

Автор: В.О. Мельник, канд. с.-г. наук
Державна дослідна станція птахівництва НААН

Личинки мухи чорний солдат (*hermetia illucens*) як перспективне джерело білка для птиці

Однією з проблем сучасного птахівництва є дефіцит білкових кормів. У зв'язку з цим вчені та фахівці все частіше звертають увагу на комах як на потенційне джерело отримання кормового білка. Одним з найбільш перспективним видом для виробництва білкових кормів вважаються личинки мухи чорний солдат, інша назва - чорна львінка (*Hermetia illucens*). Окрім використання для отримання білка на мух чорний солдат покладають великі сподівання щодо екологічно безпечної трансформації органічних відходів. В цій статті розглядається життєвий цикл мух чорний солдат, особливості виробництва з них кормів, їх поживної цінності та впливу на показники птиці.

Походження та життєвий цикл мух *Hermetia illucens*

Первісний ареал поширення мух чорний солдат знаходиться в тропічному та субтропічному поясах американського континенту. Але в останні десятиліття вони були завезені людиною на всі континенти й зараз зустрічаються в багатьох місцях, приблизно між 45° північної широти і 40° південної широти. Мухи мають довжину 15-20 мм. Самці трохи менші за самок. Тіло у мух повністю чорне (рис. 1), тільки гомілки і лапки білі. Личинки білого або жовтого кольору довжиною до 27 мм (рис. 2).

Личинки харчуються органічними відходами, однак, для самих мух їжа не потрібна. Вони живуть за рахунок запасів, накопичених личинками. Головним завданням мух є спарювання та відкладання яєць.

Життєвий цикл мух складає біля 45 днів (рис. 3). Після вилуплення з лялечок мухи живуть 8-10 днів. За цей час вони повинні спаруватися та відкласти яйця, далі мухи гинуть. Спарювання

Рис. 1. Муха чорний солдат



Рис. 2. Личинки мухи чорний солдат



відбувається за достатньо яскравого освітлення, температури 27,5-37,5°C, відносної вологості повітря більше 65%. Яйцекладка у самок відбувається в середньому через 2 дні після спарювання. Самки зазвичай відкладають поблизу джерела корму від 500 до 1000 яєць. За сприятливих умов через 3-5 днів з яєць вилуплюються личинки, які розпочинають інтенсивно харчуватися та рости. Тривалість цієї стадії становить 10-12 днів. Останнім етапом розвитку личинок є предлялечка – (7-10 днів). Личинки припиняють харчуватися і починають шукати сухе місце, щоб перетворитися в лялечку. До цієї стадії вони повинні накопичити достатньо енергії для живлення лялечок, а в подальшому і мух. Через 8-14 днів з лялечок вилуплюються мухи. Однак за несприятливих умов (не оптимальні температура та вологість, погана кормова база) процеси життєдіяльності у мух чорний солдат на всіх стадіях їх розвитку можуть істотно сповільнюватися або й зовсім припинятися аж до повної загибелі личинок та мух.

Особливості технологічного процесу виробництва кормових продуктів з личинок мух *Hermetia illucens*

Технологічний процес виробництва продуктів, які можна використовувати в годівлі тварин і птиці, має враховувати особливості їх розвитку та життєвого циклу й забезпечувати найбільш оптимальні умови на всіх його стадіях. Можна виділити такі етапи технологічного процесу:

- утримання мух в спеціальному приміщенні-інсектарії для паркування та відкладання яєць;
- розміщення яєць в приміщенні-інкубаторії для отримання личинок та їх вирощування в початковий період (4-7 днів);
- основне вирощування личинок на органічних відходах до стадії предлялечок (1-2 тижні);
- відділення предлялечок від кормового субстрату та подальше їх перероблення в кормові продукти;
- переведення частини предлялечок личинок в спеціальну камеру, де вони перетворюються в лялечки для подальшого отримання мух й повторення виробничого циклу.

Ті предлялечки, які будуть використовуватися як корм, можуть піддаватися різним способам переробки, а також згодовуватися в свіжому вигляді. Для використання у промисловому птахівництві найкращою формою корму з предлялечок є сухе кормове борошно. Для того, щоб перетворити лялечок в кормове борошно, їх піддають сушці тим чи іншим способом (в сушильних шафах, в інфрачервоних та НВЧ-сушарках, в автоклавах під вакуумом), відділяють жир з висушених личинок шляхом пресування або екс-

Рис. 3. Життєвий цикл мух чорний солдат



Рис. 4. Схема технологічного процесу переробки личинок мухи чорний солдат

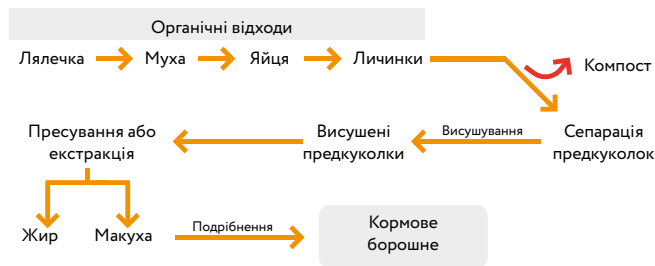
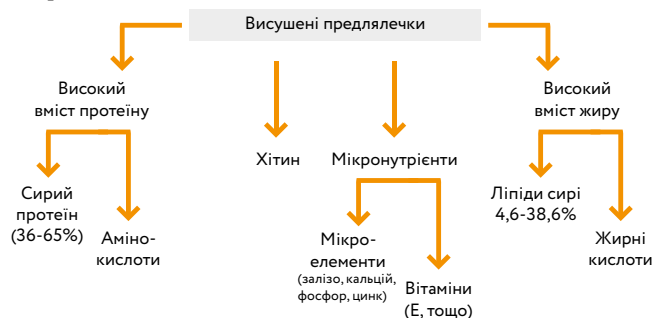


Рис. 5. Поживна цінність личинок мух чорний солдат



тракції розчинниками, подрібнюють знежирений залишок. І кормове борошно і жир використовують в годівлі тварин та птиці. Предлялечки можуть також використовуватися в сирому та вареному вигляді як білкова добавка до основного корму. Принципова схема переробки органічних відходів в корм для тварин за допомогою мух чорний солдат показана на **рис. 4**.

Перероблений субстрат, що залишився після вирощування личинок, являє собою вологий сипкий продукт – компост, що може використовуватися як органічне добриво при вирощуванні різних с.-г. культур.

Як стартовий корм для личинок частіше всього використовують висівки, подрібнені зерновідходи, харчові відходи тощо, які доводять до вологості біля 70%. Як основний корм використовують вже названі відходи, а також відходи переробки овочів і

фруктів, харчових виробництв, пташиний послід, гній ВРХ, свиней та інші органічні відходи.

Ріст та кількість личинок, які можуть розвиватися в певному поживному субстраті, в значній мірі залежать від його поживних характеристик. При вирощуванні личинок мухи *Hermetia illucens* на безпідстилковому курячому посліді та подальшому їх висушуванні отримували продукт, що містив біля 42% білка і 35% жиру, при цьому маса посліду зменшувалася як мінімум на 50%, з ще більшим зменшенням маси азоту і фосфору. Коефіцієнт перетворення посліду в суху речовину корму складав біля 8%.

При використанні мух чорний солдат для перероблення пташиного посліду цей процес може здійснюватися як в окремих системах (цехах), так і в системах, суміщених з пташниками. Такі системи вже розроблені та пози-

тивно зарекомендували себе в США, Китаї та деяких інших країнах. За даними виробничих випробувань в США, застосування подібної суміщеної з пташником для утримання 100 тис. курей-несучок системи утилізації посліду дало змогу за 5 місяців теплого сезону отримати 48 тонн предлялечок. Економічний ефект склав біля 25 тис. доларів за рахунок отримання білкового корму, компосту та вирішення екологічних проблем. В той же час подібні системи поки що вимагають вдосконалення, пов'язаного з забезпеченням оптимальних умов на всіх стадіях розвитку мух, механізації основних операцій. Крім того є проблеми узаконення застосування кормів з комах в годівлі тварин та птиці. Однак, у цьому відношенні є певний прогрес. Наприклад, в ЄС вже дозволено використовувати такі корми в аквакультури, і очікується, що найближчим часом

Табл. 1. Хімічний склад та амінокислотний профіль борошна з ЛМЧС порівняно з поширеними білковими кормами

Вид білкового корму	Вміст сирого протеїну, %	Вміст сирого жиру, %	Вміст амінокислот, % від сухої речовини					
			лізин	метіонін	треонін	аргінін	валін	ізолейцин
Борошно з ЛМЧС	49,47	18,11	2,71	0,87	1,95	2,47	3,11	2,21
Соєвий шрот	44,0	0,80	1,00	0,60	1,05	2,30	1,60	1,00
Рибне борошно	72,3	10,0	5,47	2,16	3,07	4,21	3,90	3,23
Кукурудзяний глютен	62,0	2,50	1,03	1,49	2,00	1,82	2,78	2,45
Соняшниковий шрот	32,0	1,10	2,69	0,62	1,72	3,14	2,07	1,96
Ріпаковий шрот	38,0	3,80	1,94	0,71	1,53	2,08	1,76	1,37

буде дозволено їх використовувати і в годівлі тварин та птиці.

Поживна цінність кормового борошна та жиру з личинок мух чорний солдат

Борошно з личинок мух чорний солдат (ЛМЧС) містить 36-65% сирого протеїну, 4,6-38,6% сирих ліпідів, вітаміни, мікроелементи, хітин (рис. 5). Протеїн борошна з личинок за вмістом основних незамінних амінокислот переважає соєвий, соняшниковий та ріпаковий шрот, хоча поступається рибному борошну (табл. 1). Вміст сирого протеїну в борошні з ЛМЧС значно підвищується при його знежиренні.

Жир личинок чорний солдат за вмістом жирних кислот є типовим представником жирів тваринного походження (табл. 2), оскільки в ньому переважають насичені жирні кислоти (НЖК), зокрема лауринова та пальмітинова. За вмістом мононенасичених жирних кислот (МНЖК) він не має істотних відмінностей від соєвого шроту, проте за вмістом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) значно йому поступається. Тому рекомендується при додаванні до комбікормів повножирового борошна або жиру з личинок чорного солдата балансувати його компонентами з достатнім вмістом ПНЖК.

Ще однією особливістю кормового борошна з ЛМЧС є досить високий вміст в ньому хітину 5-6%. Хітин довгий час вважався неперетравлюваною клітковиною, що крім того, зменшує перетравлюваність протеїну кормів, проте зараз встановлено, що у деяких видів птахів, зокрема у курей, шлунково-кишковий тракт виробляє фермент хітиназу, що частково розщеплює хітин до його похідних, які включаються в кровообіг. Також встановлено, що хітин має пребіотичні властивості, оскільки допомагає підтримувати збалансовану та здорову мікрофлору шлунково-кишкового тракту, зменшує ризик кишкових захворювань та в цілому - позитивно впливає на функціонування імунної системи.

ЛМЧС також містить природні антибіотики, такі як дефенсिनподібний пептид, що може потенційно знижувати чисельність *Escherichia coli* і *Salmonella enterica*.

На хімічний склад та поживну цінність борошна з ЛМЧС в значній мірі впливає вид та склад органічного субстрату (корму), на якому вони вирощувалися, стадія розвитку личинок, ступінь їх очищення від вмісту кишечника та залишків кормового субстрату, вид та режими переробки.

Вплив включення борошна з ЛМЧС в комбікорми на показники птиці

Можливість використання комах в годівлі птиці та заміни ними традиційних видів білкових кормів вивчалася в багатьох дослідженнях. Так, Cullere зі співав. (2016) провели тест на вибір корму з перепелами і відмітили, що птахи віддають перевагу раціону, що включав борошно з ЛМЧС порівняно з тим, що включав соєвий шрот.

Макар зі співав. (2014) встановив, що додавання борошна з ЛМЧС у кількості 10% від маси раціону щонайменше не погіршувало зоотехнічні показники курчат-бройлерів порівняно з тими, яких відгодовували на кукурудзяно-соєвих раціонах або раціонах, що містили 10% рибного борошна.

Al-Qazzaz зі співав. (2016) вивчали вплив згодовування борошна з личинок мухи чорний солдат у кількості 1% та 5% від маси раціону порівняно з контрольним раціоном, що містив 3% рибного борошна - курям-несучкам батьківського стада. Не було відмічено істотних відмінностей за продуктивними і відтворними показниками між курми за різних варіантів їх годівлі.

Hwangbo зі співав. (2017) повідомили, що включення 5 та 20% борошна з личинок домашньої мухи в раціон бройлерів значно покращувало їх живу масу.

Однак деякими авторами (Borrelli зі співав., 2017; Schiavone зі співав., 2019) було відмічено, що при заміні борошном з ЛМЧС більше 25% соєвого шроту або рибного борошна в раціонах птиці може спостерігатися

Табл. 2. Жирнокислотний профіль борошна з ЛМЧС порівняно з соєвим шротом

Жирні кислоти	Вміст (% від загальної суми жирних кислот)	
	Борошно з ЛМЧС	Соєвий шрот
C10:0	1,62	0,02
C12:0 (лауринова)	29,69	0,15
C14:0 (міристинова)	4,39	0,46
C16:0 (пальмітинова)	15,85	15,87
C17:0	0,23	0,18
C18:0 (стеаринова)	3,37	6,21
Всього НЖК	55,15	22,89
C14:1	0,10	0,06
C16:1 n7 (пальмітоолеїнова)	2,67	0,69
C17:1	0,23	0,09
C18:1 n9 (елаїдинова)	19,67	22,39
C20:1 n9 (ейкозенова)	0,20	0,21
Всього МНЖК	22,87	23,44
C18:2 n6 (лінолева)	15,74	46,19
C18:3 n3 (ліноленова)	2,58	5,35
C20:2 n6	0,20	0,19
C20:3 n3	0,03	0,03
C20:4 n4 (арахідонова)	0,28	0,14
Всього ПНЖК	18,80	51,87
(МНЖК+ПНЖК)/НЖК	0,76	3,29
n 6	16,22	46,52
n 3	2,61	5,38
n6/n3	6,21	8,65

погіршення продуктивних показників птиці, що вони пов'язали з високим вмістом у ньому хітину або негативним впливом застосовуваних способів термічної обробки.

Висновки

Мух *Hermetia illucens* можна з успіхом використовувати для екологічно безпечної конверсії органічних відходів, зокрема пташиного посліду, в багату протеїном та жиром сировину для виготовлення кормів і органічних добрив.

Кормовим борошном, виготовленим з ЛМЧС, можна замінити не менш ніж 25% соєвого шроту або рибного борошна в раціонах птиці без погіршення її продуктивних показників. 