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ในมูลน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับเชื้อ *Lactobacillus* spp. พบว่าในมูลของสุกรอายุ 16 สัปดาห์ ในกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกระดับและกลุ่มที่เสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* spp. มากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่สำหรับเชื้อ *Bifidobacterium* spp. พบว่าทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าระดับแอมโมเนียในมูลสุกร ที่อายุ 16, 20 และ 24 สัปดาห์ ในกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200-400 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร และกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และจากผลการทดลอง ยังพบอีกว่าค่า TBA ในเนื้อสันของสุกรในกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกระดับ และกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารเพื่อการผลิตสุกรนั้น ไม่เพียงแต่จะไม่เกิดผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตแล้ว แต่ยังมีศักยภาพช่วยลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อโรค ลดกลิ่นแอมโมเนียในมูล และลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อสัตว์ได้ นอกจากนี้สารสกัดหยาบจากกากชายังสามารถช่วยกระตุ้นให้การทำงานของเอนไซม์ต้านออกซิเดชันในร่างกายเพิ่มสูงขึ้นด้วย โดยเฉพาะเอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร็อกซิเดส ที่ช่วยกำจัดอนุมูลอิสระภายในเซลล์

EXECUTIVE SUMMARY

Nowadays, herbs are necessary for livestock production. Crude powder or crude extract from herbal plants are given to farm animals as feed additives for many purposes such as growth promotion, metabolic modification, disease control and prevention, or even farm waste management. Considering about waste, at present, there are public concern on environmental pollution from manure or waste from animal farm. Ammonia gas from pig manure is one of the problems which contributing to air pollution. At this point, using herb plants or herbal products is possible to alleviate this problem.

Green tea (*Camellia sinensis*) is the most widely consumed beverage in the world, and its active ingredients have been found to possess widespread biologic functions and health benefits. According to many research involving chemical constituents of *Camellia sinensis*, it was found that polyphenolic compounds are the major chemical constituents. There are many reports indicate that *Camellia sinensis* has been used for anti-aging, anti oxidative stress, antibacterial activities. Green tea feeding reduced the serum and liver cholesterol in rats, decreased cholesterol and lipid peroxidation of egg yolk in hens. Moreover, it was found that polyphenolic compounds in *Camellia sinensis* can reduce fecal ammonia level in Japanese quails.

Therefore, this investigation was conducted to examine the effects of crude extract from *Camellia sinensis* on growth performance, oxidative stress marker, antioxidant and anti pathogenic bacteria properties, and fecal ammonia level in pigs. In addition, the results and data profiles from this study will be used for herbal products developing to commercial livestock production system in the future.

In this experiment, 192 commercial hybrid (Largewhite x Landrace x Duroc) pigs aged 11 weeks were assigned to 6 treatment groups in a completely randomized design. Each treatment had 4 replicates accommodating 8 pigs (4 males and 4 females) per replication. The

initial weights of all pigs in each group were similar. The pigs were raised in opened house on concrete floor pens. All pigs received vaccination program following the standard swine practice. The diets used in this experiment were commercial corn-soybean meal based diet. Experimental diets were calculated to have enough nutrients as requirements for pig in period of 11-16, 17-20 and 21-24 weeks of age, respectively. The six dietary treatments were: 1) basal diet without crude extract from *Camellia sinensis* added (control diet, T1), 2) diet supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* 100 milligrams per kilogram feed (T2), 3) diet supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* 200 milligrams per kilogram feed (T3), 4) diet supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* 300 milligrams per kilogram feed (T4), 5) diet supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* 400 milligrams per kilogram feed (T5), and 6) diet containing commercial tannin 300 milligrams per kilogram feed (T6). All diets were given *ad libitum* and all pigs had free access to water for the duration of experiment. Feed intake, body weight gain and feed conversion ratio were recorded in each period. Eight pigs (4 males and 4 females) in each treatment group were randomly selected in each period. Blood and fecal samples were collected. Free radical in serum were analyzed in term of thiobarbituric acid reactive substance (TBARS). Plasma from blood samples were measured the level of glutathione, glutathione peroxidase, superoxide dismutase and catalase activities. *Escherichia coli*, *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacilli* spp. from pig fecal samples were cultured and counted. Moreover, the level of fecal ammonia was determined. In addition, after the experiment was complete, meat samples (*Psoas major* muscle) were collected for lipid peroxidation determination. All data are presented as mean $\pm$ standard error. The effects of treatment were analyzed using analysis of variance (ANOVA) in completely randomized design (CRD). If there were any significant effect, Duncan's new multiple range test was used to compare the individual means. The level of significant difference was set at $p < 0.05$.

For the overall period of the trial (weeks 11-24), there was no effect of any treatment on the growth performance such as feed intake, average daily gain and feed conversion ratio

among groups of study. However, the results showed that average daily gain in the commercial tannin group was significantly decreased ($p<0.05$) compared to those of the control and diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* groups at 11-16 weeks. For 21-24 weeks period, it was found that feed conversion ratio in pigs fed diet supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* 200 milligrams per kilogram feed was significantly lower ($p<0.05$) than those of the control and the commercial tannin groups. There were no significant differences in thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) among treatment groups, likewise, glutathione was not significantly different. For antioxidant enzymes, the results revealed that the superoxide dismutase and catalase activities were not significant difference among groups. On the other hand, glutathione peroxidase enzyme in pigs fed diet supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* 200 milligrams per kilogram feed was significantly higher ($p<0.05$) than those of the other groups. At 16 and 20 weeks of age, it was found that *Escherichia coli* in feces of pigs fed diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* and the commercial tannin groups had significantly lower ($p<0.05$) than that of the control group. Moreover, at 16 weeks, the results showed that *Lactobacillus* spp. in feces of pigs fed diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* and the commercial tannin groups had significantly increased ($p<0.05$) compared to that of the control group. However, in case of *Bifidobacterium* spp., there was no significant difference. In addition, the fecal ammonia was significantly decreased ($p<0.05$) in pigs fed diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* and the commercial tannin groups compared to that of the control group at 16, 20 and 24 weeks of age. Furthermore, it was found that the TBA value in meat (*Psoas major* muscle) of pigs fed diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* and the commercial tannin groups had significantly lower ($p<0.05$) than that of the control group.

According to the above results, in all things, it was found that supplementation crude extract from *Camellia sinensis* in feed for pig production, is not only had no adverse effects on growth performance, but also resulting in the reduction of pathogenic bacteria, ammonia odor in

feces and lipid peroxidation in meat. In addition, *Camellia sinensis* crude extract can stimulate antioxidant enzymes, especially glutathione peroxidase, in the body to defense free radicals in living cells.

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มุ่งเน้นศึกษาถึงผลของการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการผลิต คชนี้ชี้วัดความเครียดจากออกซิเดชัน ฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียก่อโรค และระดับของแอมโมเนียในมูลของสุกร ใช้สุกรสายพันธุ์ทางการค้า (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x คูร์ออก) อายุ 11 สัปดาห์ (น้ำหนักเฉลี่ย 28 กิโลกรัม) จำนวน 192 ตัว แบ่งสุกรออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว (เพศผู้ 4 ตัว และตัวเมีย 4 ตัว) ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ สุ่มให้ได้รับอาหารทดลอง 6 กลุ่ม ดังนี้ อาหารพื้นฐานที่ไม่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชา (อาหารควบคุม, กลุ่มที่ 1) อาหารควบคุมที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 100 (กลุ่มที่ 2) 200 (กลุ่มที่ 3) 300 (กลุ่มที่ 4) 400 (กลุ่มที่ 5) มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร และอาหารควบคุมที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้าที่ระดับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (กลุ่มที่ 6) จากผลการทดลองพบว่าสุกรช่วงอายุ 11-16 สัปดาห์ ในกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยน้อยกว่ากลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกระดับและกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับสุกรช่วงอายุ 21-24 สัปดาห์ พบว่าสุกรกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีอัตราแลกเนื้อดีกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ไม่พบความแตกต่างของค่า TBARS กลูตาไรโอน เอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเตส และเอนไซม์แคทาเลส ระหว่างกลุ่มทดลอง ระดับเอนไซม์กลูตาไรโอน เปอร์ออกซิเดสในสุกรกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีค่าสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และยังพบว่าปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ในมูลของสุกรที่ได้รับการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกระดับและกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* spp. ในมูลของสุกรที่ได้รับการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกระดับและกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สำหรับระดับแอมโมเนียในมูล พบว่าในสุกรกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกระดับและกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีระดับของแอมโมเนียในมูลลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และยังพบว่า TBA value ในเนื้อสันสุกร ในกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบ

จากกาหาทุกระดับและกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

คำสำคัญ: สารสกัดหยาบ, ชา, TBARS, เอนไซม์ต้านออกซิเดชัน, เซลล์แบคทีเรียก่อโรค, แอมโมเนียในมูล, สุกกร

ABSTRACT

This experiment was carried out to investigate the effects of crude extract of *Camellia sinensis* on growth performance, oxidative stress marker, antioxidant and anti pathogenic bacteria properties, and the fecal ammonia level in pigs. A total of 192 commercial hybrid (Largewhite x Landrace x Duroc) pigs aged 11 weeks were divided into 6 treatments, four replicates of eight pigs (4 males and 4 females) each, in a completely randomized design. The six dietary treatments were basal diet without crude extract from *Camellia sinensis* added (control diet, T1), diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* 100 (T2), 200 (T3), 300 (T4), 400 (T5) milligrams per kilogram feed and diet containing commercial tannin 300 milligrams per kilogram feed (T6). The results showed that average daily gain in the commercial tannin group was significantly decreased compared to those of the control and diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* groups ($p<0.05$) at 11-16 weeks. For the 21-24 weeks of age, it was found that feed conversion ratio in pigs fed diet supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* 200 milligrams per kilogram feed was significantly lower ($p<0.05$) than those of the control and the commercial tannin groups. There were no significant differences in thiobarbituric acid reactive substance (TBARS), glutathione, superoxide dismutase and catalase among groups. Glutathione peroxidase in pigs fed diet supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* 200 milligrams per kilogram feed was significantly higher ($p<0.05$) than those of the other groups. It was found that *Escherichia coli* in feces of pigs fed diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* and the commercial tannin groups had significantly lower ($p<0.05$) than that of the control group. Moreover, the results showed that *Lactobacillus* spp. in feces of pigs fed diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* and the commercial tannin groups had significantly increased ($p<0.05$) compared to that of the control group. In addition, the fecal ammonium was significantly decreased ($p<0.05$) in pigs fed diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* and the commercial tannin groups. Furthermore, it was found that the TBA

value in meat (*Psoas major* muscle) of pigs fed diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* and the commercial tannin groups had significantly lower ($p<0.05$) than that of the control group.

Key words: Crude extract, *Camellia sinensis*, TBARS, antioxidant enzymes, pathogenic bacteria, fecal ammonia, pig

บทนำ

ปัจจุบันการใช้สมุนไพรในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ได้รับความสนใจอย่างมาก เนื่องด้วยกระแสความตื่นตัวของผู้บริโภคที่คำนึงถึงสุขภาพและอนามัย รวมถึงการบริโภคผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ปลอดภัยจากการใช้สารปฏิชีวนะต่างๆ ด้วยเหตุดังกล่าวจึงเป็นผลให้มีการนำสมุนไพรมาใช้ทดแทนสารปฏิชีวนะในระดับที่เร่งการเจริญเติบโตของสัตว์ เนื่องจากสมุนไพรมีสารออกฤทธิ์หลายชนิดซึ่งอาจมีส่วนช่วยส่งเสริมให้สัตว์มีการเจริญเติบโตที่ดีและมีสุขภาพแข็งแรง นอกเหนือจากประเด็นของสมรรถภาพการผลิตแล้ว ในอุตสาหกรรมผลิตสุกรยังต้องเผชิญกับปัญหามลภาวะที่มีต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเรื่องกลิ่นแอมโมเนียจากมูลสุกร

ด้วยปัญหาหลักสองประเด็นคือสมรรถภาพการผลิตและปัญหาเรื่องกลิ่นในมูลสุกรนี้ จึงเกิดแนวความคิดที่จะปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตให้ดีขึ้นและพยายามลดความรุนแรงของปัญหากลิ่นแอมโมเนียภายในฟาร์มสุกรให้น้อยลง จึงได้มีการนำผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเขียว (*Camellia sinensis* L.) มาทดสอบ ทั้งนี้เพราะในชาเขียวมีสารสำคัญที่ชื่อว่าคาเทชิน (catechin) ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ จึงอาจช่วยให้สัตว์มีการเจริญเติบโตและมีสุขภาพที่ดีได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสารแทนนินในชาเขียวมีฤทธิ์ในการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นโทษต่อร่างกายสัตว์ได้ ซึ่งอาจเป็นผลทำให้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในทางเดินอาหารของสัตว์ทวีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลต่อเนื่องให้การย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนาในสุกรเกิดขึ้นได้สมบูรณ์มากขึ้น อาจทำให้การปลดปล่อยก๊าซแอมโมเนียที่มาพร้อมกับมูลสุกรลดลง ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงทำการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำสารสกัดหยาบจากกากชามาสกัดลงในอาหารสุกรระยะรุ่นและระยะขุน โดยมุ่งเน้นทดสอบผลต่อสมรรถภาพการผลิต จำนวนจุลินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงระดับแอมโมเนียในมูลสุกร รวมถึงฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในซีรัมและพลาสมาซึ่งจะช่วยให้สุขภาพของสัตว์ดีขึ้น และรวมไปถึงการตรวจการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในเนื้อสุกร ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการรักษาคุณภาพเนื้อสุกรให้นานขึ้น

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรขุน
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาต่อจำนวนจุลินทรีย์และระดับแอมโมเนียในมูลสุกร
3. เพื่อศึกษาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากกากชาในพลาสมาและเนื้อสุกร

ตรวจเอกสาร

ชาและประวัติของชา

ชา (tea) เป็นพืชที่จัดอยู่ในสกุล *Camellia* มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Camellia sinensis* ชาถือกำเนิดในประเทศจีนมาช้านาน ประมาณ 2,000 กว่าปี คนจีนรู้จักชาและคุณค่าของชาอย่างดี ยิ่งถ้ามีกระบวนการเก็บที่ดี พิถีพิถัน ก็จะสามารถผลิตชาที่ดี มีความน่ากินมากขึ้น เช่นเดียวกันกับในประเทศพม่าและประเทศไทยที่ใบชาถูกนำมาใช้อย่างยาวนานพอๆ กับประเทศจีน โดยใบชาถูกใช้ในตำรับยาก่อนที่จะพัฒนามาใช้ชงดื่มเพื่อการบริโภค มีการสันนิษฐานกันว่าแหล่งกำเนิดของชาที่แท้จริงนั้น อยู่บริเวณที่ราบตะวันออกเฉียงใต้ของทิเบต ซึ่งรวมไปถึงมณฑลยูนนานของจีน พม่า ไทย และอินเดีย จากนั้นก็มีการแพร่พันธุ์ไปทั่วในหลากหลายประเทศ ต้นชาสามารถเจริญเติบโตได้สูงถึง 30-40 ฟุต (Weatherstone, 1992)

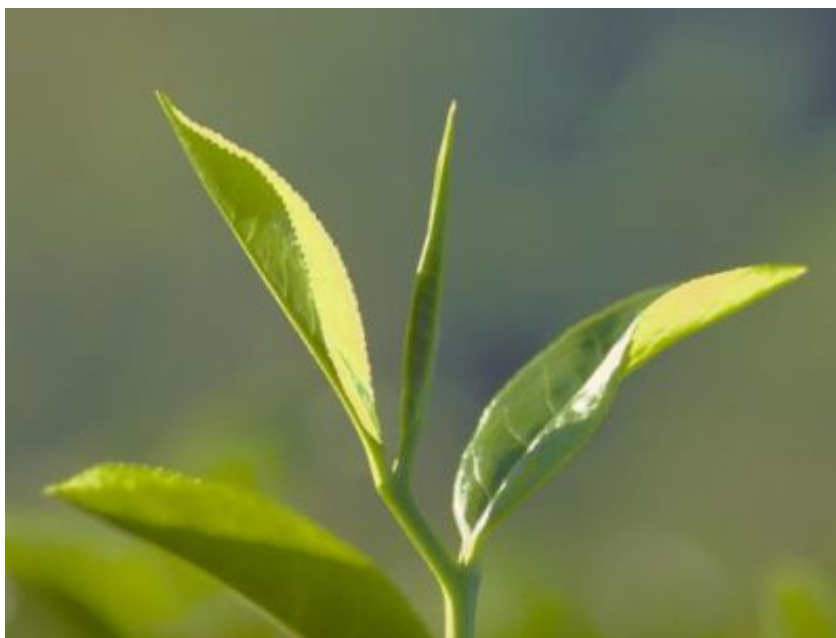
คนจีนดื่มชากันมาตั้งแต่ช่วง ค.ศ. 500 และในช่วงนี้เองได้มีการนำชาออกจากประเทศจีนไปยังประเทศตะวันตกเป็นครั้งแรก โดยพ่อค้าที่ชื่อ Turkish ซึ่งเป็นผู้ที่ทำการแลกเปลี่ยนสินค้ากับพ่อค้าคนจีนในสมัยนั้น ต่อมาในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษ 600 คนจีนได้ให้ความสำคัญกับชามากขึ้น โดยใช้ชาเป็นเครื่องดื่มทางยา นอกจากจะให้สรรพคุณทางยาแล้วยังเป็นเครื่องดื่มกระตุ้นให้ความสดชื่นได้อีกด้วย ต่อมาใน ค.ศ. 780 ได้มีการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชาจีนโดยใช้ชื่อหนังสือว่า Cha Ching ซึ่งเป็นหนังสือที่โด่งดังมากเขียนโดย Lo-Yu เนื้อหาในหนังสือดังกล่าวได้ประมวลเอาวิธีและขั้นตอนการเตรียมใบชา รวมถึงการผลิตชาไว้อย่างดี ในช่วงปี ค.ศ. 960-1127 รัฐบาลจีนได้อนุญาตให้มีการส่งออกชาไปยังมองโกเลียและทิเบตได้เป็นครั้งแรก จากนั้นจีนก็ยังได้ส่งชาไปยังประเทศรัสเซียจนถึงช่วงปลายศตวรรษที่ 17 และช่วงนี้เองก็มีการกระจายชาไปยังประเทศต่างๆ มากมาย ในช่วงศตวรรษที่ 16-17 ชาได้ถูกนำเข้ามายังทวีปยุโรปในประเทศฮอลแลนด์โดยชาวดัตช์ (Dutch) และต่อเนื่องไปยังประเทศอังกฤษ (Weatherstone, 1992)

องค์ประกอบในชา

โดยทั่วไปชาได้รับความนิยมแพร่หลายทั่วโลกในการนำมาบริโภคเป็นเครื่องดื่มบำรุงร่างกาย และพบว่าสารประกอบโพลีฟีนอล (polyphenolic compounds) ในชามีผลต่อการทำงานของร่างกาย มีประโยชน์ต่อสุขภาพ (Juskiewicz et al., 2008)

ชาเขียว (*Camellia sinensis*) (ภาพที่ 1) เป็นชาชนิดหนึ่งที่มีความนิยมมากในปัจจุบัน มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มากมายที่บ่งชี้ว่าชาเขียวและสารในกลุ่มคาเทชิน (catechins) (ภาพที่ 2) โดยเฉพาะสารอีพิกัลโลคาเทชิน แกลเลต (epigallocatechin gallate / epigallocatechin gallate);

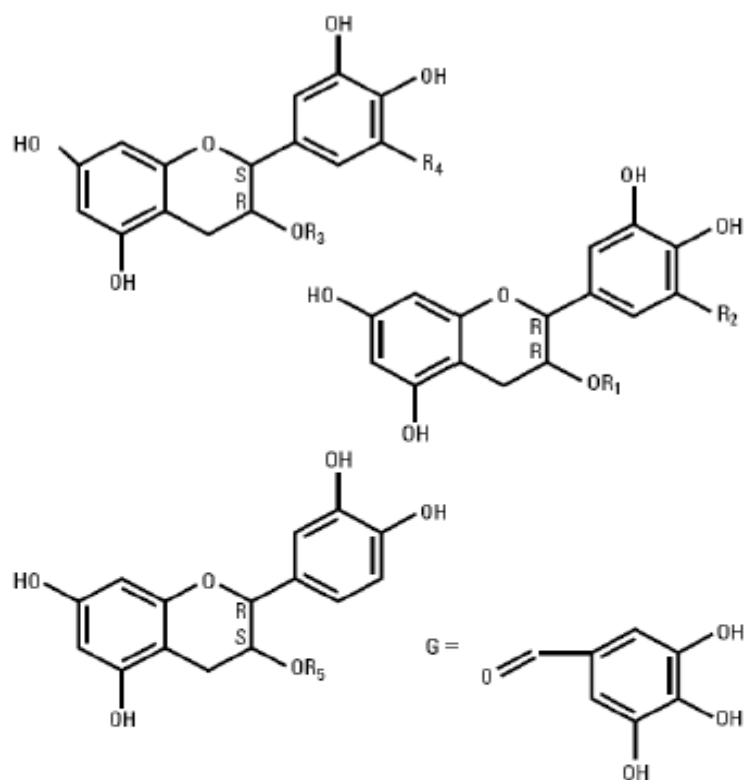
EGCG) (ภาพที่ 3) ในชาเขียว มีฤทธิ์ในการต้านเบาหวาน นอกจากนี้ยังพบว่าชาเขียวและชาขาวมีปริมาณสารโพลีฟีนอลมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชาชนิดอื่นๆ (Juskiewicz *et al.*, 2008)



ภาพที่ 1 ยอดชาเขียว
ที่มา: ภัคดี (2551)

C. sinensis มี 2 varieties (var.) คือ var. *sinensis* ซึ่งมีลักษณะใบเล็ก ลำต้นเป็นแบบพุ่มเตี้ย และ var. *assamica* จะมีลักษณะของใบเป็นใบที่ใหญ่กว่าและเรียวยาว ลำต้นสูง ชาทั้งสองสายพันธุ์นี้มีสารสำคัญที่จัดอยู่ในกลุ่มของฟลาวานอล (flavanols) ได้แก่ epicatechin (EC), epigallocatechin (EGC), epicatechin gallate (ECG) และ epigallocatechin gallate (EGCG) โดยมีระดับของสารสำคัญดังกล่าวอยู่ในช่วงดังต่อไปนี้ ตามลำดับ 1.2-2.8, 3.2-6.4, 2.5-6.0 และ 9.3-15.3% น้ำหนักแห้งของใบชา นอกจากนี้ยังพบว่าชาที่ปลูกในร่มกับชาที่ปลูกกลางแจ้ง มีสัดส่วนของฟลาวานอลและกรดอะมิโนในใบชาแตกต่างกัน คือ ใบชาที่ได้จากการปลูกชาในที่ร่มมีฟลาวานอล 10.5-10.6%, มีกรดอะมิโน 2,078-2,113 มิลลิกรัม/ใบชา 100 กรัม และมีคลอโรฟิลล์ 4.40-4.99 มิลลิกรัม/ใบชา 1 กรัม ในขณะที่ใบชาที่ได้จากการปลูกชาในที่กลางแจ้งจะมีฟลาวานอล 13.1%, มีกรดอะมิโน 1,810 มิลลิกรัม/ใบชา 100 กรัม และมีคลอโรฟิลล์ 3.96 มิลลิกรัม/ใบชา 1 กรัม และยิ่งไปกว่านั้นพบว่าในชาเขียวจะมีสารประกอบที่มีกลิ่นหอม

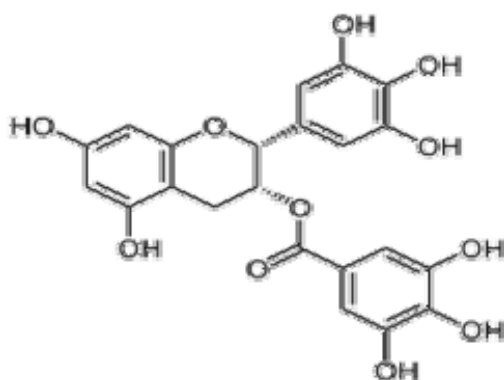
มากมาย อาทิ β -myrcene (จัดอยู่ในกลุ่ม hydrocarbon), linalool (จัดอยู่ในกลุ่ม alcohol), benzaldehyde (จัดอยู่ในกลุ่ม aldehyde), hexanoate (จัดอยู่ในกลุ่ม ester) และอื่นๆ (Takeo, 1992)



Component	Abbrev.	R1	R2	R3	R4	R5
(-)-Epigallocatechin Gallate	(-)-EGCg	G	OH	-	-	-
(-)-Epicatechin Gallate	(-)-ECg	G	H	-	-	-
(-)-Epigallocatechin	(-)-EGC	H	OH	-	-	-
(-)-Epicatechin	(-)-EC	H	H	-	-	-
(-)-Gallocatechin Gallate	(-)-GCg	-	-	G	OH	-
(-)-Gallocatechin	(-)-GC	-	-	H	OH	-
(-)-Catechin Gallate	(-)-Cg	-	-	G	H	-
(+)-Catechin	(+)-C	-	-	-	-	H

ภาพที่ 2 สารในกลุ่ม catechins

ที่มา: The Internet Drug Index (2008)



ภาพที่ 3 โครงสร้าง epigallocatechin gallate

ที่มา: Wikimedia Foundation (2009)

Uganbayar *et al.* (2006) ระบุว่ามีการหลายชนิดที่เป็นองค์ประกอบของสารคาเทชิน ซึ่งสารเหล่านั้น ได้แก่ catechin, epigallocatechin, epicatechin, epigallocatechin gallette และ epicatechin gallette ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของสารคาเทชินในผงชาเขียว (% , dry matter basis)

องค์ประกอบสารคาเทชิน	แหล่งที่มาของชาเขียว		
	ประเทศเกาหลี	ประเทศญี่ปุ่น	ประเทศจีน
Catechin	0.88	0.68	0.62
Epigallocatechin	1.46	1.39	1.71
Epicatechin	1.44	1.87	1.46
Epigallocatechin gallette	10.61	10.60	8.96
Epicatechin gallette	1.37	1.06	1.30
Total	15.73	15.60	14.05

ที่มา: Uganbayar *et al.* (2006)

สรรพคุณและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่สำคัญของชา

ปวิณ (2545) รายงานว่าการดื่มชาจะช่วยป้องกันโรคมะเร็งไข้เจ็บต่างๆและทำให้อายุยืน เพราะชาเป็นแหล่งรวมของสาร antioxidant polyphenols เช่น catechins เป็นต้น ซึ่งสามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้ ช่วยลดโคเลสเตอรอล และป้องกันการอุดตันของหลอดเลือดด้วย นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งและหยุดยั้งการแพร่กระจายของมะเร็งอีกด้วย คุณสมบัติที่ชัดเจนอีกอย่างหนึ่งของชาก็คือช่วยรักษาโรคเหงือกและป้องกันฟันผุ

Fujiki *et al.* (1992) แนะนำว่าการดื่มชาเขียวในปริมาณมากๆ (10 แก้วต่อวัน หรือมากกว่านี้) สามารถช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งได้ และยังพบว่าชาเขียวมีคุณสมบัติช่วยลดความเครียดจากออกซิเดชัน (oxidative stress) ได้อีกด้วย (Sabu *et al.*, 2002)

Yoda *et al.* (2004) ได้นำเอาสารอีพิแกลโลคาเทชิน แกลเลท (epigallocatechin gallate) ที่สกัดได้จากชามาทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียต่างๆ ในหลอดทดลอง (*in vitro*) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า epigallocatechin gallate มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียได้หลายชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhi*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Serratia marcescens*

Taguri *et al.* (2006) ได้นำเอาพืชหลากหลายชนิดมาทำการศึกษาฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรีย ซึ่งใบชาก็เป็นหนึ่งในพืชเหล่านั้น ซึ่งพบว่าใบชามีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียหลายชนิด เช่น เชื้อแบคทีเรียในกลุ่มแกรมลบ (gram-negative bacteria) และเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม Enterobacteriaceae เป็นต้น

Mbata (2007) ได้ทำการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียของชาจากประเทศไนจีเรียและจากประเทศเคนย่า โดยใช้ชาในรูปแบบของสารสกัดที่ได้จากผลิตภัณฑ์ชา (tea bags) ใน 3 ระดับความเข้มข้นคือ 5, 10 และ 20% สารสกัดชา ทำการทดลองโดยใช้ agar-gel diffusion method กับเชื้อแบคทีเรีย 6 ชนิด ได้แก่ เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*, เชื้อ *Staphylococcus aureus*, เชื้อ *Vibrio cholerae*, เชื้อ *Salmonella* sp., เชื้อ *Proteus* sp. และเชื้อ *Escherichia coli* ผลจากการศึกษาดังกล่าวพบว่าสารสกัดชาจากทั้ง 2 ประเทศ แสดงผลในการต้านเชื้อแบคทีเรีย 4 ชนิด คือ เชื้อ *S. aureus*, เชื้อ *V. cholerae*, เชื้อ *Proteus* sp. และ เชื้อ *E. coli* และการตอบสนองของสารสกัดชาต่อการต้านเชื้อแบคทีเรียพบว่าเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสารสกัดชา

Su *et al.* (2008) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดชาเขียวในการต้านเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรค โดยใช้สารสกัดชาเขียวทางการค้า (TEAVIGO™) 4 ระดับ (100 200 300 และ 400 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) ซึ่งมี

ปริมาณสาร EGCG 94% ร่วมกับเชื้อแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ (*Lactobacillus acidophilus* L10, *Bifidobacterium* B94 และ *Lactobacillus casei* L26) ต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Streptococcus pyogenes* ในหลอดทดลอง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ TEAVIGO™ ร่วมกับเชื้อแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ ส่งผลให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Streptococcus pyogenes* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงแรกของการทดลอง (ที่ 4 ชั่วโมง) และตอบสนองตามความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวที่สูงขึ้น

Aoshima *et al.* (2006) รายงานว่าสารสกัดจากชาสามารถช่วยเปลี่ยนให้ซูปเปอร์ออกไซด์กลายเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้เร็วขึ้น แล้วเปลี่ยนไปเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายแก่เซลล์ได้ในที่สุด ซึ่งการทำงานดังกล่าวมีฤทธิ์เหมือนการทำงานของเอนไซม์ซูปเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเตส ภายในร่างกาย จึงสามารถสรุปได้ว่าสารสกัดจากชาสามารถลดอนุมูลอิสระได้ โดยมีฤทธิ์ในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

การใช้ชาในการผลิตผลิตภัณฑ์

อรทัย และคณะ (2547ก) ได้ศึกษาถึงการใช้สมุนไพรแทนนินสูง (ใบชา) ต่อการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์พันธุ์ของนกกะทาญี่ปุ่น จากผลการศึกษาดังกล่าวพบว่าการเสริมใบชาในสูตรอาหารที่ระดับ 1 2 3 และ 4% ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหาร และความชื้นในมูล รวมถึงน้ำหนักรังไข่และน้ำหนักอวัยวะ อย่างไรก็ดี พบว่าการเสริมใบชาที่ระดับ 4% ในสูตรอาหาร มีผลช่วยลดระดับแอมโมเนียในมูลของนกกะทาญี่ปุ่นได้ต่างจากกลุ่มทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.042$)

อรทัย และคณะ (2547ข) ได้ทำการศึกษาการใช้สมุนไพรแทนนินสูง (ใบชา) ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ของนกกะทาญี่ปุ่น พบว่าการใช้ใบชาในสูตรอาหารที่ระดับ 1 2 3 และ 4% มีผลทำให้ความเข้มข้นของไข่แดงนกกะทาญี่ปุ่นมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการใช้ใบชาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.0001$) ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าการใช้ใบชาในสูตรอาหารที่ระดับ 3% และ 4% สามารถช่วยลดระดับแอมโมเนียในมูลได้

Tang *et al.* (2002) ได้ทำการเสริมสาร catechins ที่สกัดได้จากชาเขียว ลงในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 50, 100, 200 และ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร พบว่าทุกกลุ่มทดลองที่มีการเสริม catechins สามารถช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อไก่ได้ และสามารถเก็บรักษาเนื้อในตู้แช่ -20 ได้นานถึง 1 ปี และทุกกลุ่มทดลองที่มีการเสริม catechins ยังช่วยรักษาระดับของวิตามินอีในเนื้อไก่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเฉพาะที่ระดับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร

Yang *et al.* (2003) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้กากชาเขียวต่อสมรรถภาพการผลิตและองค์ประกอบซากของไก่เนื้อ ผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่มีการเสริมยาปฏิชีวนะมีน้ำหนักตัวเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่มีการเสริมกากชาเขียวในระดับ 0.5 1 และ 2% อย่างไรก็ตาม พบว่าการเสริมกากชาเขียวในสูตรอาหารมีแนวโน้มช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลชนิด LDL ในกระแสเลือดได้ และยังช่วยเพิ่มระดับกรดไขมันโคโคซาเฮกซาโนอิก (docosahexaenoic acid; DHA) ในพลาสมาได้ด้วย และมีแนวโน้มในการลดระดับโคเลสเตอรอลในเนื้อไก่ได้เช่นเดียวกัน ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าค่า TBA ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในกลุ่มที่มีการเสริมกากชาเขียวและกลุ่มที่มีการเสริมยาปฏิชีวนะ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณไขมันในช่องท้องเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในกลุ่มที่มีการเสริมกากชาเขียว เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

Mason *et al.* (2005) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากชาเขียว (40% epigallocatechingallate, 24% epigallocatechin, 12% epicatechingallate และ 10% epicatechin) โดยการเสริมลงในอาหารสำหรับสุกร ผลปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างทางสถิติในแง่ของสมรรถภาพการผลิต แต่กลับพบว่าการเสริมสารสกัดจากชาเขียวมีผลช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในเนื้อสุกรได้

Uganbayar *et al.* (2006) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลของการใช้ชาเขียวจากเกาหลี่ ญี่ปุ่น และจีน ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ โดยผลการทดลองปรากฏว่าอัตราการผลิตไข่ของแม่ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของชาเขียว ทั้งที่ระดับ 1 และ 2% (ทั้ง 3 แหล่ง) มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่พบว่าอาหารที่เสริมด้วยชาเขียวจีนในระดับ 1% มีผลทำให้น้ำหนักไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่าอาหารที่เสริมด้วยชาเขียวเกาหลี่และชาเขียวญี่ปุ่นในระดับ 2% และชาเขียวจีนในระดับ 1 และ 2% ไปลดการกินได้ของแม่ไก่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้พบว่าความหนาของเปลือกไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมชาเขียวญี่ปุ่นในระดับ 1 และ 2% และที่สำคัญพบว่าการเสริมชาเขียวเกาหลี่ ญี่ปุ่น และจีน ลงในอาหารมีแนวโน้มช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในไข่แดงได้ ซึ่งปรากฏผลชัดเจนในกรณีที่มีการเสริมชาเขียวจีนในระดับ 1 และ 2%

Ko *et al.* (2008) ได้ทำการศึกษาถึงผลของการใช้กากชาเขียว (green tea by-product) ที่ระดับ 0.5% และโปรไบโอติกชาเขียว (green tea probiotics) ที่ระดับ 0.5% ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพเนื้อ และการตอบสนองของภูมิคุ้มกันในสุกรขุน จากผลการศึกษาพบว่าสุกรในแต่ละกลุ่มทดลองมีปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่ม น้ำหนักตัวสุดท้าย และอัตราแลกเนื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ระดับโคเลสเตอรอลในเนื้อของแต่ละกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าค่า TBA ในเนื้อของสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมโปรไบโอติกชาเขียวที่ระดับ

0.5% และกลุ่มที่ได้รับการเสริมกากชาเขียวที่ระดับ 0.5% มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อนุมูลอิสระ

กฤษ (2547) ได้สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับการเกิดอนุมูลอิสระไว้ว่า ในธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ทั้งพืชและสัตว์ จะเกิดความเครียดจากออกซิเดชัน (oxidative stress) ได้เสมอ ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวนี้อาจเกิดจากโมเลกุลของสารอนุมูลอิสระ (free radical) โดยสารอนุมูลอิสระถูกผลิตขึ้นโดยกลไกของเซลล์ปกติ ที่เกิดจากโมเลกุลของออกซิเจนซึ่งมีอิเล็กตรอนไม่เป็นคู่หรืออิเล็กตรอนวงนอกสุดที่มีอยู่เพียงตัวเดียว (unpaired electron) ซึ่งจะไม่เสถียรและมีคุณสมบัติทางประจุไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไป โมเลกุลออกซิเจนดังกล่าวพยายามทำให้ตัวเองเสถียรโดยทำปฏิกิริยากับโมเลกุลขององค์ประกอบเซลล์ข้างเคียง เช่น ไขมัน โปรตีน เป็นต้น เมื่อสารอนุมูลอิสระไปดึงอิเล็กตรอนอีกตัวหนึ่งจากโมเลกุลข้างเคียง ก็จะทำให้โมเลกุลข้างเคียงขาดอิเล็กตรอน ซึ่งทำให้เกิดสารอนุมูลอิสระโมเลกุลใหม่ขึ้นมา เกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนทำให้โครงสร้างเซลล์เสียหาย ปฏิกิริยาลูกโซ่ที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันนี้ เรียกว่า “chain reaction” อาจกล่าวได้ว่า oxidative stress เป็นความเครียดที่เกิดจากการสะสมของ reactive oxygen species (ROS) ซึ่งมีความสามารถในการทำลายเซลล์ได้

สำหรับแหล่งของ ROS อาจเกิดจากทั้งปัจจัยภายนอกและภายในของตัวสัตว์ โดยปัจจัยภายนอก ได้แก่ มลพิษ โอโซน หรือแสง UV ส่วนปัจจัยภายใน ได้แก่ เอนไซม์ myeloperoxidase, เอนไซม์ xanthine oxidase, เอนไซม์ในกลุ่ม lipooxygenases หรืออาจเกิดจากระบบขนส่งอิเล็กตรอนในไมโทคอนเดรียได้ด้วย oxidative stress ยังเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา peroxidation ซึ่ง free radical จะดึงเอาอิเล็กตรอนจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาว (polyunsaturated fatty acids, PUFAs) ที่เป็นองค์ประกอบของ lipid bilayers ในผนังเซลล์ ซึ่งจะเรียกกระบวนการนี้ว่า “lipid peroxidation” ROS จะชอบจับที่บริเวณพันธะคู่ของคาร์บอนอะตอม 2 ตัว ในกรดไขมันไม่อิ่มตัว การที่ไฮโดรเจนอะตอมที่เชื่อมกับคาร์บอนที่พันธะคู่ถูกดึงอิเล็กตรอนไป 1 ตัว จึงมีอิเล็กตรอนเหลืออีก 1 ตัว ซึ่งจะกลายเป็น free radical ใหม่ และเมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจน จะได้เป็น peroxy radical ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ไปเรื่อยๆ

ในร่างกายคนและสัตว์มีสารอนุมูลอิสระหลายชนิด ส่วนใหญ่จะเป็น oxygen free radical หรือ ROS เช่น superoxide anion ($O_2^{\bullet -}$), hydroxyl radical ($HO^{\bullet}$), hydrogen peroxide (H_2O_2) เป็นต้น

Superoxide anion เกิดขึ้นเมื่อก๊าซออกซิเจนได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นอีก 1 ตัว ทำให้โมเลกุลมีอิเล็กตรอนเดี่ยว 1 ตัว ภายในไมโทคอนเดรียจะเกิด superoxide anion มากมาย ขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนที่ผ่านเข้ามาในไมโทคอนเดรีย

Hydroxyl radical เป็นอนุมูลที่มีฤทธิ์ทำลายมากที่สุด เกิดจากการรวมกันของ superoxide anion และ hydrogen peroxide

Hydrogen peroxide เกิดจากปฏิกิริยาในร่างกายหลายอย่าง ซึ่งถูกเปลี่ยนเป็น hydroxyl radical ที่รุนแรง เอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) จำเป็นในการเปลี่ยนกลูตาไธโอน (glutathione) เป็นในรูปออกซิไดส์ กลูตาไธโอน (oxidized glutathione) ซึ่ง hydrogen peroxide จะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำ

Yamamoto *et al.* (2003) ระบุว่า ROS เป็นผลผลิตจากกระบวนการเมแทบอลิซึม (แบบใช้ออกซิเจน) ของร่างกายโดยปกติ ภายในเซลล์ส่วนใหญ่ ROS ถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการขนส่งอิเล็กตรอนในไมโทคอนเดรีย (mitochondrial electron transport)

สารต้านอนุมูลอิสระ

กฤษ (2547) ได้อธิบายถึงระบบต้านออกซิเดชั่น (antioxidant) และได้ให้แนวทางการใช้สมุนไพรในการเป็นสารต้านออกซิเดชั่น ดังนี้

ในสภาพร่างกายปกติของคนและสัตว์จะมีระบบต้านออกซิเดชั่นอยู่ โดยทำหน้าที่ทำลายอนุมูลอิสระที่สร้างขึ้น เช่น ป้องกันการทำลายไขมันจากกระบวนการ peroxidation สารต้านอนุมูลอิสระมีประสิทธิภาพในการให้อิเล็กตรอนของโมเลกุลตัวมันเองแก่อนุมูลอิสระ ทำให้อนุมูลอิสระดังกล่าวมีความเสถียรมากขึ้น ไม่ต้องไปดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่นๆ ของเซลล์ ส่วนสารต้านอนุมูลอิสระที่เสียอิเล็กตรอนไปแล้วก็จะกลายเป็นอนุมูลอิสระรูปแบบหนึ่งที่ไม่เป็นอันตรายกับเซลล์ เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระมีความสามารถในการปรับตัวจากการเสียอิเล็กตรอนได้

สารต้านอนุมูลอิสระ พบได้ในพืชสมุนไพรหลากหลายชนิด รวมถึงผักและผลไม้ด้วย ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระที่พบจะอยู่ในรูปของสารที่เรียกว่า physiochemical substrates ตัวอย่างเช่น

1. Isoprenoid derivatives ได้แก่ carotenoids และ tocopherols
2. Phenolic substances เป็นกลุ่มที่มีมากที่สุด ซึ่งประกอบด้วย polyphenol และ flavonoids
 flavonoids ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่
 - flavones เช่น luteolin ใน parsley และ thyme
 - flavanones เช่น naringenin ในผลไม้ตระกูลส้มที่มีวิตามินซี

- flavonols เช่น quercetin ในหัวหอม บร็อกโคลี่ แอปเปิ้ล เชอร์รี่ เบอร์รี่ ชาเขียว และไวน์แดง
- flavonol เช่น taxifolin
- isoflanones เช่น genistein ในพืชตระกูลถั่ว
- flavan-3-ols เช่น epicatechin
- anthocyanidine เช่น cyanidins ในเชอร์รี่ องุ่น กระเจี๊ยบแดง
- catechins เช่น แอปเปิ้ลและชา

3. สารประกอบที่มีโครงสร้างของกรดอะมิโน เช่น กลูตาไธโอน (glutathione)

4. กรดไขมัน

5. แร่ธาตุ เช่น ซีลีเนียม

ในร่างกายคนและสัตว์ก็มีสารต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกัน เซลล์ต่างๆ ของร่างกายจะมี antioxidant defenses อยู่ 2 ชั้น ชั้นแรกพบในเยื่อผนังเซลล์ที่ละลายในไขมัน เช่น วิตามินอี เบต้าแคโรทีน และโคเอนไซม์คิว 10 โดยวิตามินอีสำคัญที่สุดในการลด chain reaction ของสารอนุมูลอิสระ จึงช่วยป้องกันผนังเซลล์ไม่ให้ถูกทำลาย ส่วนภายในเซลล์จะมี antioxidant scavengers ซึ่งละลายน้ำในเซลล์ช่วยอีกชั้นหนึ่ง เช่น วิตามินซี เอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) เอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเตส (superoxide dismutase) และเอนไซม์แคทาเลส (catalase)

Yamamoto *et al.* (2003) รายงานว่า ในร่างกายจะมีกระบวนการปรับสมดุลจาก ROS ที่เกิดขึ้น โดยกลไกหลักที่ทำหน้าที่ควบคุมสมดุลดังกล่าวก็คือการทำหน้าที่ของเอนไซม์ต้านออกซิเดชั่น (antioxidant enzymes) ภายในเซลล์ ซึ่งได้แก่ เอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) และเอนไซม์ catalase (CAT) โดยเอนไซม์ทั้งสองตัวนี้จะร่วมกันเปลี่ยนอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ (superoxide radicals) ให้กลายเป็นไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ก่อนในเบื้องต้น แล้วเปลี่ยนให้กลายเป็นโมเลกุลของน้ำและออกซิเจนในที่สุด นอกจากนี้ยังมีการทำงานของเอนไซม์ตัวอื่นๆ ด้วย ได้แก่ เอนไซม์ glutathione peroxidase และเอนไซม์ thioredoxin reductase

จุลินทรีย์ในทางเดินอาหารของสุกร

ลูกสุกรระยะแรกคลอดจะปราศจากจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร และจะมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารในระยะหลังคลอดเป็นต้นมา จนกระทั่งมีการพัฒนาของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารเรื่อยมาจนถึงสภาวะที่สมดุล โดยจุลินทรีย์เหล่านี้จะส่งผลต่อสุขภาพและสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกร รวมถึงป้องกันการรุกรานของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคด้วย นอกจากนี้ยังมีผลต่อการสร้างวิตามินที่จำเป็นบางชนิดและกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acids) อีกด้วย ภายในทางเดินอาหารจัดว่าเป็นระบบนิเวศวิทยาอย่างหนึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่อย่างไรก็ตามร่างกายสามารถปรับระบบดังกล่าวนี้ให้อยู่ในสภาวะสมดุลได้ ถึงแม้ว่าจะมีปัจจัยต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย อาทิ อาหาร สรีรวิทยาของสัตว์ และจุลินทรีย์ต่างๆ (Conway, 1999)

ในทางเดินอาหารส่วนท้าย ประกอบด้วยส่วนที่เป็นลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ ซึ่งจะเป็นบริเวณที่มีการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ บริเวณดังกล่าวนี้จะมีประชากรของจุลินทรีย์หนาแน่นมากกว่าบริเวณอื่นๆ และส่วนใหญ่จะเป็นเชื้อแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) ได้แก่ แบคทีเรียในกลุ่ม *Streptococci*, *Lactobacilli*, *Prevotella*, *Selenomonas*, *Mitsuokella*, *Megasphaera*, *Clostridia*, *Eubacteria*, *Fusobacteria*, *Acidodaminococci* and *Enterobacteria* เศษเหลือของอาหารที่ผ่านการย่อยและดูดซึมจากลำไส้เล็กแล้ว เช่น โพลีแซคคาไรด์ โอลิโกแซคคาไรด์ และ sugar monomers เป็นต้น จะถูกส่งต่อมายังลำไส้ใหญ่ และเกิดกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ให้ได้เป็นกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acids) ได้แก่ กรดอะซิติก (acetic acid), กรดโพรพิโอนิก (propionic acid), กรดบิวทีริก (butyric acid) และกรดวาเลอริก (valeric acid) นอกจากนี้ยังได้แลคเตท (lactate) และก๊าซต่างๆ ด้วย (Jensen, 2001)

แอมโมเนียในมูลสุกร

ถึงแม้ว่าการผลิตสุกรเพื่อการค้าในปัจจุบันได้เจริญก้าวหน้าไปมาก แต่หนึ่งก็ยังนำมาซึ่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นั่นคือปัญหามลภาวะทางอากาศ ที่มีสาเหตุมาจากมูลและของเสียจากฟาร์มสุกร ซึ่งคนในสังคมและชุมชนต่างตระหนักถึงปัญหานี้ดี และพยายามที่จะลดและบรรเทาปัญหาดังกล่าวลง มีงานวิจัยมากมายที่ทดลองลดระดับกลิ่นในมูลสุกรลง อาทิ การปรับระดับโปรตีนในสูตรอาหาร การใช้เซลล์ูโลสในสูตรอาหาร หรือแม้แต่การปรับระดับโปรตีนและใช้เซลล์ูโลสร่วมกัน (Kerr *et al.*, 2006) และนอกจากนี้ยังมีการปรับองค์ประกอบของอาหารด้วย (Jensen, 2001)

ในมูลสุกรประกอบไปด้วยสารต่างๆ มากมายหลายชนิด แต่องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ไนโตรเจนแอมโมเนียม (NH_4^+) สารประกอบอินทรีย์ระเหยได้ (volatile organic compounds, VOC) ซึ่งส่งกลิ่นรบกวน

สภาพแวดล้อม (Zhan *et al.*, 1997) ในมูลสุกรจะมีไนโตรเจนที่หลงเหลือจากการใช้ประโยชน์แล้ว ซึ่งจะมีการปลดปล่อยก๊าซแอมโมเนียและสารประกอบอินทรีย์ระเหยได้ออกสู่อากาศและสิ่งแวดล้อม (Miner, 1999) การเผชิญกับกลิ่นมูลและกลิ่นแอมโมเนียที่รุนแรงเป็นสาเหตุทำให้ระบบทางเดินหายใจและตาเกิดการระคายเคือง มีอาการปวดศีรษะ อารมณ์แปรปรวนและหงุดหงิดได้ง่าย (Schiffman, 1998) และยังมีรายงานว่า การเพิ่มสูงขึ้นของระดับแอมโมเนียภายในคอกที่การระบายอากาศไม่ดีพอ มีผลทำให้การเข้าสู่วัยสาว (puberty) ของสุกรสาวช้ากว่าปกติ (Otto, 2003)

ในมูลสุกรไม่เพียงแต่มีแอมโมเนียเท่านั้น ยังมีสารอื่นๆ อีก ที่มาจากโปรตีน เปปไทด์ และกรดอะมิโน ที่หลงเหลือหลังจากการย่อยและดูดซึม สารเหล่านี้ ได้แก่ ฟีนอล (phenols), เอทานอล (ethanol), อินโดลส์ (indoles), ซัลไฟด์ (sulphides), เอมีน (amines) และเมอแคปแทน (mercaptans) ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นในมูลสุกรได้เช่นกัน (Jensen, 2001)

วิธีดำเนินการวิจัย

สัตว์ทดลอง

ในการศึกษาการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในสุกรขุนนี้ ใช้สุกรอายุ 11 สัปดาห์ (น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 28 กิโลกรัม) เป็นลูกผสม 3 สายพันธุ์ (Largewhite x Landrace x Duroc) จำนวน 192 ตัว โดยแบ่งสุกรออกเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 8 ตัว สุ่มให้ได้รับอาหารทดลองที่แตกต่างกัน ทำการทดลองใน 3 ช่วงอายุ คือ 11-16, 17-20 และ 21-24 สัปดาห์

อาหารทดลอง

สุกรถูกสุ่มให้ได้รับอาหารทดลองที่แตกต่างกัน 6 กลุ่ม (ตารางที่ 2) ที่มีระดับสารอาหารต่างๆ ตามความต้องการของสุกรในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตที่แนะนำโดย NRC (1998) ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาของอาหารทดลองแต่ละช่วงอายุแสดงในตารางที่ 3 อาหารทดลองแต่ละกลุ่มทดลองในแต่ละช่วงอายุถูกสุ่มเก็บมา เพื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนา โดย proximate analysis ตามวิธีการของ AOAC (1990)

ตารางที่ 2 อาหารทดลองสุกรทั้ง 6 กลุ่ม

กลุ่มทดลอง	อาหารทดลอง
กลุ่มที่ 1	อาหารพื้นฐานที่ไม่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชา (อาหารควบคุม)
กลุ่มที่ 2	อาหารควบคุมที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร
กลุ่มที่ 3	อาหารควบคุมที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร
กลุ่มที่ 4	อาหารควบคุมที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร
กลุ่มที่ 5	อาหารควบคุมที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 400 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร
กลุ่มที่ 6	อาหารควบคุมที่เสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้าที่ระดับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาของอาหารทดลองในแต่ละช่วงอายุสุกร

ส่วนประกอบของอาหาร	11-16 สัปดาห์	17-20 สัปดาห์	21-24 สัปดาห์
ปลายข้าว	-	6.99	9.48
ข้าวโพด	42.46	28.95	16.62
รำละเอียด	10.86	5.49	6.77
ปลาป่น (60% CP)	4.94	2.00	1.81
กากมันสำปะหลัง	13.82	25.96	37.92
น้ำมันปาล์ม	0.69	1.00	0.90
กากถั่วเหลือง (44% CP)	23.70	25.96	23.02
เกลือ (NaCl)	0.26	0.35	0.36
แอล-ไลซีน	0.20	0.18	0.09
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.08	0.12	0.13
แอล-ทรีโอนีน	0.10	0.10	0.09
โมโนแคลเซียมฟอสเฟต (P=20%)	0.89	0.90	0.81
พรีมิกซ์	2.00	2.00	2.00
รวม	100	100	100
องค์ประกอบของโภชนาจากการคำนวณ (%)			
โปรตีน	17	16	15
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี/กก.)	3100	3100	3200
ไขมัน	4.0	4.0	4.5
เยื่อใย	3	3	3.5
แคลเซียม	1	1	1
ฟอสฟอรัส	0.7	0.7	0.7
ไลซีน	1.15	1.07	0.98
เมทไธโอนีน+ซิสทีน	0.68	0.66	0.62
ทรีปโตเฟน	0.28	0.28	0.28
ทรีโอนีน	0.21	0.21	0.19

การเลี้ยงและการจัดการ

ทำการเลี้ยงสุกรเป็นเวลาทั้งสิ้น 13 สัปดาห์ เริ่มตั้งแต่สุกรอายุ 11 สัปดาห์ จนถึงอายุ 24 สัปดาห์ ดำเนินการเลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชุด ใน 3 ช่วงอายุ ได้แก่ ช่วงอายุที่ 11-16, 17-20 และ 21-24 สัปดาห์ สุกรได้รับอาหาร 2 เวลา คือ 06.30 และ 17.00 น. โดยการให้อาหารแต่ละครั้งนั้น อาหารถูกให้อาหารในปริมาณมากพอสมควรเพื่อให้สุกรสามารถกินได้อย่างเต็มที่ (*ad libitum*) และมีน้ำดื่มอย่างเพียงพอตลอดเวลาจากที่ให้น้ำอัตโนมัติภายในคอก เลี้ยงสุกรในคอกพื้นคอนกรีต ภายในโรงเรือนระบบเปิดที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และสุกรทั้งหมดได้รับการทำวัคซีนตามโปรแกรมวัคซีนตามมาตรฐานฟาร์มสุกร

อุปกรณ์และสารเคมี

1. รางใส่อาหาร
2. ที่ให้น้ำอัตโนมัติ
3. Ear tag
4. ถังมือ
5. ถังพลาสติกเก็บตัวอย่างอาหาร
6. ถังพลาสติกใส่มูลสุกร
7. ภาชนะใส่มูลสุกร
8. เข็มฉีดยา
9. ไซริงค์
10. หลอดเก็บตัวอย่างเลือด
11. Micropipette
12. Micropipette tip
13. Eppendorf
14. อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย
15. จานเพาะเชื้อแบคทีเรีย
16. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์แอมโมเนีย
17. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์อนุโมลิอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ
18. ตู้เย็น
19. ตู้แช่ -20 และ -80 องศาเซลเซียส

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งสารเคมี
2. เครื่องชั่งอาหาร
3. เครื่องชั่งสุกร
4. เครื่องผสมอาหาร
5. เครื่องกลั่นโปรตีน
6. ชุดเครื่องมือสำหรับ proximate analysis
7. pH meter
8. Homogenizer
9. Spectrophotometer

แผนการทดลอง

ในการศึกษานี้ ได้วางแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยใช้ลูกสุกรอายุ 11 สัปดาห์ จำนวน 192 ตัว แบ่งสุกรออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว (เพศผู้ 4 ตัว และเพศเมีย 4 ตัว) สุ่มให้ได้รับอาหารทดลองที่แตกต่างกัน ทำการทดลองใน 3 ช่วงอายุ คือ 11-16, 17-20 และ 21-24 สัปดาห์

การศึกษาศมรรถภาพการผลิต

ทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 3 ช่วงอายุ คือ 11-16, 17-20 และ 21-24 สัปดาห์ โดยบันทึกน้ำหนักตัว เริ่มต้นและสุดท้ายของแต่ละช่วงอายุ ปริมาณอาหารที่กิน เพื่อคำนวณสมรรถภาพการผลิต ได้แก่ ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake, FI) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย (average daily gain, ADG) และอัตราแลกเนื้อ (feed conversion ratio, FCR) ของสุกรในแต่ละกลุ่มทดลอง ดังนี้

$$\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม/ตัว/วัน)} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่ให้} - \text{ปริมาณอาหารที่เหลือ}}{\text{จำนวนสุกรทั้งหมด}}$$

$$\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย (กิโลกรัม/ตัว/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวสุดท้าย} - \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้น}}{\text{จำนวนสุกรทั้งหมด}}$$

$$\text{อัตราแลกเนื้อ} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}$$

การศึกษาดัชนีชีวิตอนุมูลอิสระและการต้านอนุมูลอิสระ

สำหรับการศึกษาดัชนีชีวิตอนุมูลอิสระและการต้านอนุมูลอิสระนี้ ทำโดยสุ่มเก็บตัวอย่างเลือดสุกรที่อายุ 11, 16, 20 และ 24 สัปดาห์ จากทุกกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 8 ตัว ทำการเก็บเลือดบริเวณคอของสุกรจากหลอดเลือด jugular vein ปริมาตร 8-10 มิลลิลิตร แยกเก็บทั้งซีรัมและพลาสมา ตัวอย่างซีรัมถูกนำไปวิเคราะห์หาระดับของ malondialdehyde (MDA) ซึ่งเป็น by-product ที่เป็นอนุมูลอิสระตัวหนึ่งที่ถูกผลิตขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ด้วยวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Uchiyama and Mihara (1978), Ohkawa *et al.* (1979) และ Asakawa and Matsushita (1980) โดยแสดงผลออกมาในรูปของค่า thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) หรือเรียกย่อๆ ว่า TBA value ส่วนพลาสมานั้นถูกนำไปตรวจหาระดับของโปรตีน (ไทรอปโตฟ) ที่มีฤทธิ์ในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ glutathione ตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Ellman (1959) เอนไซม์ glutathione peroxidase ตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Tappel (1978) และ Armstrong (1998) เอนไซม์ superoxide dismutase ตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Mccord and Fridovich (1969) และเอนไซม์ catalase ตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Beers and Sizer (1951) และ Aebi (1984) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ได้สุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อสัน (*Psoas major muscle*) ของสุกรแต่ละกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 8 ตัว เพื่อตรวจวัด TBA value (TBARS) ในเนื้อสุกรตามวิธีที่ดัดแปลงมาจาก Ohkawa *et al.* (1979)

การศึกษาจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในมูลสุกร

สุ่มเก็บตัวอย่างมูลสุกรจากทุกกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 8 ตัว ที่สุกรอายุ 11, 16, 20 และ 24 สัปดาห์ มูลสุกรดังกล่าวเป็นมูลสด เก็บจากทวารหนักของสุกรโดยตรง นำมูลสุกรมาทำการเพาะเชื้อและตรวจนับจำนวนประชากรจุลินทรีย์ 3 ชนิด ได้แก่ เชื้อ *Escherichia coli*, *Bifidobacterium* spp. และ *Lactobacillus* spp. ตามวิธีการของ วีรานูช (2544), Roy (2001) และ Bonjoch *et al.* (2005)

การศึกษาระดับแอมโมเนียในมูลสุกร

สุ่มเก็บตัวอย่างมูลสุกรจากทุกกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 8 ตัว ที่สุกรอายุ 11, 16, 20 และ 24 สัปดาห์ โดยมูลสุกรดังกล่าวเป็นมูลสด เก็บจากทวารหนักของสุกรโดยตรง เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ระดับของแอมโมเนียในมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลของพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากการทดลอง ไปทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป โดยกำหนดระดับนัยสำคัญไว้ที่ $p < 0.05$

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโภชนะในอาหารทดลอง

จากการสุ่มตัวอย่างอาหารทดลองแต่ละกลุ่มทดลอง ในทุกช่วงอายุ (11-16 สัปดาห์, 17-20 สัปดาห์ และ 21-24 สัปดาห์) มาตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโภชนะ ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 4-6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโภชนะในอาหารทดลองสุกรช่วงอายุ 11-16 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	แคลเซียม (%)	ฟอสฟอรัส (%)	เถ้า (%)	พลังงาน (%)
กลุ่ม 1	89.95	17.37	4.18	3.00	1.12	0.73	6.31	4090
กลุ่ม 2	90.12	17.53	4.22	3.02	1.00	0.78	6.44	4063
กลุ่ม 3	90.14	17.39	4.26	3.00	1.04	0.80	6.30	4072
กลุ่ม 4	90.01	17.39	4.28	2.89	1.02	0.75	6.36	4060
กลุ่ม 5	90.23	17.60	4.26	2.98	1.00	0.74	6.20	4080
กลุ่ม 6	89.93	17.36	4.20	2.98	1.04	0.75	6.20	4070

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโภชนะในอาหารทดลองสุกรช่วงอายุ 17-20 สัปดาห์

กลุ่ม ทดลอง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	แคลเซียม (%)	ฟอสฟอรัส (%)	เถ้า (%)	พลังงาน (%)
กลุ่ม 1	89.00	15.98	3.97	2.82	1.10	0.75	6.69	4126
กลุ่ม 2	88.60	16.01	4.00	2.80	1.13	0.74	6.40	4110
กลุ่ม 3	88.95	16.03	4.02	2.78	1.10	0.79	6.45	4110
กลุ่ม 4	89.11	16.02	4.00	2.84	1.19	0.75	6.60	4150
กลุ่ม 5	89.23	16.00	4.08	2.76	1.10	0.71	6.50	4120
กลุ่ม 6	89.47	16.04	3.98	2.80	1.09	0.71	6.52	4135

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโภชนะในอาหารทดลองสุกรช่วงอายุ 21-24 สัปดาห์

กลุ่ม ทดลอง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	แคลเซียม (%)	ฟอสฟอรัส (%)	เถ้า (%)	พลังงาน (%)
กลุ่ม 1	90.59	15.15	4.03	3.50	1.10	0.68	6.59	4229
กลุ่ม 2	90.41	15.20	4.08	3.65	1.13	0.70	6.60	4273
กลุ่ม 3	90.14	15.00	4.09	3.45	1.09	0.68	6.70	4283
กลุ่ม 4	90.23	15.02	3.98	3.38	1.08	0.72	6.80	4238
กลุ่ม 5	90.08	15.08	4.10	3.40	1.19	0.70	6.59	4265
กลุ่ม 6	89.98	15.06	4.09	3.48	1.13	0.67	6.48	4280

ผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

จากการศึกษาถึงการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารสุกรระยะต่างๆ ที่ระดับ 100-400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิต พบว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราแลกเนื้อ ในสุกรระยะเล็ก (อายุ 11-16 สัปดาห์) และสุกรระยะรุ่น (อายุ 17-20 สัปดาห์) แต่อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองพบว่าสุกรระยะเล็กที่ได้รับอาหารควบคุมและอาหารที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในระดับต่างๆ มีการเจริญเติบโตเฉลี่ย

ต่อวันสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า (ตารางที่ 7)

สำหรับสุกรระยะขุน (อายุ 21-24 สัปดาห์) พบว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวที่เพิ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mason *et al.* (2005) ที่ได้ศึกษาถึงผลของการเสริมสารคาเธินรวมจากชาเขียวลงในอาหารสุกร ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเสริมสารคาเธินรวมที่สกัดได้จากชาเขียวไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร ($p>0.05$) ทำนองเดียวกันกับงานวิจัยของ Ko *et al.* (2008) ที่พบว่าสุกรในแต่ละกลุ่มทดลองทั้งที่ได้รับและไม่ได้รับชาเขียวมีปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวที่เพิ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาพบว่าสุกรในระยะขุน (อายุ 21-24 สัปดาห์) ที่ได้รับอาหารที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีอัตราแลกเนื้อดีกว่าสุกรในกลุ่มควบคุม (14.28%) และกลุ่มที่มีการใช้ผลิตภัณฑ์แทนนินทางการค้า (11.48%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 7 ซึ่งต่างจากผลการทดลองของ Ko *et al.* (2008) ที่ระบุว่าอัตราแลกเนื้อของสุกรกลุ่มที่ได้รับและไม่ได้รับชาเขียวมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 7 ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการผลิต (Mean $\pm$ SE) ในสุกรระยะต่างๆ

รายการ	กลุ่มทดลอง						P-value
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม/ตัว/วัน)							
11-16 สัปดาห์	1.68±0.04	1.68±0.03	1.67±0.03	1.66±0.02	1.74±0.06	1.61±0.02	0.3022
17-20 สัปดาห์	2.30±0.03	2.37±0.04	2.30±0.03	2.24±0.04	2.31±0.02	2.31±0.01	0.1749
21-24 สัปดาห์	2.75±0.05	2.74±0.08	2.56±0.05	2.59±0.05	2.63±0.07	2.66±0.04	0.2309
11-24 สัปดาห์	2.16±0.04	2.18±0.03	2.11±0.03	2.11±0.02	2.16±0.05	2.11±0.02	0.4656
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย (กิโลกรัม/ตัว/วัน)							
11-16 สัปดาห์	0.70±0.03 ^a	0.71±0.03 ^a	0.72±0.02 ^a	0.72±0.02 ^a	0.71±0.01 ^a	0.67±0.03 ^b	0.0471
17-20 สัปดาห์	0.85±0.04	0.83±0.03	0.79±0.04	0.77±0.02	0.83±0.04	0.86±0.03	0.4590
21-24 สัปดาห์	0.87±0.04	0.94±0.03	0.94±0.03	0.92±0.03	0.90±0.04	0.88±0.04	0.4325
11-24 สัปดาห์	0.78±0.04	0.79±0.02	0.79±0.01	0.79±0.01	0.80±0.02	0.78±0.03	0.9892
อัตราแลกเนื้อ							
11-16 สัปดาห์	2.42±0.04	2.36±0.10	2.34±0.15	2.32±0.08	2.44±0.02	2.42±0.22	0.1050
17-20 สัปดาห์	2.72±0.16	2.80±0.13	2.93±0.14	2.90±0.10	2.81±0.11	2.70±0.10	0.8783
21-24 สัปดาห์	3.15±0.08 ^c	2.93±0.05 ^{abc}	2.71±0.06 ^a	2.80±0.07 ^{ab}	2.94±0.08 ^{abc}	3.05±0.15 ^{bc}	0.0150
11-24 สัปดาห์	2.80±0.13	2.75±0.04	2.67±0.05	2.66±0.05	2.71±0.03	2.71±0.10	0.8139

^{a,b,c} อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับอนุมูลอิสระในซีรัม

จากการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในระดับต่างๆ ต่อระดับอนุมูลอิสระในซีรัมของสุกรระยะต่างๆ ผลการตรวจซึ่งแสดงด้วยค่า TBARS พบว่าสามารถตรวจพบระดับของ TBARS ได้ในช่วง 0.60-2.65 โดยค่า TBARS ในแต่ละกลุ่มทดลองในทุกช่วงอายุของสุกร (11 16 20 และ 24 สัปดาห์) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงผลในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อค่า thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) ในซีรัม (Mean $\pm$ SE) ของสุกรระยะต่างๆ

ค่า TBARS	กลุ่มทดลอง						P-value
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	
11 สัปดาห์	2.38 $\pm$ 0.22	2.65 $\pm$ 0.39	2.11 $\pm$ 0.14	2.17 $\pm$ 0.16	2.39 $\pm$ 0.23	2.47 $\pm$ 0.10	0.5518
16 สัปดาห์	1.81 $\pm$ 0.41	1.42 $\pm$ 0.25	1.41 $\pm$ 0.27	1.79 $\pm$ 0.23	1.47 $\pm$ 0.21	1.90 $\pm$ 0.25	0.6662
20 สัปดาห์	0.88 $\pm$ 0.07	1.14 $\pm$ 0.10	0.88 $\pm$ 0.17	1.12 $\pm$ 0.15	1.11 $\pm$ 0.08	1.10 $\pm$ 0.10	0.3290
24 สัปดาห์	0.60 $\pm$ 0.06	0.70 $\pm$ 0.70	0.61 $\pm$ 0.07	0.62 $\pm$ 0.04	0.78 $\pm$ 0.06	0.64 $\pm$ 0.06	0.3560

ผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับสารต้านอนุมูลอิสระในพลาสมา

สำหรับการตรวจวิเคราะห์ระดับของสารต้านอนุมูลอิสระในพลาสมา ได้ทำการศึกษาหลากหลายพารามิเตอร์ ได้แก่ ระดับ glutathione, เอนไซม์ superoxide dismutase และเอนไซม์ catalase ซึ่งปรากฏผลทดลองในตารางที่ 9-11 ตามลำดับ

จากการเสริมสารสกัดจากกากชาในระดับที่แตกต่างกันในสุกรอายุ 11-24 สัปดาห์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระดับ glutathione, เอนไซม์ superoxide dismutase และเอนไซม์ catalase ในแต่ละกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในทุกช่วงอายุ ซึ่งโดยทั่วไป glutathione, superoxide dismutase และ catalase จะถูกให้เป็นดัชนีชี้วัดที่ใช้บ่งชี้การทำงานในระบบด้านออกซิเดชั่นในงานวิจัยอื่นๆ ที่มีการเสริมสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น อาทิ บัวบก จะมีผลช่วยเพิ่มระดับของ glutathione, superoxide dismutase และ catalase ให้สูงขึ้น (Veerendra Kumar and Gupta, 2002; Gupta *et al.*, 2003) อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบฤทธิ์ดังกล่าว

จากการสุ่มตรวจระดับเอนไซม์ glutathione peroxidase ในพลาสมาของสุกรระยะขุนที่ 24 สัปดาห์ (ตารางที่ 12) พบว่าระดับของเอนไซม์ glutathione peroxidase ในกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีค่ามากกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับงานทดลองของ Juskiwicz *et al.* (2008) ที่พบว่าหนูทดลองที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยสารสกัดหยาบจากใบชา (มีระดับสาร polyphenols เท่ากับ 850 มิลลิกรัม/กรัม สารสกัดหยาบ) ในระดับ 0.01 และ 0.02% มีระดับเอนไซม์ glutathione peroxidase เท่ากับ 75.7 ± 2.8 และ 76.3 ± 2.8 หน่วย/มิลลิลิตร พลาสมา ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าหนูทดลองที่ได้รับอาหารปกติ (64.0 ± 2.7) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่ง glutathione peroxidase เป็นเอนไซม์ตัวหนึ่งใน antioxidant enzymes ที่ช่วยเปลี่ยนอนุมูลอิสระไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide, H_2O_2) ให้กลายเป็นน้ำ โดยมีซีลีเนียมเป็นโคแฟกเตอร์ ดังนั้นการที่ร่างกายของสัตว์มีระดับเอนไซม์ glutathione peroxidase ในปริมาณสูง จะเป็นผลทำให้เซลล์มีความสามารถในการเปลี่ยน H_2O_2 ไปเป็นน้ำได้มากขึ้น ซึ่งกระบวนการนี้จะช่วยป้องกันเซลล์ไม่ได้รับความเสียหายจากอนุมูลอิสระดังกล่าว

ตารางที่ 12 ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับเอนไซม์ glutathione peroxidase (Mean $\pm$ SE) ในพลาสมา (unit/ml) ของสุกรระยะขุน (24 สัปดาห์)

Glutathione peroxidase	กลุ่มทดลอง						P-value
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	
24 สัปดาห์	81.79 ± 6.33^b	90.19 ± 2.65^b	108.76 ± 4.96^a	86.21 ± 3.83^b	88.42 ± 2.80^b	82.24 ± 2.65^b	0.0019

^{a,b,c} อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในมูลสุกร

สำหรับการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารสุกรระยะต่างๆ ที่ระดับ 100-400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม ได้แก่ *E. coli*, *Bifidobacterium* spp. และ *Lactobacillus* spp. ปรากฏผลการทดลองดังนี้

จากการศึกษาปริมาณเชื้อ *E. coli* ในมูลของสุกรที่ช่วงอายุต่างๆ พบว่าที่อายุ 16 และ 20 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากขาที่ระดับ 100, 200, 300, 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร และกลุ่มทดลองที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้าที่ระดับ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (กลุ่มทดลอง 2-5) มีปริมาณเชื้อ *E. coli* ในมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในขณะเดียวกัน พบว่าทุกกลุ่มทดลองที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากขาและกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีปริมาณเชื้อ *E. coli* ในมูลน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 13) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Yoda *et al.* (2004) ที่ระบุว่าสารสกัดจากขาที่ชื่อว่า epigallocatechin gallate มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* และเชื้อแบคทีเรียก่อโรคอื่นๆ ได้ ในทำนองเดียวกันกับการศึกษาเบื้องต้นของ Mbata (2007) ที่รายงานว่าสารสกัดจากขามีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ได้ และนอกจากนี้ยังมีความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรียชนิดอื่นได้ด้วย อาทิ *S. aureus*, *V. cholerae*, และ *Proteus* sp. นอกจากนี้ในงานวิจัยของ Su *et al.* (2008) ยังระบุว่าสารสกัดจากขาเขียวสามารถช่วยลดจำนวนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคได้

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อ *Bifidobacterium* spp. พบว่าในมูลสุกรของทุกกลุ่มทดลอง (กลุ่มทดลอง 1-6) มีปริมาณเชื้อ *Bifidobacterium* spp. ใกล้เคียงกัน ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกช่วงอายุของการทดลอง

ในกรณีของเชื้อ *Lactobacillus* spp. พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อในช่วงรอยต่อของสุกรระยะเล็กและสุกรระยะรุ่น (ที่อายุ 16 สัปดาห์) จากตารางที่ 13 พบว่ากลุ่มทดลองที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากขาที่ระดับ 100 200 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร และกลุ่มทดลองที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* spp. ในมูลมากกว่ากลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อพิจารณาในแต่ละกลุ่มทดลองที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากขา พบว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากกากขาในระดับสูง (300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร) มีปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* spp. ในมูลมากกว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากกากขาในระดับต่ำ (100 และ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* spp. ในมูลสุกรของกลุ่มทดลองที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากขาในระดับสูงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า

ตารางที่ 13 ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (Mean $\pm$ SE) ในมูลสุกรระยะต่างๆ

รายการ	กลุ่มทดลอง						P-value
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	
ปริมาณเชื้อ <i>Escherichia coli</i> (log ₁₀ CFU)							
11 สัปดาห์	6.78±0.08	6.57±0.22	6.68±0.14	6.43±0.12	6.46±0.10	6.36±0.09	0.2452
16 สัปดาห์	6.31±0.06 ^a	5.40±0.06 ^b	5.48±0.09 ^b	5.55±0.10 ^b	5.38±0.09 ^b	5.40±0.09 ^b	<0.0001
20 สัปดาห์	7.45±0.09 ^a	6.64±0.18 ^b	6.44±0.20 ^b	6.62±0.16 ^b	6.43±0.13 ^b	6.77±0.02 ^b	0.0009
24 สัปดาห์	6.92±0.04	6.08±0.25	6.05±0.32	6.14±0.25	6.35±0.30	6.03±0.11	0.1062
ปริมาณเชื้อ <i>Bifidobacterium</i> spp. (log ₁₀ CFU)							
11 สัปดาห์	3.85±0.57	3.18±0.60	4.52±0.52	4.00±0.74	4.26±0.65	3.97±0.60	0.7406
16 สัปดาห์	4.16±0.55	3.78±0.79	3.92±0.60	4.42±1.08	3.48±0.55	4.17±1.01	0.9691
20 สัปดาห์	3.49±0.40	3.62±0.84	4.12±1.17	4.78±0.84	3.58±0.52	3.48±0.45	0.7978
24 สัปดาห์	5.10±0.75	3.44±0.44	3.73±0.43	4.62±0.85	3.37±0.74	4.06±0.93	0.4926
ปริมาณเชื้อ <i>Lactobacillus</i> spp. (log ₁₀ CFU)							
11 สัปดาห์	8.46±0.17	8.62±0.20	8.31±0.06	8.25±0.07	8.48±0.09	8.20±0.05	0.1706
16 สัปดาห์	6.25±0.08 ^c	7.66±0.10 ^b	7.62±0.20 ^b	8.35±0.20 ^a	8.63±0.21 ^a	8.40±0.14 ^a	<0.0001
20 สัปดาห์	8.30±0.12	8.35±0.06	8.49±0.08	8.21±0.06	8.18±0.06	8.37±0.11	0.1857
24 สัปดาห์	7.58±0.33	8.15±0.24	7.92±0.08	8.12±0.21	8.16±0.29	7.75±0.03	0.3746

^{a,b,c} อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับแอมโมเนียในมูลสุกร

จากการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 100-400 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร ในแต่ละกลุ่มทดลอง เป็นเวลา 5 สัปดาห์ (ที่อายุสุกร 16 สัปดาห์) พบว่าระดับของแอมโมเนียในมูลสุกรของกลุ่มทดลองที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกกลุ่ม รวมทั้งกลุ่มที่เสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) และเมื่อทำการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาต่อไปจนเมื่อสุกรอายุ 20 สัปดาห์ ก็พบผลเช่นเดียวกัน คือระดับแอมโมเนียในมูลลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) สำหรับการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาต่อไปจนถึงอายุ 24 สัปดาห์ พบว่าระดับแอมโมเนียในมูลสุกรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 300 และ 400

มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร (ตารางที่ 14) ซึ่งผลของการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาต่อการลดระดับแอมโมเนียในสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรทัย และคณะ (2547ก) ที่พบว่าการเสริมใบชาที่ระดับ 4% ในอาหาร มีผลช่วยลดระดับแอมโมเนียในมูลของนกกกระทาญี่ปุ่นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.042$)

ตารางที่ 14 ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับแอมโมเนีย (Mean $\pm$ SE) ในมูลสุกในระยะต่างๆ

ระดับ แอมโมเนีย	กลุ่มทดลอง						P-value
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	
11 สัปดาห์	17.57 $\pm$ 0.20	17.49 $\pm$ 0.49	17.79 $\pm$ 0.06	16.90 $\pm$ 0.94	17.71 $\pm$ 0.35	17.65 $\pm$ 0.36	0.8196
16 สัปดาห์	63.60 $\pm$ 0.75 ^a	53.66 $\pm$ 0.92 ^b	51.51 $\pm$ 1.95 ^{bc}	52.89 $\pm$ 1.56 ^{bc}	47.18 $\pm$ 1.13 ^c	54.24 $\pm$ 3.46 ^b	0.0003
20 สัปดาห์	75.11 $\pm$ 1.31 ^a	65.07 $\pm$ 1.48 ^b	54.29 $\pm$ 1.02 ^c	53.14 $\pm$ 1.72 ^c	50.42 $\pm$ 1.29 ^c	53.14 $\pm$ 0.91 ^c	<0.0001
24 สัปดาห์	56.05 $\pm$ 1.71 ^a	56.62 $\pm$ 3.63 ^a	35.58 $\pm$ 2.24 ^c	39.68 $\pm$ 3.09 ^{bc}	43.43 $\pm$ 2.53 ^{bc}	46.97 $\pm$ 1.04 ^b	<0.0001

^{a,b,c} อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อค่า TBA ในเนื้อสันของสุกร

จากตารางที่ 15 พบว่าค่า TBA จากการตรวจวิเคราะห์เนื้อสันในของสุกร ในกลุ่มทดลองที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 100-400 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร (กลุ่มที่ 2-5) และในกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้าที่ระดับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร (กลุ่มที่ 6) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ko *et al.* (2008) ที่รายงานไว้ว่าค่า TBA ในเนื้อของสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมโปรไบโอติกชาเขียวที่ระดับ 0.5% และกลุ่มที่ได้รับการเสริมกากชาเขียวที่ระดับ 0.5% มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ยังมีรายงานผลการศึกษาของ Tang *et al.* (2002) ได้ทำการเสริมสาร catechins ที่สกัดได้จากชาเขียว ลงในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 50, 100, 200 และ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร พบว่าทุกกลุ่มทดลองที่มีการเสริม catechins สามารถช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อไก่ได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และสามารถเก็บรักษาเนื้อในตู้แช่ -20 ได้จนถึง 1 ปี ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับผลการวิจัยของ Yang *et al.* (2003) ที่พบว่าการใช้กากชาเขียวในระดับ 0.5 1.0 และ 2.0% มีผลช่วยลดค่า TBA ในเนื้อไก่ได้ นั่นหมายความว่ากากชาเขียวมีบทบาทในการเป็น antioxidant ช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับเซลล์เนื้อเยื่อได้ จึงลดการเกิดปฏิกิริยาการหืนในเนื้อได้ นอกจากนี้ผลการทดลองของ Mason *et al.* (2005) ยังแสดงให้เห็นว่าการเสริมสารสกัดจากชาเขียวมีผลช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในเนื้อสุกรได้ Uganbayar *et al.* (2006) ได้รายงานผลการศึกษาในทำนองเดียวกันนี้ในไข่แดง โดยพบว่า

อาหารไก่ไข่ที่มีการเสริมผงชาเขียวจากประเทศจีนในระดับ 1.0% ช่วยลดค่า TBA ในไข่แดงของไข่ไก่ที่เก็บไว้ 7 วัน ได้เป็นอย่างดี โดยแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($1.87 \pm 0.38 \mu\text{mol/g egg yolk}$ กับ $2.42 \pm 0.66 \mu\text{mol/g egg yolk}$)

ตารางที่ 15 ผลของสารสกัดชาเขียวจากกาชาต่อค่า TBA¹ (Mean $\pm$ SE) ของเนื้อสันตุ๋น

TBA	กลุ่มทดลอง					
value	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6
24 สัปดาห์	0.64 ± 0.07^a	0.30 ± 0.14^b	0.29 ± 0.02^b	0.11 ± 0.01^b	0.44 ± 0.01^b	0.18 ± 0.03^b

¹TBA value แสดงค่าเป็น nmol/g tissue

^{a,b,c} อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

สรุป

จากการศึกษาการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในสุกรระยะต่างๆ ตั้งแต่อายุ 11 สัปดาห์ จนถึง 24 สัปดาห์ สามารถสรุปได้ว่า

1. ในภาพรวมของสมรรถภาพการผลิตของสุกรช่วงอายุ 11-24 สัปดาห์ พบว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับต่างๆ (100-400 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร) ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย และอัตราแลกเนื้อ
2. สำหรับสุกรในระยะขุน (ช่วงอายุ 21-24 สัปดาห์) พบว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 และ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร ช่วยปรับปรุงอัตราแลกเนื้อให้ดีขึ้นได้ 13.97 และ 11.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
3. สารสกัดหยาบจากกากชามีบทบาทในการทำน้ำที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ โดยการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีผลช่วยเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ glutathione peroxidase (antioxidant enzyme) ได้
4. การเสริมสารสกัดหยาบจากกากชามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในมูลสุกร โดยสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 100-400 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีผลช่วยลดปริมาณเชื้อ *E. coli* ในมูลของสุกรระยะเล็กและระยะรุ่นได้ ในขณะที่เดียวกัน สารสกัดหยาบจากกากชาทั้ง 4 ระดับ ยังสามารถช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกายได้ โดยพบว่าเชื้อ *Lactobacillus* spp. มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นในมูลของสุกรระยะเล็ก
5. ในภาพรวมของการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับแอมโมเนียในมูลสุกร พบว่าสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200-400 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีศักยภาพในการลดระดับแอมโมเนียในมูลสุกรได้เป็นอย่างดี ซึ่งได้ผลดีเทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า
6. การเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร ช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในเนื้อสุกรได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และผลิตภัณฑ์สารสกัดหายากจากกชาเพื่อใช้ในการดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณฟาร์มสุกร NK ฟาร์ม อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กฤษ อังคนาพร. 2547. แนวทางการใช้สมุนไพรในการเป็นสารต้านออกซิเดชั่น, น. 60-70. ใน จันทรจิรัส เรียวเดชะ, กฤษ อังคนาพร และเปล่งศรี อิงคินันท์, บรรณาธิการ. คู่มือการวิจัย สมุนไพรในการผลิต สัตว์ 2. โรงพิมพ์ศิรินสาร, กรุงเทพฯ.

ปวิณ ปุณศรี. 2545. ใบชา. แหล่งที่มา: <http://www.ku.ac.th/e-magazine/july45/agri/tea.html>, 17 ตุลาคม 2551.

ภักดี โพธิศิริ. 2551. เดือน “คอกษา” อย่าเชื่อโฆษณาฉ้อฉลยาป้องกันโรค. แหล่งที่มา: <http://www1.rbac.ac.th/emag/health/sub/health.html>, 17 ตุลาคม 2551.

วีรานุช ปลื้มทรัพย์. 2544. ปฏิบัติการจุลชีววิทยาอาหาร 732434. สาขาจุลชีววิทยา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. (อัคราณา)

อรัญญ์ ไตรอุดมพันธ์, อรรถวุฒิ พลายบุญ, อรุณพันธ์ ส่องเสริม และสุชาติ สงวนพันธุ์. 2547ก. การใช้สมุนไพรแทนนินสูง (ใบชา) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์พันธุ์ของนกอกระหาญญี่ปุ่น, น. 86-91. ใน จันทรจิรัส เรียวเดชะ, กฤษ อังคนาพร และเปล่งศรี อิงคินันท์, บรรณาธิการ. การประชุมวิชาการ สมุนไพรไทย: โอกาสและทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ ครั้งที่ 2 วันที่ 15-16 มกราคม 2547. โรงพิมพ์ศิรินสาร, กรุงเทพฯ.

_____, _____, _____ และ _____. 2547ข. การใช้สมุนไพรแทนนินสูง (ใบชา) ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ของนกอกระหาญญี่ปุ่น, น. 81-85. ใน จันทรจิรัส เรียวเดชะ, กฤษ อังคนาพร และเปล่งศรี อิงคินันท์, บรรณาธิการ. การประชุมวิชาการ สมุนไพรไทย: โอกาสและทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ ครั้งที่ 2 วันที่ 15-16 มกราคม 2547. โรงพิมพ์ศิรินสาร, กรุงเทพฯ.

Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. Methods in enzymology. 105: 121-126.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.

- Armstrong, D. 1998. Free radical and antioxidant protocols. Humana Press, New Jersey.
- Asakawa, T and S. Matsushita. 1980. Coloring condition of thiobarbituric acid test for detecting lipid hydroxide. *Lipid* 15: 137-140.
- Beers, R. F. and I. W. Sizer. 1951. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. *Biol. Chem.* 194: 133-140.
- Bonjoch, X., E. Balleste, A. R. Blanch. 2005. Enumeration of bifidobacterial populations with selective media to determine the source of waterborne fecal pollution. *Water Res.* 39: 1621-1627.
- Conway, P. L. 1999. Specifically selected probiotics can improve health and performance of pigs, p. 220-224. *In* P. D. Cranwell, ed. *Manipulating Pig Production VII: Proceeding of the Seventh Biennial Conference of the Australasian Pig Science Association (APSA) held in Adelaide, South Australia on November 28 to December 1, 1999.* S. R. Frankland Pty Ltd, Melbourne.
- Ellman, G. L. 1959. Tissue sulfhydryl groups. *Arch. Biochem. Biophys.* 82(1): 70-77.
- Fujiki, H., S. Yoshizawa, T. Horiuchi, M. Suganuma, J. Yatsunami, S. Nishiwaki, *et al.* 1992. Anticarcinogenic effects of (-)-epigallocatechin gallate. *Prev-Med.* 21(4): 503-509.
- Gupta, Y. K., M. H. Veerendra Kumar and A. K. Srivastava. 2003. Effect of *Centella asiatica* on pentylenetetrazole-induced kindling, cognition and oxidative stress in rats. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 74: 579-585.
- Jensen, B. B. 2001. Possible ways of modifying type and amount of products from microbial fermentation in the gut, pp. 181-200. *In* A. Piva, K. E. Bach Knudsen and J. E. Lindberg, eds. *Gut Environment of Pigs.* The Cromwell Press, Trowbridge.

- Juskiewicz, J., Z. Zdunczyk, A. Jurgonski, L. Brzuzan, I. Godycka-Klos and E. Zary-Sikorska. 2008. Extract of green tea leaves partially attenuates streptozotocin-induced changes in antioxidant status and gastrointestinal functioning in rats. *Nutr. Res.* 28: 343-349.
- Kerr, B. J., C. J. Ziemer, S. I. Trabue, J. D. Crouse and T. B. Parkin. 2006. Manure composition of swine as affected by dietary protein and cellulose concentration. *J. Anim. Sci.* 77: 430-439.
- Ko, S. Y., I. H. Bae, S. T. Yee, S. S. Lee, D. Uuganbayar, J. I. Oh, *et al.* 2008. Comparison of the effect of green tea by-product and green tea probiotics on the growth performance, meat quality and immune response of finishing pigs. Available Source: http://findarticles.com/p/articles/mi_6917/is_/ai_n29464665?tag=artBody;col1, January 4, 2009.
- Mason, L. M., S. A. Hogan, A. Lynch, K. O'Sullivan, P. G. Lawlor and J. P. Kerry. 2005. Effects of restricted feeding and antioxidant supplementation on pig performance and quality characteristics of *Longissimus dorsi* muscle from Landrace and Duroc pigs. *Meat Sci.* 70(2): 307-317.
- Mbata, T. I. 2007. Preliminary studies of antibacterial activities of processed Kenyan and Nigerian tea. *Afr. J. Biot.* 6(3): 278-279.
- Mccord, J. M. and I. Fridovich. 1969. Superoxide dismutase. *J. Biol. Chem.* 244(22): 6049-6055.
- Miner, J. R. 1999. Alternative to minimize the environmental impact of large swine production units. *J. Anim. Sci.* 77: 440-444.
- National Research Council (NRC). 1998. Nutrient Requirements of Swine, 10th ed. National Academy Press, Washington, D. C.
- Ohkawa, H., N. Ohishi and K. Yagi. 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.* 95: 351-358.

- Otto, E. R., M. Yokoyama, S. Hengemuehle, R. D. von Bermuth, T. van Kempen and N. L. Trottier. 2003. Ammonia, volatile fatty acids, phenolics, and odor offensiveness in manure from growing pigs fed diets reduced in protein concentration. *J. Anim. Sci.* 81: 1754-1763.
- Cited J. R. Malayer, D. T. Kelly, M. A. Diekman, K. E. Brandt, A. L. Sutton, G. G. Long, *et al.* 1987. Influence of manure gases on puberty in gilts. *J. Anim. Sci.* 64:1476–1483.
- Roy, D. 2001. Media for the isolation and enumeration of bifidobacteria in dairy products. *Int. J. Food Microbiol.* 69: 167-182. Cited H. Beerens. 1991. Detection of bifidobacteria by using propionic acid as a selective agent. *Appl. Environ. Microbiol.* 57: 2418-2419.
- Sabu, M. C., K. Smitha and R. Kuttan. 2002. Anti-diabetic activity of green tea polyphenols and their role in reducing oxidative stress in experimental diabetes. *J. Ethnopharmacol.* 83: 109-116.
- Schiffman, S. S. 1998. Livestock odors: implication for human health and well-being. *J. Anim. Sci.* 76: 1343-1355.
- Su, P., A. Henriksson, C. Nilsson and H. Mitchell. 2008. Synergistic of green tea extract and probiotics on the pathogenic bacteria, *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus pyogenes*. *World J. Microb. Biot.* 24(9): 1837-1842.
- Taguri, T., T. Tanaka and I. Kouno. 2006. Antibacterial spectrum of plant polyphenols and extracts depending upon hydroxyphenyl structure. *Biol. Pharm. Bull.* 29(11): 2226-2235.
- Takeo, T. 1992. Green and semi-fermented teas, pp. 413-457. *In* K. C. Willson and M. N. Clifford, eds. *Tea: cultivation to consumption*. Chapman & Hall, London.
- Tang, S. Z., J. P. Kerry, D. Sheehan and D. J. Buckley. 2002. Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat systems. *Food Chem.* 76(1): 45-51.
- Tappel, A. L. 1978. Glutathione peroxidase and hydroperoxides. *Methods in enzymology.* 52: 506-513.

The Internet Drug Index. 2008. Veregen. Available Source: <http://www.rxlist.com/veregen-drug.htm>, October 17, 2008.

Uchiyama, M and M. Mihara. 1978. Determination of malondialdehyde precursor in tissue by thiobarbituric acid test. *Anal. Biochem.* 86:271-278.

Uuganbayar, D., I. S. Shin and C. J. Yang. 2006. Comparative performance of hens fed diets containing Korean, Japanese and Chinese green tea. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19(8): 1190-1196.

Veerenda Kumar, M. H. and Y. K. Gupta. 2002. Effect of different extracts of *Centella asiatica* on cognition and markers of oxidative stress in rats. *J. Ethnopharmacol.* 79: 253-260.

Weatherstone, J. 1992. Historical introduction, pp. 1-23. *In* K. C. Willson and M. N. Clifford, eds. *Tea: cultivation to consumption*. Chapman & Hall, London.

Wikimedia Foundation. 2009. Epigallocatechin gallate. Available Source: en.wikipedia.org/wiki/Epigallocatechin_gallate, January 23, 2009.

Yamamoto, T., S. Hsu, J. Lewis, J. Wataha, D. Dickinson, B. Singh and *et al.* 2003. Green tea polyphenol causes differential oxidative environments in tumor vs. normal epithelial cells. Available Source: <http://jpet.aspetjournals.org/cgi/reprint/jpet.103.054676v1.pdf>, December 11, 2008.

Yang, C. J., I. Y. Yang, D. H. Oh, I. H. Bae, S. G. Cho, I. G. Kong, *et al.* 2003. Effect of green tea by-product on performance and body composition in broiler chicks. Available Source: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=15029477>, December 11, 2008.

Yoda, Y., Z. Q. Hu and W. H. Zhao. 2004. Different susceptibilities of *Staphylococcus* and gram-negative rods to epigallocatechin gallate. *J. Infect. Chemotherapy* 10: 55-58.

Zhan, J. A., J. L. Hatfield, Y. S. Do, A. A. DiSpirito, D. A. Laird and R. L. Pfeiffer. 1997.

Characterization of volatile organic emissions and wastes from a swine production facility.

J. Environ.Qual. 26: 1687-1696.

ภาคผนวก

บทความสำหรับการเผยแพร่

การใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในสุกรขุน

Use of crude extract from *Camellia sinensis* L. in fattening pig

ขุนพล พงษ์มณี, อรประพันธ์ ส่งเสริม และวรรณิ ชิวปรีชา

ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มุ่งเน้นศึกษาถึงผลของการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการผลิต คชันชีวัดความเครียดจากออกซิเดชัน ฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียก่อโรค และระดับของแอมโมเนียในมูลของสุกร ใช้สุกรสายพันธุ์ทางการค้า (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x คูร์ออก) อายุ 11 สัปดาห์ (น้ำหนักเฉลี่ย 28 กิโลกรัม) จำนวน 192 ตัว แบ่งสุกรออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว (เพศผู้ 4 ตัว และตัวเมีย 4 ตัว) ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ สุ่มให้ได้รับอาหารทดลอง 6 กลุ่ม ดังนี้ อาหารพื้นฐานที่ไม่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชา (อาหารควบคุม, กลุ่มที่ 1) อาหารควบคุมที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 100 (กลุ่มที่ 2) 200 (กลุ่มที่ 3) 300 (กลุ่มที่ 4) 400 (กลุ่มที่ 5) มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร และอาหารควบคุมที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้าที่ระดับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (กลุ่มที่ 6) จากผลการทดลองพบว่าสุกรช่วงอายุ 11-16 สัปดาห์ ในกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยน้อยกว่ากลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกระดับและกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับสุกรช่วงอายุ 21-24 สัปดาห์ พบว่าสุกรกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีอัตราแลกเนื้อดีกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ไม่พบความแตกต่างของค่า TBARS กลูตาไธโอน เอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเตส และเอนไซม์แคตาเลส ระหว่างกลุ่มทดลอง ระดับเอนไซม์กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดสในสุกรกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีค่าสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และยังพบว่าปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ในมูลของสุกรที่ได้รับการเสริม

สารสกัดหยาบจากกากชาทุกระดับและกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* spp. ในมูลของสุกรที่ได้รับการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกระดับและกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สำหรับระดับแอมโมเนียในมูล พบว่า ในสุกรกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกระดับและกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีระดับของแอมโมเนียในมูลลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และยังพบว่า TBA value ในเนื้อสันสุกร ในกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกระดับและกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

คำสำคัญ: สารสกัดหยาบ, ชา, TBARS, เอนไซม์ต้านออกซิเดชั่น, เชื้อแบคทีเรียก่อโรค, แอมโมเนียในมูล, สุกร

ABSTRACT

This experiment was carried out to investigate the effects of crude extract from *Camellia sinensis* on growth performance, oxidative stress marker, antioxidant and anti pathogenic bacteria properties, and the fecal ammonia level in pigs. A total of 192 commercial hybrid (Largewhite x Landrace x Duroc) pigs aged 11 weeks were divided into 6 treatments, four replicates of eight pigs (4 males and 4 females) each, in a completely randomized design. The six dietary treatments were basal diet without crude extract from *Camellia sinensis* added (control diet, T1), diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* 100 (T2), 200 (T3), 300 (T4), 400 (T5) milligrams per kilogram feed and diet containing commercial tannin 300 milligrams per kilogram feed (T6). The results showed that average daily gain in the commercial tannin group was significantly decreased compared to those of the control and diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* groups ($p < 0.05$) at 11-16 weeks. For the 21-24 weeks of age, it was found that feed conversion ratio in pigs fed diet supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* 200 milligrams per kilogram feed was significantly

lower ($p < 0.05$) than those of the control and the commercial tannin groups. There were no significant differences in thiobarbituric acid reactive substance (TBARS), glutathione, superoxide dismutase and catalase among groups. Glutathione peroxidase in pigs fed diet supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* 200 milligrams per kilogram feed was significantly higher ($p < 0.05$) than those of the other groups. It was found that *Escherichia coli* in feces of pigs fed diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* and the commercial tannin groups had significantly lower ($p < 0.05$) than that of the control group. Moreover, the results showed that *Lactobacillus* spp. in feces of pigs fed diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* and the commercial tannin groups had significantly increased ($p < 0.05$) compared to that of the control group. In addition, the fecal ammonium was significantly decreased ($p < 0.05$) in pigs fed diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* and the commercial tannin groups. Furthermore, it was found that the TBA value in meat (*Psoas major* muscle) of pigs fed diets supplemented with crude extract from *Camellia sinensis* and the commercial tannin groups had significantly lower ($p < 0.05$) than that of the control group.

Key words: Crude extract, *Camellia sinensis*, TBARS, antioxidant enzymes, pathogenic bacteria, fecal ammonia, pig

บทนำ

ปัจจุบันการใช้สมุนไพรในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ได้รับความสนใจอย่างมาก เนื่องด้วยกระแสความตื่นตัวของผู้บริโภคที่คำนึงถึงสุขภาพและอนามัย รวมถึงการบริโภคผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ปลอดจากการใช้สารปฏิชีวนะต่างๆ ด้วยเหตุดังกล่าวจึงเป็นผลให้มีการนำสมุนไพรมาใช้ทดแทนสารปฏิชีวนะในระดับที่เร่งการเจริญเติบโตของสัตว์ เนื่องจากสมุนไพรมีสารออกฤทธิ์หลายชนิดซึ่งอาจมีส่วนช่วยส่งเสริมให้สัตว์มีการเจริญเติบโตที่ดีและมีสุขภาพแข็งแรง นอกเหนือจากประเด็นของสมรรถภาพการผลิตแล้ว ในอุตสาหกรรมผลิตสุกรยังต้องเผชิญกับปัญหาผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเรื่องกลิ่นแอมโมเนียจากมูลสุกร

ด้วยปัญหาหลักสองประเด็นคือสมรรถภาพการผลิตและปัญหาเรื่องกลิ่นในมูลสุกรนี้ คณะผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดที่จะปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตให้ดีขึ้น และพยายามลดความรุนแรงของปัญหากลิ่นแอมโมเนียภายในฟาร์มสุกรให้น้อยลง จึงได้มีการนำผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเขียว (*Camellia sinensis* L.) มาทดสอบ ทั้งนี้เพราะในชาเขียวมีสารสำคัญที่ชื่อว่าคาเทชิน (catechin) ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ จึงอาจช่วยให้สัตว์มีการเจริญเติบโตและมีสุขภาพที่ดีได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสารแทนนินในชา มีฤทธิ์ในการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นโทษต่อร่างกายสัตว์ได้ ซึ่งอาจเป็นผลทำให้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในทางเดินอาหารของสัตว์ทวีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลต่อเนื่องให้การย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนาในสุกรเกิดขึ้นได้สมบูรณ์มากขึ้น อาจทำให้การปลดปล่อยก๊าซแอมโมเนียที่มาพร้อมกับมูลสุกรลดลง ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงทำการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำสารสกัดหยาบจากกากชามาเสริมลงในอาหารสุกรระยะรุ่นและระยะขุน โดยมุ่งเน้นทดสอบผลต่อสมรรถภาพการผลิต จำนวนจุลินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงระดับแอมโมเนียในมูลสุกร รวมถึงฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในซีรัมและพลาสมาซึ่งจะช่วยให้สุขภาพของสัตว์ดีขึ้น และรวมไปถึงการตรวจการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในเนื้อสุกร ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการรักษาคุณภาพเนื้อสุกรให้นานขึ้น นอกจากนี้ในการศึกษาดังกล่าวยังจะเป็นข้อมูลพื้นฐานส่วนหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรสำหรับระบบการผลิตปศุสัตว์ต่อไปในอนาคตด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

สัตว์ทดลอง

ในการศึกษาการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในสุกรขุนนี้ ใช้ลูกสุกรอายุ 11 สัปดาห์ (น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 28 กิโลกรัม) เป็นลูกผสม 3 สายพันธุ์ (Largewhite x Landrace x Duroc) จำนวน 192 ตัว โดยแบ่งสุกรออกเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 8 ตัว สุ่มให้ได้รับอาหารทดลองที่แตกต่างกัน ทำการทดลองใน 3 ช่วงอายุ คือ 11-16, 17-20 และ 21-24 สัปดาห์

อาหารทดลอง

สุกรถูกสุ่มให้ได้รับอาหารทดลองที่แตกต่างกัน 6 กลุ่ม (ตารางที่ 1) ที่มีระดับสารอาหารต่างๆ ตามความต้องการของสุกรในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตที่แนะนำโดย NRC (1998)

ตารางที่ 1 อาหารทดลองสุกรทั้ง 6 กลุ่ม

กลุ่มทดลอง	อาหารทดลอง
กลุ่มที่ 1	อาหารพื้นฐานที่ไม่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชา (อาหารควบคุม)
กลุ่มที่ 2	อาหารควบคุมที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร
กลุ่มที่ 3	อาหารควบคุมที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร
กลุ่มที่ 4	อาหารควบคุมที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร
กลุ่มที่ 5	อาหารควบคุมที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 400 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร
กลุ่มที่ 6	อาหารควบคุมที่เสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้าที่ระดับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร

การเลี้ยงและการจัดการ

เลี้ยงสุกรเป็นเวลาทั้งสิ้น 13 สัปดาห์ เริ่มตั้งแต่สุกรอายุ 11 สัปดาห์ จนถึงอายุ 24 สัปดาห์ ดำเนินการเลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชุด ใน 3 ช่วงอายุ ได้แก่ ช่วงอายุที่ 11-16, 17-20 และ 21-24 สัปดาห์ สุกรได้รับอาหาร 2 เวลา คือ 06.30 และ 17.00 น. โดยการให้อาหารแต่ละครั้งนั้น อาหารถูกให้อาหารในปริมาณมากพอสมควรเพื่อให้สุกรสามารถกินได้อย่างเต็มที่ (*ad libitum*) และมีน้ำดื่มอย่างเพียงพอตลอดเวลาจากที่ให้น้ำอัตโนมัติภายในคอก เลี้ยงสุกรในคอกพื้นคอนกรีต ภายในโรงเรือนระบบเปิดที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และสุกรทั้งหมดได้รับการทำวัคซีนตามโปรแกรมวัคซีนตามมาตรฐานฟาร์มสุกร

แผนการทดลอง

ในการศึกษานี้ ได้วางแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยใช้สุกรสุกรอายุ 11 สัปดาห์ จำนวน 192 ตัว แบ่งสุกรออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว (เพศผู้ 4 ตัว และเพศเมีย 4 ตัว) สุ่มให้ได้รับอาหารทดลองที่แตกต่างกัน ทำการทดลองใน 3 ช่วงอายุ คือ 11-16, 17-20 และ 21-24 สัปดาห์

การศึกษาสมรรถภาพการผลิต

เก็บข้อมูลทั้งหมด 3 ช่วงอายุ คือ 11-16, 17-20 และ 21-24 สัปดาห์ โดยบันทึกน้ำหนักตัวเริ่มต้น และสุดท้ายของแต่ละช่วงอายุ ปริมาณอาหารที่กิน เพื่อคำนวณสมรรถภาพการผลิต ได้แก่ ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake, FI) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย (average daily gain, ADG) และอัตราแลกเนื้อ (feed conversion ratio, FCR) ของสุกรในแต่ละกลุ่มทดลอง

การศึกษาดัชนีชี้วัดอนุมูลอิสระและการต้านอนุมูลอิสระ

สุ่มเก็บตัวอย่างเลือดสุกรที่อายุ 11, 16, 20 และ 24 สัปดาห์ จากทุกกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 8 ตัว ทำการเก็บเลือดบริเวณคอของสุกรจากหลอดเลือด jugular vein ปริมาตร 8-10 มิลลิลิตร แยกเก็บทั้งซีรัมและพลาสมา ตัวอย่างซีรัมถูกนำไปวิเคราะห์หาระดับของ malondialdehyde (MDA) ซึ่งเป็น by-product ที่เป็นอนุมูลอิสระตัวหนึ่งที่ถูกผลิตขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ด้วยวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Uchiyama and Mihara (1978), Ohkawa *et al.* (1979) และ Asakawa and Matsushita (1980) โดยแสดงผลออกมาในรูปของค่า thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) หรือเรียกย่อๆ ว่า TBA value ส่วนพลาสมานั้นถูกนำไปตรวจหาระดับของโปรตีน (ไทรเปปไทด์) ที่มีฤทธิ์ในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ glutathione ตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Ellman (1959) เอนไซม์ glutathione peroxidase ตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Tappel (1978) และ Armstrong (1998) เอนไซม์ superoxide dismutase ตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Mccord and Fridovich (1969) และเอนไซม์ catalase ตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Beers and Sizer (1951) และ Aebi (1984) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ได้สุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อสัน (*Psoas major muscle*) ของสุกรแต่ละกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 8 ตัว เพื่อตรวจวัด TBA value (TBARS) ในเนื้อสุกร ตามวิธีที่ดัดแปลงมาจาก Ohkawa *et al.* (1979)

การศึกษาจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในมูลสุกร

สุ่มเก็บตัวอย่างมูลสุกรจากทุกกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 8 ตัว ที่สุกรอายุ 11, 16, 20 และ 24 สัปดาห์ มูลสุกรดังกล่าวเป็นมูลสด เก็บจากทวารหนักของสุกรโดยตรง นำมูลสุกรมาทำการเพาะเชื้อและตรวจนับจำนวนประชากรจุลินทรีย์ 3 ชนิด ได้แก่ เชื้อ *Escherichia coli*, *Bifidobacterium* spp. และ *Lactobacillus* spp. ตามวิธีการของ วีรานุช (2544), Roy (2001) และ Bonjoch *et al.* (2005)

การศึกษาระดับแอมโมเนียในมูลสุกร

สุ่มเก็บตัวอย่างมูลสุกรจากทุกกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 8 ตัว ที่สุกรอายุ 11, 16, 20 และ 24 สัปดาห์ โดยมูลสุกรดังกล่าวเป็นมูลสด เก็บจากทวารหนักของสุกรโดยตรง เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ระดับของแอมโมเนียในมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลของพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากการทดลอง ไปทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป โดยกำหนดระดับนัยสำคัญไว้ที่ $p < 0.05$

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาถึงการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารสุกรระยะต่างๆ ที่ระดับ 100-400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิต พบว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราแลกเนื้อ ในสุกรระยะเล็ก (อายุ 11-16 สัปดาห์) และสุกรระยะรุ่น (อายุ 17-20 สัปดาห์) แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าสุกรระยะเล็กที่ได้รับอาหารควบคุม และอาหารที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในระดับต่างๆ มีการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า (ตารางที่ 2)

สำหรับสุกรระยะขุน (อายุ 21-24 สัปดาห์) พบว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวที่เพิ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mason *et al.* (2005) ที่ได้ศึกษาถึงผลของการเสริมสารคาเทชินจากชาเขียวลงในอาหารสำหรับสุกรขุนระยะท้าย ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเสริมสารคาเทชินจากชาเขียวไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร ($p > 0.05$) ทำนองเดียวกันกับงานวิจัยของ Ko *et al.* (2008) ที่พบว่าสุกรในแต่ละกลุ่มทดลองทั้งที่ได้รับและไม่ได้รับชาเขียว มีปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวที่เพิ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาพบว่าสุกรในระยะขุน (อายุ 21-24 สัปดาห์) ที่ได้รับอาหารที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีอัตราแลกเนื้อดีกว่าสุกรในกลุ่มควบคุม (14.28%) และกลุ่มที่มีการใช้ผลิตภัณฑ์แทนนินทางการค้า (11.48%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ดังแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งต่างจากผลการทดลองของ Ko *et al.* (2008) ที่ระบุว่าอัตราแลกเปลี่ยนของสุกรกลุ่มที่ได้รับและไม่ได้รับชาเขียวมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 2 ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการผลิต (Mean $\pm$ SE) ในสุกรระยะต่างๆ

รายการ	กลุ่มทดลอง						P-value
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม/ตัว/วัน)							
11-16 สัปดาห์	1.68±0.04	1.68±0.03	1.67±0.03	1.66±0.02	1.74±0.06	1.61±0.02	0.3022
17-20 สัปดาห์	2.30±0.03	2.37±0.04	2.30±0.03	2.24±0.04	2.31±0.02	2.31±0.01	0.1749
21-24 สัปดาห์	2.75±0.05	2.74±0.08	2.56±0.05	2.59±0.05	2.63±0.07	2.66±0.04	0.2309
11-24 สัปดาห์	2.16±0.04	2.18±0.03	2.11±0.03	2.11±0.02	2.16±0.05	2.11±0.02	0.4656
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย (กิโลกรัม/ตัว/วัน)							
11-16 สัปดาห์	0.70±0.03 ^a	0.71±0.03 ^a	0.72±0.02 ^a	0.72±0.02 ^a	0.71±0.01 ^a	0.67±0.03 ^b	0.0471
17-20 สัปดาห์	0.85±0.04	0.83±0.03	0.79±0.04	0.77±0.02	0.83±0.04	0.86±0.03	0.4590
21-24 สัปดาห์	0.87±0.04	0.94±0.03	0.94±0.03	0.92±0.03	0.90±0.04	0.88±0.04	0.4325
11-24 สัปดาห์	0.78±0.04	0.79±0.02	0.79±0.01	0.79±0.01	0.80±0.02	0.78±0.03	0.9892
อัตราแลกเนื้อ							
11-16 สัปดาห์	2.42±0.04	2.36±0.10	2.34±0.15	2.32±0.08	2.44±0.02	2.42±0.22	0.1050
17-20 สัปดาห์	2.72±0.16	2.80±0.13	2.93±0.14	2.90±0.10	2.81±0.11	2.70±0.10	0.8783
21-24 สัปดาห์	3.15±0.08 ^c	2.93±0.05 ^{abc}	2.71±0.06 ^a	2.80±0.07 ^{ab}	2.94±0.08 ^{abc}	3.05±0.15 ^{bc}	0.0150
11-24 สัปดาห์	2.80±0.13	2.75±0.04	2.67±0.05	2.66±0.05	2.71±0.03	2.71±0.10	0.8139

^{a,b,c} อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สำหรับผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในระดับต่างๆ ต่อระดับอนุมูลอิสระในซีรัมของสุกรระยะต่างๆ ซึ่งแสดงผลด้วยค่า TBARS พบว่าระดับของ TBARS มีค่าอยู่ในช่วง 0.60-2.65 โดยค่า TBARS ในแต่ละกลุ่มทดลองในทุกช่วงอายุของสุกร (11 16 20 และ 24 สัปดาห์) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระดับ glutathione เอนไซม์ superoxide dismutase และเอนไซม์ catalase ในแต่ละกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในทุกช่วงอายุ ซึ่งโดยทั่วไป glutathione, superoxide dismutase และ catalase จะถูกให้เป็นดัชนีชี้วัดที่ใช้บ่งชี้การทำงานในระบบต้านออกซิเดชัน ในงานวิจัยอื่นๆ ที่มีการเสริมสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน อาทิ บัวบก จะมีผลช่วยเพิ่มระดับของ glutathione, superoxide dismutase และ catalase ให้สูงขึ้น (Veerendra Kumar and Gupta, 2002; Gupta *et al.*, 2003) อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบฤทธิ์ดังกล่าว

จากการสุ่มตรวจระดับเอนไซม์ glutathione peroxidase ในพลาสมาของสุกรระยะขุนที่ 24 สัปดาห์ พบว่าระดับของเอนไซม์ glutathione peroxidase ในกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชา ในระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (กลุ่มทดลองที่ 3) มีค่ามากกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 สอดคล้องกับงานทดลองของ Juskiewicz *et al.* (2008) ที่พบว่าหนูทดลองที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมด้วยสารสกัดหยาบจากใบชา (มีระดับสาร polyphenols เท่ากับ 850 มิลลิกรัม/กรัม สารสกัดหยาบ) ในระดับ 0.01 และ 0.02% มีระดับเอนไซม์ glutathione peroxidase เท่ากับ 75.7 ± 2.8 และ 76.3 ± 2.8 ยูนิต/มิลลิลิตร พลาสมา ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าหนูทดลองที่ได้รับอาหารปกติ (64.0 ± 2.7) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่ง glutathione peroxidase เป็นเอนไซม์ตัวหนึ่งใน antioxidant enzymes ที่ช่วยเปลี่ยนอนุมูลอิสระไฮโดรเจน เพอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide, H_2O_2) ให้กลายเป็นน้ำ โดยมีซีลีเนียมเป็นโคแฟกเตอร์ ดังนั้นการที่ร่างกายของสัตว์มีระดับเอนไซม์ glutathione peroxidase ในปริมาณสูง จะเป็นผลทำให้เซลล์มีความสามารถในการเปลี่ยน H_2O_2 ไปเป็นน้ำได้มากขึ้น ซึ่งกระบวนการนี้จะช่วยป้องกันเซลล์ไม่ให้เกิดความเสียหายจากอนุมูลอิสระดังกล่าว

ตารางที่ 3 ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับเอนไซม์ glutathione peroxidase (Mean $\pm$ SE) ในพลาสมา (unit/ml) ของสุกรระยะขุน (24 สัปดาห์)

Glutathione peroxidase	กลุ่มทดลอง						P-value
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	
24 สัปดาห์	81.79 $\pm$ 6.33 ^b	90.19 $\pm$ 2.65 ^b	108.76 $\pm$ 4.96 ^a	86.21 $\pm$ 3.83 ^b	88.42 $\pm$ 2.80 ^b	82.24 $\pm$ 2.65 ^b	0.0019

^{a,b,c} อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากการศึกษาปริมาณเชื้อ *E. coli* ในมูลของสุกรที่ช่วงอายุต่างๆ พบว่าที่อายุ 16 และ 20 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 100, 200, 300, 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร และกลุ่มทดลองที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้าที่ระดับ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (กลุ่มทดลอง 2-5) มีปริมาณเชื้อ *E. coli* ในมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ในขณะเดียวกัน พบว่าทุกกลุ่มทดลองที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาและกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีปริมาณเชื้อ *E. coli* ในมูลน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Yoda *et al.* (2004) ที่ระบุว่าสารสกัดจากชาที่ชื่อว่า epigallocatechin gallate มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* และเชื้อแบคทีเรียก่อโรคอื่นๆ ได้ ในทำนองเดียวกันกับการศึกษาเบื้องต้นของ Mbata (2007) ที่รายงานว่าสารสกัดจากชามีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ได้ และนอกจากนี้ยังมีความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรียชนิดอื่นได้ด้วย อาทิ *S. aureus*, *V. cholerae*, และ *Proteus* sp. นอกจากนี้ในงานวิจัยของ Su *et al.* (2008) ยังระบุว่าสารสกัดจากชาเขียวสามารถช่วยลดจำนวนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคได้

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อ *Bifidobacterium* spp. พบว่าในมูลสุกรของทุกกลุ่มทดลอง (กลุ่มทดลอง 1-6) มีปริมาณเชื้อ *Bifidobacterium* spp. ใกล้เคียงกัน ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกช่วงอายุของการทดลอง

ในกรณีของเชื้อ *Lactobacillus* spp. พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อในช่วงรอยต่อของสุกรระยะเล็กและสุกรระยะรุ่น (ที่อายุ 16 สัปดาห์) จากตารางที่ 4 พบว่ากลุ่มทดลองที่มีการเสริมสารสกัดหยาบ

จากกากชาที่ระดับ 100 200 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโกรัมอาหาร และกลุ่มทดลองที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* spp. ในมูลมากกว่ากลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และเมื่อพิจารณาในแต่ละกลุ่มทดลองที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชา พบว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในระดับสูง (300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโกรัมอาหาร) มีปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* spp. ในมูลมากกว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในระดับต่ำ (100 และ 200 มิลลิกรัมต่อกิโกรัมอาหาร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* spp. ในมูลสุกรของกลุ่มทดลองที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในระดับสูงแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า

ตารางที่ 4 ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (Mean $\pm$ SE) ในมูลสุกรระยะต่างๆ

รายการ	กลุ่มทดลอง						P-value
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	
ปริมาณเชื้อ <i>Escherichia coli</i> (log ₁₀ CFU)							
11 สัปดาห์	6.78±0.08	6.57±0.22	6.68±0.14	6.43±0.12	6.46±0.10	6.36±0.09	0.2452
16 สัปดาห์	6.31±0.06 ^a	5.40±0.06 ^b	5.48±0.09 ^b	5.55±0.10 ^b	5.38±0.09 ^b	5.40±0.09 ^b	<0.0001
20 สัปดาห์	7.45±0.09 ^a	6.64±0.18 ^b	6.44±0.20 ^b	6.62±0.16 ^b	6.43±0.13 ^b	6.77±0.02 ^b	0.0009
24 สัปดาห์	6.92±0.04	6.08±0.25	6.05±0.32	6.14±0.25	6.35±0.30	6.03±0.11	0.1062
ปริมาณเชื้อ <i>Bifidobacterium</i> spp. (log ₁₀ CFU)							
11 สัปดาห์	3.85±0.57	3.18±0.60	4.52±0.52	4.00±0.74	4.26±0.65	3.97±0.60	0.7406
16 สัปดาห์	4.16±0.55	3.78±0.79	3.92±0.60	4.42±1.08	3.48±0.55	4.17±1.01	0.9691
20 สัปดาห์	3.49±0.40	3.62±0.84	4.12±1.17	4.78±0.84	3.58±0.52	3.48±0.45	0.7978
24 สัปดาห์	5.10±0.75	3.44±0.44	3.73±0.43	4.62±0.85	3.37±0.74	4.06±0.93	0.4926
ปริมาณเชื้อ <i>Lactobacillus</i> spp. (log ₁₀ CFU)							
11 สัปดาห์	8.46±0.17	8.62±0.20	8.31±0.06	8.25±0.07	8.48±0.09	8.20±0.05	0.1706
16 สัปดาห์	6.25±0.08 ^c	7.66±0.10 ^b	7.62±0.20 ^b	8.35±0.20 ^a	8.63±0.21 ^a	8.40±0.14 ^a	<0.0001
20 สัปดาห์	8.30±0.12	8.35±0.06	8.49±0.08	8.21±0.06	8.18±0.06	8.37±0.11	0.1857
24 สัปดาห์	7.58±0.33	8.15±0.24	7.92±0.08	8.12±0.21	8.16±0.29	7.75±0.03	0.3746

^{a,b,c} อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 5 พบว่าระดับแอมโมเนียในมูลสุกรของกลุ่มทดลองที่เสริมสารสกัดหยาบจากกากชาทุกกลุ่ม รวมทั้งกลุ่มที่เสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้า มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่สุกรอายุ 16 และ 20 สัปดาห์ และเมื่อทำการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาต่อไปจนถึงอายุ 24 สัปดาห์ พบว่าระดับแอมโมเนียในมูลสุกรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในกลุ่มที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 200 300 และ 400 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร ซึ่งผลของการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาต่อการลดระดับแอมโมเนียนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรทัย และคณะ (2547) ที่พบว่าการเสริมใบชาที่ระดับ 4% ในสูตรอาหาร มีผลช่วยลดระดับแอมโมเนียในมูลของนกกะทาญี่ปุ่นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.042$)

ตารางที่ 5 ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับแอมโมเนีย (Mean $\pm$ SE) ในมูลสุกรระยะต่างๆ

ระดับ แอมโมเนีย	กลุ่มทดลอง						P-value
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	
11 สัปดาห์	17.57 $\pm$ 0.20	17.49 $\pm$ 0.49	17.79 $\pm$ 0.06	16.90 $\pm$ 0.94	17.71 $\pm$ 0.35	17.65 $\pm$ 0.36	0.8196
16 สัปดาห์	63.60 $\pm$ 0.75 ^a	53.66 $\pm$ 0.92 ^b	51.51 $\pm$ 1.95 ^{bc}	52.89 $\pm$ 1.56 ^{bc}	47.18 $\pm$ 1.13 ^c	54.24 $\pm$ 3.46 ^b	0.0003
20 สัปดาห์	75.11 $\pm$ 1.31 ^a	65.07 $\pm$ 1.48 ^b	54.29 $\pm$ 1.02 ^c	53.14 $\pm$ 1.72 ^c	50.42 $\pm$ 1.29 ^c	53.14 $\pm$ 0.91 ^c	<0.0001
24 สัปดาห์	56.05 $\pm$ 1.71 ^a	56.62 $\pm$ 3.63 ^a	35.58 $\pm$ 2.24 ^c	39.68 $\pm$ 3.09 ^{bc}	43.43 $\pm$ 2.53 ^{bc}	46.97 $\pm$ 1.04 ^b	<0.0001

a,b,c อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากการตรวจวิเคราะห์เนื้อสันใน (*Psoas major*) ของสุกร พบว่าค่า TBA ในกลุ่มทดลองที่มีการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 100-400 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร (กลุ่มที่ 2-5) และในกลุ่มที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารแทนนินทางการค้าที่ระดับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร (กลุ่มที่ 6) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 6 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ko *et al.* (2008) ที่รายงานไว้ว่าค่า TBA ในเนื้อของสุกรกลุ่มที่ได้รับการเสริมโปรไบโอติกจากชาเขียวที่ระดับ 0.5% และกลุ่มที่ได้รับการเสริมกากชาเขียวที่ระดับ 0.5% มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังมีรายงานผลการศึกษาของ Tang *et al.* (2002) ได้ทำการเสริมสาร catechins ที่สกัดได้จากชาเขียว ลงในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 50, 100, 200 และ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร พบว่าทุกกลุ่มทดลองที่มีการเสริม catechins สามารถช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อไก่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และสามารถเก็บรักษาเนื้อในตู้แช่ -20 ได้นานถึง 1 ปี ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับผลการวิจัยของ Yang *et al.* (2003) ที่พบว่าการใช้กากชาเขียวในระดับ 0.5 1.0 และ 2.0% มีผลช่วยลดค่า TBA ในเนื้อไก่ได้ นั่นหมายความว่ากากชาเขียวมีบทบาทในการเป็น antioxidant ช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับเซลล์เนื้อเยื่อได้ จึงลดการเกิดปฏิกิริยาการหืนในเนื้อได้

Uganbayar *et al.* (2006) ได้รายงานผลการศึกษาในทำนองเดียวกันนี้ในไข่แดง โดยพบว่าอาหารไก่ไข่ที่มีการเสริมผงชาเขียวจากประเทศจีนในระดับ 1.0% ช่วยลดค่า TBA ในไข่แดงของไข่ไก่ที่เก็บไว้ 7 วัน ได้เป็นอย่างดี โดยแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($1.87 \pm 0.38 \mu\text{mol/g egg yolk}$ กับ $2.42 \pm 0.66 \mu\text{mol/g egg yolk}$)

ตารางที่ 6 ผลของสารสกัดหยาบจากกากชาต่อค่า TBA¹ (Mean $\pm$ SE) ของเนื้อสันสุกร

TBA	กลุ่มทดลอง					
value	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6
24 สัปดาห์	0.64 ± 0.07^a	0.30 ± 0.14^b	0.29 ± 0.02^b	0.11 ± 0.01^b	0.44 ± 0.01^b	0.18 ± 0.03^b

¹TBA value แสดงค่าเป็น nmol/g tissue

^{a,b,c} อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

สรุป

จากการศึกษาการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในสุกรระยะต่างๆ ตั้งแต่อายุ 11 สัปดาห์ จนถึง 24 สัปดาห์ สามารถสรุปได้ว่า การเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารเพื่อการผลิตสุกรนั้น ไม่เพียงแต่จะไม่เกิดผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตแล้ว แต่ยังมีศักยภาพช่วยลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อโรค ลดกลิ่นแอมโมเนียในมูลสุกร และลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อสัตว์ได้ นอกจากนี้สารสกัดหยาบจากกากชายังสามารถช่วยกระตุ้นให้การทำงานของเอนไซม์ต้านออกซิเดชันเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะเอนไซม์ glutathione peroxidase เพื่อกำจัดอนุมูลอิสระภายในเซลล์ของร่างกายสัตว์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเพื่อใช้ในการดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณฟาร์มสุกร NK ฟาร์ม อำเภोजอมบึง จังหวัดราชบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- วีรานุช ปลื้มทรัพย์. 2544. ปฏิบัติการจุลชีววิทยาอาหาร 732434. สาขาจุลชีววิทยา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. (อัคราณา)
- อรรถัย ไตรูฒานนท์, อรรถวุฒิ พลายบุญ, อรรถพันธ์ ส่งเสริม และสุชาติ สงวนพันธุ์. 2547. การใช้สมุนไพรแทนนินสูง (ใบชา) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์พันธุ์ของนกกระทาญี่ปุ่น, น. 86-91. ใน จันทรจรัส เรียวเดชะ, กฤษ อังคนาพร และเปล่งศรี อิงคินันท์, บรรณาธิการ. การประชุมวิชาการ สมุนไพรไทย: โอกาสและทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ ครั้งที่ 2 วันที่ 15-16 มกราคม 2547. โรงพิมพ์ดิเรณสาร, กรุงเทพฯ.
- Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. Methods in enzymology. 105: 121-126.
- Armstrong, D. 1998. Free radical and antioxidant protocols. Humana Press, New Jersey.
- Asakawa, T and S. Matsushita. 1980. Coloring condition of thiobarbituric acid test for detecting lipid hydroxide. Lipid 15: 137-140.
- Beers, R. F. and I. W. Sizer. 1951. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. Biol. Chem. 194: 133-140.
- Bonjoch, X., E. Balleste, A. R. Blanch. 2005. Enumeration of bifidobacterial populations with selective media to determine the source of waterborne fecal pollution. Water Res. 39: 1621-1627.
- Ellman, G. L. 1959. Tissue sulfhydryl groups. Arch. Biochem. Biophys. 82(1): 70-77.
- Gupta, Y. K., M. H. Veerendra Kumar and A. K. Srivastava. 2003. Effect of *Centella asiatica* on pentylene-tetrazole-induced kindling, cognition and oxidative stress in rats. Pharmacol. Biochem. Behav. 74: 579-585.

Juskiewicz, J., Z. Zdunczyk, A. Jurgonski, L. Brzuzan, I. Godycka-Klos and E. Zary-Sikorska.

2008. Extract of green tea leaves partially attenuates streptozotocin-induced changes in antioxidant status and gastrointestinal functioning in rats. *Nutr. Res.* 28: 343-349.

Ko, S. Y., I. H. Bae, S. T. Yee, S. S. Lee, D. Uuganbayar, J. I. Oh, *et al.* 2008. Comparison of the effect of green tea by-product and green tea probiotics on the growth performance, meat quality and immune response of finishing pigs. Available Source:

http://findarticles.com/p/articles/mi_6917/is_/ai_n29464665?tag=artBody;col1, January 4, 2009.

Mason, L. M., S. A. Hogan, A. Lynch, K. O'Sullivan, P. G. Lawlor and J. P. Kerry. 2005. Effects of restricted feeding and antioxidant supplementation on pig performance and quality characteristics of *Longissimus dorsi* muscle from Landrace and Duroc pigs. *Meat Sci.* 70(2): 307-317.

Mbata, T. I. 2007. Preliminary studies of antibacterial activities of processed Kenyan and Nigerian tea. *Afr. J. Biot.* 6(3): 278-279.

Mccord, J. M. and I. Fridovich. 1969. Superoxide dismutase. *J. Biol. Chem.* 244(22): 6049-6055.

National Research Council (NRC). 1998. Nutrient Requirements of Swine, 10th ed. National Academy Press, Washington, D. C.

Ohkawa, H., N. Ohishi and K. Yagi. 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.* 95: 351-358.

Roy, D. 2001. Media for the isolation and enumeration of bifidobacteria in dairy products. *Int. J. Food Microbiol.* 69: 167-182. Cited H. Beerens. 1991. Detection of bifidobacteria by using propionic acid as a selective agent. *Appl. Environ. Microbiol.* 57: 2418-2419.

- Su, P., A. Henriksson, C. Nilsson and H. Mitchell. 2008. Synergistic of green tea extract and probiotics on the pathogenic bacteria, *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus pyogenes*. World J. Microb. Biot. 24(9): 1837-1842.
- Tang, S. Z., J. P. Kerry, D. Sheehan and D. J. Buckley. 2002. Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat systems. Food Chem. 76(1): 45-51.
- Tappel, A. L. 1978. Glutathione peroxidase and hydroperoxides. Methods in enzymology. 52: 506-513.
- Uchiyama, M and M. Mihara. 1978. Determination of malondialdehyde precursor in tissue by thiobarbituric acid test. Anal. Biochem. 86:271-278.
- Uuganbayar, D., I. S. Shin and C. J. Yang. 2006. Comparative performance of hens fed diets containing Korean, Japanese and Chinese green tea. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 19(8): 1190-1196.
- Veerenda Kumar, M. H. and Y. K. Gupta. 2002. Effect of different extracts of *Centella asiatica* on cognition and markers of oxidative stress in rats. J. Ethnopharmacol. 79: 253-260.
- Yang, C. J., I. Y. Yang, D. H. Oh, I. H. Bae, S. G. Cho, I. G. Kong, *et al.* 2003. Effect of green tea by-product on performance and body composition in broiler chicks. Available Source: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=15029477>, December 11, 2008.
- Yoda, Y., Z. Q. Hu and W. H. Zhao. 2004. Different susceptibilities of *Staphylococcus* and gram-negative rods to epigallocatechin gallate. J. Infect. Chemotherapy 10: 55-58.

ตารางแผนงานเปรียบเทียบวัสดุประสงค์

ตารางแผนงานเปรียบเทียบวัตถุประสงค์

1. ตารางแผนงาน

1.1 Grant chart เปรียบเทียบกิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอ โครงการ และกิจกรรมที่ทำจริง

[illegible]

1.1 Grant chart เปรียบเทียบกิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการ และกิจกรรมที่ทำจริง (ต่อ)

กิจกรรม / การดำเนินงาน	ช่วงเดือนที่เสนอในข้อเสนอโครงการ										ช่วงเดือนที่ปฏิบัติงานจริง																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4. เพาะเชื้อและนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์	✓	✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓													
5. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของอาหารทดลอง					✓										✓												
6. เขียนรายงานความก้าวหน้ารอบ 5 เดือนที่ 1					✓										✓												
7. ตรวจวิเคราะห์ระดับแอมโมเนียในมูลสุกร						✓										✓											
8. ตรวจวิเคราะห์ระดับ TBARS, glutathione, superoxide dismutase และ catalase*								✓	✓									✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			

1.1 Grant chart เปรียบเทียบกิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการ และกิจกรรมที่ทำจริง (ต่อ)

กิจกรรม / การดำเนินงาน	ช่วงเดือนที่เสนอในข้อเสนอโครงการ										ช่วงเดือนที่ปฏิบัติงานจริง																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ สรุปผลการทดลองและ เขียนรายงานวิจัยฉบับ สมบูรณ์**									✓	✓															✓	✓	✓

หมายเหตุ: * กิจกรรมในข้อ 8 มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในระหว่างทดลองทางห้องปฏิบัติการ เนื่องจากสารเคมี xanthine oxidase สำหรับการตรวจวิเคราะห์ superoxide dismutase เกิดการดูดความชื้น หลังจากที่มีการเปิดใช้ในครั้งแรก จึงทำให้ผงสารเคมีจับตัวกันเป็นสารเหนียวติดอยู่โดยรอบขวดบรรจุ ทำให้ไม่สามารถเตรียมสารละลายที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนได้ อีกทั้งปริมาณที่ติดอยู่โดยรอบของขวดบรรจุมีน้อยมาก ไม่เหมาะที่จะนำไปทำ lyophilize ได้ คณะผู้วิจัยจึงตัดสินใจสั่งซื้อสารเคมี xanthine oxidase ขวดใหม่จากต่างประเทศ ซึ่งกรณีนี้จำเป็นต้องใช้เวลารอสารเคมีประมาณ 90-120 วัน อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่ต้องรอสารเคมีจากต่างประเทศ คณะผู้วิจัยจึงได้เพิ่มการตรวจเอนไซม์ทางห้องปฏิบัติการขึ้นมาอีก 1 ชนิด นอกเหนือจากที่ได้ระบุไว้ในแผนงาน นั่นคือเอนไซม์ glutathione peroxidase

** จากกิจกรรมในข้อ 8 ส่งผลต่อเนื่องให้การดำเนินกิจกรรมในข้อ 9 ล่าช้าไปด้วย

1.2 ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์	กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ	หมายเหตุ
1. เพื่อให้ได้ผลของการใช้ สารสกัดหยาบจากกากชา ต่อสมรรถภาพการผลิต ของสุกร	- เลี้ยงสุกรอายุ 10-26 สัปดาห์	- เลี้ยงสุกรอายุ 11-24 สัปดาห์	- ได้ข้อมูลสมรรถภาพการผลิต ของสุกร ได้แก่ ปริมาณ อาหารที่กิน, น้ำหนักตัวที่ เพิ่มขึ้น และอัตราแลกเนื้อ	- ช่วงสัปดาห์ที่ 10-11 ทำการ เลี้ยงเพื่อปรับสภาพ สัตว์ทดลองก่อนจัดกลุ่ม ทดลอง - ทำการเลี้ยงสุกรถึงอายุที่ 24 สัปดาห์ เนื่องจากปรับการ เลี้ยงให้สอดคล้องกับ ภาคอุตสาหกรรมที่นิยมส่ง สุกรเข้าโรงเชือดที่อายุ 24 สัปดาห์ เพื่อคำนึงถึงการ ประยุกต์ใช้ในภาคการผลิต เชิงอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง

1.2 ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ (ต่อ)

วัตถุประสงค์	กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ	หมายเหตุ
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้สารสกัดหยาบจากกากชาต่อจำนวนจุลินทรีย์และระดับแอมโมเนียในมูลสุกร	- ทำการเพาะเชื้อ และตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งทำการวิเคราะห์ระดับของแอมโมเนียในมูลสุกร	- ทำการเพาะเชื้อ และตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ตลอดจนวิเคราะห์ระดับแอมโมเนียในมูลสุกร	- ได้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในมูลสุกร ได้แก่ ปริมาณเชื้อ <i>E. coli</i> , <i>Bifidobacterium</i> spp. และ <i>Lactobacillus</i> spp. - พบการเปลี่ยนแปลงของระดับแอมโมเนียในมูลสุกร	-
3. เพื่อทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากกากชา	- ตรวจวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดระดับอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ	- ตรวจวิเคราะห์ค่า TBARS, glutathione, glutathione peroxidase, superoxide dismutase, catalase และ TBA value ในเนื้อสัน	- ทราบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากกากชาในการใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ	- เพิ่มพารามิเตอร์ในการศึกษาอีก 1 ตัว คือ glutathione peroxidase

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาทดลองภายใต้โครงการ “การใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในสุกรขุน” คณะผู้วิจัยพบ ศักยภาพของสารสกัดหยาบจากกากชาในหลายแง่มุม จึงมีแนวคิดและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

1. สารสกัดหยาบจากกากชาสามารถช่วยลดระดับแอมโมเนียในมูลสุกรได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะมีการพัฒนาสารสกัดหยาบจากกากชาในรูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ลดกลิ่นแอมโมเนียในมูลสุกรในอุตสาหกรรมการผลิตสุกร
2. พัฒนาสารสกัดหยาบจากกากชาเป็นสารเสริมในอาหารสัตว์ โดยเฉพาะในสัตว์กระเพาะเดี่ยว เนื่องจากสารสกัดหยาบจากกากชามีคุณสมบัติปรับสมดุลของทางเดินอาหาร และช่วยลดปริมาณแบคทีเรียก่อโรคได้
3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเชิงลึกเพื่อยืนยันฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชั่น