

DOI 10.25741/2413-287X-2020-07-4-111

УДК 636.4.087.69

# БИОМАССА ИЗ ЛИЧИНОК МУХИ В РАЦИОНЕ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ

**Р. НЕКРАСОВ, М. ЧАБАЕВ**, доктора с.-х. наук, **А. ЗЕЛЕНЧЕНКОВА**, ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста  
**Г. ИВАНОВ**, ООО «НордТехСад»

E-mail: nek\_roman@mail.ru

*Ввод в комбикорма для молодняка свиней микродобавки из личинок мухи *Hermetia illucens* в количестве 1,0 и 3,0 г/гол/сут в период доращивания и 3,0 и 9,0 г/гол/сут в период откорма повышает защитные свойства организма путем укрепления неспецифического иммунитета и улучшения микробиоценоза кишечника, увеличивает интенсивность роста животных при снижении затрат кормов на единицу продукции.*

Ключевые слова: личинки, *Hermetia illucens*, свиньи, природность, эффективность.

*The inclusion of micro-additive from *Hermetia illucens* larvae in compound feeds for pigs: 1.0 and 3.0 g / head / day in the rearing period; 3.0 and 9.0 g / head / day in the fattening period, allows to improve the protective properties of the body by increasing the non-specific immunity of animals and improving the microbiocenosis in the intestines, increase the growth rate of young animals while reducing feed costs per unit of production.*

Keywords: larvae, *Hermetia illucens*, pigs, growth, efficiency.

Биомасса из личинок мухи черная львинка (*Hermetia illucens*) используется как ценное сырье для фармацевтической, микробиологической, косметической и пищевой промышленности. Уникальный аминокислотный состав белка, жирнокислотный состав липидов, содержащиеся биологически активные вещества позволяют рассматривать биомассу из личинок насекомых как основу функционального питания для сельскохозяйственных животных и рыбы [1].

У личинок, предкуколок, куколок и взрослых мух *Hermetia illucens* имеются пигменты типа эумеланин. Эти меланины эндогенного происхождения, они наделены свойствами фото- и радиопротекторов, нейтрализуют продукты перекисного окисления липидов. Выделенный от взрослых мух меланин-хитозановый комплекс обладает широким спектром антибактериальной активности, в том числе в отношении *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, *Salmonella* и *Staphylococcus aureus* [2]. Полученные из гемолимфы личинок *Hermetia illucens* фракции показывают высокую противовирусную и противогрибковую активность [3]. Также известно, что лауриновая кислота, которую вырабатывают личинки черной львинки, преобразуется в организме животного в монолаурин, являющийся противовирусным, антибактериальным и антипротозойным моноглицеридом [4].

Пептиды насекомых, обладающие активностью против патогенной микрофлоры, обеспечивают вторичные биологические эффекты. Исследования показали наличие таких пептидов в гемолимфе многих видов насекомых (*Handucasexta*, *Samiacyntia*, *Drosophila* и др.). Цекропины, дефенсины, цистеин-, пролин- и глицин-обогащенные

пептиды/полипептиды проявляют антагонизм в отношении грамотрицательных и грамположительных бактерий, эукариотических паразитов и других (Q. Liu и соавт., 2008; S.-I. Park и соавт., 2017). Данные Z. Li и соавт. (2017) свидетельствуют о новых антимикробных пептидах против стафилококковых инфекций (*Staphylococcus aureus*).

Таким образом, комплексная технология переработки биомассы личинок позволяет выделять множество физиологически активных веществ: хитин, антимикробные пептиды, комплекс жирных кислот, органические формы минеральных веществ и другие. Перспективным при этом остается использование непереработанной сухой биомассы из личинок *Hermetia illucens* в питании животных, в том числе в кормлении молодняка сельскохозяйственных животных.

Учеными отдела кормления сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста проведен физиологический опыт на откармливаемом молодняке свиней. Для исследования по принципу пар-аналогов отобрали 18 помесных боровков (F-2: КБ х Л х Д) в период доращивания в возрасте 56–97 день и откорма — с 98 дня до убоя на 185–190 день, которых распределили в три группы по шесть голов. Животным контрольной группы скармливали сбалансированные по энергии и питательным веществам комбикорма: СК-4 в период доращивания, СК-5 и СК-6 в период откорма (табл. 1). Свиньи опытных групп дополнительно с комбикормом получали сухую биомассу из личинок *Hermetia illucens*: 1 группы — 1 и 3 г/гол/сут, 2 опытной — 3 и 9 г/гол/сут, соответственно периодам.

В состав комбикормов входили пшеница, ячмень, соевый и подсолнечный шроты, пшеничная барда, белковая кор-

мовая смесь, сульфат лизина, метионин, треонин, соль поваренная, монокальцийфосфат, известняковая мука, премикс. Дополнительные препараты биологически активных веществ не вводились.

Условия содержания животных всех групп: температурный, влажностный, световой режимы и газовый состав воздуха в помещении физиологического двора института, где проходил опыт, были одинаковые и находились в пределах зоогиgienических норм.

Биохимические исследования крови были выполнены в отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных

животных; микробиологические исследования крови и экскрементов — в лаборатории микробиологии ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Первичные данные подвергали дисперсионному анализу (ANOVA) с использованием компьютерных программ Microsoft Office Excel 2010 и Statistica.

Основные зоотехнические показатели опыта приведены в таблице 2. Среднесуточный прирост животных контрольной группы за 41 день доращивания превышал таковой в опытных группах на 8,18–9,11% ( $P > 0,05$ ). В этот период на 1 кг прироста молодняк 1 и 2 опытных групп затрачивал на 7,6 и 8,3% меньше комбикормов, чем в контроле. За период откорма был получен в целом равнозначный валовой прирост живой массы у животных всех групп. Во 2 опытной группе за счет более высоких показателей прироста откорм сократился на 2,33 дня, среднесуточный прирост превысил контрольные значения на 2,22%. За весь период эксперимента среднесуточный прирост в 1 и 2 опытных группах был больше, чем в контрольной группе, на 1,0 и 2,83% при снижении затрат кормов на единицу прироста на 0,67 и 4,06%, соответственно.

В физиологических исследованиях была выявлена достоверная зависимость улучшения переваримости сырой клетчатки в группах поросят на доращивании, которым скармливали муку из личинок, что также подтверждает ее положительное воздействие (табл. 3).

Исследуемые показатели крови поросят находились в пределах физиологических норм как в период доращивания

Таблица 1. Питательность 1 кг комбикорма

Показатель	Рецепт		
	СК-4	СК-5	СК-6
ЭКЕ	1,35	1,30	1,28
Обменная энергия, МДж	13,5	13,0	12,8
Сухое вещество, г	890,0	890,0	890,0
Сырой протеин, г	190,0	180,0	130,0
Сырой жир, г	35,0	35,0	30,0
Сырая клетчатка, г	25,0	35,0	45,0
Лизин, г	10,0	8,0	5,5
Метионин+цистин, г	6,0	5,5	4,5
Треонин, г	6,0	5,8	4,2
Триптофан, г	1,9	1,8	1,6
Кальций, г	4,5	4,5	4,5
Фосфор, г	2,7	2,7	2,7

Таблица 2. Основные зоотехнические показатели опыта ( $n = 6, M \pm m$ )

Показатель	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
<i>Доращивание</i>			
Живая масса, кг			
при постановке на опыт	15,12 ± 0,23	15,87 ± 0,31	15,57 ± 0,25
в конце периода доращивания	31,22 ± 0,56	33,28 ± 1,44	33,13 ± 1,02
Среднесуточный прирост, г	392,68 ± 14,37	424,80 ± 27,60	428,46 ± 26,94
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	2,894	2,676	2,653
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, МДж*	35,76	33,15	32,52
<i>Откорм</i>			
Живая масса в конце периода откорма, кг	127,03 ± 2,66	127,82 ± 2,77	128,03 ± 1,98
Продолжительность периода, дней	101,67 ± 3,04	100,67 ± 2,91	98,33 ± 1,69
Среднесуточный прирост, г	944,03 ± 27,69	944,52 ± 49,84	964,98 ± 22,49
<i>За весь период опыта</i>			
Валовой прирост, кг	111,92 ± 2,67	111,95 ± 2,75	112,47 ± 1,80
Период опыта, дней	142,67 ± 3,04	141,67 ± 2,91	139,33 ± 1,69
Среднесуточный прирост, г	785,12 ± 17,98	792,94 ± 33,73	807,34 ± 25,41
Расход комбикорма, кг/гол/сут	2,363 ± 0,027	2,355 ± 0,026	2,335 ± 0,016
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	3,018 ± 0,088	2,998 ± 0,159	2,895 ± 0,050

\*Данные балансового опыта.

Таблица 3. Переваримость питательных веществ, % ( $n = 3, M \pm m$ )

Питательное вещество	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Сухое вещество	78,37 ± 0,08	79,43 ± 1,39	78,86 ± 0,73
Органическое вещество	81,30 ± 0,60	81,47 ± 1,23	80,71 ± 0,47
Сырой протеин	76,34 ± 0,20	76,10 ± 2,39	74,05 ± 1,78
Сырой жир	23,00 ± 4,43	25,51 ± 4,58	25,30 ± 2,33
Сырая клетчатка	26,01 ± 0,90	28,60 ± 3,36	36,89 ± 3,04*
БЭВ	89,83 ± 0,50	89,85 ± 0,97	88,94 ± 1,03

\*Достоверно при  $P < 0,05$ .Таблица 4. Биохимические и морфологические показатели крови ( $n = 3, M \pm m$ )

Показатель	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
<i>Доращивание</i>			
Белок общий, г/л	56,99 ± 0,53	61,14 ± 1,40*	57,57 ± 1,17
Альбумин, г/л	27,55 ± 0,45	28,97 ± 1,65	28,24 ± 0,93
Глобулин, г/л	29,44 ± 0,63	32,17 ± 0,54*	29,33 ± 0,28
А/Г коэффициент	0,94 ± 0,03	0,90 ± 0,06	0,96 ± 0,02
Мочевина, ммоль/л	5,58 ± 0,37	6,05 ± 0,14	6,49 ± 0,48
Креатинин, ммоль/л	82,99 ± 1,71	77,30 ± 11,12	74,52 ± 9,55
Билирубин, мкмоль/л	13,98 ± 1,12	8,65 ± 0,80*	9,57 ± 1,33
АЛТ, МЕ/л	41,33 ± 4,38	44,50 ± 2,44	45,10 ± 4,26
АСТ, МЕ/л	32,41 ± 1,91	35,68 ± 0,75	31,92 ± 3,63
Щелочная фосфатаза, ммоль/л	500,87 ± 79,15	400,43 ± 37,47	482,45 ± 35,58
Кальций, ммоль/л	2,96 ± 0,14	3,00 ± 0,01	2,89 ± 0,09
Фосфор, ммоль/л	3,75 ± 0,10	3,35 ± 0,05	3,72 ± 0,17
Са/Р	1,02 ± 0,05	1,11 ± 1,17	1,19 ± 1,16
Магний, ммоль/л	0,99 ± 0,04	1,02 ± 0,09	1,02 ± 0,01
Железо, мкмоль/л	31,44 ± 2,87	25,07 ± 1,82	33,82 ± 10,82
Лейкоциты, $10^9$ /л	8,80 ± 0,89	12,72 ± 0,53	14,91 ± 0,52
Эритроциты, $10^{12}$ /л	9,59 ± 0,61	10,73 ± 0,37	10,58 ± 0,40
Гемоглобин, г/л	102,67 ± 6,38	113,93 ± 2,99	113,23 ± 1,24
Гематокрит, %	49,52 ± 2,79	54,69 ± 1,22	55,09 ± 1,17
<i>Откорм</i>			
Белок общий, г/л	72,41 ± 0,70	70,90 ± 1,32	74,19 ± 2,22
Альбумин, г/л	41,91 ± 0,42	39,53 ± 1,03	40,32 ± 1,20
Глобулин, г/л	30,51 ± 1,10	31,37 ± 2,34	33,86 ± 1,04
А/Г коэффициент	1,38 ± 0,06	1,28 ± 0,13	1,19 ± 0,01*
Мочевина, ммоль/л	8,06 ± 1,98	9,61 ± 1,06	9,89 ± 1,39
Креатинин, ммоль/л	120,08 ± 15,02	124,94 ± 7,83	134,93 ± 13,02
Билирубин, мкмоль/л	7,36 ± 0,80	5,15 ± 1,33	6,99 ± 0,37
АЛТ, МЕ/л	56,40 ± 3,04	49,36 ± 4,18	63,24 ± 3,52
АСТ, МЕ/л	39,65 ± 2,41	33,80 ± 1,29	37,17 ± 1,64
Щелочная фосфатаза, ммоль/л	394,81 ± 66,95	339,53 ± 20,46	359,76 ± 11,73
Кальций, ммоль/л	2,75 ± 0,06	2,76 ± 0,03	2,74 ± 0,16
Фосфор, ммоль/л	2,83 ± 0,12	2,75 ± 0,13	2,74 ± 0,08
Са/Р	1,26 ± 0,03	1,30 ± 0,05	1,30 ± 0,09
Магний, ммоль/л	1,00 ± 0,04	0,97 ± 0,01	1,00 ± 0,04
Железо, мкмоль/л	35,45 ± 3,74	27,71 ± 1,08	32,19 ± 3,89
Лейкоциты, $10^9$ /л	10,74 ± 0,39	11,59 ± 0,98	10,75 ± 0,78
Эритроциты, $10^{12}$ /л	10,97 ± 0,24	10,62 ± 0,27	10,46 ± 0,53
Гемоглобин, г/л	137,60 ± 3,54	135,80 ± 3,40	137,77 ± 4,67
Гематокрит, %	63,78 ± 1,37	63,03 ± 1,22	63,00 ± 2,25

\*Достоверно при  $P < 0,05$ .

вания, так и в период откорма (табл. 4). Скармливание молодняку опытных групп сухой биомассы из личинок мух интенсифицировало белковый обмен в их организме в период доращивания, а также оказало благоприятное влияние на концентрацию общего белка в сыворотке крови. В 1 опытной группе его содержание увеличилось на 4,15 г/л, которое обеспечилось достоверным возрастанием глобулинов на 2,73 г/л по сравнению с контрольной группой. В 1 и 2 опытных группах отмечался рост альбуминовой фракции на 1,42 и 0,69 г/л по отношению к контролю. Кальциево-фосфорное соотношение у животных опытных групп в среднем было более высоким, чем у аналогов контроля — на 0,09–0,17 ед. на доращивании и на 0,04 ед. на откорме. Гематологические показатели крови свиней на доращивании, получавших 1 и 3 г/гол/сут сухой биомассы из личинок мухи *Hermetia illucens*, свидетельствуют также об улучшении анаболических процессов в их организме в данный период.

При изучении уровня неспецифического иммунитета установлено, что содержание лизоцима в крови поросят 2 опытной группы увеличилось по сравнению с контрольной группой в конце периода доращивания на 0,18 мкг/л. По окончании периода откорма в крови животных 1 и 2 опытных групп количество лизоцима было выше на 0,98 и 1,04 мкг/л (табл. 5).

При применении муки из личинок увеличивался уровень полезных микроорганизмов — бифидобактерий — в содержимом кишечника животных в течение всего периода исследования. Качественный и количественный состав микрофлоры экскрементов поросят в конце опыта представлен в таблице 6.

Таким образом, эффективность использования микроколичеств сухой биомассы из личинок мухи *Hermetia illucens* в кормлении молодняка свиней обеспечивается за счет содержащихся в ней природных БАВ и нутриентов. Она выражается в улучшении защитных свойств организма и состояния микробиоценоза кишечника, что в целом положительно влияет на зоотехнические показатели (приросты живой массы, конверсия корма) выращивания свиней. В перспективе сухая биомасса из личинок мух может стать дополнительным кормовым средством, в том числе в качестве замены антибиотико-содержащих препаратов.

Работа выполнена в рамках темы  
AAAA-A18-118021590136-7.

#### Литература

- Bondari, K. Soldier fly, *Hermetia illucens* L., larvae as feed for channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), and blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner) / K. Bondari, D. C. Sheppard // Aquaculture and fisheries management. — 1987. — № 18. — P. 209–220. — DOI: 10.1111/j.1365-2109.1987.tb00141.x.

Таблица 5. Некоторые показатели резистентности животных ( $n=3, M \pm m$ )

Показатель	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
<i>Доращивание</i>			
Лизис, %	52,22 ± 2,42	50,55 ± 4,34	56,67 ± 9,28
Лизоцим мкг/мл сыворотки	0,82 ± 0,03	0,79 ± 0,07	1,00 ± 0,25
уд. ед. а, ед. а/мг белка	3,43 ± 0,20	3,08 ± 0,21	3,69 ± 0,58
<i>Откорм</i>			
Лизис, %	51,43 ± 4,95	63,81 ± 2,52	65,71 ± 1,65
Лизоцим мкг/мл сыворотки	0,62 ± 0,24	1,60 ± 0,26	1,67 ± 0,18*
уд. ед. а, ед. а/мг белка	3,50 ± 0,32	4,39 ± 0,14	4,31 ± 0,03

\*Достоверно при  $P < 0,05$ .

Таблица 6. Состав микрофлоры экскрементов поросят в конце опыта ( $n = 3, M \pm m, \log_{10}$ )

Микроорганизмы, КОЕ/г	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
<i>Доращивание</i>			
Лактобактерии	9,54 ± 0,33	9,51 ± 0,31	9,66 ± 0,10
Бифидобактерии	11,0	13,97 ± 0,68	11,98 ± 0,25
<i>Откорм</i>			
Лактобактерии	7,11 ± 0,04	7,14 ± 0,01	7,15 ± 0,09
Бифидобактерии	9,11 ± 0,28	9,14 ± 0,17	9,44 ± 0,17

- Melanin properties at the different stages towards life cycle of the fly *Hermetia illucens* / N. A. Ushakova [et al.] // Ukrainian Journal of Ecology. — 2017. — № 7(4). — P. 424–431. — DOI: 10.15421/2017\_137.
- Карабут, Т. Протеин XXI века: сверчки, тараканы и личинки мух. Рынок съедобных насекомых достиг \$400 млн и будет развиваться рекордными темпами / Т. Карабут // Агроинвестор. — 2019. — № 6. — Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/31853-protein-xxi-veka/>.
- Гончаров, А. Альфа-моноглицериды эффективно разрушают патогенную микрофлору / А. Гончаров // Комбикорма. — 2020. — № 1. — С. 113–114.
- Park, S.-I. A novel cecropin-like peptide from black soldier fly, *Hermetia illucens*: Isolation, structural and functional characterization / S.-I. Park, S. M. Yoe // Entomological Research. — 2017. — 47. — P. 115–124. — DOI: 10.1111/1748-5967.12226.
- Antibacterial and immunomodulatory activities of insect defensins-DLP2 and DLP4 against multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* / Z. Li [et al.] // Scientific Reports. — 2017. — № 7 (1). — P. 1–16. — DOI: 10.1038/s41598-017-10839-4. ■