



## О ВЛИЯНИИ СОСУЩИХ КОРНЕЙ СОСНЫ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ И ПЛОДОВИТОСТЬ ШЕЛКОПРЯДА-МОНАШЕНКИ

С. А. МАКСИМОВ,

кандидат биологических наук, научный сотрудник,

В. Н. МАРУЩАК,

кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник,

Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук

(620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202а; тел.: 8 (343) 266-55-62; e-mail: valn-ma@yandex.ru)

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, шелкопряд-монашенка, нитевидные сосущие корни, погодные факторы, дефицит нитевидных корней, выживаемость гусениц монашенки, вспышка массового размножения, средний срок жизни сосущих корней, продолжительность вспышки, короткоживущие тонкие корни, плодовитость монашенки.

В 1995–2001 гг. были проведены исследования морфологии сосущих корней сосны во время возникновения, протекания и окончания вспышки массового размножения шелкопряда-монашенки в сосновых насаждениях в южной половине Свердловской области. Было установлено, что под влиянием погодных факторов в сосновых насаждениях может возникнуть недостаток нитевидных сосущих корней в слое почвы ниже 2–4 см от ее поверхности. Гусеницы монашенки, которые питаются кормовым растением с недостатком такого типа сосущих корней, имеют повышенную выживаемость, что служит причиной роста численности вредителя. Сосновые насаждения с недостатком нитевидных сосущих корней в безгумусовом горизонте почвы в дистальных частях корневых систем становятся очагами массового размножения монашенки. Недостаток сосущих корней, возникнув, поддерживается в течение 4 лет. У сосен время от времени появляются дополнительные короткоживущие поколения нитевидных тонких корней со сроком жизни 1 год, что приводит к падению выживаемости гусениц и численности вредителя в год появления таких корней. Кроме того, особенности роста тонких корней сосны могут оказывать влияние на плодовитость шелкопряда-монашенки независимо от влияния недостатка нитевидных корней на выживаемость гусениц вредителя. Таким образом, выживаемость гусениц и плодовитость самок монашенки определяются разными трофическими факторами кормового растения.

## ABOUT INFLUENCE OF SCOTS PINE FINE ROOTS ON SURVIVORSHIP AND FERTILITY OF NUN MOTH

S. A. MAXIMOV,

candidate of biological science, research worker,

V. N. MARUSHCHAK,

candidate of agricultural science, research worker,

Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

(202A 8 March Str., 620144, Ekaterinburg; tel: +7 (343) 266-55-62; e-mail: valn-ma@yandex.ru)

**Keywords:** Scots pine, nun moth, filiform absorbing roots, weather factors, deficiency of filiform roots, survivorship of nun moth caterpillars, outbreak, mean length of life of absorbing roots, outbreak duration, short-living fine roots, fertility of nun moth.

Changes in the morphological characteristics of pine undergrowth root systems during the outbreak foci formation and outbreak dissipation of nun moth were studied out in the southern part of Sverdlovsk Province in the years 1995–2001. It was established that under influence of weather factors in Scots pine stands spring up deficiency of foliform fine roots in soil layer 2–4 cm below soil surface. Nun moth caterpillars which feed on the host plant with deficiency of foliform absorbing roots in non-humus soil horizon have increased rate of survival that cause increase of pest abundance. Scots pine stands with deficiency of filiform absorbing roots in distal parts of root systems are becoming outbreak foci of the nun moth. Deficiency of fine roots maintains itself during 4 years. At Scots pines from time to time appear additional short living generations of foliform fine roots with life span 1 year that leads to decrease of caterpillar's survivorship and decrease of pest population density in the year of appearance of such rots. What is more peculiarities of development of Scots pine fine roots may influence the fertility of nun moth females independently from influence of deficiency of fine roots on the survivorship of nun moth caterpillars. Thus caterpillar survivorship and fertility of females of nun moth are determined by different trophical factors of host plant.

*Положительная рецензия представлена Ю. И. Новоженовым, доктором биологических наук, профессором Уральского федерального университета.*



Один из ведущих лесных энтомологов России первой половины 20 века Н. К. Старк [1] назвал шелкопряда-монашенку «краеугольным камнем всей лесной энтомологии». Причины массовых размножений монашенки считались неразрешимой загадкой [1, 2].

В процессе изучения факторов динамики численности грызущих филлофагов Урала нами было установлено, что у каждого вида хвое-листогрызущих вредителей имеется свой механизм массовых размножений. Механизмы массовых размножений грызущих филлофагов, в том числе и шелкопряда-монашенки, до сих пор не были известны науке [3]. Ключевую роль при образовании очагов массового размножения монашенки играет ингибирование развития нового поколения нитевидных сосущих корней у кормового растения под действием погодных факторов. Поколение корней, начальные стадии развития которого оказались нарушенными, вырастает слабым или даже не вырастает совсем. Поскольку сосущие корни у наших древесных пород живут 4 года [3], в насаждении кормовой породы на 4 года возникает недостаток сосущих корней. Гусеницы вредителя, питающиеся хвоей кормового растения с недостатком сосущих корней, имеют повышенную выживаемость, что служит причиной роста численности филлофага в очаге массового размножения [3]. Выживаемость и численность шелкопряда-монашенки падают, когда у растения-хозяина восстанавливается нормальное количество тонких корней [3]. Сосущими, всасывающими, питающими, тонкими корнями называются периодически обновляющиеся корни, выполняющие у древесных растений основную работу по поглощению воды и минеральных веществ [4].

В настоящей статье рассматриваются изменения, происходящие в активной части корневой системы сосен, которые являются причиной образования очагов массового размножения монашенки в сосновых насаждениях.

**Цель и методика исследований.**

Целью работы было проследить за изменениями корневой системы сосен в очагах шелкопряда-монашенки в течение полного цикла динамики численности вредителя. Методика исследований включала два раздела: ежегодные учеты численности шелкопряда-монашенки на стадии гусеницы предкуколки и куколки, а также во время лета имаго на большом числе постоянных пробных площадей и ежегодное получение образцов интактных корней сосны. На юге Свердловской области в 1994–2014 гг. число постоянных пробных площадей составляло 20–30. Образцы интактных корней подроста сосны были получены путем взятия почвенных монолитов, включающих корневые системы молодых сосен, и их последующей осторожной отмывки.

**Результаты исследований.**

В 1996 г. во многих сосновых насаждениях севера Челябинской и юга Свердловской области начались вспышки массового размножения монашенки. Из возникших в 1996 г. очагов наиболее высокой интенсивностью отличался очаг шелкопряда-монашенки около г. Режа, в насаждении, где расположена учетная площадь № 3. На этом месте мы проводили учеты филлофага на стадии гусеницы (на подросте) и имаго (на стволах деревьев) с 1994 г. В 1991 г. здесь образовался слабый очаг монашенки с коэффициентом размножения вредителя 2–3. В 1995 г. численность и выживаемость вредителя упала, а в 1996 г. снова начался ее рост (табл. 1). В табл. 1 приводятся данные учета монашенки на подросте и на стволах деревьев на постоянной пробной площади № 3 в окрестностях г. Режа в 1995–2001 гг. В качестве показателя выживаемости можно использовать число самок на стволах деревьев во время пика массового лета.

Но самой лучшей количественной характеристикой выживаемости шелкопряда-монашенки в насаждении является, на наш взгляд, коэффициент

Таблица 1  
**Численность и выживаемость шелкопряда-монашенки в 1995–2001 гг. на постоянной пробной площади № 3 в окрестностях г. Режа (P < 0,1)**

Популяционный показатель монашенки	Г о д						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Численность гусениц 1–2 возраста на подросте сосны	8,0 ± 2,5	6,5 ± 1,9	43,0 ± 10,2	60,0 ± 18,5	29,3 ± 7,9	113,6 ± 20,1	173,3 ± 30,2
Численность имаго на стволах деревьев	3,1 ± 1,0	26,5 ± 8,4	186,7 ± 35,5	28,4 ± 9,4	232,0 ± 35,7	910,0 ± 100,8	18,2 ± 5,9
Коэффициент выживаемости	0,4 ± 0,1	4,1 ± 1,4	4,3 ± 1,5	0,5 ± 0,1	7,9 ± 1,3	8,1 ± 1,4	0,11 ± 0,03

Таблица 2  
**Вес куколок монашенки (мг), собранных на постоянных пробных площадях № 1 и № 3 в окрестностях г. Режа в 2000 г. (P < 0,05)**

Пробная площадь № 1		Пробная площадь № 3							
		на сосне				на ели			
		на подросте		на стволах деревьев		дефолиация 100 %		дефолиация 70 %	
♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
433,8 ± 26,0	257,0 ± 15,7	230,6 ± 21,8	154,9 ± 10,0	232,4 ± 27,0	150,9 ± 10,1	305,5 ± 28,2	196,9 ± 10,0	380,1 ± 16,5	232,3 ± 13,5

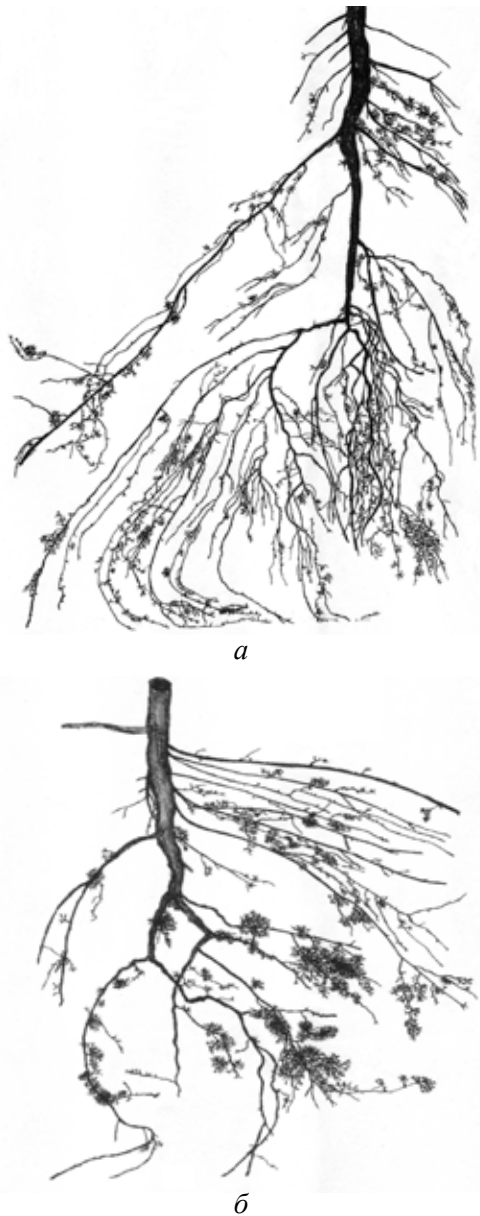


Рисунок 1

Образцы интактных корневых систем подростка сосны, полученные на постоянной пробной площади № 3 около г. Режа в 1997 г. (а), 1998 г. (б)

выживаемости ( $k_b$ ). Коэффициент выживаемости — это отношение среднего числа самок на 100 стволах деревьев во время массового лета к среднему числу гусениц вредителя 1–2 возраста на 1000 случайно взятых свежих побегах подростка на данной пробной площади [5]. Гусениц монашенки в младших возрастах очень легко учитывать, так как они все держатся на свежих побегах сосны и хорошо заметны [5]. Легко учитывать и самок во время лета, которые сидят в нижней части стволов, как правило, не выше 2 м от их основания. По нашим многолетним наблюдениям, если численность шелкопряда-монашенки не изменяется, то  $k_b$  равен 1. Если плотность популяции филофага растет, то  $k_b$  больше 1, а если она падает, то  $k_b$  становится меньше 1 [5]. В табл. 1 число гусениц 1–2 возраста приведено на 1000 побегов подростка, а число самок — на 100 деревьев.

В 1996 г. и в первой половине 1997 г. нам не удалось получить образцы интактных корней сосны на

постоянной пробной площади № 3. В августе 1997 г. мы начали учитывать вредителя на вершине холма, на склоне которого была расположена учетная площадь № 3. Оказалось, что здесь интенсивность очага монашенки была выше и, кроме того, здесь был старый ветровал. Старые вывороты деревьев были местами заселены подростом сосны. Именно в этом месте нам в октябре 2007 г. и позднее удалось получить интактные образцы корней подростка кормового растения. Как и ожидалось, густота тонких корней у подростка сосны из очага монашенки в окрестностях г. Режа (рис. 1, а) была намного меньше, чем у контрольных образцов из Шарташского лесопарка г. Екатеринбурга [5].

В 1998 г. в начале 2-й декады июня у гусениц монашенки на постоянной пробной площади № 3 рост замедлился, они начали слабеть, а затем и гибнуть, и численность вредителя упала (табл. 1). Выяснилось, что у сосны выросли пучки свежих нитевидных сосущих корней в слое почвы ниже 4 см от ее поверхности (рис. 1, б). На следующий год появившиеся в 1998 г. корни бесследно исчезли, и корневые системы подростка возвратились к тому состоянию, в котором они находились в 1996–1997 гг. (рис. 2, а). Соответственно увеличилась выживаемость гусениц шелкопряда-монашенки и ее численность снова начала расти (табл. 1). В табл. 1 в 1998–2001 гг. данные приведены по новому месту учета на вершине холма. В 2000 г. корневые системы растений-хозяев должны были восстановить нормальное количество тонких корней, и вспышка должна была закончиться. В 2000 г., действительно, появилось много новых сосущих корней, но они оказались короткими (рис. 2, б), и выживаемость гусениц монашенки, вопреки ожиданиям, в 2000 г. снова оказалась высокой (табл. 1). Однако укороченные корни оказали влияние на популяцию филофага. У монашенки на постоянной пробной площади № 3 уменьшился вес куколок, из которых вышли мелкие бабочки. В табл. 2 приводится вес куколок филофага, собранных на стволах и на подросте на постоянной пробной площади № 3 и на постоянной пробной площади № 1, где в 2000 г. заново возник очаг монашенки. Пробная площадь № 1 была расположена в 800 м от пробной площади № 3. Численность вредителя в 2000 г. на них была приблизительно одинаковой. Разница в весе куколок монашенки в 2000 г. на постоянной пробной площади № 3 и в контроле была обусловлена, вероятнее всего, особенностями корневых систем кормового растения на пробной площади № 3. Об этом свидетельствует и то, что куколки филофага на деревьях и подросте были одинаковыми, хотя численность монашенки на взрослых деревьях была ниже (на единицу массы хвои) в 10 раз (табл. 2).

На постоянной пробной площади № 3 росло несколько елей, которые в 2000 г. были объедены очень сильно и впоследствии погибли. Оказалось, что, несмотря на сильную дефолиацию кормовых растений, вес куколок монашенки, собранных на ели, очень мало отличался от контрольных с постоянной пробной площадью № 1 (табл. 2). Очевидно, снижение веса куколок и плодовитости самок шелкопряда-монашенки на постоянной пробной площади № 3 произошло в результате специфических изменений химического состава хвои сосны, которые в свою очередь





а



б

Рисунок 2

Образцы intactных корневых систем подростка сосны, полученные на постоянной пробной площади № 3 около г. Режа в 1999 г. (а), 2000 г. (б)

являются следствием укороченных сосущих корней (рис. 2, б).

По нашему мнению, укорочение сосущих корней, выросших у сосен в 2000 г., произошло в результате резкого перехода к жаркой погоде 20 июня 2000 г. Деревья при этом испытывали водный стресс, и в насаждении, где происходил массовый рост сосущих корней (в очаге монашенки), их рост затормозился. И впоследствии он в данном вегетационном сезоне не возобновился. Это явление ингибирования начальных стадий развития сосущих корней под действием погодных факторов в условиях водного стресса играет ключевую роль при возникновении очагов массового размножения. По единодушному мнению специалистов по физиологии растений, существование такого явления принципиально невозможно.

В 2001 г. у сосен выросли сосущие корни нормальной длины (рис. 3) и выживаемость монашенки резко упала (табл. 1). В 2002–2014 гг. она на постоян-



Рисунок 3

Образец intactных корневых систем подростка сосны, полученный на постоянной пробной площади № 3 около г. Режа в 2001 г.

ной пробной площади № 3 поддерживалась на межвспышечном уровне.

#### Выводы.

Приведенные в настоящей статье материалы свидетельствуют о том, что причиной образования очагов монашенки является возникновение в сосновых насаждениях дефицита нитевидных сосущих корней в безгумусовом горизонте почвы. Помимо выживаемости, особенности роста тонких корней оказывают влияние и на другие популяционные показатели монашенки, например, плодовитость. В дальнейшем мы планируем рассмотреть механизм массовых размножений сибирского шелкопряда.

#### Литература

1. Старк Н. К. Враги леса. М.-Л. : Сельхозгиз, 1931. С. 141–143.
2. Szujeci A. Ecology of forest insects. Warszawa : PWN, 1987. P. 162–218.
3. Максимов С. А., Марущак В. Н. К вопросу о механизме массовых размножений шелкопряда-монашенки *Lymantria monacha* (Lepidoptera, Lymantriidae) в Центральной России // Бюллетень Московского общества испытателей природы. 2012. № 6. С. 25–33.
4. Колесников В. А. Методы изучения корневой системы древесных растений М. : Лесн. пром-сть, 1972. С. 7.
5. Максимов С. А. Механизм массовых размножений непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) и шелкопряда-монашенки (*L. monacha* L.) на Урале : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1998. 22 с.

#### References

1. Stark N. K. Enemies of forest. M.-L. : Selchozgiz, 1931. P. 141–143.
2. Szujeci A. Ecology of forest insects. Warszawa : PWN, 1987. P. 162–218.
3. Maximov S. A., Marushchak V. N. On the outbreak mechanism of nun moth *Lymantria monacha* L. (Lepidoptera, Lymantriidae) in Central Russia // Bulletin of Moscow Naturalist. 2012. № 6. P. 25–33.
4. Kolesnikov V. A. Methods of investigation of root system of wood plants. M. : Forestry, 1972. P. 7.
5. Maximov S. A. Outbreak mechanism of nun moth (*Lymantria monacha* L.) and gypsy moth (*L. dispar* L.) in the Urals : authoref. dis. ... cand. of biol. science. Ekaterinburg, 1998. 22 p.