



ผลของการเสริมไลโซฟอสโฟลิปิดในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต ค่าเคมีโลหิต และลักษณะพื้นฐาน
วิทยาของลำไส้เล็กในไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้สภาวะเครียดจากสภาพอากาศร้อน

ชดาพร สังฆะมณี¹ อรประพันธ์ สงเสริม¹ และยุวเรศ เรืองพานิช^{1,*}

¹ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของการเสริมไลโซฟอสโฟลิปิด (LPL) ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต ค่าเคมีโลหิต และลักษณะพื้นฐานวิทยาของลำไส้เล็กในไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้สภาวะเครียดจากสภาพอากาศร้อน ทำการศึกษาค่าดัชนีชี้วัดความเครียดเนื่องจากความร้อนในไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308 เพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 1,120 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 8 ซ้ำ ซ้ำละ 35 ตัว ระยะเวลาการเลี้ยง 38 วัน ใช้แผนการทดลองแบบ 2x2 factorial in CRD โดยมีระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร 2 ระดับ คือ ระดับปกติ (PC) และลดระดับพลังงาน 75 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม (NC) และการเสริม LPL 2 ระดับ คือ 0 และ 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จากการศึกษาพบว่า ไก่เนื้อในระยะไก่เล็กและไก่รุ่นที่ได้รับอาหาร NC มีการกินอาหารมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหาร PC ($P<0.05$) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ดีในกลุ่มที่ได้รับอาหาร PC ในระยะไก่เล็ก ($P<0.05$) ทางด้านคุณภาพซากของไก่เนื้อที่อายุ 37 วัน พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหาร PC มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักโครงกระดูกมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหาร NC ($P<0.05$) และพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริม LPL 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้ออกสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริม LPL ในอาหาร ที่อายุ 38 วัน พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริม LPL 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีแนวโน้มของค่าคอเลสเตอรอลในเลือดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่มีการเสริม LPL ($P=0.0525$) ผลการศึกษา ลักษณะพื้นฐานวิทยาของลำไส้เล็กพบว่า ระดับพลังงานในอาหารและระดับการเสริม LPL มีอิทธิพลร่วมกันต่อความสูงของวิลโล สัดส่วนของความสูงของวิลโลต่อความลึกของครีปท์ และพื้นที่ผิวของวิลโลในลำไส้ส่วนต้น โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหาร NC ที่เสริม LPL 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร มีความสูงของวิลโล ($P<0.05$) สัดส่วนของความสูงของวิลโลต่อความลึกของครีปท์ ($P<0.05$) และพื้นที่ผิวของวิลโลในลำไส้ส่วนต้นเพิ่มสูงขึ้น ($P<0.05$) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างระดับพลังงานในอาหารและการเสริม LPL ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และค่าเคมีโลหิตในไก่เนื้อ จึงกล่าวได้ว่าการเสริม LPL ในอาหารช่วยปรับปรุงลักษณะพื้นฐานวิทยาในลำไส้เล็กส่วนต้น และค่าคอเลสเตอรอลในเลือดให้ดีขึ้นได้

คำสำคัญ: ไลโซฟอสโฟลิปิด ระดับพลังงานในอาหาร ลักษณะพื้นฐานวิทยาของลำไส้ คอเลสเตอรอลในเลือด ไก่เนื้อ

*ผู้รับผิดชอบบทความ

สัตวแพทยมหาวิทยาลัย. 2566. 18(1): 41-56.

E-mail address: agryos@ku.ac.th

Effect of Lysophospholipids Supplementation in the Diet on Growth Performance, Blood chemistry and Intestinal Morphology of Broiler under Heat stress

Chadaporn Sungkhamanee¹, Ornprapun Songserm¹, and Yuwares Ruangpanit^{1,#}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University,
Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

Abstract: This study was conducted to evaluate the effect of Lysophospholipids (LPL) supplementation in the diet on growth performance, blood chemistry and intestinal morphology of broiler under heat stress. And heat stress observed by heat index. A total of 1,120 1-day-old Ross 308 male broiler chicks were randomly allocated into 4 treatments with 8 replication each (35 birds per replicates) and the experimental period of 38 days. Broiler were allocated to a 2x2 factorial in CRD with 2 levels of energy were positive control (PC) and negative control reduced 75 kcal/kg and 2 levels of LPL supplementation were 0 and 500 mg/kg per feed. The experiment in starter and grower period fed NC diet had increased feed intake ($P<0.05$) and during starter period of broiler fed PC diet improved feed conversion ratio ($P<0.05$) than those fed PC diet. At d 37 the relative percent weigh of bone was higher ($P<0.05$) in PC diet when compared to the NC diet. The percent weigh of breast higher ($P<0.05$) in LPL supplementation diet. At d 38 the LPL supplementation diet tended to decreased cholesterol concentrations than those fed without LPL supplementation diet ($P=0.0525$). The results showed had interaction between levels of energy and levels of LPL supplementation on villus height, VH: CH ratio and surface area in duodenum. The LPL supplementation 500 mg/kg per feed on NC diet increased duodenum villus height, VH:CH ratio and surface area ($P<0.05$). But no significant interaction of levels of energy and levels of LPL supplementation on growth performance, carcass and blood chemistry of broiler. From the present study, the supplementation of LPL improved intestinal morphology and cholesterol concentrations on blood of broiler under heat stress.

Keywords: Lysophospholipids, Levels of energy, Intestinal morphology, Blood cholesterol, Broiler

[#]Corresponding author

J. Mahanakorn Vet. Med. 2023 18(1): 41-56.

E-mail address: agryos@ku.ac.th

บทนำ

การเลี้ยงไก่เนื้อระบบอุตสาหกรรมปัจจุบันมุ่งเน้นการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคที่มีมากขึ้น ไก่เนื้อจึงถูกปรับปรุงพันธุ์ให้โตเร็ว มีอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณเนื้ออกที่สูง ขณะที่ระยะเวลาการเลี้ยงสั้นลง อย่างไรก็ตามไก่เนื้อเหล่านี้มักประสบปัญหาเกี่ยวกับระบบหัวใจและปอดที่ยังใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ และมีข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวเนื่องจากน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมีอัตราที่สูงกว่าการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของขา (Matthew, 2020) ทำให้ไก่เนื้อปัจจุบันมีความสามารถในการรองรับน้ำหนักได้ไม่ดี อีกทั้งการเจริญเติบโตที่รวดเร็วยังส่งผลให้ไก่มีความไวต่อการเกิดความเครียดอันเกิดจากสภาพอากาศร้อน (heat stress) ก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพ เช่น ไก่มีการสูญเสียน้ำทางลมหายใจและสิ่งขับถ่าย เกิดภาวะขาดน้ำ (dehydrate) มีการกินน้ำมากขึ้น (Aengwanich, 2008) การกินอาหารของสัตว์ลดลง ให้สมรรถภาพการผลิตลดลงเนื่องจากหยุดการใช้พลังงานในการสร้างผลผลิตและเปลี่ยนมาใช้พลังงานในการระบายความร้อนแทน (Bouke, 2021; Tsiouris, 2018) นอกจากนี้ภาวะเครียดเนื่องจากสภาพอากาศร้อนทำให้เซลล์เสียสภาพจากการเสียแร่ธาตุจำพวกโซเดียม โพแทสเซียม และคลอไรด์ (Miles, 2015) ส่งผลต่อการยอมให้สารผ่านเข้าออกของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเซลล์ระบบทางเดินอาหารอาจเกิดการอักเสบ ประสิทธิภาพการย่อยและการดูดซึมอาหารผิดปกติ (Awad et al., 2018) และอาจทำให้สัตว์เสียชีวิตได้ ในปัจจุบันได้มีแนวทางในการแก้ไขหลายประการ เช่น การเลี้ยงไก่ในโรงเรือนระบบทำความเย็นโดยการระเหยของไอน้ำ (evaporative cooling system) (Aengwanich, 2008) การเติมสารประกอบหรือแร่ธาตุชนิดต่างๆ ผสมลงในน้ำดื่มเพื่อลดความเครียด รวมทั้งการจัดการด้านอาหาร เช่น การใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานในอาหารมากขึ้น เพราะไขมันก่อให้เกิดความร้อนในร่างกาย (heat increment) ต่ำ

กว่าคาร์โบไฮเดรตหรือโปรตีนในกระบวนสลายสารโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน (aerobic respiration) หรือการใช้สารเสริมในอาหาร เช่น อิมัลซิไฟเออร์ที่ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของไขมันในการสัมผัสกับเอนไซม์ไลเปส และมีบทบาทในการสร้างไมเซลล์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้ และดูดซึมไขมันที่สัตว์จะนำไปใช้ประโยชน์ในร่างกาย (Laura, 2016)

ไลโซฟอสโฟลิปิด (LPL) มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ในอาหารไก่เนื้อที่ช่วยให้การดูดซึมไขมันดีขึ้น เนื่องจาก LPL มีกรดไขมันเพียงสายเดียวเป็นองค์ประกอบ มีรูปร่างคล้ายกรวยทรงสูง เมื่อแทรกตัวอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์จะเสริมให้เยื่อหุ้มเซลล์มีลักษณะเป็นเส้นโค้งได้ดี และทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดช่องว่างบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ของผนังลำไส้มากขึ้น ทำให้การขนส่งสารผ่านชั้นไขมันแบบไม่ใช้พลังงาน (passive transport) และการดูดซึมไอออนภายในเซลล์เพิ่มขึ้น อีกทั้ง LPL ยังมีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ทำให้ไขมันกับน้ำมันละลายเข้ากันได้ดี (Blair, 2018) มีประสิทธิภาพในการสร้างไมเซลล์ที่มีขนาดเล็กที่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ง่าย (Langmuir, 2002a) ช่วยในการขนส่งสารอาหารและไขมันเข้าสู่กระแสเลือดเพื่อใช้ประโยชน์ในร่างกายได้ดียิ่งขึ้น เมื่อสามารถใช้ประโยชน์ได้จากไขมันในอาหารได้มากขึ้นจึงทำให้ช่วยลดพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้นจากการใช้อาหารที่เกิดขึ้นในร่างกายโดยเฉพาะเมื่อต้องเลี้ยงไก่เนื้อในสภาพอากาศร้อน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาผลของการเสริมไลโซฟอสโฟลิปิดในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ ค่าเคมีโลหิต และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กของไก่เนื้อภายใต้ความเครียดจากสภาวะการเลี้ยงที่หนาแน่นมากกว่าปกติในสภาพอากาศร้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการทดลอง

การศึกษานี้ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308 เพศผู้ ที่อายุ 1 วัน จำนวน 1,120 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 8 ซ้ำ ซ้ำละ 35 ตัว โดยมีกลุ่มทดลองดังนี้ กลุ่มที่ 1 อาหารทดลองพื้นฐานข้าวโพด-กากถั่วเหลือง (PC) กลุ่มที่ 2 อาหาร PC ที่ลดพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 75 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม (NC) กลุ่มที่ 3 อาหาร PC ที่เสริม LPL 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และกลุ่มที่ 4 อาหาร NC ที่เสริม LPL 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดย LPL ได้มาจากผลิตภัณฑ์ภายใต้ชื่อทางการค้า Lipidol (EASY BIO Inc.)

ทำการเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด ที่ความหนาแน่น 15 ตัวต่อตารางเมตร ระยะเวลาในการเลี้ยง 38 วัน ให้อาหารและน้ำแบบไม่จำกัด (ad libitum) เลี้ยงไก่เนื้อในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 36-38 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 60-96 เปอร์เซ็นต์ (ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563) องค์ประกอบของวัตถุดิบและคุณค่าทางโภชนาที่ ได้จากการคำนวณแสดงไว้ใน Table 1 แบ่งระยะการให้อาหารออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ที่อายุ 1-10 วัน (starter period) ที่อายุ 11-24 วัน (grower period) และที่อายุ 25-38 วัน (finisher period)

การเก็บข้อมูล การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์ตัวอย่าง

บันทึกข้อมูลน้ำหนักไก่ทดลองรายตัว และบันทึกปริมาณอาหารทดลองที่กินที่อายุ 1, 7, 14, 21, 28 และ 38 วัน บันทึกจำนวนการตายและการคัตทิ้งไก่ทดลองตลอดระยะเวลาการเลี้ยง นำข้อมูลมาคำนวณค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการตายของไก่ทดลอง บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนทุกวัน (ช่วงเวลา 07.00 น., 13.00 น. และ 17.00 น.) นำมาคำนวณค่าดัชนีชี้วัดความเครียด

เนื่องจากความร้อน (heat stress index; HSI) ตามวิธีของศิษย์ (2553)

เมื่อไก่มีอายุ 37 วัน สุ่มไก่ทดลองจำนวนซ้ำละ 2 ตัว ทำการเจาะเลือดจากหลอดเลือดดำที่บริเวณปีก (wing vein) โดยอดอาหารก่อนการเจาะเลือด 6 ชั่วโมง (นวพรรณ, 2549) เก็บใส่หลอดที่ไม่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด ตัวอย่างละ 6 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าทางเคมีโลหิต ได้แก่ ปริมาณฮอร์โมนคอร์ติซอล (cortisol function test) ปริมาณคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ ไขมันที่มีความหนาแน่นสูง (high density lipoproteins: HDL) และ ไขมันที่มีความหนาแน่นต่ำ (low density lipoproteins: LDL) จากนั้นนำไก่ทดลองชุดเดียวกันทำให้เสียชีวิตโดยการทำให้สลบด้วยการรมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วทำการชำแหละตัดแต่งซากและบันทึกน้ำหนักชิ้นส่วน หัวและคอ เนื้ออก สะโพก น่อง ปีก ไขมันช่องท้อง โครงกระดูก ข้างและตีน นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์คุณภาพซาก

เมื่อไก่มีอายุ 38 วัน สุ่มไก่เนื้อจำนวนซ้ำละ 2 ตัว สุ่มเก็บชิ้นส่วนลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum) และลำไส้เล็กส่วนกลาง (jejunum) ความยาวประมาณ 3 เซนติเมตร ตีรังตัวอย่างลำไส้เข้ากับแผ่นโฟมและแช่ลงในสารละลาย 10% buffered neutral formalin นำไปเตรียมสไลด์เพื่อศึกษาลักษณะจุลกายวิภาคของเยื่อผิวทางเดินอาหารโดยวัดความสูงของวิลโล (villus height) ความกว้างของวิลโล (villus width) และความลึกของคริปต์ (crypt depth) โดยสุ่มวัดจากวิลโล และคริปต์จำนวน 9 อันต่อส่วนของลำไส้ตามวิธีของ Yang (2008)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลตามแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (factorial experiment) โดยใช้ General Linear Model (GLM) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SAS® University Edition และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's

Table 1 Ingredients composition and calculated analysis of experimental diets.

Ingredient (%)	Positive control			Negative control (-75 kcal/kg ME)		
	Starter	Grower	Finisher	Starter	Grower	Finisher
Corn, 8%	54.72	57.17	61.07	56.31	58.80	62.66
Soybean meal, 50%	36.68	33.59	29.06	36.50	33.36	28.83
Soybean oil	3.34	4.52	5.49	1.98	3.14	4.13
Mono-dicalcium phosphate	2.257	2.016	1.809	2.253	2.012	1.805
Limestone	1.009	0.906	0.824	1.011	0.908	0.826
Pellet binder	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
Salt	0.229	0.251	0.251	0.227	0.248	0.249
Broiler vit/min premix	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
DL-Methionine	0.327	0.276	0.248	0.324	0.274	0.246
L-Lysine	0.227	0.162	0.156	0.229	0.166	0.160
L-Threonine	0.127	0.081	0.064	0.126	0.080	0.064
L-Isoleucine	0.044	0.015	0.007	0.000	0.000	0.000
Sodium bicarbonate	0.214	0.185	0.189	0.216	0.189	0.192
Choline Chloride, 60%	0.080	0.074	0.084	0.079	0.074	0.084
Antimold	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Salinomycin ¹	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Calculated nutrient (%)						
ME for poultry; Kcal/kg	3000	3100	3200	2925	3025	3125
Crude protein	23.0	21.5	19.5	23.0	21.5	19.5
Crude fat	5.88	7.10	8.13	4.59	5.79	6.84
Crude fiber	2.63	2.57	2.48	2.66	2.59	2.50
Calcium	0.96	0.87	0.79	0.96	0.87	0.79
Total phosphorus	0.86	0.80	0.74	0.87	0.80	0.74

¹Withdraw for the last 7 days of the experimental period

new multiple range test ที่ระดับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล ค่าดัชนีชี้วัดความเครียดเนื่องจากความร้อน

โดยทั่วไปอุณหภูมิร่างกายตามปกติของไก่ คือ 41-42°C และอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเลี้ยงไก่อยู่ระหว่าง 21-26°C (Ewing, 1999) ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิ

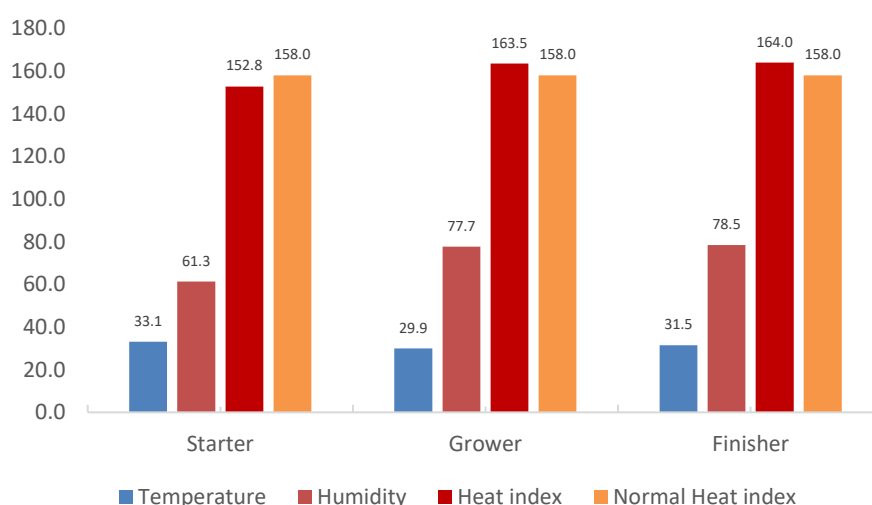
แวดล้อมสูงขึ้นจะส่งผลต่อการเกิดความเครียดจากความร้อน (ศิษณ์ท์, 2553) ซึ่งค่าดัชนีชี้วัดความเครียดเนื่องจากความร้อนสามารถบ่งบอกระดับความเครียดโดยคำนวณจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ จากผลการบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อวันภายในโรงเรือน พบว่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่าดัชนีชี้วัดความเครียดเนื่องจากความร้อนในแต่ละช่วงการเลี้ยง คือ ในระยะไก่เล็กในช่วงกก 7 วันแรก มีค่าเฉลี่ย 33.1°C, 61.3% และ

152.8 ตามลำดับ (ภาพที่ 1) โดยค่าดัชนีชี้วัดความเครียดเนื่องจากความร้อนที่มีค่าน้อยกว่า 158 คือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต (ศิษฐ์, 2553) ขณะที่อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ และค่าดัชนีความเครียดในระยะไก่เล็กที่พ้นช่วงกกจนถึงระยะไกรุ่น (อายุ 8-24 วัน) มีค่าเท่ากับ 29.9°C, 77.7% และ 163.5 ตามลำดับ และในระยะไก่โต (อายุ 25-38 วัน) มีค่าเท่ากับ 31.5°C, 78.5% และ 164.0 ตามลำดับ โดยค่าดัชนีชี้วัดความเครียดเนื่องจากความร้อนที่มีค่ามากกว่า 160 แสดงถึงอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ทำให้ไก่เกิดความเครียดจากความร้อน ส่งผลให้ไก่แสดงอาการอ่อนเพลีย เริ่มหอบ และเริ่มพบไก่ตาย (ศิษฐ์, 2553) โดยที่อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่าดัชนีชี้วัดความเครียดเนื่องจากความร้อนตลอดระยะเวลาการเลี้ยงไก่ทดลองมีค่าเท่ากับ 30.4°C, 75.0% และ 161.7 ตามลำดับ นอกจากนั้นพบว่า ในแต่ละวันอุณหภูมิมีค่าสูงสุดเฉลี่ยในช่วงเวลา 10.30 น.-16.00 น. ในวันที่อากาศอบอ้าว และพบการเกิดความร้อนสะสมสูงสุดในช่วงเวลา 17.00 น.-18.00 น. และพบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นกว่าค่าเฉลี่ยทั่วไปในวันที่มีฝนตกระหว่างวัน จากผลการบันทึกข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่าขณะที่

ดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ไก่เนื้อถูกเลี้ยงภายใต้สภาวะเครียดเนื่องจากสภาพอากาศร้อน

สมรรถภาพการผลิต

ผลของการเสริม LPL ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ แสดงดัง Table 2 จากการทดลองพบว่าระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารและการเสริมและไม่เสริม LPL ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ ($P>0.05$) ด้านปัจจัยจากระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร พบว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหาร NC มีปริมาณอาหารที่กินมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหาร PC ในช่วงอายุ 1-10 วัน และ 10-24 ขณะที่น้ำหนักตัวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงส่งผลทำให้ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหาร NC มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในช่วงอายุ 1-10 วัน ($P<0.05$) และในช่วงอายุ 10-24 วัน ($P=0.0506$) ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหาร PC สอดคล้องกับการศึกษาของ Chen (2019) ที่รายงานว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปกติ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ดีกว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ต่ำลง 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร เช่นเดียวกับการศึกษาของ Zhao (2017) ที่มีการลดระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ใน



ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่าดัชนีความเครียดเนื่องจากความร้อนในช่วงการดำเนินงานวิจัย

อาหาร 50 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร และรายงานของ Boontiam et al. (2017) ที่มีการลดระดับพลังงาน 150 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมในอาหารกลุ่ม NC พบว่าส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีค่าพลังงานปกติ ทั้งนี้เนื่องจากไก่ต้องการพลังงานสำหรับระบบการทำงานในร่างกาย 2 ประการ คือ พลังงานเพื่อการดำรงชีวิต (maintenance) และพลังงานเพื่อการสร้างผลผลิต (production) (Priyankarage et al. 2011) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำจะมีปริมาณการกินอาหารเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้พลังงานที่เพียงพอต่อความต้องการในการดำรงชีวิต (Abdollahi, 2021) แต่อาจจะไม่เพียงพอต่อการสร้างผลผลิตที่ดีได้เมื่อเทียบกับไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปกติ ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารในการดำรงชีวิตและการสร้างผลผลิตที่ดีกว่า โดยแสดงให้เห็นจากอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ดีกว่าแม้ว่าจะเลี้ยงในสภาพอากาศร้อนเช่นเดียวกัน

ผลของการเสริม LPL ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อในช่วงอายุ 24-38 วัน และอายุ 1-38 วัน พบว่าระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารและการเสริม LPL ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ ($P>0.05$) และในด้านปัจจัยหลักทั้งสองปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร และด้านการเสริม LPL ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการตาย ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่า การเลี้ยงไก่เนื้อในช่วงอายุ 24-38 วัน มีอัตราการตายสูงขึ้นในทุกกลุ่มการทดลอง เนื่องจากความเครียดจากการความหนาแน่นในการเลี้ยงที่สูงขึ้นเมื่อไก่มีอายุมากขึ้นและความร้อนสะสมในร่างกายจากสภาพอากาศร้อน รวมทั้งความร้อนแฝงในอาหารที่เกิดขึ้นในร่างกายซึ่งเกิดจากการย่อยอาหารและการหมักในระบบ

ทางเดินอาหาร และเกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ในร่างกาย (Sklan, 1995) ส่งผลให้ไก่เนื้อไม่สามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ตามปกติ เป็นสาเหตุของอาการอ้าปากหายใจ หายใจเร็วขึ้น และหายใจหอบเมื่อเริ่มหายใจหอบ ไก่จะสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากปอด ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์และไบคาร์บอเนตในกระแสเลือดลดลง ส่งผลให้ระดับไฮโดรเจนไอออนในกระแสเลือดลดลง ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของพลาสมาสูงขึ้น เรียกว่า ภาวะเลือดเป็นด่าง (alkalosis) และทำให้ไก่ช็อคตายในที่สุด (Aengwanich, 2008)

อาจกล่าวได้ว่า การเสริม LPL ในอาหาร ไก่เนื้อสามารถลดเขยการลดพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ลดลงได้ โดย LPL มีบทบาทช่วยเพิ่มการย่อยได้ของไขมันในระยะไก่เล็ก แต่ไม่ส่งผลอย่างชัดเจนต่อการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ อีกทั้งเมื่อไก่เนื้ออายุมากขึ้นจะมีความสามารถในการผลิตน้ำย่อยไลเปส และการผลิตน้ำดีที่เพียงพอสำหรับการย่อยไขมันในอาหาร เพื่อให้ได้พลังงานที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตและสร้างผลผลิต จากผลการศึกษาในครั้งนี้ทำให้การเสริม LPL ที่ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารไม่มีความต่างกันของสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อแม้ว่าเลี้ยงในสภาพอากาศร้อนเมื่อเทียบกับการไม่เสริม

คุณภาพซาก

ผลของการเสริม LPL ต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อที่อายุ 37 วัน แสดงใน Table 3 จากผลการทดลองพบว่าระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารและการเสริมและไม่เสริม LPL ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อ ($P>0.05$) ด้านปัจจัยหลักจากระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหาร NC มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักโครงกระดูกต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหาร PC ($P<0.05$) เนื่องจากไขมันมีความสำคัญในการใช้ประโยชน์ได้ของวิตามินดี ซึ่งมีหน้าที่สำคัญในการรักษาสมดุลของแคลเซียมในร่างกาย (Leeson, 2001)

88 **Table 2** Effect of lysophospholipids supplementation on growth performance in broiler.

Energy levels	LPL levels	Starter (1-10 d)				Grower (11-24 d)				Finisher (25-38 d)				Overall (1-38 d)			
		BWG (g)	FI (g)	FCR	Mortality (%)	BWG (g)	FI (g)	FCR	Mortality (%)	BWG (g)	FI (g)	FCR	Mortality (%)	BWG (g)	FI (g)	FCR	Mortality (%)
PC	0	245.97	266.77	1.08	100.0	1037.14	1348.56	1.30	1.07	1252.77	2447.65	1.80	3.98	2535.88	4560.06	1.64	5.00
	500	244.78	263.29	1.07	100.0	1052.77	1364.22	1.29	1.07	1248.50	2533.80	1.87	4.36	2546.05	4594.61	1.64	5.36
NC	0	247.22	269.96	1.09	100.0	1073.06	1403.46	1.30	0.71	1259.82	2565.49	1.88	5.06	2580.10	4691.44	1.64	5.71
	500	246.47	271.96	1.10	100.0	1049.71	1387.42	1.31	0.71	1232.38	2474.92	1.86	4.68	2528.56	4535.20	1.62	5.36
ME level																	
PC		245.37	265.02 ^b	1.08 ^b	100.0	1044.96	1356.39 ^b	1.29	1.07	1250.64	2490.73	1.84	4.17	2540.97	4577.34	1.63	5.18
	NC (<75 Kcal/kg)	246.85	270.97 ^a	1.09 ^a	100.0	1061.38	1395.44 ^a	1.30	0.71	1246.10	2520.21	1.87	4.87	2554.33	4613.32	1.64	5.54
LPL level																	
LPL 0 mg./kg feed		246.60	268.37	1.08	100.0	1055.10	1376.01	1.30	0.89	1256.29	2506.57	1.84	4.52	2557.99	4625.75	1.64	5.36
	LPL 500 mg./kg feed	245.62	267.63	1.08	100.0	1051.24	1375.82	1.30	0.89	1240.44	2504.36	1.87	4.52	2537.31	4564.91	1.63	5.36
P-value																	
ME level * LPL level		0.8915	0.1200	0.1942	-	0.0700	0.2496	0.0526	1.0000	0.7962	0.1540	0.2223	0.7833	0.5490	0.3243	0.6935	0.8262
ME level		0.3681	0.0017	0.0268	-	0.1235	0.0072	0.0506	0.5322	0.9194	0.6287	0.4407	0.6102	0.7947	0.7079	0.7545	0.8262
LPL level		0.5493	0.6679	0.8659	-	0.7119	0.9887	0.5874	1.0000	0.7240	0.9710	0.5671	0.9996	0.6873	0.5274	0.6399	1.0000
Pool SE		0.8042	0.8546	0.0038	0.000	5.1717	6.7407	0.0032	0.2823	22.2209	30.1474	0.0192	0.6820	25.4264	47.5388	0.0082	0.8057

^{a,b} Within a column, means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

Table 3 Effect of lysophospholipids supplementation on carcass in broiler.

Energy levels	LPL levels (mg/kg feed)	Live weight (g)	De-feathering weight (g)	Warm carcass weight (g)	Chill carcass weight (g)	Dressing (%)	Breast (%)	Thigh (%)	Drum stick (%)	Wing (%)	Bone (%)	Leg (%)	Head (%)	Abdominal fat (%)
PC	0	2482.00	2344.50	2220.37	2167.85	87.33	29.44	16.49	11.98	9.02	20.47	4.09	7.23	1.70
	500	2591.25	2452.87	2307.50	2265.00	87.46	30.43	16.61	11.79	9.16	20.09	4.01	6.99	1.53
NC	0	2572.87	2432.75	2281.12	2245.50	87.31	30.23	16.34	11.88	8.97	19.91	4.04	7.17	1.59
(-75 Kcal/kg.)	500	2576.25	2428.12	2289.62	2250.87	87.39	31.30	16.22	12.07	8.92	19.72	3.99	7.07	1.25
ME level														
PC		2536.63	2398.69	2263.94	2216.44	87.40	29.94	16.55	11.88	9.09	20.28 ^a	4.05	7.11	1.61
NC (-75 Kcal/kg.)		2574.56	2430.44	2285.38	2248.19	87.35	30.77	16.28	11.97	8.95	19.81 ^b	4.02	7.12	1.42
LPL level														
LPL 0 mg./kg feed		2527.44	2388.63	2250.75	2206.69	87.32	29.84 ^b	16.41	11.93	9.00	20.19	4.06	7.20	1.64
LPL 500 mg./kg. feed		2583.75	2440.50	2298.56	2257.94	87.42	30.87 ^a	16.42	11.93	9.04	19.90	4.00	7.03	1.39
P-value														
ME level * LPL level		0.3428	0.2762	0.3926	0.3140	0.9396	0.9234	0.5730	0.2398	0.3635	0.6171	0.8430	0.6881	0.5601
ME level		0.4949	0.5377	0.6395	0.4838	0.8876	0.0737	0.1955	0.5757	0.1632	0.0207	0.5714	0.9593	0.1916
LPL level		0.3134	0.3167	0.2999	0.2617	0.7638	0.0287	0.9902	0.9906	0.6783	0.1400	0.2943	0.3061	0.0987
Pool SE		27.4261	25.4392	22.6361	22.3720	0.1610	0.2238	0.1044	0.078	0.0505	0.0954	0.029	0.0812	0.0733

^{a,b} Within a column, means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

โดยเพิ่มการดูดซึมของแคลเซียมบริเวณเยื่อบุผนังลำไส้เล็กพร้อมกับไขมันและกลีโคโน (Nascimento, 2014) ซึ่งมีความจำเป็นต่อกระบวนการสร้างกระดูก และเพิ่มการสะสมแคลเซียมในกระดูก จากผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหาร PC มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักโครงกระดูกมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหาร NC ซึ่งเกิดจากปริมาณไขมันในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน เนื่องจากอาหาร NC มีการลดระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 75 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม โดยการลดปริมาณน้ำมันรวมในสูตรอาหารลง 2 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับสูตรอาหาร PC ในแต่ละช่วงระยะการเลี้ยง จึงส่งผลให้มีปริมาณของไขมันในสูตรอาหารลดลงตามไปด้วย โดยที่ปริมาณที่ต่างกันของไขมันในสูตรอาหารมีผลต่อความสามารถในการกระตุ้นการละลายวิตามินดีที่ได้รับจากอาหาร ความสามารถในการช่วยดูดซึม และขนส่งวิตามินดีเพื่อนำไปช่วยในการดูดซึมแคลเซียมจากลำไส้ไปสะสมที่กระดูก (Veeranuch, 2015) และสลายแคลเซียมจากกระดูกในไก่เนื้อแตกต่างกัน

ในส่วนของการปัจจัยจากการเสริมและไม่เสริม LPL พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีการเสริม LPL ในระดับ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีเปอร์เซ็นต์ของเนื้อหน้าอกมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริม LPL ($P < 0.05$) เนื่องจาก LPL มีคุณสมบัติของการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่มีขนาดเล็กกว่าฟอสโฟลิปิด ช่วยให้ไขมันแตกตัวเป็นโมเลกุลที่เล็กลง ทำให้มีพื้นที่ผิวให้เอนไซม์ไลเปสเข้าไปจับกับไขมันในอาหารได้มากขึ้น (Blair, 2018) ส่งผลมีประสิทธิภาพในการย่อยไขมันที่ดีขึ้น เนื่องจากโครงสร้างของ LPL ที่มีกรดไขมันเพียงสายเดียวทำให้สามารถสร้างเป็นไมเซลล์ที่มีขนาดเล็กมาก (Langmuir, 2002a) จึงทำให้ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ง่าย ส่งผลต่อการดูดซึม และขนส่งสารอาหารประเภทไขมันได้มากขึ้น เมื่อเกิดการใช้ประโยชน์ได้ของไขมันที่มีประสิทธิภาพบางส่วนจะถูกใช้ เป็น แหล่ง พลังงานให้กับเซลล์เยื่อบุผิว การแบ่งเซลล์เยื่อบุลำไส้ และส่งเสริมการเจริญและ

พัฒนาเพิ่มพื้นที่ผิวเซลล์ดูดซึม (Boroojeni, 2014) เมื่อพื้นที่ผิวของเยื่อบุลำไส้พัฒนาและเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของเซลล์วิลลัสต่อสารอาหารต่างๆ จึงทำให้ประสิทธิภาพการดูดซึมสารอาหารดีขึ้น สอดคล้องกับการทดลอง Boontiam et al. (2017) ที่รายงานว่าการเสริม LPL 0.15% ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเนื้อหน้าอก และ Chen (2019) ที่ได้รายงานถึงการเสริม LPL ระดับ 0.075% ว่าช่วยปรับปรุงให้เปอร์เซ็นต์เนื้ออกสันนอกเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารที่ไม่มีการเสริม LPL ซึ่งเป็นไปได้ว่า LPL สามารถเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของไขมันและโปรตีนในการสร้างกล้ามเนื้อ แทนการสร้างไขมันในช่องท้อง ทำให้ส่งผลต่อการสะสมไขมันและโปรตีนในเนื้อหน้าอกโดยแสดงให้เห็นจากการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักในเนื้อหน้าอก

ค่าเคมีโลหิต

ผลของการเสริม LPL ต่อค่าเคมีโลหิตของไก่เนื้อที่อายุ 37 วัน แสดงใน Table 4 พบว่าระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารและการเสริมและไม่เสริม LPL ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อค่าคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ HDL LDL และคอรีติซอล ($P > 0.05$) ในกระแสเลือดของไก่เนื้อ ด้านปัจจัยจากระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ต่อค่าเคมีโลหิต ขณะที่ปัจจัยด้านการเสริม LPL พบว่า ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริม LPL 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีแนวโน้มทำให้ค่าคอเลสเตอรอลในเลือดลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริม ($P = 0.0525$) สอดคล้องกับ Zhao et al. (2017) ที่รายงานว่าการเสริม LPL ในอาหาร ทำให้ไก่เนื้ออายุ 14 วัน มีระดับของคอเลสเตอรอลในเลือดลดลงเมื่อเทียบกับการไม่เสริม รวมถึงระดับของไตรกลีเซอไรด์ และ LDL ด้วย และการศึกษาของ Boontiam et al. (2019) พบว่าการเสริม LPL 0.10% ทำให้ค่า HDL มีค่าสูงขึ้นเนื่องจาก LPL เป็นสารที่เปลี่ยนรูปจากฟอสโฟลิปิด มีหน้าที่สลายไขมันหรือคอเลสเตอรอลด้วยเอนไซม์ lecithin cholesterol acyltransferase (LCAT) ทำให้

Table 4 Effects of lysophospholipids supplementation on blood chemistry in broiler.

Energy levels	LPL levels (mg/kg feed)	Cholesterol (mg/dL)	Triglycerides (mg/dL)	HDL (mg/dL)	LDL (mg/dL)	Cortisol (ug%)
PC	0	144.81	70.75	97.81	32.19	< 0.23
	500	134.68	78.18	92.25	31.31	< 0.23
NC (-75 Kcal/kg.)	0	150.06	82.56	102.19	34.69	< 0.23
	500	141.44	76.50	94.38	35.13	< 0.23
ME level						
PC		139.75	74.47	95.03	31.75	< 0.23
NC (-75 Kcal/kg.)		145.75	79.53	98.28	34.91	< 0.23
LPL level						
LPL 0 mg./kg feed		147.44	76.66	100.00	33.44	< 0.23
LPL 500 mg./kg feed		138.06	77.34	93.31	33.22	< 0.23
P-value						
ME level * LPL level		0.8725	0.2581	0.8018	0.7642	0.0000
ME level		0.2055	0.3939	0.4702	0.1563	0.0000
LPL level		0.0525	0.9072	0.1432	0.9203	0.0000
Pool SE		2.3147	2.9218	2.2199	1.0832	0.0000

โคเลสเตอรอลอยู่ในรูปของโคเลสเตอรอลเอสเทอร์ (cholesteryl ester, CE) มีการเปลี่ยนรูปร่างเป็นทรงกลมขนาดเล็กในรูปของ α 3-HDL (Iwata et al., 1992) โดย HDL มีบทบาทสำคัญในการนำคอเลสเตอรอล และกรดไขมันอิสระออกจากอวัยวะต่างๆ ของร่างกายไปยังเซลล์ตับเพื่อการขับถ่ายหรือการเผาผลาญใหม่ (Jonas., 2002) ซึ่งการสร้างและการสลายตัวของคอเลสเตอรอลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดระยะเวลาจึงทำให้คอเลสเตอรอลในเลือดลดลง โดยตับจะคอยทำหน้าที่ในการเปลี่ยนคอเลสเตอรอลให้กลายเป็นกรดน้ำดี จากนั้นก็จะเปลี่ยนเป็นเกลือน้ำดีปลดปล่อยเข้าไปในส่วนของลำไส้เล็กเพื่อทำหน้าที่ช่วยย่อยไขมันต่อไป (Liscum., 2002)

ลักษณะสัณฐานวิทยา

ผลของการเสริม LPL ต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กส่วนต้นของไก่เนื้อที่อายุ 38 วัน Table 5 พบว่า ระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารและการ

เสริมและไม่เสริม LPL มีอิทธิพลร่วมต่อค่าความสูงของวิลโล สัดส่วนความสูงของวิลโลต่อความลึกของครีปท์ และพื้นที่ผิวของวิลโลในลำไส้เล็กส่วนต้นของไก่เนื้อ ($P<0.05$) โดยพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหาร NC ที่เสริม LPL 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีผลทำให้ค่าความสูงของวิลโลเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหาร NC และกลุ่มที่ได้รับอาหาร PC ที่มีการเสริม LPL 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหาร PC และมีผลทำให้กลุ่มที่ได้รับอาหาร NC ที่เสริม LPL 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารมีสัดส่วนของความสูงของวิลโลต่อความลึกของครีปท์สูงขึ้น ($P<0.05$) จากการเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มทดลอง สอดคล้องกับรายงานของ Chen et al. (2019) ที่พบว่าการเสริม LPL ในอาหารไก่เนื้อมีผลในทางบวกต่อความสูงของวิลโล ความลึกของครีปท์ และความสูงของวิลโลต่อความลึกของครีปท์ของลำไส้เล็กส่วนต้นเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารปกติ

52 **Table 5** Effects of lysophospholipids supplementation on intestinal morphology in broiler.

Energy levels	LPL levels (mg/kg. feed)	Duodenum				Jejunum					
		Villus height (µm)	Crypt depth (µm)	Villi width (µm)	VH:CH ratio	Surface area (mm²)	Villus height (µm)	Crypt depth (µm)	Villi width (µm)	VH:CH ratio	Surface area (mm²)
PC	0	1574.83 ^{ab}	342.11	191.02	4.71 ^b	0.94 ^a	1360.67	253.19	177.76	5.38	0.76
	500	1502.18 ^b	332.03	164.02	4.64 ^b	0.77 ^b	1275.58	244.08	163.36	5.36	0.66
NC (-75 Kcal/kg.)	0	1461.37 ^b	336.48	171.07	4.55 ^b	0.78 ^b	1281.43	244.80	160.35	5.48	0.65
	500	1639.31 ^a	300.05	169.07	5.73 ^a	0.87 ^{ab}	1336.40	250.11	146.83	5.41	0.61
ME level											
PC		1538.50	337.07	177.52	4.59	0.85	1318.13	248.63	170.56 ^a	5.37	0.71
NC (-75 Kcal/kg.)		1550.34	318.26	170.07	4.97	0.82	1308.91	247.45	153.59 ^b	5.44	0.63
LPL level											
LPL 0 mg./kg feed		1518.10	339.29	181.04	4.49 ^b	0.85	1321.05	248.99	169.05 ^a	5.43	0.70
LPL 500 mg./kg. feed		1570.74	316.04	166.54	5.07 ^a	0.82	1305.99	247.10	155.10 ^b	5.38	0.63
P-value											
ME level * LPL level		0.0100	0.3888	0.1224	0.0200	0.0074	0.2968	0.6764	0.9358	0.9440	0.4809
ME level		0.6242	0.2218	0.3508	0.1253	0.5279	0.8897	0.9454	0.0038	0.8225	0.0975
LPL level		0.1572	0.1336	0.0753	0.0233	0.4030	0.8208	0.9126	0.0148	0.8810	0.1446
Pool SE		22.4979	7.5259	3.9243	0.1203	0.0219	32.9364	8.5466	2.6857	0.1630	0.0227

^{a,b} Within a column, means with different superscripts differ significantly (P<0.05)

เช่นเดียวกับการศึกษาของ Boontiam et al. (2017) ที่พบว่า การเสริม LPL ที่ระดับ 0.05% ทำให้ความลึกของครีปที่มีค่าลดลงในลำไส้เล็กส่วนต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ช่วยปรับปรุงความสูงของวิลโลต่อความลึกของครีปเพิ่มขึ้น การเสริม LPL ร่วมกับไขมันจากแหล่งต่างๆ ส่งผลให้ความสูงของวิลโลเพิ่มขึ้น และความลึกของครีปที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการเสริม LPL (Khonyoung, 2015) อีกทั้งพบว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหาร NC ที่เสริม LPL 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีพื้นที่ผิวของวิลโลเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหาร NC และกลุ่มที่ได้รับอาหาร PC ที่เสริม LPL 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร แต่ไม่แตกต่างกันกับกลุ่มที่ได้รับอาหาร PC (Table 5) เมื่อสัตว์ได้รับอาหารที่มีการเสริม LPL จะทำให้มีการย่อยและการดูดซึมไขมันเพิ่มมากขึ้น เนื่องจาก LPL เข้าไปทำงานร่วมกับพอสฟอลิพิดโดยแทรกตัวอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์ เสริมให้เยื่อหุ้มเซลล์มีลักษณะเป็นเส้นโค้งและมีความยืดหยุ่นที่ดีขึ้น (Cho, 2013) เป็นผลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดช่องว่างบริเวณเซลล์เยื่อบุของลำไส้มากขึ้น มีการดูดซึมสารอาหารประเภทไขมัน และการดูดซึมแบบไม่ใช้พลังงานเพิ่มขึ้น (Ailte et al., 2016) พลังงานที่เพิ่มขึ้นบางส่วนจะถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับเซลล์เยื่อบุผิว การแบ่งเซลล์เยื่อบุลำไส้ และส่งเสริมการเจริญและเพิ่มพื้นที่ผิวเซลล์ดูดซึม (Boroojeni, 2014) เป็นเหตุผลที่ทำให้ส่วนของความสูงวิลโล ความสูงของวิลโลต่อความลึกของครีปที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนต้นสูงขึ้น

ผลของการเสริม LPL ต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กส่วนกลางของไก่เนื้อที่อายุ 38 วัน พบว่าระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารและการเสริมและไม่เสริม LPL ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กส่วนกลาง ($P > 0.05$) ด้านปัจจัยจากระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหาร NC ส่งผลให้ความกว้างของวิลลอน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหาร PC อย่างมีนัยสำคัญ

($P < 0.05$) สอดคล้องกับ Papadopoulos (2018) ที่รายงานว่า การได้รับอาหารที่ให้พลังงานไม่เพียงพอส่งผลต่อสุขภาพลำไส้ของไก่เนื้ออายุ 42 วัน มีผลทำให้เยื่อเมือกมีแนวโน้มลดลงในกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหาร NC อย่างไรก็ตาม ผลกระทบนี้อาจรวมถึงปัจจัยอื่นๆ อีก เช่น ความเครียด และองค์ประกอบของจุลินทรีย์ในลำไส้ ในด้านปัจจัยจากการเสริมและไม่เสริม LPL พบว่าความกว้างของวิลโลในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริม LPL 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริม LPL อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แม้ว่าความกว้างของวิลโลจะแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการสัมผัสกับสารอาหารเพื่อดูดซึม (Kamboh, 2014) แต่เมื่อพิจารณาความสูงของวิลโล ความลึกของครีป และสัดส่วนความสูงของวิลโลต่อความลึกของครีป พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการเสริมและไม่เสริม LPL ซึ่งความสูงของวิลโล ความลึกของครีป และสัดส่วนความสูงของวิลโลต่อความลึกของครีปนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่บ่งชี้ถึงสุขภาพของลำไส้ของไก่เนื้อ สอดคล้องกับ Boontiam et al. (2017) ที่รายงานว่า การเสริม LPL ระดับ 0.05% ส่งผลให้ความสูงของวิลโล ความลึกของครีป และสัดส่วนความสูงของวิลโลต่อความลึกของครีปของลำไส้เล็กส่วนกลางในไก่เนื้อที่อายุ 35 วันไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริม LPL เช่นเดียวกับ Chen et al. (2019) พบว่าไก่เนื้ออายุ 21 วัน ที่ได้รับอาหารที่เสริม LPL มีความสูงของวิลโล ความลึกของครีป และสัดส่วนความสูงของวิลโลต่อความลึกของครีปที่ไม่แตกต่างกันกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริม LPL

สรุป

การลดระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร ส่งผลให้ปริมาณการกินของไก่เนื้อเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ด้อยลง แต่การเสริมไลโซฟอสโฟลิพิดในอาหารทำให้เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักเนื้อออกสูงขึ้น ปรับปรุงลักษณะสัณฐานวิทยาใน
ลำไส้เล็กส่วนต้น และค่าคอเลสเตอรอลในเลือดของไก่
เนื้อที่เลี้ยงภายใต้สภาวะเครียดจากสภาพอากาศร้อน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์การเรียนรู้วิชาการด้านสัตว
ศาสตร์ และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ภาควิชา
สัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
กำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และบุคลากรใน
การดำเนินงานวิจัย บริษัทพาทเวย์ อินเตอร์มีเดียตส์
(ประเทศไทย) จำกัด สำหรับทุนการวิจัยและผลิตภัณฑ์
สำหรับการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

นวพรรณ จารุรักษ์. 2549. ไขมันในเลือด: ความสำคัญ
ทางคลินิกและการตรวจวิเคราะห์ทาง
ห้องปฏิบัติการ. ภาควิชาเวชศาสตร์ชั้นสูง คณะ
แพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ศิษย์ พงษ์พัฒน์. 2553. เทคนิคและการจัดการ
โรงเรือนระบบ Evap. สำหรับการเลี้ยงสัตว์.
สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย.

Abdollahi, V. R. a. M. R. 2021. Nutrition and
Digestive Physiology of the Broiler Chick:
State of the Art and Outlook. Animals
(Basel). 11(10): 2795.

Aengwanich, W. 2008. Effects of High
Environmental Temperature on the Body
Temperature of Thai Indigenous, Thai
Indigenous Crossbred and Broiler
Chickens. Asian Journal of Poultry Science.
2: 48-52.

Ana Jonas, D.E. Vance and J.E. Vance (Eds.)
Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and

Membranes; Lipoprotein structure.
Elsevier Science. (4th edit.)

Boontiam, W., Jung, B., and Kim, Y.Y. 2017. Effects
of lysophospholipid supplementation to
lower nutrient diets on growth
performance, intestinal morphology, and
blood metabolites in broiler chickens.
Poult. Sci. 96(3): 593-601.

Boontiam, W., Hyun, Y.K., Jung, B., and Kim, Y.Y.
2019. Effects of lysophospholipid
supplementation to reduced energy,
crude protein, and amino acid diets on
growth performance, nutrient digestibility,
and blood profiles in broiler chickens.
Poult. Sci. 98(12): 6693-6701.

Borojeni, F. G., Mader, A., Knorr, F., Ruhnke, I.
Rohe, I., Hafeez, A., Manner, K. and Zentek,
J. 2014. The effects of different thermal
treatments and organic acid levels on
nutrient digestibility in broilers. Poult. Sci.
93: 1159-1171.

Bouke Poelsma. 2021. Tips and tricks for feeding
during heat stress. Poultry world. Misset
Uigoverij, B.V. Retrieved from
<https://www.poultryworld.net/specials/tips-and-tricks-for-feeding-during-heat-stress/>

Chen, C., Jung B., and Kim W.K. 2019. Effects of
lysophospholipid on growth performance,
carcass yield, intestinal development, and
bone quality in broilers. Poult. Sci. 98(9):
3902-3913.

Elmutaz Awad, Z. I., Abdoreza Soleimani Awad,
E.A., Idrus, Z., Soleimani Farjam, A., Bello,
A.U., and Jahromi, M.F. 2018. Growth

- performance, duodenal morphology and the caecal microbial population in female broiler chickens fed glycine-fortified low protein diets under heat stress conditions. *Br. Poult. Sci.* 59(3): 340-348.
- Iwata, T. S., Hoshi, F., TakeHsla, K., Tsutsumi, Y., Furukawa, S., and Kimura. 1992. The effect of dietary safflower phospholipid and soybean phospholipid on plasma and liver lipids in rats fed a hypercholesterolemic diet. *J. Nutri. Sci.* 38: 471-479.
- Kamboh, A.A., and Zhu, W-Y. 2014. Individual and combined effect of genistein and hesperidin on immunity and intestinal morphometry in lipopolysaccharide-challenged broiler chickens. *Poult. Sci.* 93(9): 2175-2183.
- Khonyoung, D., Yamauchi, K. and Suzuki, K. 2015. Influence of dietary fat sources and lysolecithin on growth performance, visceral organ size, and HIS to logical intestinal alteration in broiler chickens. *Livestock. Sci.*, 176: 111-120.
- Langmuir, L. T. 2002. Lecithin: In: Arthur, T. Hubbard (Ed.). *Encyclopedia of Surface and Colloid Science*. New York, USA: Marcel Dekker Inc.
- Laura, C. 2016. Food emulsifier fundamentals. *Infoorm.* 27(10): 11.
- Laura Liscum, D.E. Vance and J.E. Vance (Eds.) *Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and Membranes; Cholesterol biosynthesis*. Elsevier Science. (4th Edit.)
- Leeson, S. 2001. *Nutrition of chicken*. Guelph: University Books, 4th, 179-320.
- Miles, G. D. B. R. 2015. *Heat Stress Management in Broilers*. UF IFAS Extension VM65.
- Nascimento, D.R., Murakami, A.E., Guerra, A.F.Q.M., Ospinas-Rojas, I.C., Ferreira, M.F.Z. and Fanhani, J.C. 2014. Effect of different vitamin D source and calcium levels in the diet of layer in the second laying cycle. *Braz. J. Poult. Sci.* 16(2): 37-42.
- Papadopoulos, G.A.T.P., Chalvatzi, S., Dibenedetto, M., Hardas, A., Tsiouris, V., Georgopoulou, I., Arsenos, G., and Fortomaris, P.D. 2018. Effects of lysolecithin supplementation in low energy diets on growth performance, nutrient digestibility, viscosity and intestinal morphology of broilers. *Br. Poult. Sci.* 59(2): 232-239
- Priyankarage N., Silva, S.S.P., and Pirgozliev. V.R. 2011. Energy, energy requirement and different energy systems in poultry. *Vet. J.* 5(A): 1-12.
- Robert, B. 2018. *Nutrition and feeding of organic poultry*. Faculty of Land and Food Systems The University of British Columbia, Canada. ISBN: 978 1 84593 406 4.
- Sklan, Y. N. D. 1995. Digestion and Absorption in the Yung Chick. *Poult. Sci.* 74: 366-373.
- Torrey, S., Kiarie, E., and Widowski, T. 2020. In pursuit of a better broiler: A comprehensive study on 16 strains of broiler chickens differing in growth rates

(pp. 1-6, Rep.). Guelph, ON, Canada:
University of Guelph.

- Tsiouris V., I. G., Batzios, C., Pappaioannou, N., Ducatelle, R., and Fortomaris, P. 2018. Heat stress as a predisposing factor for necrotic enteritis in broiler chicks. *Avian Pathology*. doi:10.1080/03079457.2018.1524574
- Yang, Y., Iji, P.A., Kocher, A., Mikkelsen, L.L., and Choct, M. 2008. Effect of xylanase on growth and gut development of broiler chickens given a wheat-based diet. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 21(11): 1659-1664.
- Zhao, P. Y., and Kim I.H. 2017. Effect of diets with different energy and lysophospholipids levels on performance, nutrient metabolism, and body composition in broilers. *J. Poult. Sci.* 96(5): 1341-1347.

