



Efecto de la harina de pupas y larvas de gusano de seda como componentes proteicos de la dieta sobre indicadores de rendimiento en conejos



Dorota Kowalska ^a

Janusz Strychalski ^{b*}

Andrzej Gugolek ^b

^a National Research Institute of Animal Production. Department of Small Livestock Breeding. Balice n. Kraków, Poland.

^b University of Warmia and Mazury. Faculty of Animal Bioengineering. Department of Fur-bearing Animal Breeding and Game Management. Olsztyn, Poland.

* Autor de correspondencia: janusz.strychalski@uwm.edu.pl

Resumen:

El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de la alimentación de conejos con harinas de pupas de gusanos de seda y larvas de gusanos de la harina sobre sus indicadores de rendimiento. Se dividieron noventa (90) conejos en tres grupos. El grupo testigo (T) fue alimentado con un 10% de harina de soya (HS), el grupo HS recibió una dieta que incluía un 5% de HS y un 4% de harina de pupas de gusanos de seda, y el grupo HLGH recibió una dieta que incluía un 5% de HS y un 4% de harina de larvas de gusanos de seda. Se determinó el peso corporal de los conejos y la ganancia media diaria. Se calculó el índice de conversión alimenticia (ICA). Al final del periodo de engorde, los animales fueron sometidos a eutanasia, desollados y eviscerados para determinar las características de sus canales. Se recogieron los músculos del pernil y del lomo para analizar la composición química. Al final del período de engorde, los conejos de los grupos HS y HLGH eran más pesados que los conejos T (2.606,5 y 2.584,8 frente a 2.404,0 g), lo que también mejoró las características generales de la canal, mientras que el ICA fue similar en los diversos grupos. Sin embargo, el alimentar a los conejos con harinas adicionadas con insectos aumentó la cantidad de extracto etéreo en sus músculos. Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que en las dietas de

los conejos se puede sustituir parcialmente la harina de soya con las harinas de pupas de gusanos de seda y de larvas de gusanos de harina.

Palabras clave: Rendimiento de crecimiento, Alimentación de conejos, Pupas de gusano de la seda, Harina de soya, Larvas de gusano.

Recibido: 16/07/2019

Aceptado: 10/01/2020

Introducción

Se ha abordado en forma creciente el uso de diversas especies de insectos como fuente de proteínas y grasas en la dieta. En muchos países, los invertebrados son una fuente popular de proteínas en los piensos compuestos para el ganado. Los animales de granja son alimentados con larvas de la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*)⁽¹⁾, la mosca doméstica (*Musca domestica*)⁽²⁾, el gusano de la harina (*Tenebrio molitor*)^(3,4) y el gusano de seda (*Bombyx mori*)⁽⁵⁾, así como insectos del orden *Orthoptera*, es decir, langostas y grillos⁽⁶⁾.

En muchos países europeos, la principal fuente de proteínas para los conejos de engorde es la harina de soya extraída importada y, en menor medida, la harina de colza y de girasol^(7,8). También se prueban otras fuentes de proteínas, como las semillas de legumbres y los granos secos de destilería con solubles (DDGS)^(9,10,11). La literatura sobre el uso de insectos en la alimentación de los conejos es escasa, aunque el interés por este tema ha aumentado en los últimos años. En primer lugar se estudió la posibilidad de sustituir la harina de soya por harina de crisálida de gusano de seda⁽¹²⁾, y recientemente se exploró la posibilidad de añadir aceite de *Tenebrio molitor* y grasa de *Hermetia illucens* a las dietas de los conejos^(13,14,15). La alimentación de animales herbívoros con harinas de insectos está actualmente prohibida en Europa, pues se busca minimizar el riesgo de transmisión de las encefalopatías espongiiformes transmisibles (EET). Además, en Europa las harinas de insectos son costosas, por lo que su uso en la alimentación animal no se justifica económicamente. No obstante, cabe señalar que Liu *et al*⁽¹⁶⁾ consideran que las pupas de gusanos de seda no son un factor de tratamiento sino un ingrediente normal de las dietas para conejos, lo que puede ser indicativo de su uso generalizado en China. La base de datos Derwent Innovations Index de Web of Science (consultada el 31 de diciembre de 2018), enumera las patentes chinas para alimentar a los conejos con polvo de gusano de harina amarillo (cuatro patentes) y con pupas de gusano de seda (23 patentes), además de otros ingredientes dietéticos.

Se puede hipotetizar que las harinas de insectos pueden ser una alternativa viable a la alimentación con harina de soya en la alimentación de los conejos en crecimiento. El

objetivo de este estudio es destacar el efecto de la alimentación de los conejos con harina de pupas de gusano de seda y harina de larvas de gusano de seda en sus indicadores de rendimiento.

Material y métodos

El estudio se llevó a cabo en Aleksandrowice, población situada en el sur de Polonia, Europa (50°04'53" N y 19°45'48" E). El proyecto fue aprobado por el comité de ética local (caso n° 1192/2015).

El factor experimental consistió en añadir la harina de pupas de gusanos de seda y de la harina de larvas de gusanos de seda en las mezclas de piensos en gránulos. Se ha determinado la composición química y el valor energético de estos componentes y de la harina de soya (HS) (Cuadro 1). La mezcla de dietas del grupo testigo (T) contenía un 10 % de harina de soya extraída (HS). La dieta del primer grupo experimental (HS) contenía un 5 % de harina de soya y un 4 % de harina de pupas de gusano de seda. La del segundo grupo (HLGH) incluía un 5 % de harina de soya y un 4 % de harina de larvas de gusanos de la harina (Cuadro 2). Se determinó la composición química y el contenido energético de las mezclas de dietas granuladas (Cuadro 3).

Cuadro 1: Composición química (% de MS) y contenido energético medido (MJ/kg) de la harina de soya, la harina de pupas de gusano de seda y la harina de larva de gusano de seda

	Soya	Pupas de gusanos de seda	Larvas de gusanos de seda
Materia seca	893.5	944.0	943.0
Ceniza bruta	67.3	44.0	34.0
Proteína cruda	502.6	517.5	513.4
Extracto etéreo	21.5	241.9	279.5
Fibra detergente neutra	150.2	64.9	114.2
Fibra detergente ácida	78.4	54.9	75.9
Lignina detergente ácida	39.6	24.6	12.6
Lisina	32.7	29.0	28.2
Metionina + cistina	14.1	21.3	10.7
Treonina	19.1	21.1	21.6
Triptófano	6.6	7.1	6.1
Energía bruta	16.38	23.94	22.50

Cuadro 2: Ingredientes de las mezclas de las dietas (%)

	Grupo		
	Testigo	HS	HLGH
Harina de soya	10	5	5
Harina de pupas de gusanos de seda	0	4	0
Harina de larvas de gusano de seda	0	0	4
Harina de alfalfa	25	25	25
Harina de canola	4	4	4
DDGS ¹ de maíz	4	4	4
Salvado de trigo	25	26	26
Trigo molido	5	5	5
Cebada molida	10	10	10
Pulpa de remolacha seca	7	7	7
Arbocel ²	5	5	5
Levadura forrajera	1	1	1
Suero de leche seco	1	1	1
Sal	0.2	0.2	0.2
Piedra caliza molida	1.3	1.3	1.3
Fosfato de las dietas	0.5	0.5	0.5
Premezcla de vitaminas y minerales ³	1	1	1
Total	100	100	100

¹ Granos secos de destilería con solubles.

² Concentrado de fibra cruda.

³ 1 kg: vit A 3 500 000 UI, vit D3 200 000 UI, vit E 28 000 mg, vit K3 200 mg, vit B1 1 500 mg, vit B2- 2 800 mg, vit B6 2 800 mg, vit B12- 20 000 mcg, ácido fólico 200 mg, niacina 10 000 mg, biotina 200 000 mcg, pantotenato de calcio 7 000 mg, colina 30 000 mg, Fe 17 000 mg, Zn 2 000 mg, Mn 1 000 mg, Cu (sulfato de cobre x 5H₂O, 24. 5%) 800 mg, Co 1 000 mg, I 100 mg, metionina 150 g, Ca 150 g, P 100 g

Cuadro 3: Composición química (% de MS) y contenido energético medido (MJ/kg) de las mezclas de piensos

	Grupo		
	Testigo	HS	HLGH
Materia seca	892.0	894.0	894.0
Ceniza bruta	79.3	78.3	78.0
Proteína cruda	187.1	187.7	187.6
Extracto etéreo	31.2	40.1	41.4
Fibra detergente neutra	274.6	271.3	273.0
Fibra detergente ácida	154.1	153.0	153.8
Lignina detergente ácida	36.1	35.5	35.0
Lisina	8.7	8.6	8.5
Metionina + cistina	5.2	5.5	5.1
Treonina	6.9	7.0	7.1
Triptófano	2.4	2.4	2.4
Energía bruta	16.86	16.95	16.94

Noventa (90) conejos blancos de Nueva Zelanda (NZW) se dividieron en tres grupos iguales, siendo análogos en términos de origen, proporción de sexos y peso corporal. El experimento se llevó a cabo de septiembre a octubre y comenzó cuando los conejos fueron destetados a los 35 días de edad y terminó cuando alcanzaron los 90 días de edad. Los conejos se mantuvieron en un pabellón experimental cerrado, en jaulas planas de red de alambre (0,5 0,6 0,4 m; 1 animal cada una), y fueron alimentados con piensos granulados a voluntad. Se mantuvieron en condiciones estándar: a una temperatura de 18 a 20 °C y a una humedad relativa del aire de 60 a 75 %, con ventilación intensiva de las salas y fotoperiodo regulado (16 h de iluminación y 8 h de oscuridad).

Los conejos se pesaron en una báscula electrónica los días 35, 56, 70 y 90 (n= 30). Estos datos permitieron calcular las ganancias diarias de peso corporal (GDC) de los conejos y el índice de conversión alimenticia (ICA): ganancias de peso corporal (g)/ingreso de alimento (g). Al final del ensayo de producción, tras 24 h de ayuno, los animales fueron pesados y sacrificados según las recomendaciones aceptadas para la eutanasia de los animales de experimentación (los conejos fueron aturdidos y desangrados, y todo el procedimiento duró unos 2 min). Tras la matanza, los animales fueron desollados y eviscerados. Después de enfriar las canales (durante 24 h, a 4 °C), se tomaron muestras de músculo (pernil y lomo, n= 20) para los análisis químicos y se calculó el porcentaje de aliño (PA; n= 20) de la siguiente manera: PA (%) = peso de la canal refrigerada sin cabeza ni menudillos (kg) / peso vivo (kg) x 100%.

La composición química de las dietas y de los músculos de los animales se determinó mediante los métodos estándar de la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales (AOAC)⁽¹⁷⁾ en muestras duplicadas. El contenido de materia seca se determinó en un secador de laboratorio, a 103 °C. El contenido de cenizas brutas se estimó mediante la mineralización de la muestra en un horno de mufla (Czylok, Polonia) a 600 °C. El contenido de nitrógeno total se determinó por el método Kjeldahl, en la unidad de destilación automática FOSS TECATOR Kjeltec 2200. El contenido de extracto etéreo se estimó por el método Soxhlet, en el FOSS SOXTEC SYSTEM 2043. La FDN (fibra detergente neutra), la FDA (fibra detergente ácida) y la LDA (lignina detergente ácida) se estimaron mediante el sistema FOSS TECATOR Fibertec 2010. La FDN se determinó según el procedimiento propuesto por Van Soest *et al*⁽¹⁸⁾. La ADF y la ADL se determinaron según los procedimientos de la AOAC⁽¹⁷⁾. Los niveles de aminoácidos se determinaron utilizando el analizador de aminoácidos Biochrom 20 plus y los reactivos de análisis de aminoácidos Biochrom (Biochrom Ltd., Cambridge, Inglaterra). El contenido energético bruto se determinó mediante un calorímetro de bomba (IKA® C2000 básico, Alemania).

Los datos se expresaron como media \pm error estándar de la media (EEM). Los resultados se procesaron estadísticamente utilizando medias de mínimos cuadrados en procedimientos GLM. Para la comparación de los datos, se utilizó el modelo $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha_i\beta_j + \varepsilon_{ijk}$, donde μ es la media general, α_i es el efecto de la dieta, β_j es el efecto del sexo, $\alpha_i\beta_j$ es el efecto de interacción entre la dieta y el sexo, y ε_{ijk} es el error

aleatorio. La significancia de las diferencias entre los grupos se determinó mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan. Los análisis no revelaron efectos significativos del sexo ni interacciones significativas entre los efectos fijos, por lo que no se presentan en las tablas. Los cálculos se realizaron con el software Statistica⁽¹⁹⁾.

Resultados

El peso corporal de los conejos a los 35 días fue similar entre los grupos. Sin embargo, cuando se midió a los 56 días, los conejos del grupo HLGH eran más pesados que los conejos de los grupos testigo y HS (Cuadro 4). A los 70 días, se observaron diferencias en el peso corporal entre los tres grupos. El mayor peso corporal se observó en los conejos HLGH (1,954.1 g), seguidos de los conejos HS (1,883.3 g) y T (1,818.3 g). Al final del periodo de engorde, los conejos de los grupos HS y HLGH eran más pesados que los conejos del grupo testigo (2,606.5 y 2,584.8 vs 2,404.0 g). De acuerdo con los pesos corporales medidos, el IDPC de 35 a 56 d fue mayor en el grupo HLGH (28.93 g/día) que en el grupo C (22.38 g/día) y en el grupo HS (23.31 g/día). No se observaron diferencias significativas entre los grupos en los incrementos diarios del peso corporal de los conejos de 57 a 70 d. En el período final de engorda, los incrementos diarios de peso de los conejos HS fueron superiores a los calculados para los otros grupos (36.16 g/día en el grupo HS frente a 29.28 g en el grupo T y 31.53 g en HLGH). En general, el IDPC de los conejos de 35 a 90 días fue mayor en los grupos HS (33.2 g/día) y HLGH (32.9 g) que en el grupo T (sólo 29.6 g). El ICA fue similar entre los grupos y osciló entre 3.62 g/g en el grupo HS y 3.65 g/g en el grupo T. No se registró ninguna pérdida de animales durante el periodo de crecimiento.

Cuadro 4: Rendimiento de crecimiento, ganancias diarias de peso corporal, índice de conversión alimenticia y mortalidad de los conejos (media±EEM)

	Grupo			P
	Testigo	HS	HLGH	
PC 35 días, g	778.3±9.6	782.5±6.6	773.3±7.2	0.717
PC 56 días, g	1,248.3±34.2 ^b	1,272.1±22.9 ^b	1,380.8±24.7 ^a	0.004
PC 70 días, g	1,818.3±35.9 ^c	1,883.3±10.3 ^b	1,954.1±35.3 ^a	0.010
PC 90 días, g	2,404.0±27.2 ^b	2,606.5±23.1 ^a	2,584.8±21.5 ^a	<0.001
IDPC 35-56, g/día	22.38±3.62 ^b	23.31±3.80 ^b	28.93±3.97 ^a	0.026
IDPC 57-70, g/día	40.71±5.03	43.66±5.29	40.95±5.12	0.288
IDPC 71-90, g/día	29.28±4.71 ^b	36.16±4.42 ^a	31.53±4.85 ^b	0.006
IDPC 35-90, g/día	29.6±1.4 ^b	33.2±1.4 ^a	32.9±1.5 ^a	<0.001
ICA, g/g	3.65±0.11	3.62±0.10	3.64±0.11	0.698
Mortalidad, %	0	0	0	1.000

EEM= error estándar de la media; PC= peso corporal; IDPC= incremento diario del peso corporal; ICA= índice de conversión alimenticia.

^{a,b,c} Los valores con diferentes superíndices son diferentes ($P<0.05$).

El peso de la canal caliente con cabeza difirió entre los grupos y osciló entre 1,437.7 g en el grupo HS, 1,356.0 g en el grupo HLGH y 1,270.8 g en el grupo testigo, en el que los conejos se alimentaron sin larvas de gusanos de seda o de harina (Cuadro 5). El grupo HS se caracterizó por un mayor porcentaje de aliño en comparación con los grupos T y HLGH (59.88 % frente a 57.67 % y 57.49 %). El peso de los hígados osciló entre 74.33 g en el grupo T y 79.83 g en el grupo HLGH; sin embargo, las diferencias en esta característica no fueron estadísticamente significativas. No se observaron diferencias significativas entre los grupos en los pesos del tracto digestivo. La cantidad de grasa inguinal, del hombro y perirrenal tampoco mostró diferencias. El peso muscular de la canal fue mayor en los grupos HS y HLGH en comparación con el grupo T (1,092.5 g y 1,056.7 g frente a 914.9 g).

Cuadro 5: Características de la canal de los conejos (media±EEM)

	Grupo			P
	Testigo	HS	HLGH	
Peso de la canal en caliente con cabeza, g	1,270.8±17.1 ^c	1,437.7±22.6 ^a	1,356.0±17.3 ^b	<0.001
Porcentaje de aliño	57.67±0.30 ^b	59.88±0.61 ^a	57.49±0.036 ^b	0.002
Peso del hígado, g	74.33±3.85	76.00±1.29	79.83±3.00	0.165
Peso del corazón, los riñones y los pulmones, g	42.50±2.81	43.33±1.54	44.16±2.01	0.853
Peso del tracto digestivo, g	424.16±10.11	477.16±26.88	498.33±22.38	0.064
Peso de la grasa inguinal, g	4.66±0.84	4.33±0.49	4.83±0.40	0.841
Peso de grasa del hombro, g	12.50±1.78	11.67±0.61	12.33±0.92	0.212
Peso de la grasa perirrenal, g	14.16±1.53	15.66±2.78	15.83±1.53	0.188
Peso muscular de la canal, g	914.9±17.1 ^b	1092.5±45.2 ^a	1056.7±14.5 ^a	0.001

EEM= error estándar de la media.

^{a,b,c} Los valores con diferentes superíndices son significativamente diferentes con un valor de $P < 0.05$.

El análisis de la composición química básica de los músculos del pernil y del lomo no reveló diferencias entre los grupos en cuanto a la cantidad de materia seca, cenizas y proteína cruda (Cuadro 6). El contenido de proteínas en los músculos de las patas traseras osciló entre el 21.85 %, en los conejos del grupo testigo, y el 22.10 %, en los conejos suplementados con harina de pupas de gusanos de seda. El contenido de proteínas en los músculos del lomo fue ligeramente superior y varió del 22.95 % en el grupo HLGH al 23.37 % en el grupo HS. El contenido de cenizas brutas osciló entre el 1.19 y el 1.21 % en los músculos de las patas traseras y entre el 1.22 y el 1.25 % en el lomo. La proporción de extracto etéreo en los músculos de las patas traseras no difirió significativamente entre los grupos. Sin embargo, se observó una tendencia a una mayor proporción de este compuesto en los grupos experimentales que en el grupo testigo (2.06 % en los grupos HS y 2.25 % en HLGH frente a 1.72 % en el grupo T). A su vez, en los músculos del lomo, el contenido de extracto etéreo fue significativamente mayor

en los conejos pertenecientes al grupo HLGH que en los del grupo T (1.90 frente a 1.22 %).

Cuadro 6: Composición química aproximada (% de materia fresca) de los músculos de la pata trasera y del lomo de los conejos (media±EEM)

	Grupo			P
	Testigo	HS	HLGH	
Músculos patas traseras				
Materia seca	23.84±0.17	24.51±0.27	24.42±0.30	0.161
Cenizas brutas	1.20±0.01	1.19±0.01	1.21±0.01	0.192
Proteína bruta	21.85±0.15	22.10±0.17	21.88±0.10	0.442
Extracto etéreo	1.72±0.12	2.06±0.20	2.25±0.30	0.061
Músculos del lomo				
Materia seca	25.28±0.26	24.90±0.16	24.87±0.17	0.304
Cenizas brutas	1.23±0.02	1.22±0.01	1.25±0.01	0.525
Proteína bruta	22.98±0.20	23.37±0.16	22.95±0.20	0.246
Extracto etéreo	1.22±0.06 ^b	1.37±0.10 ^a	1.90±0.37 ^a	0.038

EEM= error estándar de la media.

^{a,b} Los valores con superíndices distinto son diferentes ($P<0.05$).

Discusión

La dieta del grupo testigo contenía un 10 % de frijol de soya, y las dietas experimentales (HS y HLGH) contenían un 5 % de harina de soya, y un 4 % de harinas de gusanos de seda o un 4 % de larvas de gusanos de harina, respectivamente. Se comprobó que la sustitución parcial de la harina de soya por los componentes experimentales mejoraba los incrementos del peso y los pesos corporales de los conejos, pero no tenía ningún efecto sobre el ICA. Estos resultados se corresponden con el contenido de extracto etéreo y el valor energético de las dietas. Sin embargo, la mayor proporción de extracto etéreo en las dietas con harinas de insectos, especialmente con larvas de gusanos de la harina, elevó la proporción de este compuesto en los músculos del conejo.

Anteriormente se observaron resultados similares a los del presente estudio, en cuanto al peso corporal de los conejos NZW⁽²⁰⁾. También se informó de un IDPC similar en los conejos NZW, aunque calculada para el rango de edad de 30-80 días⁽²¹⁾. Los conejos NZW involucrados en este experimento pertenecen a la línea genética productiva media. Aunque crecen un poco más rápido que los conejos californianos⁽²²⁾, los conejos híbridos criados comercialmente pueden alcanzar un peso de más de 3,000 g en el día 84 de edad^(8,23).

Se determinó que el contenido de proteínas era de 187.1 g/kg en la dieta del grupo testigo y de 187.7 g/kg y 187.6 g/kg en las dietas experimentales. Sin embargo, tanto las pupas del gusano de seda como las larvas del gusano de la harina contienen quitina. Es

un polisacárido compuesto por mers de acetilglucosamina (N-acetil-D-glucosa-2-amina). El nitrógeno de los mers aumenta el nivel de proteínas en los análisis de laboratorio. Las pupas de los gusanos de seda contienen un 3-4% de quitina⁽²⁴⁾. El contenido de quitina en las larvas del gusano de la harina es de alrededor del 5 %⁽²⁵⁾; puede reducir la digestibilidad de los nutrientes⁽²⁶⁾, pero el presente experimento demostró que la quitina no tenía ningún efecto adverso sobre el ICA. Cabe mencionar que la quitina puede tener propiedades benéficas para la salud. La quitina no se degrada en el intestino delgado y puede ser fermentada por la microbiota del intestino grueso. Se sugiere que la quitina puede restaurar el equilibrio de la composición de la comunidad microbiana. Además, al parecer la quitina, o sus derivados, presentan actividades antivirales, antitumorales y antifúngicas, así como propiedades antimicrobianas y un efecto bacteriostático sobre las bacterias patógenas⁽²⁶⁾.

El rango de PA obtenido en este estudio fue mayor que el reportado por otros autores polacos^(20,27). Debe prestarse especial atención al peso del hígado, cuyo valor elevado puede sugerir que la dieta supone una carga excesiva para el organismo del animal. Se observaron ciertas diferencias entre grupos en el peso del hígado de los conejos (desde 74.33 g en el grupo T hasta 79.83 g en el grupo HLGH), pero las diferencias dentro de los grupos fueron demasiado elevadas para mostrar un efecto significativo de la dieta sobre el peso del hígado. El análisis del peso del hígado con respecto al peso de la canal muestra las proporciones de 5.85 %, 5.29 % y 5.89 % para los grupos sucesivos de conejos (datos no mostrados en el cuadro). Dado que el mayor peso del hígado en los conejos HLGH se corresponde con la cantidad de grasa de la dieta y la cantidad de grasa de la canal, en esta etapa es difícil concluir si las larvas de gusano de la harina añadidas a la dieta tienen un impacto negativo en la salud de los conejos. Sería necesario continuar realizando en el futuro investigaciones más amplias sobre este aspecto. Sin embargo, es interesante señalar que en un experimento anterior llevado a cabo en el mismo pabellón con la misma línea de conejos NZW, los conejos alimentados con un 5% de DDGS de maíz tuvieron un peso medio del hígado de 95.8 g⁽²⁰⁾.

El contenido obtenido de materia seca, proteínas, cenizas y extracto etéreo en la carne es característico de los conejos de engorda. Otros autores han señalado contenidos de proteínas y cenizas en la carne de conejo similares a los observados en el presente estudio^(27,28,29). La grasa intramuscular es uno de los principales determinantes de la calidad sensorial de la carne. Las cantidades de grasa obtenidas en este estudio parecen típicas de los conejos NZW, que se sacrifican a una edad aproximada de 90 días. No obstante, cabe señalar que el uso de harinas de insectos en la alimentación de los conejos elevó la cantidad de extracto etéreo en sus músculos. Daszkiewicz *et al*⁽²⁷⁾ observaron rangos más bajos de grasa (0.27 a 0.33 %), mientras que Chełmińska y Kowalska⁽²⁰⁾ encontraron que el contenido de grasa era del 2.31 % en el grupo testigo, del 3.72 % en el grupo que recibió un 5 % de DDGS, y hasta del 4.94 % en el grupo alimentado con un 10 % de DDGS.

Conclusiones e implicaciones

La sustitución parcial de la harina de soya por las harinas de pupas de gusanos de seda y de larvas de gusanos de harina en las dietas para conejos puede mejorar el peso corporal y los incrementos del peso corporal de los conejos, así como algunas características de la canal, sin influir en el índice de conversión alimenticia. El uso de insectos como fuente de alimentación para los conejos no tiene efecto sobre el contenido de materia seca, proteína bruta y cenizas brutas, pero aumenta la cantidad de extracto etéreo en sus músculos.

Literatura citada:

1. Diener S, Zurbrügg C, Roa Gutiérrez F, Nguyen DH, Morel A, Koottatep T, Tockner K. Black soldier fly larvae for organic waste treatment – prospects and constraints. Proc 2nd International Conference on Solid Waste Management in the Developing Countries, Khulna, Bangladesh. 2011:52-59.
2. Calvert CC, Martin RD, Morgan NO. Housefly pupae as food for poultry. J Econ Entomol 1969;62(4):938-939.
3. Klasing KC, Thacker P, Lopez MA, Calvert CC. Increasing the calcium content of mealworms (*Tenebrio molitor*) to improve their nutritional value for bone mineralization of growing chicks. J Zoo Wild Medic 2000;31(4):512-517.
4. Bovera F, Loponte R, Marono S, Piccolo G, Parisi G, Iaconisi V, Gasco L, Nizza A. Use of larvae meal as protein source in broiler diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat traits. J Anim Sci 2016;94(2):639-647.
5. Donatti FC. Utilization of silkworm pupae meal (*Bombyx mori* L.) as a source of protein in the diet of growing-finishing pigs. R Soc Bras Zootec 1992;21(3):378-383.
6. Kierończyk B, Rawski M, Józefiak A, Mazurkiewicz J, Świątkiewicz S, Siwek M, et al. Effects of replacing soybean oil with selected insect fats on broilers. Anim Feed Sci Technol 2018;240:170-183.
7. Matusevicius P, Zduńczyk Z, Juśkiewicz J, Jeroch H. Rapeseed meal as a partial replacement for sunflower meal in diets for growing rabbits – gastrointestinal tract response and growth performance. Europ Poult Sci 2014;78:1-11.
8. Gugolek A, Juśkiewicz J, Wyczling P, Kowalska D, Strychalski J, Konstantynowicz M, Zwoliński C. Productivity results and physiological response of the gastrointestinal tract of rabbits fed diets containing rapeseed cake and wheat distillers dried grains with solubles. Anim Prod Sci 2015;55:777-785.

9. Volek Z, Volková L, Marounek M. Effect of a diet containing white lupin hulls (*Lupinus albus* cv. Amiga) on total tract apparent digestibility of nutrients and growth performance of rabbits. *World Rabbit Sci* 2013;21:17-21.
10. Strychalski J, Juśkiewicz J, Gugolek A, Wyczling P, Daszkiewicz T, Zwoliński C. Usability of rapeseed cake and wheat-dried distillers' grains with solubles in the feeding of growing Californian rabbits. *Archiv Anim Nutr* 2014;68:227-244.
11. Zwoliński C, Gugolek A, Strychalski J, Kowalska D, Chwastowska-Siwiecka I, Konstantynowicz M. The effect of substitution of soybean meal with a mixture of rapeseed meal, white lupin grain, and pea grain on performance indicators, nutrient digestibility, and nitrogen retention in Popielno White rabbits. *J Appl Anim Res* 2017;45:570-576.
12. Carregal RD, Takahashi R. Use of silkworm (*Bombyx mori* L.) chrysalis meal as a replacement for soyabean meal in the feeding of growing rabbits. *R Soc Bras Zootec* 1987;16(2):158-162.
13. Gasco L, Dabbou S, Meneguz M, Trocino A, Xiccato G, Capucchio MT, *et al.* Effect of dietary supplementation with insect fats on growth performance, digestive efficiency and health of rabbits. *J Anim Sci Biotech* 2019;10:4.
14. Dalle Zotte A, Cullere M, Martins C, Alves SP, Freire JPB, Falcão-e-Cunha L, Bessa RJB. Incorporation of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) larvae fat or extruded linseed in diets of growing rabbits and their effects on meat quality traits including detailed fatty acid composition. *Meat Sci* 2018;146:50-58.
15. Martins C, Cullere M, Dalle Zotte A, Cardoso C, Alves SP, Branquinho de Bessa RJ, Bengala FJP, Falcão-e-Cunha L. Incorporation of two levels of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae fat or extruded linseed in diets of growing rabbits: effects on growth performance and diet digestibility. *Czech J Anim Sci* 2018;63:356-362.
16. Liu ML, Tang LM, Yan JP, Liu YG. Effects of concentrated rapeseed protein on growing rabbits. *J Sichuan Agric Univ* 1987;2:20-22.
17. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 18th ed. Arlington (VA): Association of Analytical Communities. 2006.
18. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 1991;74:3583-3597.
19. StatSoft®. Statistica (data analysis software system), version 10. 2011. Available in: www.statsoft.com.
20. Chełmińska A, Kowalska D. The effectiveness of maize DDGS in rabbit diets. *Ann Anim Sci* 2013;13:571-585.

21. Cardinali R, Cullere M, Dal Bosco A, Mugnai C, Ruggeri S, Mattioli S, Castellini C, Trabalza Marinucci M, Dalle Zotte A. Oregano, rosemary and vitamin E dietary supplementation in growing rabbits: Effect on growth performance, carcass traits, bone development and meat chemical composition. *Livest Sci* 2015;175:83-89.
22. Strychalski J, Gugolek A, Daszkiewicz T, Konstantynowicz M, Kędzior I, Zwoliński C. A comparison of selected performance indicators, nutrient digestibility and nitrogen balance parameters in Californian and Flemish Giant rabbits. *J Appl Anim Res* 2014b;42:389-394.
23. Dänicke S, Ahrens P, Strobel E, Brettschneider J, Wicke M, von Lengerken G. Effects of feeding rapeseed to fattening rabbits on performance, thyroid hormone status, fatty acid composition of meat and other meat quality traits. *Arch Geflügelkd* 2004;68:15-24.
24. Suresh HN, Mahalingam CA, Pallavi. Amount of chitin, chitosan and chitosan based on chitin weight in pure races of multivoltine and bivoltine silkworm pupae *Bombyx mori* L. *Int J Sci Nat* 2012;3(1):214-216.
25. Song Z, Li G, Guan F, Liu W. Application of chitin/chitosan and their derivatives in the papermaking industry. *Polymers* 2018;10(4):389.
26. Piccolo G, Iaconisi V, Marono S, Gasco L, Loponte R, Nizza S, Bovera F, Parisi G. Effect of *Tenebrio molitor* larvae meal on growth performance, *in vivo* nutrients digestibility, somatic and marketable indexes of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Anim Feed Sci Technol* 2017;226:12-20.
27. Daszkiewicz T, Gugolek A, Janiszewski P, Kubiak D, Czoik M. The effect of intensive and extensive production systems on carcass quality in New Zealand White rabbits. *World Rabbit Sci* 2012;20(1):25-32.
28. Dal Bosco A, Castellini C, Mugnai C. Rearing rabbits on a wire net floor or straw litter: behaviour, growth and meat qualitative traits. *Livest Prod Sci* 2002;75:149-156.
29. Maj D, Bieniek J, Łapa P. Meat quality of New Zealand White and Californian rabbits and their crosses. *Med Wet* 2008;64:351-353.