



УДК УДК 595.771: 630.443

ВЛИЯНИЕ ДЕФОЛИАЦИИ ДРЕВОСТОЕВ ВО ВРЕМЯ ВСПЫШКИ МАССОВОГО РАЗ- МНОЖЕНИЯ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА (*LYMANTRIA DISPAR* (L.)) НА ИХ САНИТАР- НОЕ СОСТОЯНИЕ НА СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА ФИЛЛОФАГА

ПОНОМАРЕВ
Василий Иванович

Ботанический сад УрО РАН, v_i_ponomarev@mail.ru

КЛОБУКОВ
Георгий Игоревич

Ботанический сад УрО РАН, klobukov_g_i@mail.ru

НАПАЛКОВА
Виктория Валерьевна

Ботанический сад УрО РАН, viktoriyaaoz@mail.ru

Ключевые слова:
непарный
шелкопряд
северная граница
ареала
вспышка массового
размножения
дефолиация
санитарное
состояние деревьев
насаждений

Аннотация: Защита насаждений от их повреждения во время вспышек массового размножения лесных насекомых-филлофагов и дальнейшего усыхания является одной из основных задач лесозащиты. Непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* (L.)) относится к весенне-летней фенологической группе насекомых-филлофагов. Дефолиация насаждений во время вспышек массового размножения этого вида на основной части ареала, как правило, происходит в июне, начале июля, и листва после дефолиации успевает восстанавливаться в течение вегетационного сезона. Значительный интерес представляет исследование влияния дефолиации на северной границе этого вида в связи с более низкой теплообеспеченностью вегетационных сезонов в этих районах по сравнению с другими частями ареала. Целью данного исследования был мониторинг насаждений после дефолиации непарным шелкопрядом и анализ ее влияния на санитарное состояние насаждения в зависимости от степени и кратности дефолиации на северной границе вспышек (юг Свердловской области). Мониторинг проводили в течение 7 лет после окончания вспышки. Анализ изменения санитарного состояния насаждений и отдельных деревьев проводили на основе глазомерной оценки категорий состояния деревьев. Для статистической обработки материала использованы методы непараметрического анализа. Анализ последствий дефолиации непарным шелкопрядом насаждений в период вспышки массового размножения на северной границе ареала показал, что данное явление приводит к значительному ослаблению насаждений даже в наиболее благоприятных, устойчиво свежих лесорастительных условиях. Полученные результаты свидетельствуют о том, что вспышки массового размножения на северной границе ареалов лесных насекомых-филлофагов и их последствия требуют более детального изучения в связи с высоким уровнем их экологической и хозяйственной значимости.

© Петрозаводский государственный университет

Рецензент: Н. И. Лямцев

Получена: 20 сентября 2018 года

Подписана к печати: 25 марта 2019 года

Введение

Толерантность древостоев к дефолиации насекомыми-филлофагами (способность к восстановлению ассимиляционного аппарата и противодействию развития патологических процессов) определяется: а) систематической принадлежностью кормовой породы; б) сроками дефолиации; в) кратностью дефолиации; г) лесорастительными условиями; д) метеоусловиями в период рефолиации (Иерусалимов, 2004; Пономарев и др., 2011). Непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* (L.)) относится к весенне-летней фенологической группе насекомых-филлофагов. Дефолиация древостоев во время вспышек массового размножения этого вида на основной части ареала, как правило, происходит в июне, начале июля, и листва после дефолиации успевает восстанавливаться в течение вегетационного сезона (Мешкова, 2009), однако изменения в физиологических процессах лиственных пород могут отслеживаться в течение 3 лет после дефолиации (Wiley et al., 2017). Ослабление древостоя в результате такого вида стрессового воздействия может приводить к размножению в тканях деревьев патогенных организмов (Twery et al., 1990; Пономарев и др., 2013). Проведенный нами анализ литературы, посвященной влиянию дефолиации насаждений непарным шелкопрядом на их санитарное состояние в зависимости от лесорастительных условий (Пономарев и др., 2011) на евро-азиатском ареале, показал, что наиболее высока опасность усыхания насаждений в свежих, периодически влажных и сухих, периодически свежих условиях произрастания. Наиболее толерантны к дефолиации насаждения в устойчиво свежих лесорастительных условиях (согласно классификации Б. П. Колесникова (1973)). Данные о значительном усыхании деревьев в устойчиво свежих лесорастительных условиях после дефолиации непарным шелкопрядом на его евразийском ареале в научной литературе отсутствуют. В то же время отмечена низкая устойчивость (толерантность) насаждений к дефолиации непарным шелкопрядом при инвазии этого вида в новые ареалы (североамериканский континент) (Twery et al., 1991; Gottschalk, 1993). После закрепления вида на ареале и элиминации наиболее чувствительных пород насаждений толерантность увеличивается, при этом анализ условий местопроизрастания насаждений показывает, что она наиболее высока в условиях выров-

ненного рельефа, низкая – на гребнях, склонах, в понижениях рельефа (Houston, 1981). Эти данные согласуются с проведенным нами анализом (Пономарев и др., 2011), т. к. лесорастительные условия произрастания приурочены к рельефу (Колесников, 1973).

Усыхание древостоев происходит в тех случаях, когда дефолиация либо затягивается до середины – конца июля и листва не успевает восстанавливаться, либо когда после дефолиации, прошедшей в обычные сроки для весенне-летних филлофагов, следует прохладное влажное лето (Колтунов и др., 1998).

Учитывая увеличение угрозы усыхания древостоев при сдвиге сроков дефолиации на более поздние сроки вегетационного периода, значительный интерес представляет исследование влияния дефолиации на северной границе ареалов насекомых-филлофагов весенне-летней фенологической группы при более низкой теплообеспеченности вегетационных сезонов в этих районах, ограничивающей период восстановления ассимиляционного аппарата, по сравнению с другими частями ареалов.

Целью данного исследования был анализ влияния дефолиации во время вспышки массового размножения непарного шелкопряда на северной границе ареала этого вида на санитарное состояние деревьев и насаждений в целом в зависимости от степени и кратности дефолиации.

Материалы

Вспышка массового размножения непарного шелкопряда в Каменск-Уральском районе Свердловской области (Свердловское лесничество, Покровский мастерский участок), на северной границе очагов зауральской популяции непарного шелкопряда, длилась 8 лет (включая продромальную, эруптивную фазы и фазу кризиса), с 2005 по 2012 г. Эруптивная фаза – с 2006 по 2011 г. Насаждения представлены в основном двумя видами берез (*Betula pendula* (Roth.) и *B. pubescens* (Ehrh.)) с преобладанием первого вида.

Перед вспышкой, в 2005 г., на территории очага были заложены постоянные пробные площади (ППП) в трех кварталах с различными лесорастительными условиями (37, 45 и 25 кварталы). Размер площадей не менее 0.25 га с количеством деревьев не менее 100 на ППП. Координаты ППП, состав насаждений и таксационные показатели ППП представлены в табл. 1.

В год закладки ППП была проведена оценка санитарного состояния деревьев. Каждое дерево на площади оценивали по 6 основным категориям состояния: 1 – здоровые (без

признаков ослабления), 2 – ослабленные, 3 – сильно ослабленные, 4 – усыхающие, 5 – свежий сухостой, 6 – старый сухостой.

Таблица 1. Положение пробных площадей и таксационная характеристика древостоев в Покровском лесничестве (Свердловское лесничество, Покровский мастерский участок) Свердловской области

№№ ППП	Географические координаты		Состав древостоя	Класс бони- тета	Класс воз- раста	Полно- та	Средние*		Тип увлажнения
	с. ш.	в. д.					диаметр, см	высо- та, м	
2	56°31'	61°33'	10Б, ед. С	II	VII	0.8	22.7	20	свежий, периодически влажный
3	56° 28'	61° 36'	10Б	II	VII	0.8	25.1	20	устойчиво свежий
4	56° 28'	61° 36'	10Б	II	VII	0.8	24.5	20	устойчиво свежий
5	56° 28'	61° 36'	10Б	II	VII	0.8	27.3	20	устойчиво свежий
6	56° 28'	61° 36'	10Б	II	VII	0.8	24.1	20	устойчиво свежий
7	57°48'	62°07'	10Б, ед. С	II	VII	0.8	20.6	20	сухой, периодически свежий
8	57°48'	62°07'	10Б, ед. С	II	VII	0.8	23.1	20	сухой, периодически свежий

Примечание. * – характеристики относятся только к основному компоненту древостоя.

Степень ослабления (состояние) насаждения определяли как средневзвешенную величину оценок распределения деревьев разных категорий состояния. При анализе состояния насаждения придерживались следующих значений: средневзвешенная величина не превышает 1.5 – насаждение здоровое; 2.5 – ослабленное; 3.5 – сильно ослабленное; 4.5 – усыхающее; более 4.5 – погибшее (Руководство..., 2007).

Ежегодно в годы вспышки в период развития и питания гусениц раз в декаду проводили глазомерную оценку дефолиации деревьев на ППП. Оценку проводили по 10-балльной шкале, с шагом 10 % дефолиации. За итоговую оценку принимали максимальное значение дефолиации. Во все годы максимальная дефолиация была зафиксирована во второй декаде июля.

В насаждениях с сухим, периодически свежим режимом увлажнения вспышка прошла по продромальному типу (ППП № 7 и 8), дефолиация около 20–30 % была зафик-

сирована только в 2006 г. В насаждениях со свежим периодически влажным режимом увлажнения (ППП № 2) дефолиация за все годы вспышки не превышала 50 %. Наиболее интенсивная дефолиация во время вспышки была зафиксирована в кварталах с устойчиво свежим режимом увлажнения.

В связи с этим был проведен анализ влияния дефолиации на санитарное состояние насаждений на ППП, расположенных в этих лесорастительных условиях. Это ППП № 3–6. Данные по средней дефолиации на ППП приведены в табл. 2. Низкие значения дефолиации 2007 и 2008 гг. связаны с длительными периодами низких температур во время нахождения гусениц в младших возрастах (2–3 возраст) и высоким уровнем их гибели. Но плотность кладок в насаждениях в эти годы продолжала оставаться высокой с угрозой сильной и сплошной дефолиации. Наиболее значительная дефолиация была зафиксирована в 2010 г.

Таблица 2. Среднее значение (%) дефолиации деревьев на учетных площадях в разные годы
(± стандартная ошибка)

№ ППП	Дефолиация (%) в разные годы					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
3	56 ± 1.52	9 ± 0.01	14 ± 1.24	38 ± 1.24	63 ± 1.14	48 ± 1.24
4	60 ± 1.72	фоновая	17 ± 1.43	37 ± 1.53	61 ± 1.33	50 ± 1.53
5	38 ± 1.42	фоновая	фоновая	58 ± 1.11	79 ± 0.81	49 ± 1.42
6	47 ± 1.24	13 ± 1.24	25 ± 1.43	59 ± 0.86	85 ± 0.67	51 ± 1.24

Примечание. Фоновая дефолиация – не более 10–15 % у всех деревьев.

Методы

Для оценки влияния дефолиации на санитарное состояние насаждений на этих ППП после окончания эруптивной фазы вспышки ежегодно с 2012 по 2018 г. после полного распускания листьев (конец мая – начало июня) проводили съемку санитарного состояния всех деревьев. Полученные результаты анализировали как в целом для насаждения, так и для отдельных деревьев.

Обработку данных проводили в программе Excel из пакета программ MS Office. Для статистической обработки материала использованы биометрические методы с применением элементарной описательной статистики, непараметрического анализа в стандартном пакете программ STATISTICA 6.0.

Таблица 3. Динамика санитарного состояния насаждений в очагах массового размножения непарного шелкопряда в устойчиво свежих лесорастительных условиях

ППП/год	2005	2012	2015	2018
	Средневзвешенное санитарное состояние			
ППП 3	1.4	2.0	2.7	2.7
ППП 4	1.1	2.1	2.6	2.8
ППП 5	1.1	2.0	2.4	2.6
ППП 6	1.4	2.0	2.3	2.7

Данные показывают, что на 2005 г. насаждения на всех ППП относились к категории здоровых. После вспышки массового размножения они перешли в категорию ослабленных, через 3 года (2015 г.) насаждения на двух ППП (№ 3 и 4) были сильно ослаблены, еще через 3 года (2018 г.) на всех площадях насаждения относились к сильно ослабленным.

Результаты

Динамика санитарного состояния насаждений на ППП приведена в табл. 3. Деревья 5–6-й категорий на этих площадях до вспышки массового размножения были в небольшом количестве (ППП № 3 – 4 %, ППП № 4 – 3 %, ППП № 5 – 3 %, ППП № 6 – 2 %). Эти деревья в учет при анализе мы не брали, т. к. в задачу входила оценка изменения санитарного состояния деревьев, подвергшихся зоогенной дефолиации. В табл. 3 приведены данные по санитарному состоянию насаждения перед вспышкой, на год кризиса вспышки и через каждые три года после вспышки.

Распределение по категориям состояния отдельных деревьев до и после вспышки представлено в табл. 4. Согласно этим данным, через 7 лет после окончания вспышки в насаждениях практически не осталось здоровых деревьев, и от 30 до 50 % деревьев перешли в категории сильно ослабленных, усыхающих и сухостоя. На всех ППП наблюдается последовательное ухудшение санитарного состояния насаждения.

Таблица 4. Распределение количества деревьев на ППП по категориям состояния (%)

ППП	2005 год						2018 год					
	Категории состояния											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
ППП 3	60	40	0	0	0	0	0	68	17	2	0	13
ППП 4	91	9	0	0	0	0	3	50	30	7	1	9
ППП 5	86	14	0	0	0	0	2	63	26	3	0	6
ППП 6	58	42	0	0	0	0	1	48	42	2	2	5

При выявлении причин ухудшения санитарного состояния насаждений вследствие зоогенной дефолиации серьезной проблемой является выбор контроля. При использовании в качестве контроля насаждения за пределами очага появляются дополнительные факторы, которые могут повлиять на выводы. В частности, насколько идентичны лесорастительные условия, в том числе по какой причине в этих насаждениях не произошла реализация вспышки. Наиболее оптимально подбирать контроль в пределах очага желательно на тех же ППП. В связи с этим для установления роли зоогенной дефолиации в ухудшении состояния насаждений и возможного влияния других факторов был проведен анализ санитарного состояния деревьев, подверженных разной степени дефолиации.

Учитывая то, что после дефолиации 2006 г. два года (2007, 2008) дефолиация насаждений была крайне незначительной, анализ был проведен по данным мониторинга дефолиации в 2009–2011 гг.

Наиболее значительная дефолиация была отмечена в 2010 г. (см. табл. 2). Был проведен анализ влияния разной степени дефолиации (слабой и средней – 50 % и ниже, сильной – до 75 % и сплошной – от 75 до 100 %) (Руководство..., 2007) на изменение санитарного состояния деревьев. Для анализа были использованы данные по дефолиации деревьев с ППП № 3 и 4, т. к. на ППП № 5 и 6 в 2010 г., в связи с более высокой степенью дефолиации (см. табл. 2), деревья с дефолиацией 50 % и меньше отсутствовали.

Таблица 5. Средневзвешенное санитарное состояние деревьев на ППП № 3 и 4, подвергшихся разной степени дефолиации в 2010 г. (\pm стандартная ошибка)

Дефолиация, %	Количество деревьев, шт.	Средневзвешенное санитарное состояние на 2008 г.	Средневзвешенное санитарное состояние на 2018 г.
50 % и ниже*	59	1.00 \pm 0.01a	2.08 \pm 0.07 a
60–70 %	94	1.05 \pm 0.03a	2.53 \pm 0.10 b
Выше 70 %	37	1.19 \pm 0.05a	3.51 \pm 0.23 c

Примечание. Достоверные различия в пределах года по t-критерию ($P < 0.05$) показаны разными буквами; * – в 2010 г. дефолиация ниже 30 % не отмечена.

Результаты анализа показывают, что средневзвешенное санитарное состояние деревьев, подвергшихся в 2010 г. слабой и средней дефолиации, изменилось до состояния ослабленные, сильной – до состояния сильно ослабленные, сплошной – до состояния усыхающие (см. табл. 5). Однако значительная дефолиация на этих ППП была отмечена

и в 2011 г. В связи с этим был проведен еще один анализ – влияния сильной и сплошной дефолиации на санитарное состояние (свыше 50 %) в зависимости от кратности дефолиации (табл. 6). Деревья, которые все три года (2009, 2010, 2011) подвергались дефолиации менее 50 % (средняя и слабая дефолиация), являлись контрольными.

Таблица 6. Распределение деревьев по категориям состояния при дефолиации выше 50 % (%)

Кратность дефолиации свыше 50 %	N, шт.	Категория состояния на 2018 г.						Средневзвешенное санитарное состояние
		1	2	3	4	5	6	
0	12	8.3	83.3	0.0	0.0	8.3	0.0	2.16
1	51	3.9	84.3	11.8	0.0	0.0	0.0	2.08
2	65	0.0	66.2	23.1	3.1	0.0	7.7	2.60
3	59	0.0	37.3	45.8	11.9	0.0	5.1	2.90

Примечание. Различия по χ^2 ($df = 3.15$) = 62.9; $p < 0.0001$; по критерию Краскела – Уоллиса H (3.187) = 36.28; $p < 0.0001$; N – общее количество деревьев.

Результаты этого анализа также показывают значительный вклад дефолиации в изменение санитарного состояния древостоя. Различия между выборками по критерию Краскела – Уоллиса достоверны. Однако балл средневзвешенного санитарного состояния деревьев, подвергшихся сильной и сплошной дефолиации трижды, ниже, чем деревьев, подвергшихся сплошной дефолиации в 2010 г. Это связано, во-первых, с тем, что из 24 деревьев, усохших на этих ППП в результате дефолиаций разных годов эруптивной фазы рассматриваемой вспышки, 15 усохло до 2011 г.; во-вторых, как показывают данные, приведенные в табл. 5, сплошная дефолиация оказывает более значительное влияние на санитарное состояние дерева, чем сильная.

Обсуждение

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы. В северной части ареала непарного шелкопряда нами не была зафиксирована индуцированная резистентность (Haukioja, 1991). Из выживших после дефолиаций 2006 и 2009–2010 гг. 35 % деревьев было дефолиировано в значительной степени дважды и 35 % деревьев подверглось значительной дефолиации три года подряд.

Кроме того, установлено значительное ухудшение санитарного состояния деревьев, подвергшихся сильной и сплошной

дефолиации. Долговременное снижение санитарного состояния отмечено в том числе и для деревьев, подвергшихся средней степени дефолиации, что может быть связано с засухой 2010 г. (ГТК весеннего-летнего периода 0.4, всего вегетационного сезона – 0.7). Практически все деревья к 2018 г. перешли во 2-ю категорию состояния (ослабленные). Из всей выборки одно дерево осталось в 1-й категории и одно в 2018 г. усохло. Однако сопоставимая по силе засуха 2004 г. (ГТК весеннего-летнего периода 0.5, вегетационного сезона – 0.9), после которой последовала анализируемая в данной работе вспышка массового размножения (Пономарев и др., 2016), не привела к долговременному ухудшению санитарного состояния деревьев. После незначительного ухудшения в 2005 г. (см. табл. 3) к 2008 г. санитарное состояние анализируемых деревьев улучшилось (см. табл. 5). Эти данные дают основание полагать, что засуха 2010 г. не могла быть основной причиной долговременного ухудшения санитарного состояния деревьев.

Каковы возможные причины полученных результатов – как отсутствие индуцированной резистентности, так и низкая толерантность деревьев к дефолиации в устойчиво свежих лесорастительных условиях. По-видимому, основной причиной являются более поздние сроки дефолиации на северной границе ареала. В литературе имеется доста-

точно сведений о значительном усыхании как березовых, так и других лиственных древостоев после их дефолиации насекомыми-филлофагами в позднелетние сроки (конец июля, начало августа) (Гниненко, 1974; Соколов, 2002; Иерусалимов, 2004 и др.). Это связано с тем, что при дефолиации в конце июля времени на восстановление листвы в течение вегетационного сезона остается крайне мало, что, несомненно, ухудшает условия прохождения зимнего периода (Пономарев и др., 2013).

Сдвиг дефолиации на более поздние сроки на северной границе ареала, по сравнению с центральными частями ареала, обусловлен как более поздним отрождением гусениц, так и более низкими температурами в весенний период, во время развития гусениц младших возрастов. Как уже отмечалось выше, в центральных частях ареала

дефолиация происходит в июне – начале июля.

Заключение

Анализ последствий дефолиации непарным шелкопрядом насаждений в период вспышки массового размножения на северной границе ареала показал, что в этой части ареала непарного шелкопряда при значительной дефолиации ухудшается санитарное состояние даже тех насаждений, которые произрастают в наиболее устойчивых к этому фактору в других частях ареала лесорастительных условиях. Эти данные указывают на необходимость дифференцированного подхода к прогнозу последствий дефолиации и, соответственно, назначения мер и площади борьбы при возникновении вспышки массового размножения этого вида в зависимости от широтного расположения очагов.

Библиография

- Гниненко Ю. И. Очаги массового размножения листогрызущих насекомых в березовых лесах Зауралья // Экология. 1974. № 5. С. 98–101.
- Иерусалимов Е. Н. Зоогенная дефолиация и лесное сообщество. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 263 с.
- Колесников Б. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 175 с.
- Колтунов Е. В., Пономарев В. И., Федоренко С. И. Экология непарного шелкопряда в условиях антропогенного воздействия. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 215 с.
- Мешкова В. Л. Сезонное развитие хвоелистогрызущих насекомых. Харьков: Планета-принт, 2009. 396 с.
- Пономарев В. И., Ильиных А. В., Соколов С. Л. Критерии целесообразности защиты от насекомых-филлофагов березняков Зауралья // Известия СПБЛТА. Вып. 202. СПб.: СПБГЛТА, 2013. С. 74–85.
- Пономарев В. И., Соколов Г. И., Клобуков Г. И. Динамика плотности зауральской популяции непарного шелкопряда в 2003–2013 гг. // Лесоведение. 2016. № 3. С. 76–88.
- Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга. М., 2007. 114 с.
- Соколов Г. И. Чешуекрылые вредители березы из летне-осенней экологической группы в Челябинской области. Екатеринбург, 2002. 75 с.
- Gottschalk K. W. Silvicultural guidelines for forest stands threatened by the gypsy moth. USDA. Gener. Technic. Report. 1993. NE 171. 52 p.
- Haukioja E. Induction of defenses in trees // Ann. Rev. Entomol. 1991. Vol. 36. P. 28–42.
- Houston D. R. Forest stand relationships // The gypsy moth: research toward integrated pest management / Edited by C. C. Doane, M. L. McManus. Washington, 1981. P. 267–281.
- Twery M. J., Mason G. N., Wargo P. M., Gottschalk K. W. Abundance and distribution of rhizomorphs of *Armillaria* spp. in defoliated mixed oak stands in western Maryland // Can. J. For. Res. 1990. Vol. 20. P. 674–678.
- Twery M. J., Gottschalk K. W., Smith S. I. Effects of defoliation by gypsy moth // Proceedings, U.S.D.A. gypsy moth research review. 1991. P. 27–39.
- Wiley E., Casper B. B., Helliker B. R. Recovery following defoliation involves shifts in allocation that favour storage and reproduction over radial growth in black oak // J. Ecol. 2017. Vol. 105. P. 412–424.

Благодарности

Исследования выполнены в рамках госзадания Ботанического сада УрО РАН.

THE INFLUENCE OF STANDS DEFOLIATION DURING THE OUTBREAKS OF THE GYPSY MOTH (*LYMANTRIA DISPAR* (L.)) ON THEIR SANITARY STATE ON THE NORTHERN BORDER OF THE RANGE OF THE PHYLOPHAGES

PONOMAREV
Vasily Ivanovich *Russian Academy of Sciences, Ural Branch: Institute Botanical Garden,*
v_i_ponomarev@mail.ru

KLOBUKOV
Georgy Igorevich *Russian Academy of Sciences, Ural Branch: Institute Botanical Garden,*
klobukov_g_i@mail.ru

NAPALKOVA
Victoria Valer'evna *Russian Academy of Sciences, Ural Branch: Institute Botanical Garden,*
viktoriyaaoz@mail.ru

Key words:
gypsy moth
northern border of
range
outbreaks
defoliation
sanitary condition of
trees
stands

Summary: One of the main tasks of forest protection is to save the forests from damage during the outbreaks of mass reproduction of forest phylophagous insects causing their further drying out. One of these species, Gypsy moth (*Lymantria dispar* (L.)) belongs to the spring-summer phenological group of insects-phylophages. The defoliation of stands during the outbreaks of this species in the main part of its range usually occurs in June and early July, and after that the foliage has time to restore during the vegetative period. Whereas, on the northern boundary of this species range the heat availability is lower compared to other parts of its range, and the effect of defoliation is of considerable interest. The purpose of the study was to monitor stands after defoliation by gypsy moth and to analyze its effect on the sanitary state of the stands depending on the degree and multiplicity of defoliation on the northern border of the outbreaks (south of Sverdlovsk Region). Monitoring was carried out for 7 years after the end of the outbreaks. The changes in the sanitary state of stands and individual trees were analyzed on the basis of visual appraisal of the categories of tree state. For statistical processing, the methods of nonparametric analysis were used. The analysis showed that stands defoliation during gypsy moth outbreaks on the northern border of its range leads to a significant weakening of stands even in the most favorable, steadily fresh forest growing conditions. The results indicate that outbreaks on the northern border of the range of forest insect-phylophages and their consequences require more detailed study due to the high level of their ecological and economic significance.

Reviewer: N. I. Lyamcev

Received on: 20 September 2018

Published on: 25 March 2019

References

- Gninenko Yu. I. Breeding grounds of leaf-eating insects in birch forests of Trans-Urals, *Ekologiya*. 1974. No. 5. P. 98–101.
Gottschalk K. W. Silvicultural guidelines for forest stands threatened by the gypsy moth. USDA. Gener. Technic. Report. 1993. NE 171. 52 p.
Haukioja E. Induction of defenses in trees, *Ann. Rev. Entomol.* 1991. Vol. 36. P. 28–42.
Houston D. R. Forest stand relationships, *The gypsy moth: research toward integrated pest management*, Edited by C. C. Doane, M. L. McManus. Washington, 1981. P. 267–281.
Jerusalimov E. N. Zoogenic defoliation and forest communityM.: Tovarischestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2004. 263 p.
Kolesnikov B. P. Forest growth conditions and forest typesSverdlovsk: UNC AN SSSR, 1973. 175 p.

- Koltunov E. V. Ponomarev V. I. Fedorenko S. I. Ecology of gypsy moth in the conditions of anthropogenic burdenEkaterinburg: UrO RAN, 1998. 215 p.
- Meshkova V. L. Seasonal development of needle-eating insectsHar'kov: Planeta-print, 2009. 396 p.
- Planning, organising and forest health monitoring manualM., 2007. 114 p.
- Ponomarev V. I. Sokolov G. I. Klobukov G. I. Dynamics of density of Trans-Urals' population of Gypsy moth in 2003-2013, Lesovedenie. 2016. No. 3. P. 76–88.
- Ponomarev V. I. Tolkach O. V. Klobukov G. I. Connection of birch stands defoliation by Gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) with the incidence of bacterial dropsy, Izvestiya SPbLTA. Vyp. 202. SPb.: SPBGLTA, 2013. P. 74–85.
- Ponomarev V. I., Il'inyh A. V., Sokolov P. L. Kriterii celesoobraznosti zaschity ot nasekomyh-fillofagov bereznyakov Zaural'ya [Expediency criteria of protection of birch Trans-Urals' forests from insects-philophages// Lesovedenie. 2011. No. 2. P. 13–18.
- Sokolov G. I. Lepidopterous pests of birch from summer-autumn group in Chelyabinsk regionEkaterinburg, 2002. 75 p.
- Twery M. J., Gottschalk K. W., Smith S. I. Effects of defoliation by gypsy moth, Proceedings, U.S.D.A. gypsy moth research review. 1991. P. 27–39.
- Twery M. J., Mason G. N., Wargo P. M., Gottschalk K. W. Abundance and distribution of rhizomorphs of *Armillaria* spp. in defoliated mixed oak stands in western Maryland, Can. J. For. Res. 1990. Vol. 20. P. 674–678.
- Wiley E., Casper B. B., Helliker B. R. Recovery following defoliation involves shifts in allocation that favour storage and reproduction over radial growth in black oak, J. Ecol. 2017. Vol. 105. P. 412–424.