

DOI 10.25741/2413-287X-2020-10-3-120

УДК 636.99

СВОЙСТВА КОРМОВЫХ ДОБАВОК ИЗ БИОМАССЫ ЛИЧИНОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СУБСТРАТА

И. СОКОЛОВ, генеральный директор, **И. АБАЛАКИН, А. БАСТРАКОВ**, ООО «Энтопротэк»

E-mail: i.sokolov@acdamate.com

*В статье рассмотрен вопрос получения кормовой добавки на основе биомассы личинок *H. illucens*, выращенных на разных кормовых субстратах. В зависимости от применяемого субстрата химический состав продуктов переработки биомассы значительно варьирует. В производственных условиях возможно сбалансировать кормовую смесь для личинок таким образом, чтобы она отвечала желаемым требованиям по питательной ценности кормовой добавки для животных.*

Ключевые слова: кормовая добавка для животных, переработка, *Hermetia illucens*, кормовой субстрат.

*The article discusses the issue of obtaining a feed additive based on the biomass of *H. illucens* larvae grown on different feed substrates. The chemical composition of feed additive varies depending on the substrate used. In production it is possible to balance the larval feed mixture so that it meets the desired nutritional feed additive requirements for the animals.*

Keywords: feed additive for animals, processing, *Hermetia illucens*, feed substrate.

Биоконверсия различных органических субстратов с помощью беспозвоночных животных в последнее десятилетие становится все более популярным методом управления пулом образующихся отходов. Одной из перспективных групп коммерческих насекомых являются двукрылые. Обладая достаточно коротким жизненным циклом, высокой степенью воспроизводства и способностью культивирования в искусственных условиях насекомые находятся под пристальным вниманием производителей кормового белка для животных (Tomberlin и Van Huis, 2020). Среди двукрылых насекомых наиболее распространенным видом является черная львинка *Hermetia illucens* из семейства *Stratiomyidae*. Это обитатель регионов с тропическим и субтропическим климатом. Страной происхождения данного вида является Северная и Южная Америка, но в настоящее время насекомое распространено по всему миру. В России вид был впервые и единично отмечен на полуострове Крым (Gladun, 2019). Личинки *H. illucens* по типу питания почвенные сапрофаги, они могут потреблять органику как растительного, так и животного происхождения. Имаго *H. illucens* активно только при высоких температурах, а также не питается, поэтому не может быть рассмотрено в качестве карантинного объекта. Последний тезис является важным критерием при масштабном промышленном производстве (Barragan-Fonseca, 2017).

В мировой практике существует несколько коммерческих предприятий, которые специализируются на произ-



водстве кормовых добавок для сельскохозяйственных животных, а также продуктов с высокой добавочной стоимостью на основе личинок насекомых. На территории России подобным биотехнологическим направлением с 2015 г. занимается ООО «Энтопротэк» (Пензенская область). В настоящее время это самое крупное производство в нашей стране по производству кормовой добавки на основе биомассы личинок *H. illucens*.

В статье нами рассмотрен вопрос получения биомассы из личинок на различных кормовых субстратах, от чего сильно зависит ее химический состав. Согласно данным литературных источников, например, содержание протеина может изменяться на 50%, жира — более чем в 2 раза (Sprangers с соавт., 2017; Ушакова и др., 2018).

Эксперимент по получению образцов на разных кормовых субстратах был проведен на базе ООО «Энтопро-

Таблица 1. Химический состав цельных сухих личинок, %

Субстрат	Влага	Сырой протеин	Переваримый протеин	Сырой жир	Зола	Хитин
Пшеничные отруби	8,02	44,75	81,47	33,47	5,47	4,78
Осадок пищевого производства	8,13	39,88	83,20	42,49	5,64	4,72
Зерновая смесь	8,91	38,83	85,97	42,95	4,65	4,43
Овощная смесь, обогащенная протеином	8,61	43,15	82,33	37,84	5,42	4,21
Овощная смесь	8,13	37,99	80,23	37,38	10,19	4,21

Таблица 2. Химический состав частично обезжиренных кормовых добавок, %

Субстрат	Влага	Сырой протеин	Переваримый протеин	Сырой жир	Зола	Хитин
Пшеничные отруби	5,58	60,98	81,47	11,25	7,06	6,34
Осадок пищевого производства	5,13	50,73	79,11	20,50	7,41	6,41
Зерновая смесь	5,88	56,30	85,30	15,02	6,71	6,45
Овощная смесь, обогащенная протеином	6,16	59,57	81,43	11,95	7,55	6,19
Овощная смесь	5,59	53,22	75,77	10,28	14,03	6,47

тэк» в ноябре—декабре 2019 г. В качестве субстратов нами были выбраны отруби пшеничные, осадок пищевого производства, зерновая смесь, овощная смесь и овощная смесь, обогащенная протеином. Эти субстраты были инокулированы однородной посадочной личинкой 10-дневного возраста. Цикл переработки на разных кормовых смесях составлял от 7 до 10 суток, после чего личинок отправляли на сепарацию от остатков субстрата. Чистую биомассу высушивали в инфракрасной сушильной установке до влажности 5–7%. Часть высушенной биомассы пропускали через шнековый маслопресс с получением частично обезжиренной кормовой добавки и энтомологического жира. Образцы этих двух продуктов и цельных сухих личинок анализировали на общий химический состав, аминокислотный и жирнокислотный профили. Исследования проводились в лаборатории ООО «Технофид» (Белгородская область).

Все образцы цельных сухих личинок имели достаточно невысокую массовую долю остаточной влаги — около 8% (табл. 1). Более высоким содержанием сырого протеина отличались смеси на основе пшеничных отрубей и овощная смесь, обогащенная протеином. Доля переваримого протеина во всех образцах составляла более 80%. Уровень сырого жира был наибольшим в биомассе, полученной на основе осадка пищевого производства и зерновых. Это можно объяснить большим содержанием углеводов, которые при биоконверсии трансформируются в жиры. Количество хитина в биомассе не зависело от применяемого субстрата и было практически одинаковым. Самый высокий

процент золы отмечался в биомассе из личинок, выращенных на овощной смеси.

После частичного обезжиривания биомассы содержание протеина во всех представленных образцах значительно возросло (табл. 2). Максимальным оно было в кормовой добавке, полученной из личинок при кормлении их пшеничными отрубями, а также овощной смесью, обогащенной протеином. В других вариантах содержание сырого протеина довольно сильно варьировало, что связано с несовершенством метода обезжиривания биомассы. Сухая цельная личинка, полученная на разных субстратах, различается физическими свойствами: влажностью, насыпной плотностью, структурой, что требует индивидуальной настройки оборудования для каждого вида сырья. Ввиду небольшой массы исследованных образцов перенастроить маслопресс в потоке не всегда представлялось возможным. В образцах с наименьшим уровнем протеина наблюдается значительное содержание сырого жира, что свидетельствует о неэффективном его отжиме. Наряду с этим возрастает концентрация золы и хитина.

По профилю аминокислот кормовые добавки имеют значительные различия. Наиболее привлекательные с этой точки зрения те, что получены на основе пшеничных отрубей и овощной смеси, обогащенной протеином (табл. 3).





Результаты исследования жирнокислотного состава энтомологического жира, полученного в результате прямого отжима высушенной биомассы *H. illucens*, представлены в таблице 4. Во всех образцах жира преобладают насыщенные жирные кислоты (51–71,7%), особенно лауриновая, миристиновая и пальмитиновая. Содержание мононенасыщенных жирных кислот составляет от 10,4 до 18%, большая часть приходится на олеиновую кислоту. Полиненасыщенные жирные кислоты занимают до 30%, львиная доля которых принадлежит линолевой кислоте.

Химический состав продуктов переработки биомассы личинок *H. illucens* может значительно варьировать в зависимости от вида кормового субстрата, на котором была получена биомасса. В условиях производства необходимо стремиться к однотипному сырью для выращивания личинок, а также для получения кормового продукта со стабильным химическим составом и свойствами. Кроме того, в производственных условиях возможно сбалансировать кормовую смесь для личинок таким образом, чтобы она отвечала желаемым требованиям по питательной ценности кормовой добавки для животных.

Литература

1. Особенности биоконверсии органических отходов личинками мухи *Hermetia illucens* (Diptera: *Stratiomyidae*, Linnaeus, 1758) / Н. А. Ушакова [и др.] // Успехи современной биологии. — 2018. — 138. — 2. — С. 172–182.
2. Gladun, V. The first record of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) from Russia / V. Gladun // Nature Conservation Re-

Таблица 3. Аминокислотный состав частично обезжиренных кормовых добавок, %

Аминокислота	Субстрат				
	пшеничные отруби	осадок пищевого производства	зерновая смесь	овощная смесь, обогащенная протеином	овощная смесь
Аргинин	2,28	2,12	1,83	1,79	1,55
Лизин	3,21	2,60	2,99	3,12	2,85
Тирозин	2,99	2,31	2,58	2,89	2,67
Фенилаланин	2,14	1,66	1,93	2,03	1,86
Гистидин	1,83	1,51	1,58	1,77	1,64
Лейцин+изолейцин	6,29	5,16	5,74	5,72	5,45
Метионин	1,19	0,93	0,99	0,96	0,95
Валин	3,40	2,92	3,09	3,13	3,05
Пролин	3,34	3,13	3,17	2,90	2,87
Треонин	2,14	1,76	1,99	2,01	1,85
Серин	2,14	1,97	2,15	2,05	1,97
Аланин	3,69	3,24	3,41	3,36	3,22
Глицин	2,66	2,16	2,27	2,30	2,49

Таблица 4. Жирнокислотный состав энтомологического жира, %

Жирные кислоты	Субстрат				
	пшеничные отруби	осадок пищевого производства	зерновая смесь	овощная смесь, обогащенная протеином	овощная смесь
Насыщенные	65,89	51,26	55,19	65,70	71,65
Мононенасыщенные	11,52	18,34	13,62	11,81	10,41
Полиненасыщенные	21,55	28,43	30,06	21,51	17,25
Лауриновая	41,88	28,44	31,87	40,59	48,90
Миристиновая	7,70	4,97	6,15	7,36	7,53
Пальмитиновая	12,07	14,15	10,38	12,63	11,11
Пальмитолеиновая	1,58	3,59	1,15	1,65	1,94
Гептадеценивая	0,21	0,08	0,12	0,14	0,09
Олеиновая	9,26	14,21	12,13	9,63	8,03
Линолевая	19,82	26,78	29,20	20,03	15,99
Альфа-линолевая	1,60	0,97	0,78	1,39	1,12

search. Заповедная наука. — 2019. — 4.4. — С. 111–113.

3. Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates / T. Spranghers [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. — 2017. — 97(8). — P. 2594–2600.
4. Rearing methods for the black soldier fly (Diptera: *Stratiomyidae*) / Sheppard [et al.] // Journal of medical entomology. — 2002. — 39(4). — P. 695–698.
5. Tomberlin, J. K. Black soldier fly from pest to «crown jewel» of the insects as feed industry: an historical perspective / J. K. Tomberlin, HuisA Van // Journal of Insects as Food and Feed. — 2020. — 6 (1). — P. 1–4.
6. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed: a review / Barragan-Fonseca [et al.] // Journal of Insects as Food and Feed. — 2017. — 3 (2). — P. 105–120. ■