



河南师范大学

HENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

读书报告

陈延娜

2019年7月21日





Animal Feed Science and Technology 240 (2018) 170–183



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Animal Feed Science and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/anifeedsci



Effects of replacing soybean oil with selected insect fats on broilers

Bartosz Kierończyk^a, Mateusz Rawski^{a,b}, Agata Józefiak^c, Jan Mazurkiewicz^{b,f},
Sylwester Świątkiewicz^d, Maria Siwek^e, Marek Bednarczyk^e,
Małgorzata Szumacher-Strabel^a, Adam Cieślak^a, Abdelbasset Benzertiha^f,
Damian Józefiak^{a,f,*}



影响因子: 2.143



目录



河南师范大学

HENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

01 前言

02 材料方法

03 结果

04 总结

05 讨论



1.前言



河南师范大学

HENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

目前，大豆油是家禽日粮中最常用的能源成分之一。然而其价格每年都在增加，非转基因大豆的供应量有限。

由于上述原因，扩大有关用昆虫来源的脂肪等替代豆油的研究至关重要。





1.前言

对 *H. illucens* 脂肪进行的实验表明，对生长性能，鱼体性状以及整体肉质没有不利影响（Schiavone, 2018）

但是，在现有文献中，缺乏 *T. molitor*和*Z. morio*作为家禽的新型脂肪来源的研究。





1.前言

因此，本研究的目的是研究从*T. molitor* 和*Z. morio* 获得的脂肪如何影响肉鸡生长性能，营养消化率，肝脏和胸肌组织的脂肪酸组成，以及肝脏中免疫和脂代谢相关基因表达量。





2.材料方法

脂肪酸组成



Table 2

Fatty acid profiles of soybean, *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* dietary oils (g/100 g FA).

Item	SO ¹	TM ²	ZM ³
<i>Saturated</i>			
C8:0 Caprylic	0.13	0.19	0.79
C10:0 Capric	0.13	0.14	0.28
C14:0 Myristic	0.42	2.13	1.20
C16:0 Palmitic	10.9	16.4	32.4
C18:0 Stearic	4.52	2.51	7.28
C20:0 Arachidic	0.11	0.25	0.21
<i>Monounsaturated</i>			
C16:1 Palmitoleic	0.03	0.76	1.36
C18:1 c9 Oleic	23.7	43.8	37.5
C18:1 c11 Elaidic	1.70	0.98	0.87
C20:1 Eicosenoic	0.11	0.14	0.09
C20:1t	0.35	0.30	0.50
<i>Polyunsaturated</i>			
C18:2 c9c12 Linoleic, LA	50.3	30.2	16.5
C18:3 c9c12c15 α -Linolenic, LNA	7.21	1.59	0.67
Others ⁴	0.74	0.94	0.85
SFA ⁵	16.2	21.6	42.2
UFA ⁶	83.8	78.4	57.8
MUFA ⁷	26.3	46.6	40.6
PUFA ⁸	57.5	31.8	17.2
MCFA ⁹	11.47	19.38	35.02
n-6	50.3	30.2	16.5
n-3	7.21	1.59	0.67
n6/n3	7.05	19.2	24.8
PUFA/SFA	3.55	1.47	0.41
Linolenic/Linoleic	0.14	0.05	0.04

2.材料方法 生长指标

Table 3
The effect of *Tenebrio molitor* oil on the growth performance of broiler chickens (Experiment 1).

Item	1-7 d			7-14 d			14-21 d			21-28 d			1-28 d		
	BWG, g	FI, g	FCR, g:g	BWG, g	FI, g	FCR, g:g	BWG, g	FI, g	FCR, g:g	BWG, g	FI, g	FCR, g:g	BWG, g	FI, g	FCR, g:g
SO ¹	146	170	1.16	232	384	1.66	391	593	1.52	571	974	1.70	1336	2122	1.59
TM ²	145	163	1.13	253	379	1.50	387	560	1.45	556	954	1.72	1341	2056	1.53
SEM ³	1.13	1.78	0.02	2.87	0.81	0.02	3.02	5.67	0.02	6.41	7.56	0.02	9.01	12.99	0.01
<i>P</i> -value	0.491	0.067	0.247	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.545	0.003	0.035	0.228	0.197	0.951	0.991	0.013	0.034

第二周吃的少，长得快，第三周与第二周类似，从整个实验过程来看，FI和FCR显著性下降。



2.材料方法 生长指标



Table 4

The effect of insect oils on the growth performance of broiler chickens (Experiment 2).

Item	1-7 d			7-14 d			14-21 d			21-28 d			1-28 d		
	BWG, g	FI, g	FCR, g:g	BWG, g	FI, g	FCR, g:g	BWG, g	FI, g	FCR, g:g	BWG, g	FI, g	FCR, g:g	BWG, g	FI, g	FCR, g:g
SO ¹	124	122	0.98 ^b	324	412	1.28	493 ^{ab}	640	1.29 ^b	600 ^b	1005	1.69	1541	2265	1.47
TM ²	114	129	1.14 ^a	317	404	1.28	502 ^a	658	1.31 ^b	632 ^{ab}	1010	1.60	1566	2270	1.45
ZM ³	114	128	1.13 ^a	320	411	1.29	457 ^b	649	1.43 ^a	664 ^a	1031	1.55	1555	2291	1.48
SEM ⁴	2.85	2.40	0.03	5.07	4.38	0.02	8.03	6.54	0.02	10.08	9.28	0.03	15.33	9.28	0.01
<i>P</i> -value	0.253	0.469	0.048	0.880	0.747	0.967	0.041	0.538	0.024	0.027	0.509	0.135	0.819	0.509	0.757



3.结果

消化道中N的保留率，粗脂肪的表观消化率。

Table 5

The effect of *Tenebrio molitor* oil on nitrogen retention and apparent digestibility of ether extract in the total digestive tract at different ages of broiler chickens (Experiment 1).

Item	7 d		14 d		21 d		28 d	
	N ³ , %	EE ⁴ , %	N, %	EE, %	N, %	EE, %	N, %	EE, %
SO ¹	58.63	87.90	63.59	91.43	60.03	90.07	70.72	95.24
TM ²	61.64	95.87	65.70	96.46	67.11	97.60	71.71	98.20
SEM ⁵	0.34	0.83	0.47	0.68	0.38	0.89	0.54	0.72
P-value	0.017	< 0.001	0.026	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.648	< 0.001

粗脂肪的表观消化率显著性提高

3.结果

Table 6

The effect of insect oils on the apparent ileal digestibility of crude protein, ether extract and apparent metabolizable energy corrected to zero nitrogen balance of broiler chickens (Experiment 2).

Item	28 d		
	CP ⁴ , %	EE ⁵ , %	AMEN ⁶ , Kcal
SO ¹	83.26	96.64	3195
TM ²	82.95	96.14	3183
ZM ³	83.82	96.89	3211
SEM ⁷	0.43	0.26	15.54
<i>P-value</i>	<i>0.721</i>	<i>0.515</i>	<i>0.780</i>

粗蛋白，粗脂肪和表观代谢能在各个组间没有差异。



3.结果

脂肪酸组成



Table 7

The effect of selected insect oils on fatty acid profiles of liver tissue (g/100 g FA).

Item	SO ¹	TM ²	ZM ³	SEM ⁴	P-value
<i>Polyunsaturated</i>					
C18:2 c9c12	19.51 ^a	16.48 ^b	14.51 ^b	0.462	0.001
C18:2 c9c15	0.27	0.25	0.19	0.023	0.358
C18:3 c9c12c15	0.58 ^a	0.32 ^b	0.25 ^b	0.032	0.001
C18:3 n-6	0.48	0.47	0.64	0.038	0.097
C20:2	1.44	1.67	1.68	0.063	0.335
C20:3 n-6	0.21 ^a	0.27 ^b	0.14 ^c	0.024	0.047
C20:4 n-6	0.41 ^a	0.13 ^b	0.18 ^b	0.023	0.001
C20:5 n-3	0.20 ^a	0.08 ^b	0.08 ^b	0.019	0.037
C22:2	0.13	0.15	0.12	0.017	0.790
C22:5 n-3	1.61	1.58	1.24	0.084	0.115
C22:6 n-3	3.60 ^a	1.19 ^b	0.99 ^b	0.204	0.001

处理组的亚油酸，亚麻酸，花生四烯酸，EPA和DHA含量均显著低于对照组。

3.结果

Table 8

The summarized effect of selected insect oils on the fatty acid profile of liver tissue (g/100 g FA).

Item	SO ¹	TM ²	ZM ³	SEM ¹⁰	P-value
SFA ⁴	53.35 ^a	48.97 ^b	48.06 ^b	0.642	< 0.001
UFA ⁵ ↑	46.65 ^b	51.03 ^a	51.94 ^a	0.642	< 0.001
MUFA ⁶ ↑	18.22 ^b	28.58 ^a	32.22 ^a	1.549	< 0.001
↓ PUFA ⁷	28.43 ^a	22.45 ^b	19.71 ^c	0.946	< 0.001
n-6	40.55 ^a	34.82 ^b	29.91 ^c	1.206	< 0.001
n-3	6.25 ^a	3.30 ^b	2.84 ^b	0.384	< 0.001
n-6/n-3 ↑	6.53 ^b	10.60 ^a	10.70 ^a	0.510	< 0.001
↓ n-6 PUFA	20.61 ^a	17.27 ^b	15.11 ^c	0.610	< 0.001
↓ n-3 PUFA	5.99 ^a	3.10 ^b	2.62 ^b	0.376	< 0.001
Thrombogenic index ↑	1.01 ^b	1.13 ^a	1.22 ^a	0.027	< 0.001
Atherogenic index	0.37	0.37	0.42	0.012	0.072



3.结果



Table 9

The effect of selected insect oils on fatty acid profiles of breast meat (g/100 g FA).

Item	SO ¹	TM ²	ZM ³	SEM ⁴	P- value
<i>Polyunsaturated</i>					
C18:2 c9c12 ↓	27.49 ^a	25.70 ^a	21.75 ^b	0.892	0.021
C18:2 c9c15	0.39	0.24	0.29	0.032	0.174
C18:3 c9c12c15 ↓	1.84 ^a	1.28 ^b	0.86 ^c	0.112	< 0.001
C18:3 n-6	0.35 ^b	0.51 ^a	0.26 ^b	0.041	0.024
C20:2	0.96	0.81	0.75	0.066	0.446
C20:3 n-6	0.31	0.17	0.12	0.033	0.079
C20:4 n-6 ↓	0.35 ^a	0.16 ^b	0.23 ^b	0.028	0.010
C20:5 n-3 ↓	0.15	0.13	0.10	0.015	0.440
C22:2	0.13 ^b	0.11 ^b	0.23 ^a	0.021	0.039
C22:5 n-3	0.59	0.60	0.45	0.035	0.122
C22:6 n-3 ↓	1.15 ^a	0.62 ^b	0.46 ^b	0.083	0.001



3.结果



Table 10

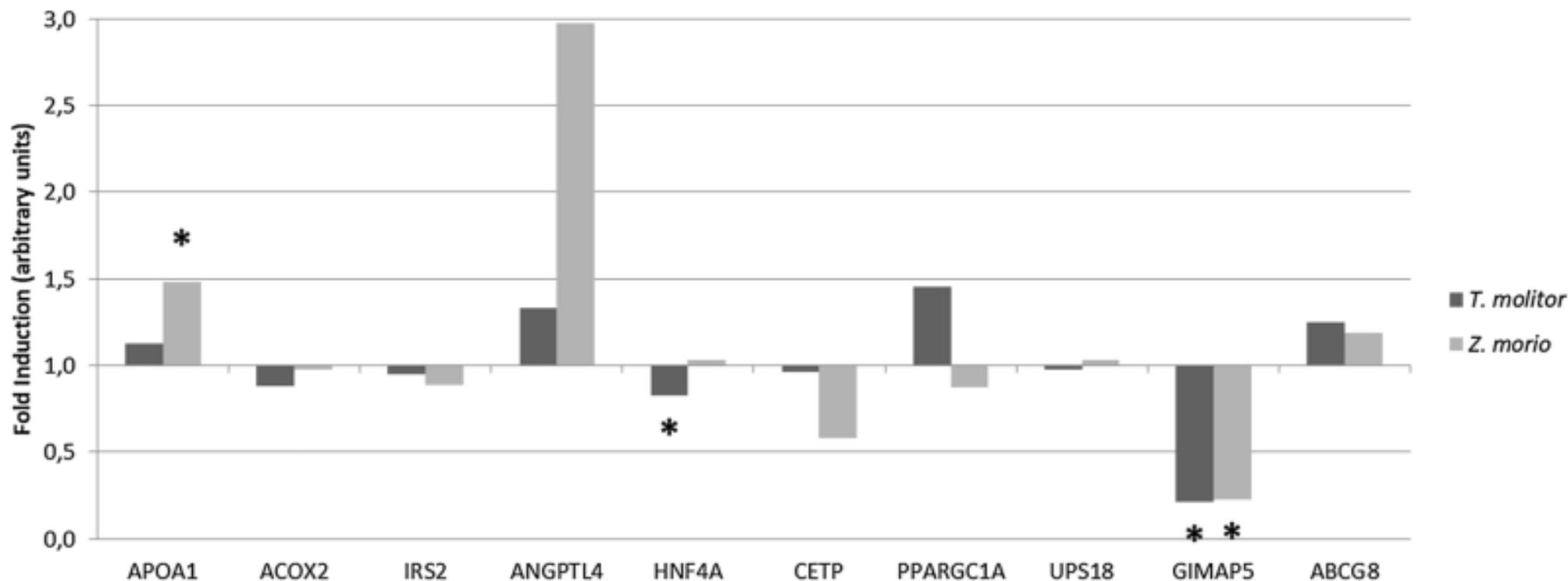
The summarized effect of selected insect oils on fatty acid profiles of breast meat (g/100 g FA).

Item	SO ¹	TM ²	ZM ³	SEM ¹⁰	P- value
SFA ⁴	37.02 ^a	32.10 ^b	36.69 ^a	0.854	0.016
UFA ⁵	62.98 ^b	67.90 ^a	63.29 ^b	0.855	0.016
MUFA ⁶	29.32 ^b	37.56 ^a	36.71 ^a	1.010	< 0.001
PUFA ⁷	33.67 ^a	30.34 ^a	26.58 ^b	0.937	0.004
n-6	56.52 ^a	53.19 ^a	44.79 ^b	1.8	0.017
n-3	4.13 ^a	2.87 ^b	3.24 ^b	0.159	0.001
n-6/n-3	13.82 ^b	18.51 ^a	14.41 ^b	0.774	0.012
n-6 PUFA	28.45 ^a	26.55 ^a	22.36 ^b	0.908	0.014
n-3 PUFA	3.74 ^a	2.63 ^b	2.96 ^b	0.144	0.001
Thrombogenic index	0.73 ^{ab}	0.65 ^b	0.81 ^a	0.024	0.011
Atherogenic index	0.34 ^b	0.30 ^b	0.40 ^a	0.012	0.001



3.结果

基因表达量



ApoA1, 肥胖变异基因之一, 在TM组中表达量上调, 该组在第28天具有较高的BWG。
HNF4A, 表达量降低, 导致甘油三酯, 胆固醇降低 (Yin et al, 2001)。



- ✓ ACOX2（脂酰辅酶 A 氧化酶 2），在脂肪酸代谢途径中高表达，是脂肪酸代谢过程中重要的调控基因。
- ✓ ANGPTL4（血管生成因子4），与血管生成，糖类，脂类代谢有关，超表达引起脂肪的水解。
- ✓ IRS2（胰岛素受体底物2），胰岛素信号细胞内传导的重要因子。
- ✓ HAF4A（核激素受体），在肝脏的分化上也起着重要作用

- ✓ USP18,与蛋白质代谢有关。
- ✓ GIMAP5，免疫相关蛋白，调节淋巴细胞的存活。
- ✓ PPARGC1A（核转录辅激活因子），在脂肪形成和脂肪细胞分化，线粒体生成方面起作用。

- ✓ CEPT（胆固醇酯转运蛋白），是胆固醇逆转运过程中的关键蛋白。
- ✓ ApoA1（载脂蛋白），HDL-胆固醇的主要蛋白质，在脂蛋白通路中起主导作用。
- ✓ ABCG8，参与胆固醇的代谢

目前的研究结果表明，使用超临界CO₂提取获得的TM和ZM的油可以完全替代肉鸡日粮中的大豆油，而不会对机体的生长性能和消化率产生任何不利影响。



- 1.生长指标每周都检测，每周的结果都不一样。
- 2.脂肪酸数据分析方法值得借鉴（先具体地分析，再总体分析）。
- 3.检测的基因比较新颖，但不全面（如脂肪、蛋白质、能量、免疫等），可以补充一些组织学观察和应激基因表达等数据。
- 4.为“不同昆虫源” 实验的开展提供思路。





河南师范大学

HENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

恳请各位老师批评指正



催化胆固醇转化为胆汁酸[10]。胆汁酸的作用是影响葡萄糖代谢及脂质和能量消耗，从而影响组织内脂肪酸的含量[11]。羊 ACOX2 基因研究主要集中在直链脂肪酸的降解和胆汁酸的合成

脂酰辅酶 A 氧化酶 2 (Acyl-CoA oxidase 2, ACOX2) 参与 D-型氧化体系，负责支链脂肪酸的降解，影响酰基辅酶 A 脱氢酶的脂肪酸 β -氧化，调控脂肪酸代谢，是唯一参与胆汁酸生物合成的酰基辅酶 A 氧化酶 [2]。

脂肪酸代谢、脂蛋白代谢和胆汁酸合成以及过氧化物脂类代谢，在脂肪酸代谢途径中高表达，是脂肪酸代谢过程中重要的调控基因 [3]



过氧化物酶体增殖物激活受体7辅激活因子1A（PPAR γ C1A）是核受体PPAR γ 的共激活因子，是参与线粒体氧化活性和生物发生的关键蛋白。PPAR γ C1A在脂肪形成和脂肪细胞分化，线粒体生成和呼吸，

参与胆固醇的代谢，将胆固醇从上皮细胞排到肠腔，限制胆固醇的吸收。并且能将固醇分泌入胆汁。

胰岛素受体底物2，是胰岛素信号细胞内传导的重要因子。

HNF4a是核激素受体超家族HNF4的成员之一，HNF4a是肝细胞表型分化的重要调控者，除了维持肝脏的正常代谢功能以外，在肝脏的分化上也起着重要作用，于正常肝细胞中高表达，而在肝细胞癌组织中可见HNF4a低表达

血管生成因子4，与血管生成，糖类，脂类代谢有关，超表达引起脂肪的水解。

CETP (cholesteryl ester transferprotein, CETP) 即胆固醇酯转运蛋白，是胆固醇逆转运过程中的关键蛋白，以往的研究主要关注与CETP与脂代谢的关系

CETP转基因鼠胰岛上参与胆固醇摄取的基因LDLR表达水平减少，参与胆固醇合成的基因HMG-COA、SREBP-2表达水平也降低，而参与胆固醇流出的基因ABCA1、ABCG1表达水平增加



ApoA1

载脂蛋白ApoA1是HDL-胆固醇的主要蛋白质，在脂蛋白通路中起主导作用。例如，ApoA1是反向胆固醇转运途径的主要成分[2]，它是卵磷脂胆固醇酰基转移酶的主要激活因子[3]。关于肥胖的遗传基础，已经检测到位于不同基因中的几种单核苷酸多态性（SNP）与肥胖和饮食模式相关。其中之一是*ApoA1*的基因，它是一种高度多态性和常见的（SNPs），与血浆脂质浓度有广泛的相关性[4]。过度表达人*APOA1*基因与高脂饮食继发的HDL-C水平升高和心血管风险降低有关[5]。

载脂蛋白是血浆脂蛋白中的蛋白质部分，能够结合和运输血脂到机体各组织进行代谢及利用的蛋白质。大量研究发现载脂蛋白基因发生突变，形成不同等位基因型多态性，并进一步形成不同表型的载脂蛋白，可影响血脂代谢和利用，从而影响高脂血症、动脉粥样硬化、心脑血管疾病等的发生和发展

HDL是一种独特的脂蛋白，具有明确的抗动脉粥样硬化的作用,可以将动脉粥样硬化血管壁内的胆固醇“吸出”，并运输到肝脏进行代谢清除

