

องค์ประกอบทางเคมี ศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระของกากเมล็ดกัญชงและการทดสอบการใช้ในอาหารสุกรระยะเล็ก-รุ่น

Chemical composition, antioxidative potential of hemp seed cake and usage tests in starter-grower pig diets

รุ่งทิพา ไจมาศรี¹, รัชนิวรรณ บุญชู¹, วชรินทร์ อัมทองกลาง¹, อรปรียา โชติ¹, นิทัศน์ วิชาสี¹,
อดิศักดิ์ คงแก้ว¹, และ วันดี ทาตระกูล^{1*}

Rungthiwa Jaimasri¹, Radchaneewan Boonchoo¹, Watcharin Omthonglang¹,
Onpreeya Choot¹, Nithat Wichasit¹, Adisak Kongkeaw¹, and Wandee Tatrakoon^{1*}

¹ สาขาวิชาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์ และสถานีวิจัยเพื่อความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมการเกษตรและปศุสัตว์ คณะเกษตรศาสตร์
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

¹ Division of Animal Science and Feed Technology and Center of Excellence for Agricultural and Livestock Innovation, Faculty of
Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมี ศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระของกากเมล็ดกัญชง (Hemp seed cake; HSC) และทดสอบการใช้ HSC ในสูตรอาหารสุกรระยะเล็ก-รุ่น โดยศึกษาในสุกรเพศผู้ตอน [(Landrace × Large White) × Duroc] อายุ 8 สัปดาห์ จำนวน 24 ตัว น้ำหนักเริ่มต้น 17.00 ± 0.50 กิโลกรัม โดยแบ่งสุกรออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 8 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐานที่ไม่มี HSC เป็นส่วนประกอบ และกลุ่มที่ได้รับอาหารผสม HSC ที่ระดับ 2.5 และ 5% ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า HSC มีคุณค่าทางโภชนาที่สำคัญได้แก่ เถ้า คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย หยาก ไขมัน น้ำ และโปรตีน 5.20, 49.87, 18.17, 6.84, 7.69, 30.40% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีค่าพลังงานรวม 3,799 กิโลแคลอรี/กก. จากการตรวจสอบศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระของ HSC พบว่ามีปริมาณของ Total Phenolic Content (TPC), Antioxidant potential capacity (APC) และ Antioxidant activity on DPPH reaction (ADA-DPPH) อยู่ที่ 14.92 mg GAE/g DW, 10.97 mg GAE/g DW และ 39.28% ตามลำดับ ผลจากการทดสอบการใช้ HSC ในอาหารสุกรระยะเล็กที่ระดับ 2.5 และ 5% ส่งผลให้น้ำหนักตัว ปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของสุกร ไม่ต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และไม่ส่งผลต่อเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ Superoxide Dismutase และ Glutathione Peroxidase ในสุกรทดสอบ ($P > 0.05$) ดังนั้นสามารถใช้ HSC ประกอบในสูตรอาหารสุกรได้ถึง 5%

คำสำคัญ: องค์ประกอบทางเคมี; ศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระ; กากเมล็ดกัญชง; สุกรระยะเล็ก-รุ่น

ABSTRACT: The objective of this study was to examine the chemical composition, antioxidant potential of hemp seed cake (HSC) and usage tests HSC in the starting pig diets. Twenty-four castrated [(Landrace × Large White) × Duroc], 8 WK of age with initial body weight at 17.00 ± 0.50 kg. They were divided into one of three dietary treatments using a completely randomized design. The dietary treatments were the control group fed basal diet and the groups fed diet contained 2.5 and 5% HSC, respectively. The results found that hemp seed cake had significant nutritional value, including ash 5.20%, carbohydrates 49.87%, Crude fiber 18.17%, and Crude fat, water, and protein 6.84, 7.69, 30.40% respectively. In addition, it has a total energy value of 3,799 kcal/kg. According to the HSC's antioxidant potential evaluation, total phenolic content (TPC), antioxidant potential capacity (APC) and antioxidant activity on

* Corresponding author: wandeeta@nu.ac.th

DPPH reaction (ADA-DPPH) were 14.92 mg GAE/g DW, 10.97 mg GAE/g DW and 39.28%, respectively. Using 2.5 and 5% HSC in starting pig diet showed no significant difference ($P < 0.05$) in body weight gain, average daily feed intake, average daily gain, and feed conversion ratio compared with the control group. There were no effects on antioxidative enzymes such as Superoxide Dismutase and Glutathione Peroxidase in test pigs ($P > 0.05$). Therefore, up to 5% of HSC can be used in starting pig feed formula.

Keywords: chemical composition; antioxidative potential; hemp seed cake; starting-grower pig

บทนำ

กัญชา หรือ เฮมพ์ (*Cannabis sativa* L. subsp. *sativa*) เป็นพืชที่อุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสำหรับอาหารเพื่อสุขภาพ และประโยชน์ทางโภชนาการสำหรับทั้งมนุษย์และสัตว์ โดยเมล็ดกัญชานั้นมีองค์ประกอบของโภชนาที่สำคัญได้แก่ ไขมัน 30% และโปรตีน 25% อีกทั้งยังเป็นแหล่งสำคัญของสารพฤกษเคมีได้แก่ สารกลุ่มแคนนาบินอยด์ (Cannabinoids) ซึ่งจัดเป็นสารประกอบ Terpeno-phenolic compound ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีขี้ผึ้งและสามารถละลายได้ดีในไขมัน อีกทั้งสารกลุ่มแคนนาบินอยด์ที่สำคัญในกัญชายังประกอบด้วยสาร THC ที่สามารถออกฤทธิ์ต่อระบบประสาททำให้รู้สึกผ่อนคลายและมีความสุข และในกัญชายังพบน้ำมันหอมระเหยอีกหลายชนิด เช่น ฟลาโวนอยด์ และเทอร์พีน เลซิติน และโคลีน นอกจากนี้ยังมี CBCA, Polyphenols, Lignans, Terpenoids และ Protein hydrolysate ซึ่งมีผลในการลดปัจจัยความเครียดออกซิเดชันในหนูที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง (Palade et al., 2019) อีกทั้งยังมีการศึกษาการใช้กากเมล็ดกัญชาในการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งมีรายงานว่าในไก่ไข่สามารถใช้ได้ถึง 30% (Kasula et al., 2021) และ Palade et al., 2019 ได้รายงานไว้ว่าสามารถใช้ในแม่สุกรตั้งท้องได้ถึง 5% โดยส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P < 0.0001$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าสารต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นสารที่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการผลิตของสุกร จึงเหมาะสำหรับการศึกษาคูประโยชน์ของ HSC ที่เป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมัน ซึ่งในปัจจุบันของไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ ดังนั้นงานทดลองนี้จึงมีการนำ HSC มาใช้ประกอบในสูตรอาหารสุกรเพื่อทดสอบการใช้ประกอบในอาหารสุกรระยะเล็ก เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับความเครียดออกซิเดชัน

วิธีการศึกษา

นำ HSC จากกัญชาสายพันธุ์พื้นเมืองไทย (Thailand's native strains) ที่เป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันมาบดให้ละเอียด แล้วร่อนด้วยตะแกรงที่มีขนาด 0.2 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนา ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ความชื้น เถ้า (AOAC, 2016) และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ Total Phenolic Content (TPC) และทดสอบ Antioxidative potential capacity โดยการทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระใช้วิธี DPPH (อดิศักดิ์, 2564) หลังจากนั้นนำ HSC ไปทดสอบการใช้ในอาหารสุกรเพศผู้ตอน [(Landrace × Large White) × Duroc] อายุเฉลี่ย 8 สัปดาห์ จำนวน 24 ตัว น้ำหนักเริ่มต้น 17.00 ± 0.50 กิโลกรัม เลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 28-30 องศาเซลเซียส โดยสุ่มสุกรออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 8 ซ้ำๆ ละ 1 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ได้แก่ กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ใช้ HSC ประกอบในสูตรอาหารที่ระดับ 2.5 และ 5% ตามลำดับ (Table 1) ทั้งนี้สุกรทุกตัวจะได้รับอาหารที่มีปริมาณโภชนาการตามความต้องการ (NRC, 2012) ในรูปแบบของการอัดเม็ดอย่างเต็มที่และมีน้ำสะอาดกินตลอดเวลา โดยใช้อุณหภูมิในการอัดเม็ดอยู่ที่ 70-75 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 28 วัน หรือ 4 สัปดาห์ โดยการทดลองนี้ได้ทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนักตัว และปริมาณอาหารที่กินเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิต ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร บันทึกข้อมูลความรุนแรงอาการท้องเสีย โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ระดับ 0 อุจจาระแข็งปกติ ระดับ 1 อุจจาระกึ่งแข็งเป็นก้อน ระดับ 2 อุจจาระเป็นน้ำปนด้วยอุจจาระแข็ง และระดับ 3 อุจจาระเหลวเป็นน้ำ (Harutai et al., 2018) ซึ่งคะแนนอุจจาระและอุบัติการณ์ท้องร่วงแต่ละกลุ่มจะถูกคำนวณตามสูตรดังนี้

$$\text{คะแนนอุจจาระ (DI)} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนอาการท้องร่วง}}{\text{จำนวนวันทดลอง}}$$

$$DI (\%) = \frac{\text{จำนวนสุกรที่มีอาการท้องเสียของแต่ละกลุ่ม} \times \text{วันท้องเสีย} \times 100}{(\text{สุกรทั้งหมดในกลุ่ม} \times \text{จำนวนวันทดลอง})}$$

และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 28 ทำการเก็บตัวอย่างเลือดสุกร จำนวน 8 ตัวต่อกลุ่มทดลอง ด้วยหลอด Monovette clot เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ Superoxide dismutase (SOD) และ Glutathione peroxidase (GPx) โดยใช้ชุดตรวจสอบสำเร็จรูป (# 65354, Superoxide Dismutase Activity Assay Kit ; #102530, Glutathione Peroxidase Assay Kit) และทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองหาค่าความแปรปรวนร่วมโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 28

Table 1 Composition of the experimental diets (as fed basis).

Ingredients (%)	Dietary treatment		
	Control	HSC 2.5%	HSC 5%
Broken rice	20.00	20.00	20.00
Grounded Corn	32.65	32.65	32.65
Soybean meal	32.50	31.50	30.00
Rice bran	10.00	8.50	7.45
Hemp seed cake	0.00	2.50	5.00
Soybean oil	1.50	1.50	1.50
Lysine	0.10	0.10	0.15
DL-Methionine	0.10	0.10	0.10
Dicalcium Phosphate	1.30	1.30	1.30
CaCO ₃	0.50	0.50	0.50
NaCl	0.50	0.50	0.50
Vitamin-mineral premix	0.25	0.25	0.25
Anti-mycotoxin	0.50	0.50	0.50
Pellet Binder	0.10	0.10	0.10
Calculated chemical composition (%)			
Crude protein	20.05	20.14	20.09
Ether extract	3.27	3.22	3.22
Crude fiber	3.77	4.04	4.32
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,335	3,351	3,364

ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ HSC พบว่ามีปริมาณเถ้า คาร์โบไฮเดรต เยื่อใยหยาบ ไขมัน น้ำ และโปรตีน 5.20, 49.87, 18.17, 6.84, 7.69, 30.40% ตามลำดับ และค่าพลังงานรวม 3,799 กิโลแคลอรี/กก. (Table 2) ซึ่งเมื่อศึกษาการทดลองของ Callaway (2004) ที่ได้ทำการศึกษาคู่ประกอบทางโภชนาของ HSC พบว่ามีองค์ประกอบทางโภชนา ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใย อยู่ที่ 29.80, 9.70, 7.25 และ 32.55% ตามลำดับ ทั้งนี้ความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวของ HSC ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของกัญชง ระยะเวลาและสภาพอากาศในการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยว

เมื่อศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญของ HSC พบว่ามีสารออกฤทธิ์ทางจิต ได้แก่ Tetrahydrocannabinol (THC) ในระดับ 0.001% ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่มีปริมาณที่ต่ำ และปลอดภัยในการใช้ และยังมีสาร Cannabidiolic acid (CBDA), Cannabidiol (CBD) และ Cannabinoid (CBN) ในปริมาณ 0.005, 0.005 และ 0.002% ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ในการผ่อนคลายความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อเมื่อเกิดอาการบาดเจ็บไม่ว่าจะเป็นจากการจับบังคับสัตว์ และการจัดการต่างๆ ภายในฟาร์ม (Palade et al., 2019) อีกทั้งเมื่อศึกษาศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระใน HSC พบว่ามีปริมาณ TPC และ ADA-DPPH เท่ากับ 14.92 mg GAE/g DW และ 39.28% ตามลำดับ ซึ่งมีคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระที่มากกว่าเมื่อเทียบกับเมล็ดกัญชงที่มีปริมาณของ TPC และ ADA-DPPH เท่ากับ 5.14 mg GAE/g DW และ 15.80% ตามลำดับ (Malgorzata et al., 2020)

Table 2 Chemical composition of hemp seed cake used in the experiment.

Composition	Unit (%)
Ash	5.20
Carbohydrate	49.87
Crude Fiber	18.17
Crude Protein	30.40
Crude Fat	6.84
Moisture	7.69
Gross Energy (kcal/kg)	3,799

Table 3 Compounds in Cannabis of hemp seed cake used in the experiment

Item	Units (%W/W)
Phytonutrient composition¹	
Cannabidiolic acid (CBDA)	0.005
Cannabidiol (CBD)	0.005
Cannabinoid (CBN)	0.002
Tetrahydrocannabinol (THC)	0.001
Antioxidant efficiency (mg GAE/g DW)	
Total Phenolic Content (TPC)	14.92
Antioxidant potential capacity (APC)	10.97
Antioxidant activity on DPPH reaction (ADA-DPPH) (%)	39.28

Note: ¹ Cannabis Extraction and Analysis Laboratory at Cannabis LAB Laboratory for Motional Cannabis Research, Faculty of Arts and Sciences, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus

และเมื่อทดสอบการใช้ HSC ในอาหารสุกรที่ระดับ 0, 2.5 และ 5% พบว่าไม่มีผลต่อน้ำหนักตัว อัตราการกินได้เฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Table 4) แต่พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของสุกรในช่วงอายุ 56-77 วัน มีแนวโน้ม ($P>0.05$) ต่ำสุด ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการใช้ HSC ที่รวมส่วนของเปลือกเมล็ดนั้น ส่งผลต่อรสชาติของอาหาร ซึ่งทำให้การกินอาหารของสุกรลดลง ส่งผลให้มีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง เมื่อใช้ HSC 5% ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาการใช้ HSC ในไก่ไข่พบว่าไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และสามารถใช้ได้ถึง 30% (Kasula et al., 2021) และศึกษาระดับการใช้ HSC ต่ออัตราการเกิดอาการท้องเสียในสุกร พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่ใช้ HSC 5% มีค่าคะแนนมากกว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารไม่ผสม HSC และที่ผสม HSC 0

2.5% ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงใน **Table 4** แต่อย่างไรก็ตามคะแนนมูลดังกล่าว เป็นลักษณะมูลที่ปกติไม่เกิดปัญหาของอาการท้องเสียในสุกรแต่อย่างใด เนื่องจากสุกรวิจัยถูกเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดมีการควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมสุกรจึงมีสุขภาพที่แข็งแรง อีกทั้งการใช้กากเมล็ดถั่วเหลืองยังไม่ส่งผลทำให้เกิดความผิดปกติต่อระบบทางเดินอาหารของสุกร และสุกรทดลองเป็นสุกรระยะเล็กที่มีการสร้างกรดไฮโดรคลอริก (HCl) และมีการหลั่งเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยได้สมบูรณ์ (Kidder, 1982) ซึ่งเป็นช่วงที่ผ่านช่วงวิกฤตของอาการท้องเสียมาแล้ว

Table 4 The effect of dietary hemp seed cake on growth performance and diarrhea incidence in starter-grower pigs

Item	Dietary treatment			SEM	P-value
	CON	HSC 2.5%	HSC 5%		
Initial weight (Kg)	17.89	17.79	17.81	0.34	0.99
Weight gain (Kg)	17.85	18.15	16.99	0.32	0.31
Final weight (Kg)	35.74	35.94	34.80	0.55	0.69
Average daily feed intake; ADFI (g/d)					
56–63 d	744.12	752.19	777.68	22.08	0.82
64–77 d	1,237.51	1,186.22	1,080.75	47.55	0.41
56–77 d	990.82	990.82	929.22	19.98	0.36
Average daily gain; ADG (g/d)					
56–63 d	286.22	304.08	294.89	10.41	0.80
64–77 d	406.12	382.65	323.98	15.02	0.06
56–77 d	525.26 ^a	528.57 ^a	477.04 ^b	9.97	0.05
Feed conversion ratio; FCR					
56–63 d	2.68	2.51	2.65	0.09	0.76
64–77 d	3.05	3.10	3.55	0.16	0.41
56–77 d	1.89	1.84	1.94	0.03	0.57
Diarrhea incidence (%)	1.00 ^b	1.02 ^{ab}	1.05 ^a	0.01	0.02

Note: CON = Control, HSC 2.5% = Hemp seed cake 2.5%, HSC 5.0% = Hemp seed cake 5.0%, ^{a,b} Different superscripts in the same row indicate significant differences ($P < 0.05$) among treatment groups

จากผลการตรวจเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาความเครียดออกซิเดชันในซีรัมสุกร ได้แก่ SOD และ GPx พบว่าสุกรทั้ง 3 กลุ่มการทดลองมีระดับเอนไซม์ SOD อยู่ที่ 105.17, 151.00 และ 138.50 U/ml ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) และเอนไซม์ GPx พบว่ากลุ่ม HSC 2.5 และ 5% มีกิจกรรมของเอนไซม์ที่ดีกว่ากลุ่ม CON แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ดังแสดงใน **Table 5** โดยจะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ใช้ HSC ที่ระดับ 2.5 และ 5% มีแนวโน้มการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาการใช้เมล็ดถั่วเหลืองในแม่สุกรที่พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ GPx เพิ่มขึ้นในพลาสมาซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Palade et al., 2019)

Table 5 The effect of dietary hemp seed cake on oxidative stress in starter-grower pigs.

Item	Dietary treatment			SEM	P-value
	CON	HSC 2.5%	HSC 5%		
Superoxide Dismutase (U/ml)	105.17	151.00	138.50	23.30	0.77
Glutathione Peroxidase (U/ml)	377.68	383.83	382.81	3.09	0.73

Note: CON = Control, HSC 2.5% = Hemp seed cake 2.5%, HSC 5.0% = Hemp seed cake 5.0%, ^{a,b} Mean within the same column with different superscript letters differ significant (P<0.05)

สรุป

การศึกษาขององค์ประกอบทางโภชนา และศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระพบว่า HSC มีปริมาณของโปรตีนสูงถึง 30.40% และยังมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเมื่อใช้ประกอบในอาหารสุกรระยะเล็ก 5% พบว่าส่งผลให้มีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่ต่ำลงอาจเกิดจากการใช้ HSC ที่มีส่วนของเปลือกกรวดด้วย ซึ่งอาจส่งผลต่อรสชาติและความหืนของอาหาร ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

- อดิศักดิ์ คงแก้ว. 2564. ผลกระทบเสริมอาหารเพื่อกระตุ้นภูมิคุ้มกันในสุกรหย่านมจากสไปรูลิน่าหมัก. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 2016. In W. Horwitz, & G. Latimer (Eds.). The official methods of analysis of AOAC international (20th ed.). Gaithersburg, MD, USA: AOAC International.
- Callaway, J.C. 2004. Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*. 140: 65-72.
- Harutai, S., A. Pornchalit, A. Kris, and A. Anongnart. 2018. Effect of *Lactobacillus salivarius* on growth performance, diarrhea incidence, fecal bacterial population and intestinal morphology of suckling pigs challenged with F4+ enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 8: 1308-1314.
- Kasula, R., F. Solis, B. Shaffer, F. Connett, C. Barrett, R. Cocker, and E. Willingham. 2021. Effect of Increasing Levels of Dietary Hemp Seed Cake on Egg Quality in Commercial Laying Hens. *International Journal of Poultry Science*. 20: 48-58.
- Kidder, D. E. 1982. Nutrition of the early pig compared with the sow-reared pig. *Pig New Inf*. 3: 25.
- Malgorzata, M., K. Sabina, K.H. Olaf, K. Monika, W. Jaroslaw, and A.K. Marcin. 2020. Effect of rosemary extract addition on oxidative stability and quality of hemp seed oil. *Food and Bioproducts Processing*. 124: 33-47.
- Palade, L.M., M. Haneanu, D.E. Marin, V.S. Chedea, G.C. Pistol, A. Grosu, I. A. Gheorghe, M. Ropota, and I. Taranu. 2019. Effect of Dietary Hemp Seed on Oxidative Status in Sows during Late Gestation and Lactation and Their Offspring. *Animals*. 9(4): 19.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics, a biometrical approach. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd, JAP.