

УДК 632.187.1:591.342.5

**Г.И. Клобуков**

(G.I. Kloboukov)

(Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург)



Клобуков Георгий Игоревич родился в 1983 г. В 2006 г. закончил УрГПУ. С 2006 г. работает в лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования Ботанического сада г. Екатеринбурга, в настоящее время в должности инженера.

**СВЯЗЬ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ С ДЕФОЛИАЦИЕЙ  
ДРЕВОСТОЕВ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ  
ПОКАЗАТЕЛЯМИ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА**  
(RELATIONSHIP OF GROUND FIRE WITH DEFOLIATION  
OF TREES AND MORPHOPHYSIOLOGICAL  
CHARACTERISTICS OF GYPSY MOTH)

*Обсуждается как прямое, так и возможное опосредованное влияние низовых пожаров на развитие вспышки численности непарного шелкопряда северной части ареала зауральской популяции в березовых лесах и, как следствие, на дефолиацию древостоя. Сделаны предположения о возможных причинах, обуславливающих ход вспышки в данной микропопуляции.*

*We discuss both direct and possible indirect effect of ground fire on progress of the gypsy moth outbreaks from the northern part of the range Transpopulations in the birch forest stands and, as a consequence, the severe defoliation of this stands. Made assumptions about the possible reasons causing the outbreak in this micropopulation.*

Изучение степени влияния экзогенных факторов разного генезиса на реализацию вспышек массового размножения лесных насекомых-филлофагов позволяет более точно прогнозировать возможные сукцессионные процессы при дефолиации насаждений.

Целью данного исследования являлось изучение дефолиации насаждений, динамики численности непарного шелкопряда, его популяционных характеристик и влияния низовых пожаров на эти процессы.

Исследования велись в костяничниково-разнотравных березняках Свердловской области в Покровском участковом лесничестве с 2005 по 2009 гг. на постоянных пробных площадях. Состав древостоя 10Б, класс возраста 7, бонитет II. Условия увлажнения анализируемых насаждений устойчиво свежие (по классификации Б.П. Колесникова).

Устойчивые низовые пожары на значительных площадях (1500 – 2000 га) в насаждениях, охваченных очагом вспышки массового размножения непарного шелкопряда, прошли весной 2006 г. Произошло полное выгорание подстилки, но обгар комля деревьев не превышал 30-40 см. Кроме того, на небольших площадях в 2008 и 2009 гг. прошли повторные низовые пожары. В течение периода исследования проводились ежегодный учет кладок непарного шелкопряда, а также визуальная оценка степени дефолиации. В 2009 г. были взяты пробы почв с глубины 5 см в деревьях, пройденных и не пройденных пожаром. Осенью проводился сбор кладок с исследуемых участков для дальнейшего выращивания гусениц непарного шелкопряда в лабораторных условиях. Выращивание проводилось в групповом режиме при постоянной температуре 27 °С и влажности воздуха 60 %. В каждом варианте начальное количество гусениц было не менее 100 особей. Гусеницы питались на стандартной искусственной питательной среде (ИПС) [1] и ИПС с добавлением кристаллогидрата сульфата железа ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) из расчета 150 мг на 500 г среды. Учитывались отрождаемость, продолжительность развития гусениц и смертность, в том числе от каннибализма. Статистическая обработка полученных данных проводилась в стандартном пакете программ STATISTICA 6.0.

Ранее сотрудниками лаборатории ЛЗЛиЛ Ботанического сада было показано, что ослабление деревьев, вызванное весенним низовым пожаром, не приводит к увеличению степени их дефолиации в год пожара (2006 г.). В последующие годы (2007-2008 гг.) в связи с экстремальными условиями (низкие температуры в период питания гусениц) степень дефолиации была незначительной и не превышала 15-25 %, но при этом плотность кладок сохранялась на высоком уровне (5-6 кладок на дерево). И лишь в 2009 г. вновь (при благоприятных погодных условиях в период питания – отсутствие холодных периодов) была отмечена высокая степень дефолиации. До 200 га было дефолировано на 80-100 % и около 150 га – на 60-75 %. Плотность кладок осенью 2009 г. увеличилась до 10-15 на дерево. При этом нами было отмечено, что в основном высокая дефолиация произошла в насаждениях, пройденных низовым пожаром 2006 г. Насаждения, не пройденные пожаром в этом году, и насаждения, пройденные повторно низовыми пожарами в 2008-2009 гг., были дефолированы незначительно (35-40 %), несмотря на сходный запас кладок в насаждениях.

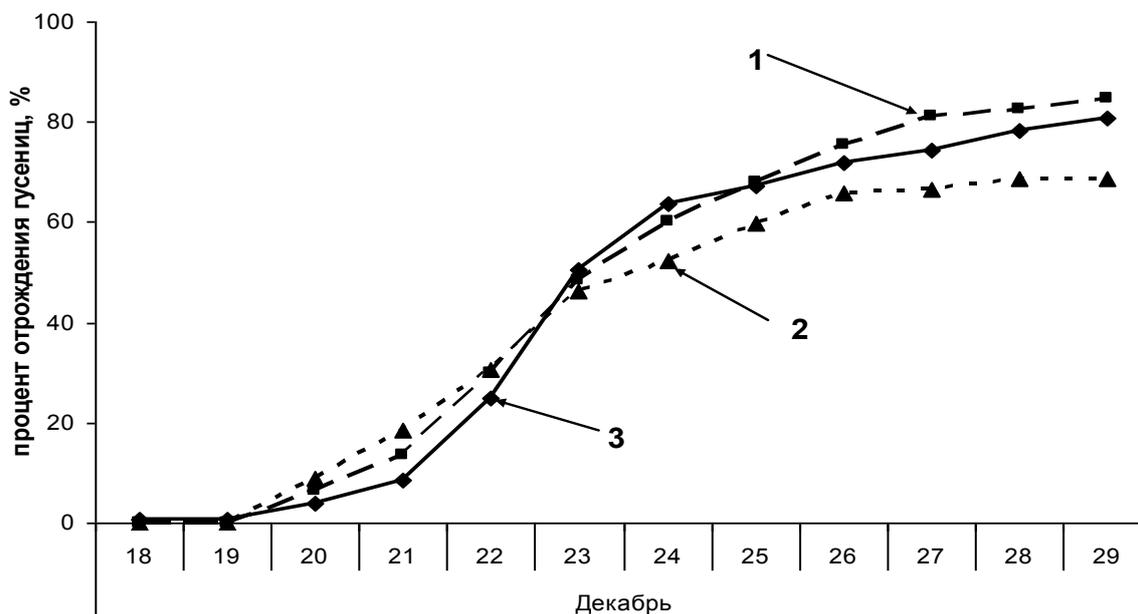
Мониторинг дефолиации на постоянных пробных площадях показал достоверные различия ( $p < 0,001$ ) между площадями ППП 5 и ППП 6, пройденными пожарами, дефолиация которых составила в среднем 60 %, и не пройденными пожаром ППП 3 и ППП 4, дефолированных на 40 %. Кроме того, было отмечено различие в степени дефолиации отдельных деревьев на данных площадях. На негорелых площадях объедание происходило диффузно, что может указывать на большую избирательность гусениц к качеству листвы на этих площадях. Также, по нашим наблюдениям, на негорелых площадях питания на дополнительных видах кормовых растений

не происходило, тогда как на горельниках 2006 г. растения яблони, боярышника и ивы в подлеске часто были значительно объедены (до 70–80 %) гусеницами непарного шелкопряда. Уход с основной кормовой породы на другие виды у этих гусениц происходил на 3-м возрасте. В древостое со 100%-ной дефолиацией из-за повышенной инсоляции произошла гибель части особей на фазе куколок и предкуколок. Вышедшие благополучно из куколок особи были чаще всего небольших размеров, а размер кладок был заметно меньше (20-70 яиц в кладке), чем на площадях с умеренной степенью дефолиации (300-400 яиц в кладке).

Получившиеся различия в степени дефолиации горелых и негорелых насаждений, проявившиеся спустя четыре года после пожара, могут быть связаны с изменением почвенных характеристик, учитывая образование в результате пожара значительного количества золы, которая нейтрализует органические кислоты верхних почвенных горизонтов. Однако проведенный нами анализ кислотности почвенных проб показал, что повышение рН происходит в год пожара, но в дальнейшем в районе горельника по сравнению с негорелыми и повторно пройденными пожарами площадями в 2008, 2009 гг. наблюдается снижение водного рН почвы на 0,3-0,5 единиц (с 6,2 до 5,7). Сходные данные получены и другими исследователями [2, 3], которыми также показано снижение рН почвы по прошествии 3 лет после пожара. Такое изменение кислотности авторы связывают с выносом щелочно-земельных элементов под влиянием осадков и паводковых вод. Кроме того, в монографии Н.В. Лукиной и др. [3] отмечаются изменение соотношения макроэлементов NPK и изменение содержания доступных соединений микроэлементов в гумусовом горизонте в первые годы после пожара. Из всех отмеченных в монографии материалов наиболее интересно резкое увеличение содержания доступных форм железа, что может адекватно объяснить полученные нами данные (известно, что железо является активатором свободно радикальных процессов, кроме того, важным компонентом множества ферментов). По-видимому, с этим и связано более медленное изменение адаптации к температурным условиям в период питания у гусениц непарного шелкопряда на горельниках, а также более активное питание на породах подлеска (яблоня, боярышник, ива).

Лабораторное выращивание гусениц из кладок, собранных осенью 2009 г. в исследуемых древостоях, показало различие в отрождении кладок (рисунок). Так, продолжительность отрождения кладок из горельника 2006 г. после 2,5 мес. диапаузы несколько выше, а процент отродившихся особей значительно ниже. Стоит отметить, что при последующих выставлениях кладок на отрождение процент вышедших особей у разных вариантов уже не отличался (около 90 % от общего числа яиц). Этот факт, как и факт более длительного отрождения, может указывать на затянувшуюся диапаузу у особей кладок из горельника 2006 г. Полученные результаты еще раз подтвердили ранее сделанный вывод о том, что ослабление древостоя в результате низового пожара непосредственно не приводит к снижению

устойчивости к дефолиации. Более того, повторные пожары (2008 и 2009 гг.) привели к снижению степени дефолиации. Однако факт более высокой дефолиации на горельниках 2006 г. указывает на то, что существует отдаленное влияние пожаров на дефолиацию древостоев.



Кумулятивная доля отрождения гусениц из кладок, собранных в разных условиях в сентябре 2009 г. через 2,5 мес. диапаузы: 1 – горельник 2009 г.; 2 - горельник 2006 г.; 3 – негорелые насаждения

Дальнейшее выращивание гусениц в лабораторных условиях показало различный уровень адаптированности к стандартной ИПС гусениц из кладок с участков с разной степенью дефолиации и в зависимости от того, были участки пройдены пожаром или нет. В связи с тем, что отрождение было растянутым, выращивались гусеницы, отродившиеся в первый день и через три дня после начала отрождения. При выращивании гусениц, отродившихся в первый день, смертность при питании на стандартной ИПС была высока для гусениц, выращенных как из кладок горельников 2006 г., так и из кладок горельников 2009 г., тогда как у гусениц, выращенных из кладок древостоя, не пройденного пожарами, смертность и уровень каннибализма были существенно ниже (табл. 1). Ранее нами было показано, что гусеницы с более ранним отрождением характеризуются более медленным развитием и повышенным уровнем смертности в младших возрастах [4].

На 25-й день выращивания гусениц, отродившихся на третий день, при питании на стандартной ИПС, смертность особей из участка со 100%-ной дефолиацией (горельник 2006 г.) была низкой, и близка к показателям гусениц выращенных на ИПС с добавлением  $\text{FeSO}_4$ . Тогда как гусеницы из кладок собранных на горельнике 2009 г. на ранних возрастах на стандартной ИПС гибли в большей степени (см. табл. 1). При этом значительная часть смертности гусениц в этой группе приходится на каннибализм.

Таблица 1

Соотношение возрастов и смертность (%) гусениц непарного шелкопряда, отродившихся на 1-й и 3-й день, при групповом содержании на разных вариантах ИПС на 25-й день, кладки 2009 г.

Доля гусениц	Варианты питательной среды									
	Стандартная ИПС					ИПС с FeSO <sub>4</sub>				
	Место сбора кладок									
	Горельник 2006 г.		Горельник 2006 г. и 2009 г.		Негорелый древостой	Горельник 2006 г.		Горельник 2006 г. и 2009 г.		
	1-й*	3-й	1-й	3-й	1-й	1-й	3-й	1-й	3-й	
2-го возраста	6	4	4	2	0	1	0	0	1	
3-го возраста	6	21	4	6	25	0	1	4	7	
4-го возраста	1	34	2	18	38	14	15	11	16	
5-го возраста	0	30	0	27	12	56	65	60	66	
6-го возраста	0	2	0	2	0	11	4	6	0	
Каннибализм	73	3	67	22	18	1	0	3	1	
Смертность	87	9	90	45	25	18	15	19	10	

Примечание. 1-й и 3-й - дни отрождения гусениц из кладок.

Масса куколок в этих вариантах выращивания также отличалась (табл. 2). На стандартной ИПС масса окуклившихся самок 6-го возраста была ниже в варианте выращивания из кладок горельника 2006 г., чем в варианте из кладок горельника 2009 г. Данное явление, как и различия в скорости развития при выращивании гусениц на стандартной ИПС, скорее всего, объясняется высоким уровнем каннибализма среди особей, выращенных из кладок горельника 2009 г.

Данные, полученные по результатам лабораторного выращивания, показывают, что установленное нами изменение адаптивности гусениц к экстремально холодным условиям в период питания, отмечавшееся в 2007 и 2008 гг. на всех участках (и пройденных, и не пройденных пожаром), выразившееся в переориентации на экзогенные активаторы свободно-радикальных процессов [4], продолжает сохраняться в большей степени на горельниках. На площадях, не пройденных пожаром, гусеницы быстрее перестраиваются на эндогенные активаторы, на что указывает как хорошая адаптивность к стандартной ИПС, так и отсутствие питания на дополнительных кормовых породах. Также можно отметить, что от перегрева, вызванного повышенной инсоляцией, в сильно дефолированном древостое погибли в первую очередь куколки и предкуколки, более адаптированные на внешние активаторы свободно-радикальных процессов, о чем свидетельствует большая выживаемость потомства на стандартной ИПС.

Таблица 2

Масса куколок (мг) и количество самцов и самок с разными возрастами.  
 Вариант с гусеницами, отродившимися на третий день, кладки 2009 г.

Куколки	Варианты питательной среды							
	Стандартная ИПС				ИПС с FeSO <sub>4</sub>			
	Место сбора кладок							
	Горельник 2006 г.		Горельник 2006 г. и 2009 г.		Горельник 2006 г.		Горельник 2006 г. и 2009 г.	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Масса, V возраст	358 ±18,6 a		379 ±26,1 a		432 ±14 a	1151 ±110 a	412 ±15 a	889 ±88 b
Масса, VI возраст	340 ±17,1a	942 ±97 a	380 ±25,2 a	1130 ±100 a	337 ±20 a	1125 ±79 a	382 ±19 a	897 ±56 b
Примечание. Достоверные различия (p<0,05) обозначены разными буквами у гусениц одного пола и возраста и на одном варианте среды.								

### Выводы

1. На протекание наблюдавшейся вспышки на северной границе ареала распространения непарного шелкопряда влияют погодные условия в период питания гусениц.

2. Низовые пожары неоднозначно влияют на выживаемость гусениц. В год прохождения пожара отмечается снижение дефолиации, но пожары 3-4-летней давности, наоборот, увеличивают выживаемость гусениц и дефолиацию. Наблюдаемые явления могут быть обусловлены различием в протекании почвообразовательных процессов в зависимости от давности воздействия пирогенного фактора.

3. Полученные данные позволяют предполагать, что низовые пожары замедляют процессы адаптации насекомых-филлофагов к погодным условиям в период питания гусениц.

### Библиографический список

1. Ильиных А.В. Оптимизированная искусственная среда для культивирования непарного шелкопряда (*Operia dispar* L.) // Биотехнология. 1996. № 7. С. 42-43.
2. Зайдельман Ф.Р., Морозова Д.И., Шваров А.Л. Изменение свойств пирогенных образований и растительности на сгоревших осушенных торфяных почвах полесий // Почвоведение. 2003. № 11. С. 1300-1309.
3. Лукина Н.В., Полянская Л.М., Орлова М.А. Питательный режим почв северотаежных лесов. М., 2008. 342 с.

4. Пономарев В.И. и др. Возможное влияние регуляторов ПОЛ в листе кормовых пород на инвазии лесных насекомых-филлофагов // Book of papers II «VI congress of plant protection with symposium about biological control of invasive species». Zlatibor Serbia, 2009. P. 143-146.

---

УДК 630\*181

**А.Г. Магасумова, Е.А. Стародубцева, Е.А. Фролова**  
(A.G. Magasumova, E.A. Starodubtseva, E.A. Frolova)  
(Уральский государственный лесотехнический университет)



Магасумова Альфия Гаптрауфовна родилась в 1978 г., окончила в 2000 г. лесохозяйственный факультет Уральской государственной лесотехнической академии, в 2003 г. – экономический факультет Уральского государственного лесотехнического университета, заведующая отделом аспирантуры и докторантуры Уральского государственного лесотехнического университета, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. Имеет 26 печатных работ в области лесоведения и лесоводства.



Стародубцева Евгения Андреевна родилась в 1988 г., студентка пятого курса лесохозяйственного факультета Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 2 печатные работы по влиянию рекреационных нагрузок на компоненты насаждения.



Фролова Екатерина Алексеевна родилась в 1992 г., студентка первого курса лесохозяйственного факультета Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 2 печатные работы по влиянию рекреационных нагрузок на компоненты насаждения.

**ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК  
НА ДЕСТРУКЦИЮ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ  
(RECREATIVE BURDEN AFFECT ON CELLULOSE  
DESTRUCTION)**