

ผลของการเสริมผงถ่านต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่เนื้อ

Effect of charcoal supplementation on growth performance
and carcass quality of broiler chickens

นฤชัย บุญประคม

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมผงถ่านต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่เนื้อ ได้ทำการรวบรวมและศึกษาเอกสารทางวิชาการจำนวน 9 ฉบับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552-2562 ซึ่งมีการศึกษาการเสริมผงถ่านที่ระดับ 1-7.5 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารไก่เนื้อ ผลพบว่าการเสริมผงถ่านที่ระดับ 1-1.5 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่เนื้อ ส่งผลทำให้ปริมาณการกินได้ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์เนื้อหนังอกสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมผงถ่าน ($p < 0.05$) แต่การเสริมผงถ่านที่ระดับสูงกว่า 1.5% ส่งผลกระทบในแง่ลบต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว แต่ไม่ส่งผลต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อ ($P > 0.05$) ดังนั้นสามารถเสริมผงถ่านในอาหารไก่เนื้อได้ที่ระดับ 1-7.5 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซาก

คำสำคัญ: ผงถ่าน ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก ไก่เนื้อ

บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่เนื้อในประเทศไทยขยายตัวอย่างรวดเร็ว และมีการบริโภคเนื้อไก่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้มีการเลี้ยงไก่เนื้อเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งการเลี้ยงไก่เนื้อในปัจจุบันมีการใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของไก่เนื้อ ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเนื่องจากพบปัญหาการตกค้างของยาปฏิชีวนะในการผลิตและยังส่งผลกระทบต่อ การส่งออกผลิตภัณฑ์ไก่เนื้อไปยังต่างประเทศ การใช้ยาปฏิชีวนะเป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไก่เนื้อ ถูกห้ามใช้ในหลายประเทศเนื่องจากเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ดังนั้นผู้เลี้ยงไก่เนื้อจึงจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการใช้ยาปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อ จำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการใช้ยาปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อ การเลี้ยงดังกล่าวมีโอกาสที่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นและก๊าซแอมโมเนียในโรงเรือนมากขึ้น โดยการเกิดก๊าซแอมโมเนียมีน้ำและออกซิเจนเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการผลิตโดยเกิดภายใต้อุณหภูมิและความชื้นสูง (Becker and Graves, 2004) และพยายามศึกษาหาแนวทางการใช้สารชนิดอื่นมาทดแทน เช่น ผงถ่าน โดยการใช้ผงถ่านถือเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ ผงถ่าน (charcoal) เป็นวัสดุอินทรีย์ที่ถูกเผาในสภาพที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำหรือไม่มีออกซิเจนด้วยอุณหภูมิสูงประมาณ 300-600°C ที่เรียกว่า carbonization (FAO, 1985) ถ่านมีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้น กลิ่น โดยจะมีรูพรุนจำนวนมากภายในโครงสร้างของถ่าน Chu et al. (2013) ได้รายงานว่าถ่านไม้ไผ่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวได้ นอกจากนั้นยังสามารถลดก๊าซแอมโมเนีย และก๊าซมีเทน อีกทั้งยังสามารถลดประชากรของจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย เช่น Salmonella และ Escherichia coli และช่วยเพิ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในมูล นอกจากนี้ถ่านไม้ไผ่ยังสามารถลดความเครียดและเพิ่มความเข้มข้นของเซลล์เม็ดเลือดอีกด้วย ส่วนสัตว์ปีก Anjaneyulu et al. (1993) ได้มีการศึกษาการใช้ผงถ่านในการผลิตสัตว์ปีก พบว่าการเสริมผงถ่านไม้ไผ่ในอาหารที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่กิน สมรรถภาพการเจริญเติบโตและลักษณะซากของไก่เนื้อ ดังนั้น สัมนานฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมผงถ่านต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่เนื้อสำหรับใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้กับผู้ที่สนใจ

ผงถ่าน (charcoal)

ผงถ่าน มีชื่อเต็มมาจาก แอคทีเวท ชาร์โคล (activated charcoal) หรือ ผงคาร์บอน (activated carbon) เป็นผงถ่านที่ถูกนำมาใช้ตั้งแต่ 1,550 ปีก่อนคริสตกาล ในการกรองน้ำดื่มตามภูมิปัญญาของคนยุคก่อน ด้วยคุณสมบัติของถ่านที่สามารถดูดซับกลิ่น และถูกนำไปใช้ในการปรุงอาหารตามวิถีเอเชีย เช่น ประเทศเกาหลีจะใส่ถ่านลงไปหุงพร้อมข้าว เพื่อให้มีกลิ่นหอม แม้แต่ประเทศไทยก็ใช้ถ่านในผสม สีสันขนมที่ต้องการให้มีสีดำ เช่น ขนมเปียกปูน เป็นต้น ผงถ่านเป็นรูปแบบหนึ่งของคาร์บอนที่นำมาผ่านการสังเคราะห์ทางเคมี เพื่อเพิ่มฤทธิ์ให้มากขึ้น จึงเป็นที่มาของคำว่า activate charcoal โดยจะเรียกสั้นๆ ว่า ถ่าน แต่ไม่ใช่ชนิดเดียวกับ ถ่านฟืนที่เราใช้ในการหุงต้ม ลักษณะของผงถ่าน จะมีอนุภาคเล็กๆ หรือเป็นผงเม็ดเล็ก จะมีรูพรุน ซึ่งมีขนาดเล็ก-ใหญ่ แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งานปกติแล้ว มนุษย์จะนำมาใช้ประโยชน์ เช่น ฟอกหรือกรองอากาศในเครื่องปรับอากาศ ใช้ผลิตกาแฟที่ไม่มีคาเฟอีน ใช้สกัดแร่ทองคำ อุตสาหกรรมน้ำดื่ม

อุตสาหกรรมพลังงาน ใช้เป็นไส้กรองของหน้ากากนิรภัย เพื่อกรองแก๊สพิษ และใช้ในอุตสาหกรรมยาทาง การแพทย์ จะนำผงถ่านมาใช้ดูดซับสารพิษที่มนุษย์รับประทานเข้าไป หรือการรับประทานยาที่เกินขนาด แต่ การดูดซับพิษที่วุ่นนั้น ไม่สามารถดูดซับได้ทั้งหมด หรือสารพิษทุกชนิด โดยสามารถดูดซับได้เพียง 60 เปอร์เซ็นต์ และสารพิษที่ไม่สามารถใช้ผงถ่านดูดซับได้ เช่น กรดที่มีฤทธิ์การทำลายสูง ต่างที่มีฤทธิ์ทำลายสูง สารหนู แอลกอฮอล์ ในกลุ่มของเมทานอล และเอทานอล ตัวทำลายในอุตสาหกรรมอย่าง แอติลีนไกลคอล หรือโลหะหนักอย่างธาตุเหล็กที่ปะปนในอาหารที่รับประทาน นอกจากใช้ในการรักษาหรือบรรเทาอาการพิษ เบื้องต้นแล้ว ผงถ่านยังถูกนำไปผสมกับยาต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษา เช่น ผสมในยาลดกรด ยา ช่วยย่อยอาหาร ยาขับลม เป็นต้น

ผงถ่านไม่สามารถดูดซับซึมจากกระเพาะอาหาร หรือลำไส้เข้าสู่ร่างกายได้ จึงไม่เกิดการเผาผลาญในร่างกาย ด้วยยาที่มีส่วนผสมของผงถ่าน จะมีคุณสมบัติดูดซับสารพิษที่เข้าไปในระบบทางเดินอาหาร รวมไปถึงสารก่อที่ ให้เกิดระคายเคืองต่อกระเพาะอาหารและลำไส้ เช่น สารอะโรมาติก เบนซีน เป็นต้น ทั้งนี้ ผงถ่านยังสามารถ ขัดขวางฤทธิ์ของน้ำตาลซอร์บิทอล ที่อาจอยู่ในอาหาร หรือผสมในยา ซึ่งเป็นตัวการที่ดูดน้ำกลับเข้าไปในลำไส้ ที่จะกระตุ้นให้เกิดการขับถ่าย สาเหตุของท้องเสีย ทำให้ผงถ่านช่วยแก้อาการท้องเสียได้ การเสริมผงถ่านใน อาหารสัตว์ไก่ไข่ที่ระดับต่าง ๆ ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักไข่ มวลไข่ อัตราการเปลี่ยน อาหารเป็นมวลไข่ และคุณภาพไข่ แต่การเสริมผงถ่านไม่ฝในอาหารที่ระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มและผลผลิตไข่น้อยกว่ากลุ่มควบคุม และมีไขมันในช่องท้องลดลงอย่างชัดเจน (เจษฎา และคณะ , 2560) การผสมผงถ่านไม่ละลายในอาหารไก่กระตังที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยน อาหารและมีแนวโน้มลดปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในมูลไก่ไข่อีกด้วย ด้วยคุณสมบัติที่ดีของถ่านไม้ หากนำ คุณสมบัติดังกล่าวมาใช้เพื่อช่วยลดความชื้นของวัสดุรองพื้นซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดกลิ่นและก๊าซ แอมโมเนียภายในโรงเรือนซึ่งส่งผลเสียต่อสุขภาพของสัตว์ปีก ประกอบกับถ่านไม้มีคุณสมบัติในการช่วยลด ประชากรของจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายในระบบทางเดินอาหาร และช่วยเพิ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในมูล (บัวเรียม และคณะ, 2551)

ผลและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาของ Yanana et al. (2019) ศึกษาการเสริมผงถ่านที่ระดับ 0, 1, 1.5, 2.2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่เนื้อ ผลการทดลองพบว่า การเสริมผงถ่านที่ระดับ 1 และ 1.5 % ส่งผลทำให้น้ำหนักตัว ปริมาณ การกินได้ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมผงถ่าน ($p < 0.05$) ทั้งนี้ เนื่องจากผงถ่านช่วยกำจัดแบคทีเรียก่อโรคต่างๆ ทำให้สัตว์มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น แต่พบว่าเมื่อ เสริมผงถ่านในระดับสูงขึ้นพบว่าไม่ส่งผลต่อน้ำหนักตัว ปริมาณการกินได้ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร เป็นน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากผงถ่านสามารถดูดซับแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกายออกมาด้วยทำให้อัตราไม่ สามารถนำใช้แร่ธาตุที่มีประโยชน์เหล่านั้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Majewska et al. (2011)

ทำการเสริมผงถ่านที่ระดับ 0 และ 3% ในอาหารไก่เนื้อ ผลการทดลองพบว่าการเสริมผงถ่านที่ระดับ 3% ส่งผลทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมผงถ่าน ($p<0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้และอัตราการตาย ($p>0.05$) แต่จากการรายงานของ Odunsi et al. (2007) ทดลองเสริมผงถ่านที่ระดับ 0, 2.5, 5 และ 7.5% ในสูตรอาหารไก่เนื้อ พบว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมผงถ่านมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มที่เสริมผงถ่านในทุกระดับ ($p<0.05$)

Table 1. Effect of dietary charcoal supplementation on growth efficiency of broilers

Charcoal	BWG	FI	FCR	Source
0	1648.2 ^c	4410.3 ^b	2.7 ^c	Yanana et al. (2019)
1.0%	1836.8 ^a	4576.6 ^a	2.5 ^a	
1.5%	1775.6 ^{ab}	4445.2 ^{ab}	2.5 ^a	
2.0%	1670.6 ^{bc}	4510.1 ^{ab}	2.7 ^{bc}	
2.5%	1695.4 ^{bc}	4580.5 ^a	2.7 ^{bc}	
SEM	56.1	72.7	0.1	
Charcoal	BWG	FI	FCR	Source
0	2.6 ^b	-	2.0	Majewska et al. (2011)
3%	2.7 ^a	-	1.9	
SEM	0.020	-	0.014	
Charcoal	BWG	FI	FCR	Source
0	35.3 ^a	88.8 ^b	2.5 ^b	Odunsi et al. (2007)
2.5%	32.0 ^b	89.4 ^b	2.8 ^b	
5%	32.5 ^b	94.7 ^a	2.9 ^a	
7.5%	29.6 ^b	85.7 ^c	2.9 ^a	
SEM	0.6	2.1	0.1	

^{abc} Means with different superscript within rows varies significantly at ($p<0.05$)

BWG: Body weight gain, FI: Feed Intake, FCR: Feed Conversion Ratio

SEM: standard error of the mean

การเสริมผงถ่านที่ระดับ 1 และ 1.5% ในอาหารไก่เนื้อ ส่งผลทำให้น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์เนื้อหน้าอกมากกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมผงถ่านในระดับอื่นๆ ($p<0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่ออวัยวะต่างๆ ส่วนการเสริมผงถ่านในระดับสูงนั้นไม่ผลต่อคุณภาพซากเนื่องจากผงถ่านมีคุณสมบัติในการดูดซับโทษต่างๆ โดยเป็นแบบไม่จำเพาะเจาะจง ซึ่งไก่เนื้อที่ได้รับผงถ่านในปริมาณมากเกินไป ส่งผลให้ผงถ่านดูดซับโทษที่มีประโยชน์

เช่น วิตามินและแร่ธาตุออกไปด้วย (Yanana et al., 2019) ซึ่งให้ผลตรงข้ามกับ Majewska et al. (2011) เสริมผงถ่านที่ระดับ 0 และ 3% ในอาหารไก่เนื้อ พบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อให้ผลเช่นเดียวกับ Odunsi et al. (2007) เสริมผงถ่านที่ระดับ 2.5, 5 และ 7.5% ในอาหารไก่เนื้อ มาส่งผลกระทบต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อ ($p < 0.05$)

Table 2. Effect of charcoal on carcass characteristics of broiler chickens

Items	Levels of charcoal (%)					SEM
	0	1.0	1.5	2.0	2.5	
Live weight (g/bird)	2416.7 ^c	2596.7 ^a	2533.3 ^{ab}	2470.0 ^{bc}	2457.7 ^b _c	58.1
Carcass weight (g/bird)	1620.7 ^b	1793.7 ^a	1733.7 ^{ab}	1626.3 ^b	1670.0 ^a _b	67.8
Dressing (%)	66.9	69.1	68.4	65.9	67.9	1.8
Major cuts expressed as percentages of Carcass weight						
Thigh (%)	15.5	15.4	15.6	16.1	16.4	0.6
Drum stick (%)	13.9 ^b	12.7 ^c	14.6 ^b	14.7 ^{ab}	15.6 ^a	0.6
Back (%)	16.7	16.4	15.9	16.6	16.1	0.5
Breast (%)	35.5	36.1 ^a	35.5	33.1	32.7	1.9
Abdominal fat	1.1 ^{ab}	1.9 ^a	1.6 ^{ab}	1.6 ^{ab}	0.9 ^b	0.5
Organs expressed as percentages of live weight						
Liver (%)	1.9 ^b	2.0 ^{ab}	2.0 ^{ab}	2.2 ^a	2.0 ^{ab}	0.2
Heart (%)	0.4 ^b	0.5 ^{ab}	0.5 ^{ab}	0.4 ^{ab}	0.5 ^a	0.2
Spleen (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Kidney (%)	0.6 ^{ab}	0.6 ^a	0.5 ^{ab}	0.4 ^c	0.5 ^{bc}	0.6
Lungs (%)	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4

^{abc} Means with different superscript on the same row varies significantly at ($p < 0.05$)

SEM: standard error of the mean

Source: Yanana et al. (2019)

Table 3. Effect of charcoal on carcass characteristics of broiler chickens

Items	Treatments		SEM	P-value
	0	3%		
Dressing percentage	76.1	76.4	0.138	0.311
Breast muscles	15.8	16.3	0.140	0.060
Thigh muscles	9.1	9.3	0.070	0.096
Drumstick muscles	7.2	7.3	0.080	0.824
Heart	0.4	0.4	0.006	0.247
Liver	1.6	1.7	0.021	0.606
Gizzard	1.0	1.0	0.021	0.774

^{abc} Means with different superscript on the same row varies significantly at ($p < 0.05$)

SEM: standard error of the mean

Source: Majewska et al. (2011)

Table 4. Effect of dietary charcoal wood on carcass weight, carcass yield, cut-up parts and organ weights of broilers

Items	Treatments				SEM
	0	2.5%	5%	7.5%	
Carcass weight(g/b)	1445.3 ^a	1260.4 ^b	1303.1 ^{ab}	1155.3 ^c	28.02
Carcass yield (%)	71.1 ^a	70.3 ^a	71.6 ^a	69.7 ^b	0.34
Abdominal fat (%)	0.95 ^a	0.65 ^b	0.61 ^b	0.54 ^c	0.09
Relative cut-up part (%of CW)					
wing	12.7	12.6	11.4	11.5	0.79
Thigh	19.2	16.7	22.9	19.2	0.30
Drum stick	14.6	13.7	14.8	15.1	0.47
Breast	25.3	25.3	27.6	25.1	0.35
Back	18.9	21.4	19.4	19.2	0.24
Neck	6.96	6.96	6.90	7.03	0.07
Relative organ weights (%of CW)					
Liver	2.1	2.3	2.2	2.5	0.07
Kidney	0.5	1.0	1.0	1.0	0.04
Lung	0.5	0.7	0.7	0.7	0.02
Heart	0.5	0.6	0.5	0.5	0.01
Spleen	0.1	0.1	0.1	0.2	0.12
Gizzard	2.7	3.3	2.4	2.8	0.72

^{abc} Means with different superscript on the same row varies significantly at ($P < 0.05$)

SEM: standard error of the mean

Source: Odunsi et al. (2007)

สรุป

การเสริมผงถ่านที่ระดับ 1-1.5 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่เนื้อ ส่งผลทำให้ปริมาณการกินได้ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์เนื้อหนังสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมผงถ่าน แต่การเสริมผงถ่านที่ระดับสูงกว่า 1.5% ส่งผลกระทบในแง่ลบทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว แต่ไม่ส่งผลต่อคุณภาพซากของไก่

เอกสารอ้างอิง

- เจษฎา รัตนวุฒิ, ดนุสรณ์ ไตรระเปียบ และ อารีรัตน์ ทศดี. 2560. “ผลการเสริมผงถ่านไม้ไผ่ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตคุณภาพไข่และปริมาณไขมันในช่องท้องของไก่ไข่”. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 25 ฉบับที่ 3.
- บัวเรียม มณีวรรณ ทองเลียน บัวจุม และเผ่าพงษ์ ปุระณะพงษ์. 2551. “ผลการเสริมผงถ่านไม้ลำไยในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้ติ่ง”. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ปีที่ 25 ฉบับที่ 3. 25-32.
- Anjayulu, V., Suresh, J.B., Murali, M.K. and Connolly, J.D. 1993. “Phytochemistry”. 32(2): 469-471.
- Becker, J.G., and Graves, R.E. 2004. “Ammoniaemissions and animal agriculture”.
Proceedings Mid-Atlantic AgriculturalAmmonia Forum. Woodstock, Va. 16March 2004.
pp. 1-7.
- Chu, G.M., Jung, C.K., Kim, H.Y. ,Ha, J.H.,Kim, J.H., Jung, M.S., Lee, S.J., Song,, Y., Ibrahim, R.I.H., Cho, J.H., Lee S.S. and Song, Y.M. 2013. “Effects of bamboочarcoal and bamboo vinegar asantibiotic alternatives on growthperformance, immune responses and fecal microflora population in fatteningpigs”. Animal Science Journal 84(2): 113-120.
- Food and Agricultural Organisation. 1985. “Industrial Charcoal Making.” FAO Forestry Paper No. 133p.
- Majewska,T. Pudyszak, K. and Kozlowski, K. 2011. “The effect of charcoal addition to diets for broilers on performance and carcass parameters.” Veterinarinarija in zootechnika. 55 (77): 30-32.
- Odunsi, A.A., Oladele,T.O., Olaiya,A.O. and Onifade,O.S. 2017. “Response of broiler chickens to wood charcoal and vegetable oil based diets.” World journal of agricultural scienses. 3(5): 572-575.
- Yunana,Y.L., Olugbemi,T.S. Jegede,J.O. and Mallam,I.2019. “Growth performance and carcass chacteristics of broiler chickens fed graded levels of charcoal as feed additives”. Nigerian journal of animal science and technology. 2(3): 1-11.