

С.М. Седловская

Особенности роста и развития гусениц китайского дубового шелкопряда (*Antheraea Pernyi* G.-M.) ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ 1,2-бис-(3-метоксибензоил)- 1-трет-бутилгидразина

Хорошо известно, что процессы линьки и метаморфоза насекомых находятся под контролем нескольких гормонов, среди которых выделяются экдистероиды [1]. Линька и метаморфоз относятся к очень важным процессам жизнедеятельности насекомых, которые позволяют им нормально развиваться и адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды [2]. Нарушение нормального течения линьки и метаморфоза под действием экзогенных экдистероидов либо соединений, имитирующих их биологическое действие, обычно приводит к гибели насекомых. Вещества, обладающие такой селективной активностью, привлекают к себе пристальное внимание в качестве потенциальных инсектицидов, которые по механизму действия относятся к регуляторам роста насекомых [2].

В конце 80-х годов прошлого столетия обнаружили, что гормональной активностью насекомых обладают вещества, не похожие на экдистероиды по строению и относящиеся к ацилпроизводным гидразина. Биологические испытания соединений данной группы стали проводиться сразу же после установления их гормональной активности [1].

В практическом отношении наиболее важным является токсическое действие диацилгидразинов на насекомых, относящихся к опасным вредителям сельского хозяйства. Данные по действию соединений этой группы на насекомых приведены в работе Н.В. Ковганко [3], где он указывает на то, что наиболее токсичными агонисты экдистероидов оказываются для чешуекрылых (Lepidoptera), таких, например, как *S. exempta*, *S. exigua*, *Ch. fumiferana*.

Установлено, что производные ацилгидразинов оказывают свое токсическое действие на все стадии развития насекомых, но наиболее чувствительными оказываются личинки. Воздействие агонистов экдистероидов на организм насекомых проявляется в преждевременной личиночной линьке, прекращении питания и неполноценном окукливании [4]. Отмечено их влияние на смертность, длительность личиночного развития, вес гусениц, вес шелкоотделительной железы и состав белков гемолимфы [5, 6].

В связи с вышеизложенным **целью** нашей работы является изучение влияния агониста экдистероидов группы гидразинов 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина на процессы жизнедеятельности гусениц китайского дубового шелкопряда после потребления корма, обработанного данным веществом.

В **задачи** исследования входило:

- 1) выявить влияние биологически активного вещества на выживаемость дубового шелкопряда при потреблении в пищу обработанного корма;

- 2) выяснить изменения продолжительности развития гусениц под воздействием агониста экдистероидов при питании обработанным листом дуба черешчатого и березы бородавчатой;
- 3) проанализировать степень воздействия 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина при попадании в организм гусениц вместе с кормом на процессы роста гусениц китайского дубового шелкопряда.

Исследования проводились на базе стационара «Щитовка» биологического факультета Витебского государственного университета им. П.М. Машерова в летний период 2006 г.

В качестве **объекта** исследований использовали гусениц китайского дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.). Кормовыми растениями служили дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) и береза бородавчатая (*Betula pendula* Roth.).

Для опыта брали гусениц одного дня выхода из яиц. Опыт проводили в трех повторностях каждый (по 30 гусениц повторности): корм одинаковой массы для гусениц первого возраста обрабатывали однократно водным раствором 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина 0,1%-ной концентрации объемом 2 мл один раз и скармливали в начале развития. Наблюдали за гусеницами в течение всего периода их развития.

Обработку корма проводили методом опрыскивания листьев. Для приготовления рабочих растворов навеску 10 мг (0,1%) соединения помещали в мерную пробирку, добавляли 0,5 мл этанола, доводили общий объем до 10 мл дистиллированной водой, в которую предварительно добавляли ПАВ ОП-10 (1 капля на 1 л воды). Контроль – дистиллированная вода с добавлением этанола (0,5 мл/10 мл воды) и ПАВ ОП-10 (1 капля/1 л воды). Опытные и контрольные гусеницы содержались в одинаковых емкостях объемом 3000 см³ при температуре 20–22°C, относительной влажности воздуха 70–80% и одинаковых условиях освещенности. Гусеницы первого возраста в опыте питались обработанным кормом в течение трех суток. Через трое суток обработанные листья дуба и березы заменяли на свежие необработанные и дальше кормили только свежим необработанным кормом.

Экдистероиды представляют собой большую группу природных соединений, обнаруженных в растениях, беспозвоночных животных и грибах. Для насекомых экдистероиды известны как гормоны, под контролем которых находятся разнообразные процессы жизнедеятельности, в частности линька и метаморфоз. Следует отметить, что экдистероиды широко представлены не только в животном, но и растительном мире [1]. Существует точка зрения [7], согласно которой присутствие этих соединений в растениях обусловлено их защитной функцией против поедания растительноядными насекомыми. Хотя среди насекомых имеются отдельные виды, весьма чувствительные к фито-экдистероидам, все же к настоящему времени большинство из них сумели адаптироваться к этим веществам. Хорошо известно, что при попадании вместе с пищей экзогенные экдистероиды вызывают у насекомых значительные нарушения гормональной системы, что приводит в конечном итоге к их гибели [7].

В конце 80-х годов прошлого столетия обнаружили, что гормональной активностью насекомых обладают вещества, не похожие на экдистероиды по строению и которые являются агонистами гормона линьки [8, 9]. Установлено, что агонисты экдистероидов оказывают свое токсическое действие на все стадии развития насекомых, но наиболее чувствительными оказываются личинки. Так, например, токсическое действие галофенозида и метоксифенозида для личинок жука коровки *Harmonia axyridis* проявляется в преждевременной личиночной линьке, прекращении питания и неполноценном окукливании [4]. Высокой селективностью действия относительно чешуекрылых обладают агонисты экдистероидов RH-5992 и RH-2485. Отмечено их влияние на смерт-

ность, длительность личиночного развития, вес гусениц, вес шелкоотделительной железы и состав белков гемолимфы [5, 6]. Следует отметить, что характер действия агонистов экдистероидов отличается сложностью и сильно зависит от конкретного вида насекомого. Однако в целом попадание указанных соединений в организмы насекомых приводит либо сразу к их гибели, либо сопровождается значительными нарушениями процессов нормального роста и развития, даже спустя несколько поколений [3].

По нашим данным, потребление в пищу обработанного биологически активным веществом корма привело к гибели гусениц шелкопряда. Динамика смертности гусениц в течение всего периода их развития отражает рис. 1.

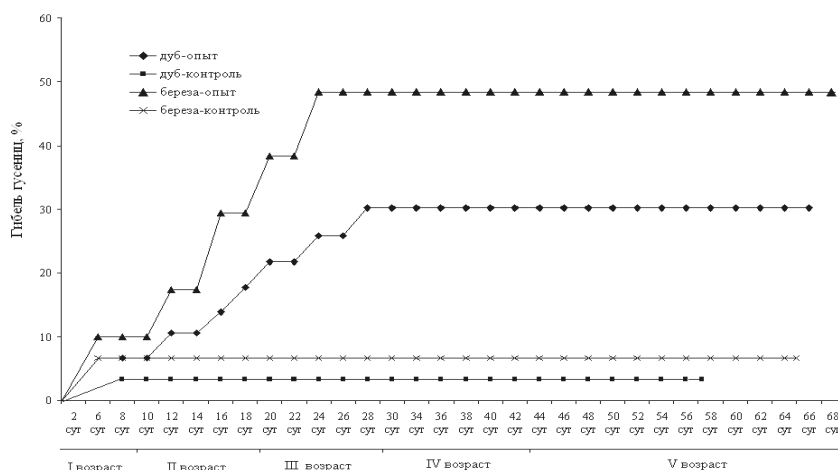


Рис. 1. Смертность гусениц китайского дубового шелкопряда под воздействием 1, 2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина.

Видно, что данный агонист экдистероидов оказывал токсическое действие в течение длительного времени и вызывал гибель гусениц даже на 27 сутки после обработки. Смертность в опыте на двух кормовых растениях достаточно высокая по сравнению с контролем. Гусеницы, питавшиеся обработанным листом дуба, начали гибнуть на восьмые сутки после закладки опыта. Токсический эффект в опыте данное вещество оказывало на протяжении I–III возрастов. За этот период погибло 30% гусениц по сравнению с контролем. Гусеницы в опыте на березе оказались более чувствительными к биологически активному веществу, чем на дубе. Видно, что при потреблении обработанного листа березы в течение I–III возрастов погибло 48% гусениц, причем гусеницы стали гибнуть на вторые сутки после закладки опыта.

При питании обработанным кормом в опыте на березе погибло гусениц в 1,5 раза больше, чем на дубе, за одинаковый период времени. Следует отметить, что на двух кормовых растениях к концу III возраста гусеницы смогли адаптироваться к воздействию 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина, так как смертности гусениц до конца развития больше не наблюдалось. На рис. 1 это отражает плато – отрезок, параллельный оси абсцисс. В этот период гусеницы были жизнеспособны, в конце развития вили коконы. Но потребление в пищу обработанного агонистом экдистероидов корма повлияло на продолжительность развития гусениц. В опыте на дубе по сравнению с контролем гусеницы развивались дольше на 9 суток за счет увеличения периода активного питания на 4 суток, а периода сна – на 5 суток (табл.).

Таблица

Влияние биологически активного вещества (1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина) на продолжительность развития гусениц китайского дубового шелкопряда по возрастам, сут.

Вариант опыта	Возраст гусениц	Продолжительность развития, сут.			
		Период активного питания	Сон	Линька	Всего
Дуб-опыт	Л ₁	4,14 ± 0,11	2,93 ± 0,05	1,15 ± 0,09	8,22 ± 0,10
	Л ₂	5,75 ± 0,09	2,97 ± 0,07	1,43 ± 0,07	10,15 ± 0,40
	Л ₃	6,04 ± 0,10	2,54 ± 0,01	1,42 ± 0,05	10,0 ± 0,35
	Л ₄	8,57 ± 0,05	1,93 ± 0,09	1,60 ± 0,09	12,10 ± 0,11
	Л ₅	19,73 ± 0,08	3,59 ± 0,13	2,22 ± 0,11	25,54 ± 0,45
	Всего	44,23 ± 0,75	13,96 ± 0,25	7,82 ± 0,18	66,01 ± 1,15
Дуб-контроль	Л ₁	4,21 ± 0,13	2,12 ± 0,01	1,41 ± 0,01	7,74 ± 0,23
	Л ₂	4,25 ± 0,18	1,19 ± 0,01	1,03 ± 0,02	6,47 ± 0,15
	Л ₃	5,56 ± 0,16	1,40 ± 0,02	1,53 ± 0,01	8,49 ± 0,12
	Л ₄	9,18 ± 0,09	1,89 ± 0,04	1,18 ± 0,11	12,25 ± 0,30
	Л ₅	17,24 ± 0,06	2,28 ± 0,03	2,57 ± 0,17	22,09 ± 0,56
	Всего	40,44 ± 0,32	8,88 ± 0,15	7,72 ± 0,11	57,04 ± 1,05
Береза-опыт	Л ₁	6,95 ± 0,17	2,33 ± 0,09	1,57 ± 0,10	10,85 ± 0,13
	Л ₂	7,03 ± 0,19	1,93 ± 0,08	1,69 ± 0,07	10,65 ± 0,1
	Л ₃	6,45 ± 0,11	1,65 ± 0,07	1,35 ± 0,03	9,75 ± 0,17
	Л ₄	9,53 ± 0,12	1,97 ± 0,03	1,35 ± 0,02	12,85 ± 0,20
	Л ₅	19,06 ± 0,33	2,86 ± 0,04	2,87 ± 0,08	24,79 ± 0,51
	Всего	49,52 ± 0,91	10,74 ± 0,22	8,83 ± 0,15	68,89 ± 1,12
Береза-контроль	Л ₁	6,11 ± 0,17	2,05 ± 0,06	1,15 ± 0,07	9,31 ± 0,15
	Л ₂	6,42 ± 0,11	1,25 ± 0,02	1,27 ± 0,04	8,94 ± 0,24
	Л ₃	5,47 ± 0,25	1,52 ± 0,12	1,25 ± 0,03	8,24 ± 0,40
	Л ₄	9,61 ± 0,04	1,77 ± 0,07	2,30 ± 0,15	13,68 ± 0,22
	Л ₅	18,05 ± 0,37	2,52 ± 0,09	2,81 ± 0,11	23,38 ± 0,54
	Всего	45,66 ± 0,81	9,11 ± 0,36	8,78 ± 0,16	63,55 ± 1,12

После употребления в пищу обработанного листа березы общая продолжительность развития гусениц увеличилась на 5 суток, по сравнению с контролем. Это связано с увеличением периода активного питания на 4 суток и периода сна – на 1 сутки. На березе за весь период развития у гусениц период активного питания длился на 5 суток больше, а период сна на 3 суток меньше, чем на дубе. Следует отметить, что в опыте на дубе развитие гусениц закончилось на 2 суток раньше, чем при питании обработанным листом березы.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что увеличение продолжительности развития вызвано неблагоприятным воздействием 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина.

Темп роста насекомых является важным показателем физиологического состояния организма, а также показателем условий питания гусениц [10].

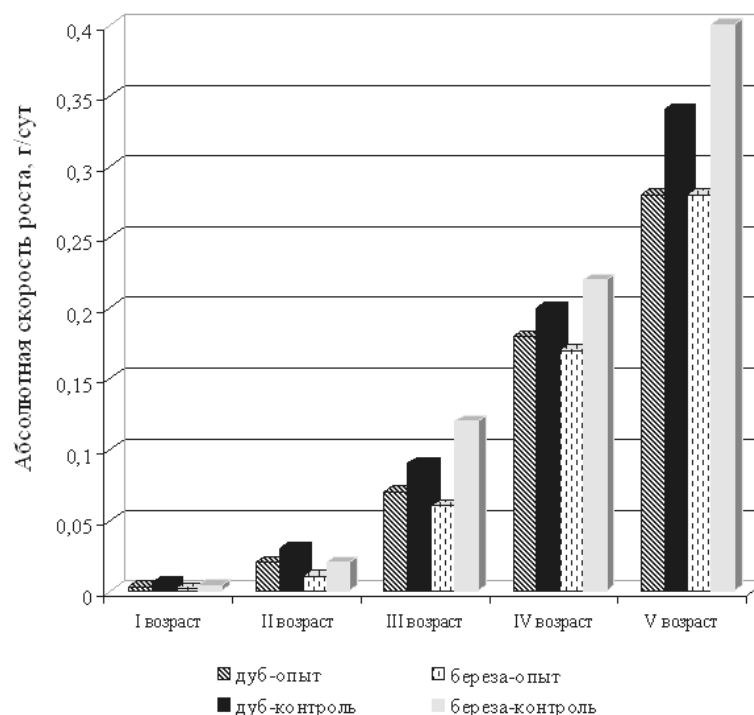


Рис. 2. Абсолютная скорость роста гусениц китайского дубового шелкопряда под воздействием 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина (0,1%).

Абсолютная скорость роста гусениц в опыте на дубе в I–II возрастах ниже на 30% по сравнению с контролем (рис. 2). В период III–IV возрастов показатели абсолютной скорости роста в опыте отличаются от контроля на 10%. К концу V возраста скорость роста опытных гусениц ниже на 20% по сравнению с таковой на контроле. На березе же в течение I–III возрастов абсолютная скорость роста гусениц в опыте ниже на 50%, чем на контроле, в IV возрасте – на 20%, а к концу V возраста данный показатель в опыте отличается от такового на контроле на 30%. Это можно объяснить тем, что лист березы по сравнению с листом дуба обладает худшей питательной ценностью [11], которая усиливается воздействием биологически активного вещества.

Удельная скорость роста, или интенсивность роста, – это приращение единицы живой массы за единицу времени [12]. Она дает дополнительную информацию о процессах роста организма.

Удельная скорость роста у животных закономерно снижается к концу развития. Эта общебиологическая закономерность отражена и в наших данных (рис. 3). Согласно данным рис. 3 видно, что у гусениц в опыте на дубе интенсивность роста в течение I–III возрастов меньше на 40%, чем на контроле, в IV–V возрастах отличается на 30%, но к концу развития удельная скорость роста у опытных и контрольных гусениц практически одинаковая. А на березе удельная скорость роста гусениц в I возрасте меньше на 30%, чем на контроле, а в II–V возрастах отличается от контроля на 45%.

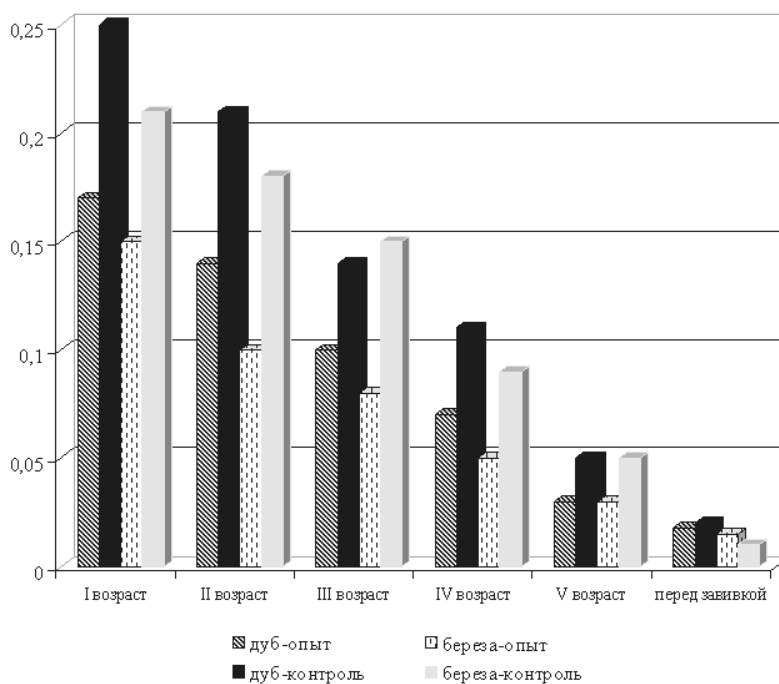


Рис. 3. Удельная скорость роста гусениц китайского дубового шелкопряда под воздействием 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина (0,1%).

Самая низкая интенсивность роста у гусениц в опыте на березе в течение всего периода развития. Удельная скорость роста в опыте на дубе превышает таковую в опыте на березе в процессе всего развития. Анализ различий в показателях удельной скорости роста позволяет сделать вывод о том, что гусеницы в опыте на березе и на контроле имели условия для роста и развития хуже, чем на дубе. Следовательно, качество кормового растения оказывает влияние при воздействии агониста экистероидов на организм насекомых, в случае с дубом его воздействие ослабляется, в случае с березой – усиливается.

Таким образом, в результате наших исследований установлено, что агонист экистероидов 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина в концентрации 0,1% обладает инсектицидной активностью по отношению к гусеницам китайского дубового шелкопряда: в опыте на дубе за весь период развития погибло 30% гусениц, а на березе – 48%. Под воздействием 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина произошло замедление развития в опытах: на дубе на 9 суток позже, на березе – на 5 суток по сравнению с контролем. Выявлено, что под воздействием 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина абсолютная скорость роста в опыте на дубе к концу развития на 20% ниже по сравнению с таковой на контроле, а на березе – на 30% по сравнению с контролем.

Самая низкая интенсивность роста у гусениц в опыте на березе – на 40% ниже по сравнению с контролем в течение всего периода развития. Скорость роста в опыте на дубе и контроле превышает таковую в опыте на березе и контроле в процессе развития.

Полученные нами данные позволяют сделать вывод о том, что данный агонист экистероидов в концентрации 0,1% при попадании в организм гусе-

ниц с кормом приводит к достоверному увеличению смертности – на 27% по сравнению с контролем (дуб), на 41% – (береза), а также к замедлению развития и темпов накопления зоомассы. Следовательно, агонист экдистероидов 1,2-бис-(3-метоксибензоил)-1-трет-бутилгидразина проявляет ярко выраженную инсектицидную активность по отношению к дубовому шелкопряду, которая усугубляется при питании гусениц листом березы бородавчатой.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ахрем, А.А.** Экдистероиды: химия и биологическая активность / А.А. Ахрем, Н.В. Ковганко. – Минск: Наука и техника, 1989. – 327 с.
2. **Гормональная регуляция развития насекомых** / ред. М.С. Гиляров, В.И. Тобиас, В.Н. Буров. – Л.: Наука, 1983. – 182 с.
3. **Ковганко Н.В.** Агонисты экдистероидов группы 1,2-диацил-1-алкилгидразинов / Н.В. Ковганко, С.К. Ананич // Биоорганическая химия. – 2004. – Т. 30, № 6. – С. 563–581.
4. **Carton V.** Toxicity of two ecdysone agonists, halofenozide and methoxyfenozide, against the multicoloured Asian lady beetle *Harmonia axyridis* (Col., Coccinellidae) / V. Carton, G. Smagghe, L. Tirry // J. Appl. Entomol. – 2003. – Vol. 127, № 4. – P. 240–242.
5. **Smagghe G.** Comparative toxicity and ecdysone receptor affinity of nonsteroidal ecdysone agonists and 20-hydroxyecdysone in *Chironomus tentans* / G. Smagghe, T.S. Dhadialla, M. Lezzi // Insect Biochem. And Mol. Biol. – 2002. – Vol. 32, № 2. – P. 187–192.
6. **Kumar, V.S.** RH-5992 – an ecdysone agonist on model system of the silkworm *Bombyx mori* / V.S. Kumar, M. Santhi, M. Krishnan // Indian J. Exp. Biol. – 2000. – Vol. 38, № 2. – P. 137–144.
7. **Ковганко, Н.В.** Стероиды: Экологические функции / Н.В. Ковганко, А.А. Ахрем. – Минск: Наука и техника, 1990. – 224 с.
8. **Wing, K.D.** RH-5849, a nonsteroidal ecdysone agonists on *Drosophila* all line / K.D. Wing // Science. – 1988. – Vol. 241. – P. 467–469.
9. **Karlson, P.** On the use of ecdisteroid nomenclature XI Ecdysone Workshop: Program Abstracts Ceske Budejovice, 1994. – P. 7–8.
10. **Тыщенко, В.П.** Основы физиологии насекомых / В.П. Тыщенко. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. – Ч. 1. Физиология метаболических систем. – С. 30, 219–256.
11. **Денисова, С.И.** Теоретические основы разведения китайского дубового шелкопряда в Беларуси / С.И. Денисова. – Минск: УП «Технопринт», 2002. – 234 с.
12. **Шмальгаузен, И.И.** Рост животных. – М.–Л., 1935. – С. 8.

S U M M A R Y

*The findings of the influence of ecdysone agonist 1,2-bis-(3-methoxybenzoil)-1-threth-butylhydrazine on the survival, the duration of development and the speed rate of the Chinese oak silkworm (*Antheraea pernyi* G.-M.) on the English oak (*Quercus robur*) and the Common birch (*Betula pendula*) are given in the article. It has been found out that the given agonist in 0,1% concentration causes death among Chinese oak silk worm caterpillars on 2 fodder plants. There are 27% died caterpillars more on the English oak in the control experiment; 41% – on the Common birch. It also leads to the developmental slowing down in the experiments (on the oak – 5 days later in comparison with the control experiment). Its affect is weakened on the English oak, and is intensified on the Common birch.*

Поступила в редакцию 11.04.2007