

Феромонная регуляция плодовитости самок непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.)

А. Е. ПАДУТОВ, Н. С. БЛИНОВА, Е. Н. УСАНОВА, Н. В. МАЛЬЦЕВА

Выявлен ранее не изученный механизм регуляции численности в популяциях непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.), который заключается в снижении плодовитости самок этого вредителя лесов при увеличении в воздухе концентрации их полового феромона. Проведена опытная проверка, и показана возможность снижения плодовитости самок непарного шелкопряда путем искусственного насыщения воздуха половым феромоном, как в условиях лаборатории, так и в естественной популяции непарного шелкопряда.

Ключевые слова: Непарный шелкопряд, половой феромон, плодовитость самок, численность вредителей, очаг, регуляция численности, хвое-листогрызущие вредители.

Abstract. An unexplored mechanism of magnitude population regulation of gipsy moth (*Lymantria dispar* L.) is revealed. It is expressed in reduction of females' fertility of these forest pests. This phenomenon occurs when there is an increase in concentration of their sexual pheromone in the air. An experimental assay has been realized, and the possibility of reduction of gipsy moth females' fertility has been shown by means of artificial saturation of the air with sexual pheromone, both in the laboratory condition and in natural population of gipsy moth.

Keywords: Gipsy moth, sex pheromone, females' fertility, abundance of vermin, locus, abundance regulation, coniferous-leaf-beetles vermin.

Введение

В настоящее время общепризнанным является тезис о том, что в сформировавшемся очаге насекомых, вредителей леса, на стадии его кульминации изменяется половой индекс популяции вредителя в сторону увеличения числа самцов и снижается плодовитость самок [1]. Основной причиной этого считается нехватка корма гусеницам при высокой численности вредителя. Это приводит к снижению веса куколок самок и соответственно к уменьшению их плодовитости, при этом зависимость между данными показателями признается линейной [1], чем выше вес куколки, тем большее число яиц отложит вышедшая из нее самка. Однако авторами данной статьи в 2010 году, при выращивании непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) в условиях контролируемой лабораторной культуры на искусственной питательной среде показали, что это лишь потенциальная возможность. Реальная же плодовитость самок очень сильно варьирует, и самка, отродившаяся из мелкой куколки (до 1100 мг) может отложить значительно больше яиц, чем самка вышедшая из крупной (более 1300 мг) куколки [2].

Плодовитость самок непарного шелкопряда по данным разных авторов, в зависимости от географического района и фазы развития очага, сильно колеблется и в кладках бывает от 150 до 1200 яиц [1, 3] и даже до 1500 [4]. В Гомельском Полесье в природных популяциях непарного шелкопряда в разные годы фиксировались кладки, содержащие 262 – 923 яиц [5, 6]. В то же время, при выращивании непарного шелкопряда в условиях лабораторной культуры, неоднократно указывалось на снижение плодовитости самок до 250 – 460 яиц в кладке [7, 8]. Чаще всего это объясняют весом куколок, качеством корма, параметрами среды или стрессом при массовом выращивании. Тем не менее, возможны и другие причины снижения плодовитости самок вредителя при массовом содержании. Одной из таких причин может быть увеличение концентрации полового феромона в воздухе при большом числе самок в садке. Так, А. Л. Монастырский и В. В. Горбатовский указывают, что при увеличении размеров садка для содержания имаго, а, следовательно, и количества самок в нем, плодовитость непарного шелкопряда снижается [9]. Снижение плодовитости самок при увеличении феромонного фона в воздухе было также зафиксировано при лабораторном культивировании капустной совки [10] и в

естественной популяции непарного шелкопряда [11], при изучении вопроса о феромонной дезориентации самцов. Однако, объяснения этим фактам дано не было.

Целью данной работы являлось изучение влияния высоких концентраций полового феромона на плодовитость самок непарного шелкопряда.

Материал и методы исследований

Изучение вопроса, которому посвящена данная работа, проводилось в течение длительного периода. В 1991-2000 годах проводились работы по исследованию динамики численности, плодовитости и факторам смертности непарного шелкопряда в хроническом очаге вредителя в дубраве порослевого происхождения в Приднепровском лесничестве, ранее Речицкого, а ныне Лоевского лесхоза. Для изучения плодовитости самок подсчитывалось число яиц в 10 – 30 кладках в зависимости от численности вредителя.

Исследование воздействия больших доз синтетического полового феромона непарного шелкопряда на плодовитость самок в природной среде выполнялось в 2006-2007 годах в березовом насаждении зеленой зоны п. Коммунар (Гомельский район), где в течение ряда лет функционирует небольшой хронический очаг непарного шелкопряда. Численность вредителя в этом 50-летнем насаждении выше фонового, но незначительна (от 3,4 до 7,4 яйцекладок на 100 деревьев в зависимости от участка и года исследования). Для насыщения насаждения половым феромоном использовался синтетический феромонный препарат «Лимвабокс – НШ», применяемый в Беларуси для надзора за этим видом вредителя.

Насыщение воздуха опытного участка осуществлялось по разработанной авторами методике, заключающейся в пропитке мелкой крошки натурального происхождения (из абрикосовой косточки) феромонным препаратом и, по возможности, равномерном ее разбрасывании по участку. В результате образуется множество мелких точечных источников полового феромона. В изучаемом насаждении было подобрано два участка площадью 0,25 га каждый. При этом экспериментальный и контрольный участки находились на расстоянии 500 метров. Для оценки плодовитости самок непарного шелкопряда подсчитывалось число яиц в отложенных самками яйцекладках в опыте и контроле (10 яйцекладок с опытного участка и 5 яйцекладок с контрольного участка).

В феврале 2007 года из собранных яйцекладок непарного шелкопряда были отрождены и выкормлены гусеницы до стадии имаго. Выкормка гусениц проводилась в лаборатории на искусственной питательной среде (ИПС) и по технологии, ранее разработанным в Институте леса НАНБ [7, 12]. Условия содержания гусениц из опытных яйцекладок и контрольных были одинаковыми: 18-часовой световой режим при температуре 20-24 °С. В процессе выкормки гусениц учитывались процент отрождаемости яиц, процент выживаемости гусениц и соотношение полов.

Работы по изучению влияния высокой дозы естественного полового феромона непарного шелкопряда на репродуктивный потенциал самок в условиях искусственной, контролируемой среды проводился в 2008-2009 годах из собранных в природе яйцекладок непарного шелкопряда. Яйцекладки были собраны в березовом насаждении зеленой зоны п. Коммунар (Гомельский район) с опытного участка (где в 2006-2007 годах проводились эксперименты по насыщению воздуха синтетическим феромонным препаратом «Лимвабокс-НШ» и было выявлено снижение плодовитости самок) и с контрольного участка (где опыты не проводились). Выкормка гусениц проводилась в лаборатории Института леса по ранее указанной технологии. В процессе выкормки гусениц учитывались процент отрождаемости яиц, процент выживаемости гусениц, соотношение полов и плодовитость выращенных самок. Яйцекладки нового поколения получали в двух вариантах: 1) от самок при массовом содержании (более 100 самок плюс самцы в одном садке; 2) от самок при одиночном содержании (1 самка плюс самцы в одном садке).

Результаты и обсуждение

За десятилетний период (1991-2000 гг.) изучения динамики численности непарного шелкопряда и его плодовитости в естественном хроническом очаге в Приднепровском лес-

нечестве популяция этого вредителя прошла почти полный цикл развития, от нарастания численности с максимумом в 1997-1998 годах до падения численности почти к первоначальным цифрам [5]. Динамика численности и плодовитости непарного шелкопряда за этот период представлена на рисунке 1.

Обращает на себя внимание тот факт, что плодовитость самок, которая показывает репродуктивный потенциал вредителя, за время исследований снизилась значительно, причем снижение началось за долго до пика численности. В это время численность непарного шелкопряда, хотя и была повышенной, но говорить о недостатке пищи для гусениц не представляется возможным. Следовательно, причиной снижения плодовитости самок вредителя являлась не сильная внутривидовая конкуренция за пищу и ослабление особей, а другой фактор.

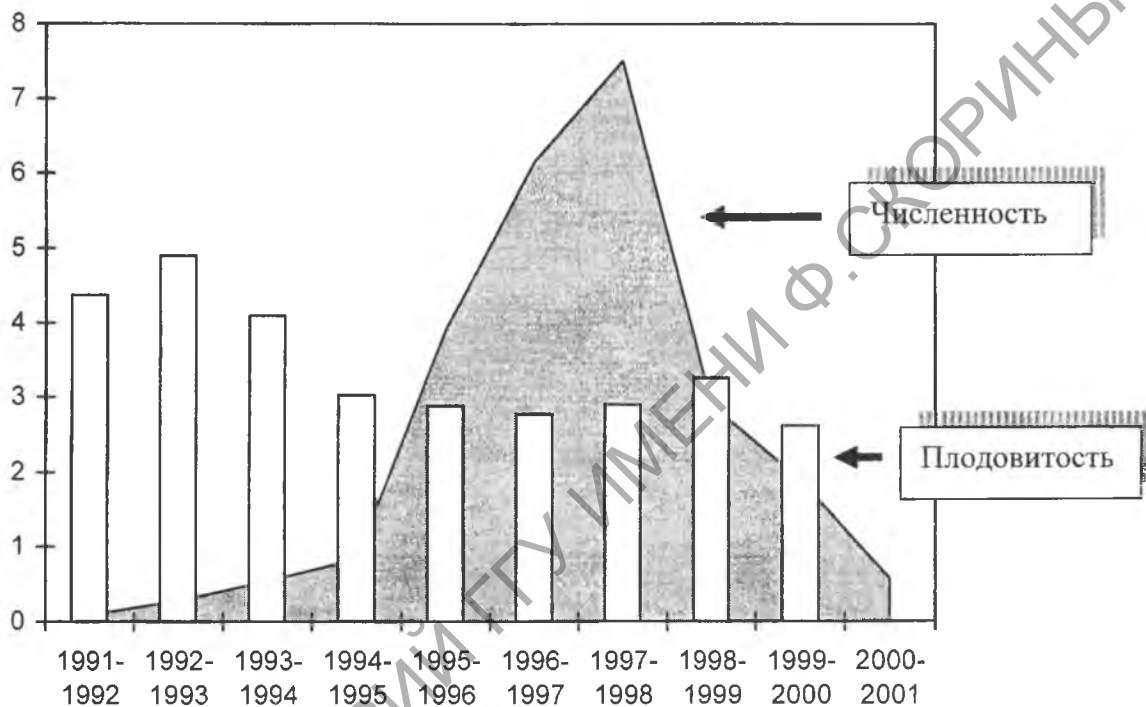


Рисунок 1 – Динамика численности и плодовитости непарного шелкопряда в хроническом очаге Приднепровского лесничества за 10 лет

Изучение возможности воздействия феромонных препаратов на репродуктивный потенциал самок непарного шелкопряда проводилось в 2006-2007 годах. Для проведения исследований были выбраны 2 участка в березовой роще в районе птицефабрики «Коммунар» (Гомельский район). Контрольный участок был удален от экспериментального участка на расстояние 500 метров. На опытный участок летом 2006 года внесен половой феромон непарного шелкопряда в виде абрикосовой крошки, пропитанной стандартным синтетическим препаратом полового феромона «Лимвабокс – НШ» и равномерно разбросанной на пробных площадях в очаге вредителя. В результате чего в насаждении было создано большое число точечных источников феромона и общая концентрация феромона в воздухе резко повысилась. Было разбросано 400 г крошки, пропитанной 200-ми мг феромона, что дало более 8 тысяч точечных источников феромона. На учетной площади на 225 деревьях было найдено 20 яйцекладок вредителя.

Осенью 2006 года были собраны 15 яйцекладок с двух участков, в лабораторных условиях подсчитано количество яиц в каждой. Яйцекладки хранились в холодильнике, т. к. эмбриону необходима холодовая стратификация не менее 3 месяцев.

В феврале 2007 года часть яйцекладок было поставлено на отрождение: 10 шт. – с участка, обработанного половым феромоном, 5 шт. – с контрольного. Гусеницы из двух яйцекла-

док с первого участка не отродились, поэтому в дальнейшем использовались данные развития по восьми яйцекладкам. Данные по развитию непарного шелкопряда приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Развитие непарного шелкопряда на ИПС

№ яйце- кла-дки	Отрождение					% вы- жива- ния: гу- сеница – бабочка	Коли- чество сам- цов шт.	Коли- чество самок шт.
	дата постанов- ки на отрождение	дата начала отрождения	кол-во яиц в яйцекладке	кол-во отр-ся гусениц	% от рождения			
ОПЫТ								
1	5. 02. 07	9. 02. 07	424	234	55, 2	79, 4	85	101
2			548	221	40, 3	49, 3	60	49
3		10. 02. 07	333	234	70, 3	68, 4	78	82
4	8. 02. 07	13. 02. 07	397	310	78, 1	52, 3	74	88
5		13. 02. 07	431	131	30, 4	62, 6	35	47
6		13. 02. 07	503	175	34, 8	72, 6	75	52
7		12. 02. 07	577	527	91, 3	52, 0	152	122
8		12. 02. 07	490	359	73, 3	74, 4	124	143
Сумма			3703	2191			683	684
Х _{сред.}			462, 9 ±28, 8	274	59, 2 ±13, 2	62, 3	85	86
КОНТРОЛЬ								
1к	5. 02. 07	10. 02. 07	744	548	73, 7			
2к		10. 02. 07	675	508	75, 3			
3к		9. 02. 07	557	501	89, 9			
4к		9. 02. 07	649	601	92, 6			
5к		9. 02. 07	638	408	63, 9			
Сумма			3263	2566			836	755
Х _{сред.}			652, 6 ±30, 2	513	79, 1 ±5, 4	62, 0	167	151

Данные таблицы 1 показывают, что насыщение насаждения половым феромоном непарного шелкопряда вызывает у самок вредителя резкое снижение плодовитости (на 28,4 %), уменьшается доля отродившихся из яйцекладок гусениц (почти на 20 %). Если учитывать, что из двух яйцекладок с опытного участка вообще не отродились гусеницы, то снижение уровня отрождения здесь составило более 30 %. Необходимо также отметить, что процент выживания гусениц до стадии бабочки в опыте и контроле при лабораторном разведении был одинаков, а соотношение полов 1:1 было оптимальным для непарного шелкопряда. Первое свидетельствует, что условия содержания обеих партий гусениц было идентичным, а второе, что у гусениц не было недостатка в корме и отсутствовала пищевая конкуренция.

В июле 2007 года опыт по насыщению опытного насаждения феромоном непарного шелкопряда был повторен. Причем опытный участок был заложен так, чтобы половина его приходилась на прошлогодний опытный участок, а половина была за пределами него. На участке было разбросано 500 г абрикосовой крошки, пропитанной 250 мг феромона, что дало около 10 тысяч точечных источников феромона.

На опытном участке на 203 деревьях обнаружено 15 яйцекладок, десять из которых были собраны и доставлены в лабораторию. На контрольном участке на 253 деревьях найдено 10 яйцекладок, 6 из которых также были сняты для подсчета числа яиц.

В лабораторных условиях по стандартной методике было подсчитано количество оплодотворенных и неоплодотворенных, а также видоизмененных (больных) яиц в каждой яйцекладке. Характеристика собранных яйцекладок приведена в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, на опытном участке наблюдается устойчивое снижение плодовитости вредителя. Кроме того, на втором году исследований появились видоизмененные яйца, а также увеличилось количество неоплодотворенных яиц на экспериментальной площади. Таким образом, обнаруженная в 2006 году тенденция к снижению плодовитости самок вредителя при насыщении насаждения половым феромоном, является не случайной флуктуацией, а закономерностью, подтвержденной в 2007 году.

Таблица 2 – Учет яиц в яйцекладках непарного шелкопряда на опытном и контрольном участках в 2007 году

№ яйцекладки	Кол-во яиц в яйцекладке	Количество неоплодотворенных яиц	Примечания
Опытный участок			
1	698	71	14 больных
2	386	50	20 больных
3	551	2	2 больных
4	376	–	
5	577	–	
6	617	–	
7	370	–	
8	793	–	8 больных
9	337	1	
10	146	–	
Среднее	485, 1±61, 7	12, 4	4, 4
Контроль			
12	496	–	1 больное
13	428	1	1 больное
14	601	1	1 больное
15	923	1	
16	529	1	
17	858	–	
Среднее	639, 2±83, 1	0, 67	0, 5

В 2008-2009 годах работы были продолжены в условиях контролируемой среды при выращивании непарного шелкопряда в лаборатории, при этом исходные яйцекладки брались в природе в тех же участках, что и ранее, но на опытном участке в эти годы синтетический феромонный препарат не вносился.

Для изучения влияния высокой концентрации естественного полового феромона непарного шелкопряда на репродуктивный потенциал самок в условиях контролируемой среды в опытном и контрольном участке было собрано по 5 более или менее одинаковых по объему яйцекладок и произведена выкормка отрожденных из них гусениц до стадии имаго и получены яйцекладки нового поколения. Бабочки вредителя содержались в стеклянных сосудах, в которых высокой численностью самок (следовательно, и высоким фоном естественных феромонов, которые они выделяют) имитировалось массовое размножение непарного шелкопряда в очаге. Это, в частности, являлось лабораторным повторением опыта, проведенного в природных условиях (насыщение синтетическим феромоном насаждения). Результаты представлены в таблице 3.

Из данных таблицы 3 видно, что снижение количества яиц в яйцекладках нового поколения, полученных в условиях массового содержания самок непарного шелкопряда, по сравнению с маточными (исходными) яйцекладками, произошло в обеих исследуемых груп-

пах вредителя. Среднее число яиц в яйцекладках и в группе с опытного участка и в группе с контрольного участка практически одинаково и синхронно снизилось на 45,8 % (опытный участок) и 47,8 % (контрольный участок).

Таблица 3 – Учет численности яиц в исходных и дочерних яйцекладках непарного шелкопряда

Группа	№ исходной яйцекладки из которой получены самки	Количество яиц в исходной яйцекладке, шт	Количество проанализированных яйцекладок нового поколения, шт.	Среднее количество яиц в яйцекладках нового поколения, шт.
Опытный участок	1	698	7	335
	2	386	8	268
	3	551	8	317
	4	577	7	305
	5	617	7	311
Среднее		566		307
Контрольный участок	1к	496	5	289
	2к	428	4	340
	3к	601	7	228
	4к	529	10	334
	5к	858	7	331
Среднее		582		304

Кроме того, из контрольной группы были заранее случайным образом отобраны 6 куколок непарного шелкопряда и помещены для откладки яиц по одной самке и 10 самцов в каждый сосуд. Сосуды размещались в разных помещениях (1 сосуд и 1 самка на помещение), чтобы снизить влияние феромонов других самок вредителя. В обоих случаях (одиночное и массовое содержание) использовались самки, полученные из одних и тех же исходных яйцекладок и выращенных в одинаковых условиях, но содержащихся при откладке яиц при разном количестве самок в сосуде. Полученные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Количество яиц в яйцекладках при одиночном и общем содержании самок

№ исходной яйцекладки из которой получены самки и самцы	Количество яиц в яйцекладках, шт.	
	Одиночное содержание	Общее содержание
	Среднее	Среднее
1к	512	289
2к	426	340
3к	403	228
5к	417	331
Среднее	433	310

Из данных таблицы 4 видно, что самки непарного шелкопряда, полученные из одних и тех же яйцекладок с контрольного участка и выращены в абсолютно одинаковых условиях, дали разницу в количестве отложенных яиц в 28 % при одиночном и массовом их содержании.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлен ранее неизученный механизм регуляции численности у непарного шелкопряда, который заключается в воздействии полового феромона на самих самок, и при насыщении воздуха половым феромоном снижается их плодовитость. Это позволяет исключить образование чрезмерной численности вредителя в очаге и гибели их популяции. Опытным путем, как в природной популяции, так и в лабораторной культуре произведено снижение плодовитости самок непарного шелкопряда путем искусственного насыщения воздуха половым феромоном.

Поскольку факт снижения плодовитости при высоком феромонном фоне в воздухе зафиксирован не только у непарного шелкопряда, но и у другого вредителя – капустной совки [10], можно предположить, что данный механизм регуляции численности характерен и для других открытоживущих видов хвое-листогрызущих вредителей, использующих феромонную коммуникацию.

Наличие такого механизма снижения плодовитости самок позволяет предложить новый метод ограничения роста численности вредителей в очагах, заключающийся в искусственном внесении в очаг, на ранней стадии его формирования, синтетических феромонных препаратов, что существенно затруднит его образование.

Литература

1. Воронцов, А. И. Лесная энтомология: учебник для вузов / А. И. Воронцов – М. : Экология, 1995. – 362 с.
2. Падутов, А. Е. Феромонная коммуникация и плодовитость непарного шелкопряда при его выращивании в условиях контролируемой среды / А. Е. Падутов, Н. С. Блинова, Е. Н. Усанова // Проблемы лесоведения и лесоводства. Сб. науч. трудов ИЛ НАН Беларуси. – Гомель, 2009. – Вып. 69. – С. 684-689.
3. Хотько, Э. И. Атлас насекомых – вредителей лесных пород Беларуси / Э. И. Хотько, Я. И. Марченко, Т. М. Шаванова – Мн. : ГП «Минская печатная фабрика», 1999. – 128 с.
4. Ильинский, А. И. Определитель вредителей леса / А. И. Ильинский – М. : Сельхозиздат, 1962. – 392 с.
5. Падутов, А. Е. Состояние популяции непарного шелкопряда и факторы его смертности в Лоевском очаге вредителя в 1996 – 2000 годах/ А. Е. Падутов, Н. А. Падутова, Г. М. Емельянчик, А. Е. Силин // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сборник научных трудов ИЛ НАН Беларуси. Вып 52. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2001. – С. 191 – 198.
6. Падутов, А. Е. Реакция популяции непарного шелкопряда на насыщение воздуха синтетическим половым феромоном / А. Е. Падутов, Н. С. Блинова, Е. Н. Усанова // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сборник научных трудов ИЛ НАН Беларуси. Вып 68. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2008. – С. 529 – 533.
7. Дубко, Л. А. Биологические основы культивирования некоторых видов волнянок: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук / Л. А. Дубко; Московский госуниверситет леса. – М., 1995. – 22 с.
8. Новикова, Л. К. Непрерывное культивирование листогрызущих вредителей / Л. К. Новикова, А. П. Бирюкова, Л. Н. Солонкина, Ю. А. Масюк // Тез. докл. II Всесоюзной конф. по промышленному разведению насекомых, 1989. – С. 91 – 92.
9. Монастырский, А. Л. Массовое разведение насекомых для биологической защиты растений: справочник / А. Л. Монастырский, В. В. Горбатовский. – М. : Агропрмиздат, 1991. – 240 с.
10. Настасе, Т. Половые феромоны и их действие на фазы развития вредителей / Т. Настасе // Защита растений – стратегия и тактика защиты растений: Матер. научн. конф., Мн., 2006. – с. 487–491.
11. Бедный, В. Д. Технология применения диспарлюра в лесозащите / В. Д. Бедный / Кишинев: Штиинца. – 1984. – 168 с.
12. А. с. 1824126. Питательная среда для гусениц лесных насекомых-фитофагов / Л. А. Дубко, Л. И. Сивцова, Н. С. Блинова. – 1993.