УДК 595.782

К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕНИИ ПРОЦЕССА ОКУКЛИВАНИЯ ОЗИМОЙ СОВКИ (*AGROTIS SEGETUM*)

Ёқубов А.А., Зокиров И.И.

Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: abutolibyoqubov@gmail.com

Цель исследования – изучение морфологических характеристик, морфометрической изменчивости, полового диморфизма и продолжительности куколочного периода куколок *Agrotis segetum* в лабораторных условиях. Процесс окукливания происходил скрытым образом под кожицей гусеницы, и к моменту линьки гусеницы появилась полностью сформировавшаяся куколка (очередной этап развития бабочки). Вначале куколка бывает немного зеленоватого оттенка, затем полностью белого цвета. С задней стороны и на кремастере появляется легкое покраснение, при этом сами отростки на кремастере бывают буровато-красноватые и полностью затвердевшие. Покраснение куколки продолжается от 15 до 30 часов, после чего её цвет постепенно становится полностью красным. После покраснения цвет тела куколки становится желтовато-красным, затем красновато-бурым и, наконец, перед выходом бабочки – коричневато-красным, и приобретает почти черноватый оттенок. Выявлено, что гусеницы из числа проб, собранных и развивавшихся в агроценозах моркови, отличаются низким уровнем показателя вариабельности размеров длины и ширины тела, более ранним выходом самцов по сравнению с самками. Главное отличие в половом диморфизме куколок состоит в расположении отверстий относительно друг друга в метамере тела куколок. Данное исследование может послужить расширению диапазона научных познаний об особенностях окукливания вида *Agrotis segetum,* а также разработке стратегии борьбы против указанного вредителя.

Ключевые слова: *Agrotis segetum*, куколка, кремастер, изменение цвета, пронимфа, вариабельность

ON THE QUESTION OF STUDYING THE PUPPING PROCESS OF THE TURNIP MOTH (*AGROTIS SEGETUM*)

Yoqubov A.A., Zokirov I.I.

Fergana state university, Fergana, e-mail: abutolibyoqubov@gmail.com

The purpose of the work is to study the morphological characteristics, morphometric variability, sexual dimorphism and duration of the pupal period of Agrotis segetum pupae in laboratory conditions. The pupation process took place hidden under the skin of the caterpillar, and by the time the caterpillar molted, a fully formed pupa (the next stage of butterfly development) appeared. At first, the pupa is slightly greenish in color, then completely white. A slight reddening appears on the back side and on the cremaster, while the shoots themselves on the cremaster are brownish-reddish and completely hardened. The reddening of the pupa continues from 15 to 30 hours, after which its color gradually becomes completely red. After reddening, the color of the pupa's body becomes yellowish-red, then reddish-brown, and finally, before the butterfly emerges, it becomes brownish-red, and acquires an almost blackish tint. It was found that the caterpillars from the samples collected and developed in carrot agrocenoses are characterized by a low level of variability in the size of the length and width of the body, an earlier emergence of males compared to females, and also that the main difference in the sexual dimorphism of the pupae is the location of the openings relative to each other in the metamere of the body of the pupae. This study may serve to expand the range of scientific knowledge about the pupation characteristics of the *Agrotis segetum* species and to develop a strategy for combating this pest.

Keywords: *Agrotis segetum*, pupa, cremaster, colour change, pronymph, variability

Введение

Совки (Noctuidae) по количеству видов и уровню особенностей нанесения ущерба урожаю занимают среди насекомых ведущее место. В частности, озимая совка – *Agrotis segetum* (Denis & Schiffermüller, 1775) питающаяся 34 семействами растений, является серьёзным вредителем сельскохозяйственных посевов. Её личинки повреждают корневую систему молодых ростков и полностью выедают надземную часть растений. Они зимуют в слое почвы в форме личинок [1; 2].

Этот вид стал одним из наиболее серьёзных вредителей сельскохозяйственных посевов, широко распространённых в Еропе, Азии и Африке [3; 4]. Гусеницы вида *A. segetum*, зимующие в почве, грызут основу корня, корневой стержень, корневые узлы и корнеплоды растений, наносят серьёзный вред растениям. Выявлено, что этим вредителем повреждены многочисленные сельскохозяйственные растения, такие как капуста, сахарная свёкла, морковь, пшеница, кукуруза, картофель, горох, хлопок и джугара [5, с. 123].

В научной литературе изложены особенности распространения озимой совки в условиях Ферганской долины и отмечен наиболее высокий уровень её популяции на территории Кызылтепа [6]. В условиях Центральной Ферганы вред, наносимый озимой совкой, отмечается на более чем 50 видах растений (из которых 13 видов являются овощно-огородными культурами) [7; 8].

Хотя работы некоторых авторов и относятся к деятельности окукливания личинок бабочки [9-11] и в них содержатся сведения о внешних признаках 1-2-летних личинок озимой совки [1; 12], тем не менее изменения, происходящие в период окукливания вида *A. segetum,* предметом отдельного исследования всё же не являлись.

Цель исследования – изучение морфологических характеристик, морфометрической изменчивости, полового диморфизма и продолжительности куколочного периода куколок *A. segetum* в лабораторных условиях.

Материалы и методы исследования

Для изучения процесса окукливания *A. segetum* были проведены опыты в научной лаборатории Ферганского государственного университета. Пробы гусениц были собраны в почвах агроценозов Кызылтепа Алтыарыкского района (40°30'10"N 71°29'07"E), Акбуйра (40°24'52"N 71°32'37"E), Хамзинской (40°25'40"N 71°31'46"E) территорий.

Пробы гусениц содержались до начала процесса окукливания в специальной полиэтиленовой посуде (диаметром = 12 см, высотой = 25 см), в которую был помещен 10-сантиметровый слой почвы, при кормлении их корнеплодами моркови. Для поддержания влажности в горшке на нормальном уровне (65%) вату увлажняли и помещали в почву каждые два дня. Влажность почвы измеряли с помощью датчика влажности почвы Blumat (A-6410). По завершении процесса окукливания с целью предотвращения гибели гусениц был использован относительно безопасный метод [13] – гусеницы были помещены в посуду с влажной бумагой без почвы.

Морфологические и половые особенности диморфизма куколок изучали с помощью стереомикроскопа SZM-45T.

Измерения длины и ширины тела были проведены у 105 куколок Agrotis segetum и у 115 куколок с целью определения разницы морфометрических размеров куколок самцов и самок. Промеры гусениц производились, как показано на рисунке 1. Результаты промеров статистически анализировались с помощью программы Ms.Excel.

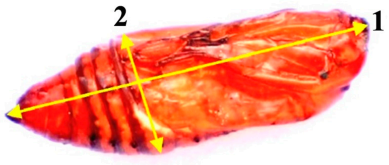

Рис. 1. Измерение длины и ширины тела гусениц озимой совки

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе развития озимой совки на предкукольной стадии (пронимфы) в метаморфозе, являющемся продуктом происходящего процесса гистолиза, органы тела гусеницы подвергаются изменению, вместе с тем в самой куколке происходит формирование её органов.

Процесс образования куколки из гусеницы проходит скрытым образом под оболочкой гусеницы, и при линьке гусеницы образуется полностью сформированная куколка. «Выползание» из тела гусеницы происходит благодаря действиям куколки.

Куколка, опираясь на свой задний конец (кремастер), стремится вытянуться вдоль своего тела. Если разрыв кожи гусеницы происходит ниже передней половины тела куколки (между четвертой и пятой парами ног гусеницы), то куколка становится неполноценной (рис. *2*). После разрыва кожи куколка, наклоняя брюшко, в полусогнутом состоянии и цепляясь одним или двумя отростками на кремастере, постепенно стягивает кожу с себя. Своими отростками цепляющаяся гусеница старается вытянуться вдоль всего тела и стремится направиться вперед. Вслед за тем, имея возможность оттянуть брюшко, куколка получает возможность снова изменить точку опоры. Действуя таким образом, куколки в природных гнёздышках находятся всегда с приподнятой вверх головой, слегка нагнувшись, и точнее опираются на одну из стенок гнёздышка.

Рис. 2. Неполноценная куколка озимой совки

После линьки кожица гусеничной стадии становится слегка зеленоватой и полностью белого цвета, только на задней стороне и на кремастере наблюдается небольшое покраснение. При этом сами отростки на кремастере затвердевают при буровато-красноватом оттенке. Покраснение куколки продолжалось от 15 до 30 часов, после чего её цвет постепенно приобрёл тёмный оттенок. После покраснения тело бабочки стало желтовато-красным, затем красновато-бурым, и наконец перед её выходом оно стало темно-коричневато-красного, почти черного оттенка (рис. 3).

Рис. 3. Изменения цвета тела куколки озимой совки

Таблица 1

Соотношение длины и ширины тела куколок озимой совки

№	Длина (мм)	Кол-во (щт.)	Ширина (мм)	Кол-во (шт.)
1	17-18	24	5	10
2	19-20	43	6	47
3	21-22	27	7	36
4	23-24	11	8	12
Mean±SD	19,98±0,1		6,48±0,4	
CV (%)	9,46		12,69	

После линьки куколки озимой совки вначале её тело бывает в голом виде, и даже если все её внешние органы и бывают плотно прижатыми к телу, они все же не прилипают друг к другу и не покрыты общим покровом. Впоследствии (перед покраснением тела куколки) усики, ножки и крылья бабочки в результате затвердевания выделяемой крыльями жидкости линьки покрываются появляемой на свет общей оболочкой – плотной кутикулой, и превращаются в закрытую куколку.

На задней стороне куколки отчётливо видны 9, а в абдоминальной части только 4 сегмента. С боковой стороны тела куколки, на каждом сегменте начиная с 3-го на голове расположены по одному тёмного цвета и овальной формы дыхательному отверстию. На куколке имеется всего 7 пар дыхательных отверстий, из которых последняя седьмая пара слабо развита.

Произведено 105 измерений длины и ширины тела куколок озимой совки. Результаты измерений выявили небольшой показатель вариабельности длины (19,98±0,1 мм) и ширины тела (6,48±0,4 мм) (табл. 1).

Половой диморфизм куколок

Произведены промеры длины и ширины тела 57 самок и 58 самцов *A. segetum.* Выявлено, что средняя длина тела самки куколок составляет 18,89±0,1 мм, а ширина 6,58±0,2 мм, тогда как аналогичные показатели самцов равны 19,88±0,3 и 6,65±0,4 мм.

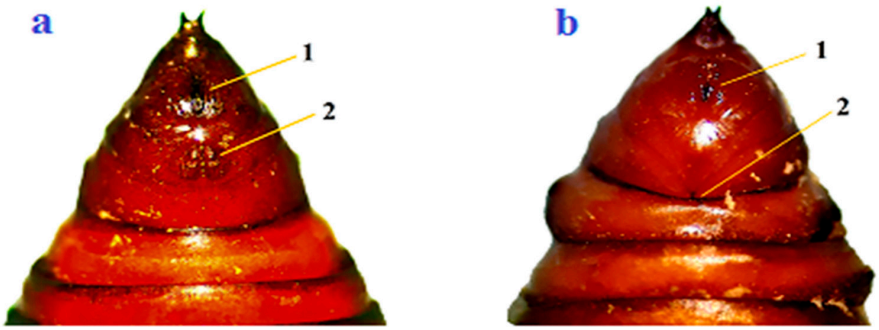

Рис. 4. Половой диморфизм: a – куколка, из которой вылупится самец, b – куколка, из которой вылупится самка (1-я и 2-я половые щели)

Таблица 2

Время выхода бабочек – самцов и самок

	Самцы			Самки		
	Время окукливания	Время выхода бабочки	Продолжительность периода окукливания	Время окукливания	Время выхода бабочки	Продолжительность периода окукливания
1	19.05	15.06	28	21.05	18.06	28
2	20.05	17.06	27	22.05	23.06	30
3	21.05	16.06	26	22.05	20.06	29
4	21.05	15.06	25	23.05	22.06	28
5	22.05	20.06	29	24.05	22.06	29
6	22.05	18.06	27	25.05	23.06	29
7	25.05	24.06	30	25.05	25.06	31
8	25.05	22.06	28	26.05	24.06	29
9	26.05	20.06	25	26.05	22.06	27
10	27.05	23.06	27	27.05	24.06	28
	Среднее		27,2	Среднее		28,8
	t_f	2,55841				
	Параметр P	0,009875				
	p <0,01					

Продолжительность стадии куколки

Полученные результаты показывают, что различия между самцами и самками куколок *A. segetum* по размерам и цвету тела не могут быть основанием для прогноза пола появляемой будущей бабочки, т.к. существенных отличий не наблюдается.

На последних трех сегментах куколки выпячиваются будущие половые органы бабочки. На куколке, из которой вылупится самец, на последних трех сегментах имеются по 2 длинных отверстия, близко расположенных друг к другу у самцов, что отчётливо видно (рис. 4a). В то же время у самок такие отверстия располагаются относительно далеко друг от друга и второе отверстие почти не заметно (рис. 4b).

В результате 10 опытных наблюдений, проведенных с целью выявить время выхода бабочек – самцов и самок выяснилось, что продолжительность выхода бабочек-самцов составила 27,2 дня, а время выхода самок составило 28,8 дня, т.е. на 1,6 суток дольше (табл. 2).

Исследования показали, что куколки, производимые гусеницами, имеют коричневый цвет, а затем меняют цвет на красновато-коричневый, прежде чем вылетит бабочка [14]. В наших исследованиях установлено, что куколка, образуемая гусеницами, сначала белая, затем от светло-желтой до коричневой, а перед вылетом бабочки чернеют.

Выявление морфологических различий куколок *A. segetum* важно для изучения это-

го вида. Куколки самок и самцов *A. segetum* по размерам, форме и окраске тела не идентифицировались. Расположение расщелины, наличие или отсутствие гребневидных разрастаний у куколки обнаруживают некоторые сходства и различия, причем их внешний вид может варьировать у разных видов чешуекрылых [15]. Авторы отметили, что морфологические различия половых отверстий куколок *Hyphantria cunea* расположены в восьмом сегменте у самок и девятом сегменте у самцов [16]. В ходе наших исследований выяснилось, что щелевидные половые отверстия расположены в 8-9 сегментах брюшка, как и у куколок *Hyphantria cunea.*

Заключение

В развитии озимой совки стадия окукливания является важным этапом и служит для сохранения целостности вида в природе и обеспечения продолжительности его популяции.

Различий по размерам и цвету между куколками, из которых вылупляются бабочки – самцы и самки, не имеется. Выявлены отличия, имеющие место в последних сегментах тела. Явно бросаются в глаза различия в расположении отверстий на последних трех сегментах на живых или погибших куколках. Это в свою очередь даёт возможность определения пола и осуществления мониторинга точного соотношения полов до выхода бабочек из куколок.

Продолжительность стадии окукливания имеет практическое значение. Зная сроки окукливания, в частности время наиболее массового окукливания, и кроме того продолжительность окукливания, можно заранее рассчитать, когда наступит время массового вылета бабочек, и разработать рекомендации по борьбе против озимой совки.

Список литературы

1. Esbjerg P., Lauritzen A. Oviposition response of the Turnip moth to soil moisture // Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science. 2010. № 1. P. 89-94.

2. Esbjerg P. Integrated pest management in Danish carrot fields: Monitoring of the turnip moth (*Agrotis segetum* Schiff., Lepidoptera: Noctuidae) // Progress on Pest Management in Field Vegetables. CRC Press, 2020. P. 177-186.

3. Esbjerg P., Sigsgaard L. Phenology and pest status of *Agrotis segetum* in a changing climate // Crop Protection. 2014. № 62. P. 64-71.

4. Manjula K. N., Kotikal Y. K. Biology of turnip moth, *Agrotis segetum* (Denis and Schiffermüller) on palak, *Beta vulgaris* var. *bengalensis* Hor // Journal of entomology and zoology study. 2018. № 6. P. 1183-1186.

5. Ходжаев Ш.Т. Основы интегрированной защиты растений от вредителей и агротоксикологии. Ташкент, 2014. 540 с. (на узбекском языке).

6. Ёкубов А. Сведения о распространении и вредных особенностях Озимая совка (*Agrotis segetum* (Den & Schiff, 1775) в агроценозах моркови в разных районах Ферганской области // Центральноазиатский журнал образования и инноваций. 2024. № 5. С. 72-75. (на узбекском языке). DOI: 10.5281/zenodo.11198715.

7. Зокиров И., Юсупова Ш., Якубов А. Эколого-фаунистический анализ энтомофагов овощебахчевых культур в центральной Ферганы // Научный вестник. ФерГУ. 2022. № 1. С. 32-37 (на узбекском языке).

8. Зокиров И. Фауна и экология насекомых овощебахчевых культур Центральной Ферганы: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ташкент, 2019. 60 с. (на узбекском языке).

9. Ma T., Vang H., Liang S., Xiao Q., Cao P., Chen X., Niu Y., Xe Y., Sun Ch., Ven S., Vang C. Effects of soil-treatment with fungal biopesticides on pupation behaviors, emergence success and fitness of tea geometrid, *Ectropis grisescens* (Lepidoptera: Geometridae) // Journal of Asia-Pacific Entomology. 2019. Vol. 22. No. 1. P. 208-214.

10. Zheng X., Wang P., Lei Ch., Lu W., Xian Z., Wang X. Effect of soil moisture on overwintering pupae in *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) // Applied entomology and zoology. 2013. № 48. P. 365-371.

11. Mansour M., Dimetry N. Effect of crowding on larvae and pupae of the greasy cutworm *Agrotis ipsilon* Hfn.(Lepid.: Noctuidae) // Zeitschrift für Angewandte Entomologie. 1972. № 1. P. 220-223.

12. Yoqubov A. Age dependent characteristics of 1-2 age larvae of turnip moth (*Agrotis segetum* Denis & Schiffermüller, 1775) // Science and innovation in the education system. 2024. № 6. P. 98-101.

13. Bainbridge P., Bownes M. Staging the metamorphosis of *Drosophila melanogaster* // Journal of embryology and experimental morphology. Great Britain. 1981. № 1. P. 57-80.

14. Manjula K., Kotikal Y. Biology of turnip moth, *Agrotis segetum* (Denis and Schiffermüller) on palak, *Beta vulgaris* var. bengalensis Hort // Journal of Entomology and Zoology Studies. 2018. № 6. P. 1183-1186.

15. Genc H. The tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): pupal key characters for sexing individuals // Turkish Journal of Zoology. 2016. № 5. P. 801-805.

16. Tuncer C., Aker O. Sexual dimorphism in the pupal stage of *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Erebidae) // Entomological News. 2017. № 2. P. 112-116.