Электронный архив УГЛТУ

20. Panova N.K., Makovsky V.I., Khizhnyak V.A. Results of study of bogs and development of forest vegetation of the Visimsky reserve during the Holocene // Research of model natural complexes of the Urals: Materials of the scientific conference dedicated to the 30th anniversary of the Visimsky Reserve. Yekaterinburg: Yekaterinburg, 2001. P. 349–365.

УДК 630*182.47

ВЛИЯНИЕ ЗООГЕННОЙ ДЕФОЛИАЦИИ НЕПАРНЫМ ШЕЛКОПРЯДОМ (*LYMANTRIA DISPAR L.*) БЕРЕЗНЯКОВ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАУРАЛЬЯ НА ДИНАМИКУ ТРАВЯНО-КУСТАРНИЧКОВОГО ПОКРОВА

О.В. ТОЛКАЧ – доктор сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
e-mail: tolkach_o_v@mail.ru*

О.Е. ДОБРОТВОРСКАЯ – инженер,
e-mail: taraxacum-oficin@mail.ru*

В.И. КРЮК – доктор технических наук,
профессор кафедры физики
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел.: 8 (343) 261-46-16, e-mail: lk_bf@mail.ru**
* ФГБУН Ботанический сад УрО РАН,
620144, Россия, Екатеринбург, 8 Марта, 202а,
тел.: 8 (343) 322-56-41

Ключевые слова: *травяной покров, встречаемость, проективное покрытие, зоогенные сукцессии, зоогенной дефолиации березовых насаждений.*

Зоогенная дефолиация оказывает опосредованное влияние на состояние травяно-кустарничкового покрова. В лесных экосистемах живой напочвенный покров является составляющей, наиболее зависимой от характеристик полога древостоя. Цель исследования – изучение динамики параметров травяно-кустарничкового покрова после дефолиации древостоев непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.). Исследования выполнены в зоне северной лесостепи. Динамика травяного покрова в березовых насаждениях, дефолиированных непарным шелкопрядом, изучалась на трех постоянных пробных площадях (ППП) в 2006 и повторно в 2011 и 2017 гг. Геоботаническое описание ППП выполнено в 2006 и 2011 гг. методом учетных площадок размером 1×1 м. На учетных площадках описывали видовой состав, измеряли высоту ярусов травяно-кустарничкового покрова, проективное покрытие каждого вида. Затем рассчитывали коэффициент встречаемости и флористического сходства по Серенсену. Параметры травяно-кустарничкового покрова и сукцессионные процессы определяются не только степенью и кратностью летних дефолиаций, но и их последовательностью. Наибольшие потери начального видового состава травяно-кустарничкового покрова наблюдаются вследствие резкого, значительного и в то же время кратковременного осветления живого напочвенного покрова зоогенной дефолиацией. Постепенное нарастание освещенности нижних ярусов растительности до высокой способствует сохранению в травяно-кустарничковом покрове домини-

Электронный архив УГЛТУ

рования лесных и лугово-лесных видов. Слабая дефолиация с длительным периодом усыхания деревьев способствует ослаблению позиций лесных и лугово-лесных видов и расширению сорных. В двух последних случаях активно разрастаются злаки. Зоогенная дефолиация способствует формированию мозаичности в травяно-кустарничковом покрове.

THE INFLUENCE OF A ZOOGENIC DEFOLIATION BY GYPSY MOTH (*LYMANTRIA DISPAR L.*), OF BIRCH FOTEST OF THE NORTH FOREST-STEPPE OF THE TRANSURALS ONTO THE DYNAMICS OF THE HERB-UNDERSHRUB COVER

O.V. TOLKACH – PhD in Agricultural Sciences, Senior researcher,
e-mail: tolkach_o_v@mail.ru*

O.E. DOBROTVORSKAYA– engineer,
e-mail: taraxacum-oficin@mail.ru*

V.I. KRYUK – doctor of engineering, Professor of physics department
Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education
«Ural State Forest Engineering University»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirsky tract, 37; Phone:+7 (343) 261-46-16,
e-mail:lk_bf@mail.ru
* Botanical Garden Yekaterinburg
620100, Yekaterinburg, 8 Marta st., 202a,
+7 (343) 322-56-41

Key words: *Grass cover, occurrence, projective cover, zoogenic succession, zoogenic defoliation, birch stands.*

Zoogenic defoliation influences indirectly on the state of the herb-undershrub cover. In forest ecosystems the living soil cover is the component what dependents on the characteristics of forest stands canopy most. The purpose of this study was to study the dynamics of parameters of the herb-undershrub cover after a defoliation of stands by the Gypsy moth Lymantria dispar (L.).

The studies were carried out in the northern steppe zone. Dynamics of the grass cover in the birch stands, defoliated by the Gypsy moth, has been studied at the three permanent sample plots (PSP) in 2006 and then in 2011, 2017. Geobotanical description of the PSPs was made by a method of record plots: 1x1 meters in 2006, 2011 and 2017.

At these plots we described species composition, measured height of the main storey of the herb-undershrub cover, and estimated the projective coverage of each species. Then we calculated the frequency coefficient and the floristic similarity according to Sørensen coefficient.

Parameters of the herb-undershrub cover and succession processes are determined not only by the degree and multiplicity of summer defoliations, but also their sequence. The greatest loss of the initial species composition of the herb-undershrub cover is observed owing to an abrupt, significant and at the same time a short clearing up of living soil cover by zoogenic defoliation.

Gradual increasing of the illumination of the lower storeys of vegetation upto intense contributes to the preservation in the herb-shrub cover of forest and meadow-forest species dominance.

Weak defoliation, with a long period of drying up of trees, contributes to the weakening of forest and meadow-forest species position, and expansion of weeds. In the latter two cases, actively growing grasses. Zoogenic defoliation promotes formation of patchiness in the herb-undershrub cover.

Электронный архив УГЛТУ

Введение

Зоогенная дефолиация оказывает опосредованное влияние на состояние травяно-кустарничкового покрова через изменение плотности полога эдификатора и, следовательно, через изменение светового режима нижних ярусов фитоценозов. В зависимости от фенологии насекомых и объекта дефолиации световой режим нижних ярусов растительности может меняться кратковременно или в случае дефолиации хвойных древостоев на длительный срок. В зависимости от характера дефолиации (степени и мозаичности) она может вызвать флуктуацию характеристик травяно-кустарничкового яруса, зоогенную сукцессию регрессионной или демутационной направленности, субклимаксовое состояние. Большое значение для хода демутационных процессов травяно-кустарничкового яруса имеет период восстановления древесного полога. В условиях березняков северной лесостепи Зауралья наблюдалось полное изменение облика живого напочвенного покрова и доминирование бодяка щетинистого (*Cirsium setosum* (Willd.) Besser) в березовых насаждениях, дефолиированных летне-осенним комплексом насекомых с последующим частичным усыханием древостоев. В связи с этим представляет интерес проследить влияние дефолиации на трансформацию травяно-кустарничкового покрова в более ранний (июнь – июль) период вегетационного сезона.

Цель, методика и объекты исследования

Цель исследования – изучение динамики параметров травяно-кустарничкового покрова после дефолиации древостоев непарным шелкопрядом.

Исследования выполнены в зоне северной лесостепи, по лесорастительному районированию Б.П. Колесникова [1], район исследований относится к Зауральской равнинной провинции.

Динамика травяного покрова в березовых насаждениях, дефолиированных непарным шелкопрядом, изучалась на трёх постоянных пробных площадях (ППП) в 2006 г. и повторно в 2011 и 2017 гг. в 37, 45 и 46 кварталах Покровского мастерского участка Каменск-Уральского участкового лесничества Свердловского лесничества. Исследованные березняки расположены на участках с выровненным рельефом, темно-серыми лесными почвами. Два из них, согласно классификации Б.П. Колесникова [1], относятся к коренному типу леса и один – к производному. В последнем произошла смена соснового насаждения на березовое. По видовому составу на ППП преобладает берёза повислая (*Betula pendula* Ehrh.) с незначительной примесью берёзы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.). ППП 1 и ППП 2 изначально представляли собой один выдел, впоследствии разграниченный дорогой. В табл. 1 приводится краткая лесоводственно-таксационная характеристика ППП.

Как правило, дефолиация древостоя гусеницами непарного шелкопряда в районе исследования проходила с середины июня и продолжалась до середины июля. В течение 5 лет, с 2006 по 2011 гг., полог нарушался шелкопрядом в разной степени. Нерегулярная дефолиация наблюдалась на ППП 1 и 3, ежегодная – на ППП 2. Дефолиация носила в основном мозаичный характер, кроме дефолиации 2009–2011 гг. на ППП 2, где она была очень равномерной. Данные о степени дефолиации приведены по материалам [2] в табл. 2.

С 2006 г. на всех ППП на следующий год после дефолиации наблюдалось полное восстановление полога в мае и повторные дефолиации с середины июня до середины июля. Соответственно менялся световой режим травяной синузии. Только после дефолиации 2010 г. в связи с особенностями его погодных условий на следующий год отмечалась задержка распускания листвы у дефолиированных деревьев. По этой причине в 2011 г. полог древостоя восстановился в среднем на 50% на ППП 1, на 30% – ППП 2 и на 60% – ППП 3.

Геоботаническое описание ППП выполнено методом учетных площадок размером 1×1 м в 25-кратной повторности [3, 4]. Учетные площадки закладывались в диагональных направлениях с равномерном расположением. На учетных площадках учитывали видовой состав, измеряли высоту основного яруса травяного покрова, проективное покрытие каждого вида, наличие и проективное покрытие мохового покрова. При обработке

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 1
Table 1

Лесоводственно-таксационная характеристика ППП
Silvicultural-taxation characteristics of permanent plots

№ ППП Permanent plot number	Состав Composition	Бонитет Bonitet	Возраст Age	Полнота Stand completeness	Тип леса Forest type	Режим увлажнения почвы Moisture regime of the soil
1	10Б 10 Birch	II	80	0,7	Березняк коротконожково-костяничниковый The birch stand *Brachypodium* + *Rubus*	Устойчиво свежая Consistently fresh
2	10Б 10 Birch	II	80	0,6	Березняк коротконожково-костяничниковый The birch stand *Brachypodium* + *Rubus*	Устойчиво свежая Consistently fresh
3	10Б+Ос 10 Birch +Aspen	III	60	0,8	Сосняк злаково-разнотравный The pine stand forest-grass	Устойчиво свежая периодически влажная Consistently fresh, periodically wet

Таблица 2
Table 2

Среднее значение ± дисперсия (стандартное отклонение) степени дефолиации на учетных площадях в разные годы, %
Average value ± dispertion (standard deviation) of defoliation in different years account, %

№ ППП в настоящей работе Permanent plot number in this work	№ ППП в работе [5] Permanent plot number in work [5]	Дефолиация, %, в разные годы Defoliation, %, in different years					
		2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	4	27±7	60±18	Фоновая Background	17±15	37±16	61±14
2	6	35±12	47±13	13±13	25±15	59±9	85±7
3	2	–	42±15	Фоновая Background	Фоновая Background	37±14	43±17

Примечание. Степень дефолиации приведена на конец периода активной откладки яиц самками непарного шелкопряда; (–) учет не проводился; фоновая дефолиация – не более 10–15% у всех деревьев; выборочная дефолиация отдельных деревьев отсутствовала.

Note. Defoliation degree is at the end of the period of active oviposition by Gypsy moth females; (–) no counts; background defoliation is no more than 10–15% of all trees; selective defoliation of individual trees was absent.

результатов рассчитывали коэффициент встречаемости как процент площадок, на которых встретился данный вид, среднее проективное покрытие.

Ориентируясь на соотношение показателей проективного покрытия и встречаемости, составляли представление о структуре травяно-кустарничкового ценоза: низкий коэффициент встречаемости и большой процент проективного покрытия указывают на парцеллярную структуру растительности, высокий коэффициент встречаемости – на равномерное распределение вида по площади. Небольшая величина обоих показателей характеризует единичные виды. Флористическое сходство травяного яруса

Электронный архив УГЛТУ

определялось по коэффициенту Сёренсена: К= 2С/(А+В), где С – общее число видов в сравниваемых списках видовых составов, А – количество видов в первом списке, В – количество видов во втором списке.

Результаты исследования и их обсуждение

Параметры травяно-кустарничкового покрова приняты как исходные по учетам, выполненным в 2006 г. После дефолиации наблюдалась трансформация видового состава травяно-кустарничкового яруса на ППП. Его наибольшие изменения относительно начального произошли на ППП 1. Там отмечались наибольшее, но кратковременное изменение светового режима подпологовой растительности вследствие дефолиации и мозаичное повреждение полога оставшихся деревьев вплоть до 2011 г. Изменение освещенности благоприятствовало внедрению под полог инородных видов. За 11-летний период отмечалось постепенное восстановление видового состава травяного покрова на ППП 1. Коэффициент Серенсона (табл. 3) увеличился с 0,49 (2011 г.) до 0,55 (2017 г.) относительно начального. Процесс восстановления очень медленный. За последние пять лет (2011–2017 гг.) больших изменений на ППП 1 по видовому составу не произошло. Коэффициент сходства – 0,71. Дефолиация полога способствовала к 2011 г. формированию мозаичных группировок отдельных видов, образованных клубникой зеленой (*Fragaria viridis* Duch.), злаками, репешком обыкновенным (*Agrimonia eupatoria* L.), состав которых к 2017 г. сменился на клевер средний (*Trifolium medium* L.)., лабазник шестилепестный (*Filipendula vulgaris* Moench.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L.).

По флористическому составу рассматриваемые в 2011 г. ППП 1 и 2 близки. Общий облик травяного покрова по двум основным доминантам у них аналогичен (злаки и клубника зеленая), но в доминирующем разнотравье на ППП 2 к 2011 г. увеличилось содержание лабазника шестилепестного и бодяка щетинистого (см. табл. 3). На ППП 2, как и на ППП 1, в травяном покрове выделяются микрогруппировки. Образованы они пыреем ползучим (*Elytrigia repens* L.), бодяком щетинистым, майником двулистным (*Majanthemum bifolium* L.), будрой плющевидной (*Glechoma hederacea* L.), которые в 2017 г. сменяются микрогруппировками из клубники зеленой и коротконожки перистой (*Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv.). Коэффициент Серенсена между ППП составляет в 2011 г. 0,70. Однако при сравнении 2017 и 2011 гг. на ППП 2 наблюдаются некоторая тенденция к изменению видового состава травяно-кустарничкового покрова и, как следствие, снижение коэффициента видового сходства до 0,66. Еще более четко эта тенденция прослеживается на ППП 3, где в связи с затяжным усыханием деревьев наблюдается внедрение под полог

Таблица 3
Table 3

Характеристика сходства видового состава травяного покрова ППП по коэффициенту Серенсена
The similarity coefficient of Sorensen characteristic of herb cover species of permanent plots

ППП, год plot, year	ППП, год permanent plot, year							
	1, 2006	1, 2011	1, 2017	2, 2011	2, 2017	3, 2006	3, 2011	3, 2017
1, 2006	1	0,49	0,55	0,73	–	0,58	–	–
1, 2011	0,49	1	0,71	0,70	–	–	0,61	–
1, 2017	0,55	0,71	1	–	0,64	–	–	0,58
2, 2011	–	0,70	–	1	0,66	–	–	–
2, 2017	–	–	0,64	0,66	1	–		0,57
3, 2006	0,58	–	–	–	–	1	0,74	0,69
3, 2011	–	0,61	–	–	–	0,74	1	0,68
3,2017	–	–	0,58	–	0,57	0,69	0,68	1

Электронный архив УГЛТУ

лугово-лесных и сорных видов. К 2017 г. отмечено изменение состава доминантов травяно-кустарничкового покрова в связи с появлением в нем клубники зеленой, крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) (табл. 4). На ППП 3 с 2006 по 2011 гг. зафиксировано в основном регулярное распределение видов в травяном покрове. К 2017 г. сформировались микрогруппировки, образованные следующими видами: клубника зеленая, козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.), крапива двудомная.

Динамика проективного покрытия и видовой насыщенности травяно-кустарничкового покрова после зоогенной дефолиации за рассматриваемый период представлена на рисунке. Неоднократная зоогенная дефолиация (см. табл. 2) способствовала увеличению видового разнообразия на всех ППП. В 2017 г. отмечено снижение видовой насыщенности только на ППП 1 за счет исчезновения как ряда видов, встречающихся единично, так и клубники зеленой и щучки дернистой (*Deschampsia caespitosa* L.), встречаемость которых была 56 и 36 % соответственно. В 2017 г. на ППП 1 не отмечено в учетах ряда единично произраставших сорных видов: крапивы двудомной, мать-и-мачехи (*Tussilago farfara* L.), одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.), щучки дернистой, которые при определенных условиях могли стать нежелательными доминантами в сообществе.

Проективное покрытие травяно-кустарничковым покровом после зоогенной дефолиации

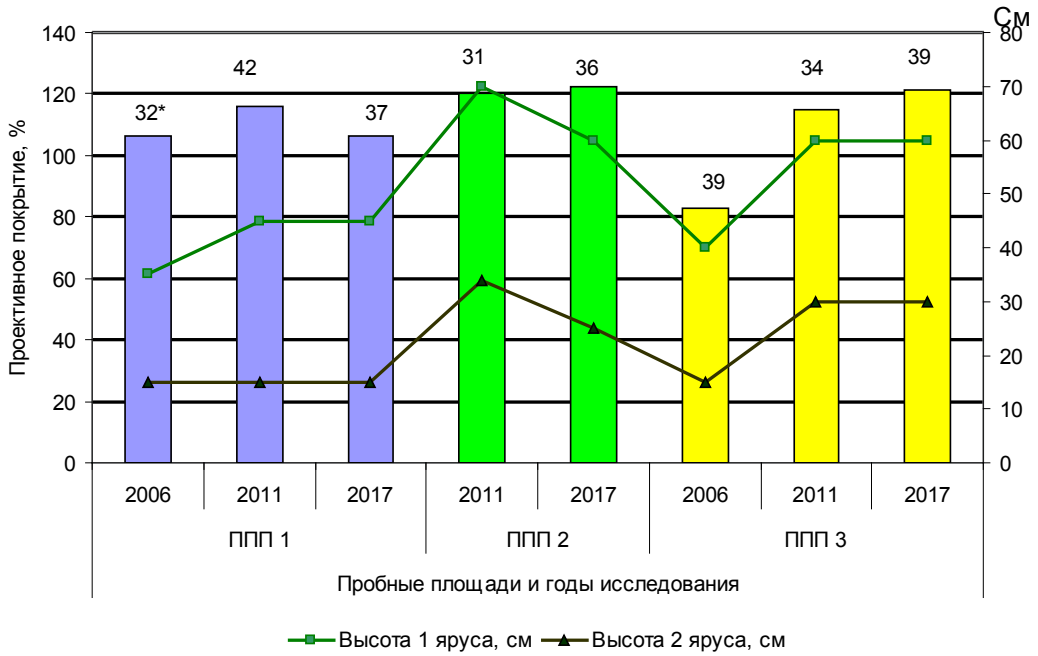
Таблица 4
Table 4

Доминанты и кондоминанты травяно-кустарничкового покрова на ППП
The herb-dwarf shrub cover dominations and contaminants of permanent plots

ППП Permanent plots	Годы Years		
	2006	2011	2017
1	Земляника зелёная *(Fragaria viridis (Duchesne) Weston),* злаки *(Poaceae Barnhart)*, подмаренник северный *(Galium boreale L.)*	Земляника зелёная *(Fragaria viridis (Duchesne) Weston),* злаки *(Poaceae Barnhart)*, подмаренник северный *(Galium boreale L.),* земляника лесная *(Fragaria vesca L.),* манжетка обыкновенная *(Alchemilla xanthochlora Rothm., Alchemilla vulgaris L.),* репешок обыкновенный *(Agrimonia eupatoria L.)*	Земляника лесная *(Fragaria vesca L.)*, репешок обыкновенный *(Agrimonia eupatoria L.)*, кострец безостый *(Bromopsis inermis (Leyss.) Holub)*
2	–	Земляника зелёная *(Fragaria viridis (Duchesne) Weston),* злаки *(Poaceae Barnhart)*, лабазник обыкновенный (шестилепестный) *(Filipendula vulgaris Moench)*, бодяк щетинистый *(Cirsium setosum (Willd.) Besser)*	Злаки *(Poaceae Barnhart)*, земляника лесная *(Fragaria vesca L.)*, костяника обыкновенная *(Rubus saxatilis L.)*, репешок обыкновенный *(Agrimonia eupatoria L.)*
3	Земляника лесная *(Fragaria vesca L.),* злаки *(Poaceae Barnhart)*, клевер луговой *(Trifolium pratense L.),* репешок обыкновенный *(Agrimonia eupatoria L.),* подмаренник северный *(Galium boreale L.)*	Репешок обыкновенный *(Agrimonia eupatoria L.),* костяника обыкновенная *(Rubus saxatilis L.)*, земляника лесная *(Fragaria vesca L.),* злаки *(Poaceae Barnhart)*	Злаки *(Poaceae Barnhart)*, медуница неясная *(Pulmonaria obscura L.)*, репешок обыкновенный *(Agrimonia eupatoria L.)*, костяника обыкновенная *(Rubus saxatilis L.)*, земляника лесная *(Fragaria vesca L.)*, козлятник восточный *(Galega orientalis Lam.)*, крапива двудомная *(Urtica dioica L.)*, подмаренник северный *(Galium boreale L.)*

Примечание. Список приведен по убыванию значения проективного покрытия.
Note. The list is given in descending order of percent cover.

Электронный архив УГЛТУ



* Количество видов в травяно-кустарничковом ярусе на ППП
* The number of species in the herb-dwarf shrub layer of permanent plots

Основные характеристики травяно-кустарничкового покрова
The main characteristics of the herb-dwarf shrub cover

полога увеличилось на всех ППП. Ее первоначальный уровень и последующее усыхание деревьев по-разному повлияли на этот показатель. Резкое и значительное кратковременное осветление нижних ярусов растительности произошло на ППП 1, за которым последовало увеличение проективного покрытия травяно-кустарничкового покрова в 2011 г. с постепенным снижением его к 2017 г. по мере восстановления крон деревьев. На ППП 2 после дефолиации сложились оптимальные условия для существующего состава травяно-кустарничкового покрова и по развитию проективного покрытия реализован максимум. На ППП 3, напротив, наименее интенсивная дефолиация 2006 г. сопровождалась постепенным усыханием деревьев вплоть до 2017 г., что сказывалось на увеличении проективного покрытия.

Видовой состав доминантов и кондоминантов разнотравья представлен в табл. 4. Несмотря на некоторую разницу в доминантах травяно-кустарничкового покрова пробных площадей 1 и 3, коэффициент сходства видового состава у них довольно высокий – 0,58. Сами же доминанты имели регулярное размещение в травяном покрове ПП 1 и 3, и их коэффициенты встречаемости составляли 70–100 %. Коэффициент встречаемости остальных видов составил 30–70 %, за исключением шести-семи единичных.

К 2011 г. на ППП 3 после дефолиации 2006 г. флористические характеристики напочвенного покрова значительно не изменились, но была отмечена небольшая смена доминантов. Земляника и злаки, хотя и продолжают доминировать в покрове, но по проценту участия в проективном покрытии уступили позиции репешку обыкновенному (26,8) и костянике (15,6 %), в остальном состав доминантов и их соотношение сохранились, хотя величина общего проективного покрытия значительно увеличилась. В 2017 г. наблюдается относительно предыдущих лет увеличение в проективном покрытии злаков, крапивы двудомной. В составе доминатов появляется козлятник восточный – посевное растение, внедряющееся под лесной полог.

Электронный архив УГЛТУ

Таблица 5
Table 5

Проективное покрытие ценотических групп в травяном покрове
(% от общего проективного покрытия / средняя встречаемость ценотической группы, %)
The projective cover coenotic groups in the grass cover
(% of the total projective cover / the average incidence of coenotic groups, %)

Группы видов Group species of plants	ППП 1 Permanent plot 1			ППП 2 Permanent plot 2		ППП 3 Permanent plot 3		
	2006	2011	2017	2011	2017	2006	2011	2017
Лесные Forest	53	34	36/26	13	27/23	43	42	28/27
Лугово-лесные Meadow-forest	17	44	36/18	59	33/23	39	44	16/20
Сорные Weed	6	1	12/25	11	7/16	1	4	22/23
Злаки Cereals	24	21	16/49	17	33/21	18	10	34/38

Соотношение площадей, занимаемых различными эколого-ценотическими группами в насаждении, позволило оценить процессы трансформации травяного покрова в зависимости от степени и кратности повреждения полога, а также процессов его восстановления (табл. 5).

Следствием неоднократной мозаичной дефолиации ППП 1 было неравномерное освещение подпологового яруса, сочетание ярко освещенных участков с затененными. В результате через 5 лет в 2,5 раза увеличилось участие в проективном покрытии разнотравья лугово-лесных и в 1,5 раза уменьшилась доля лесных видов. Снизилась величина проективного покрытия злаков и сорной растительности. Была вероятность демутационных процессов, но дальнейшее развитие ситуации привело к увеличению доли сорных видов в проективном покрытии при довольно широком распределении их по площади наряду со злаками. Коэффициенты встречаемости их соответственно составляют 25 и 49 % на 2017 г.

Плавное и равномерное увеличение прозрачности полога (ППП 2) вызвало к 2011 г. абсолютное преобладание в травостое лугово-лесных видов, доля которых в проективном покрытии в 4,5 раза больше, чем лесных. В 2017 г. увеличилась доля злаков и лесной группы растений. Небольшая мозаичная дефолиация (ППП 3) (см. табл. 2) привела к незначительному увеличению проективного покрытия лугово-лесными видами и сорной растительностью, потеснившими злаки. Динамика проективного покрытия различных групп травяного покрова на 2011 г. была настолько мала, что в данном случае можно было бы предположить обратимость существующих изменений напочвенного покрова. Однако усыхание деревьев и наличие источника обсеменения сорных видов привели в конечном итоге к увеличению проективного покрытия группы сорных видов и злаков на ППП 3.

Таким образом, мы рассмотрели особенности реакции травяно-кустарничкового покрова на зоогенную дефолиацию разной интенсивности, прошедшую в первой половине лета на трех участках. Последняя зоогенная дефолиация была в 2011 г., и к 2017 г. состояние древостоев на ППП 1 и 3 относится к ослабленному, а на ППП 2 – к сильно ослабленному [6]. Конечная задача представленной работы – идентифицировать протекающие на ППП процессы. Зоогенная дефолиация может вызвать как изменение тех или иных характеристик травяно-кустарничкового покрова, так и направление последующих сукцессионных процессов. Литературные данные по исследованиям зоогенных сукцессий травяных синузий немногочисленны. Коллективы авторов работали в дубовых насаждениях и сосновых

Электронный архив УГЛТУ

культурах Воронежской области [7, 8], в темнохвойных лесах и березняках Сибири [5, 9–11]. В зависимости от фенологии насекомых и объекта дефолиации световой режим нижних ярусов растительности может меняться кратковременно или в случае дефолиации хвойных древостоев на длительный срок. Большое значение для хода зоогенной сукцессии имеет период восстановления полога. Во всех представленных работах отмечены изменения одного или нескольких параметров живого напочвенного покрова: от биомассы доминантов в мало нарушенных насаждениях до значительных изменений физиономического облика напочвенного покрова. Речь идет, таким образом, о флуктуации характеристик травяного яруса, зоогенной сукцессии, ее демутации или дигрессии.

В наших случаях (ППП 1 и 2) не наблюдается признаков процесса дигрессии, или регрессионной сукцессии, так как видовая насыщенность на ППП увеличивается [12]. Исключением является снижение количества видов на ППП 3 в 2011 г., которое к 2017 г. увеличилось. Также не имеет места флуктуация, так как она предполагает возврат к близкому исходному состоянию в течение 10 лет [12]. При сильной двукратной (27 и 60 %) дефолиации и последующих в течение трех лет наблюдается длительная зоогенная сукцессия травяно-кустарничкового покрова (ППП 1). Она отличается наиболее низким из исследованных коэффициентом видового сходства, увеличением доли сорной растительности в проективном покрытии и повышением коэффициента встречаемости злаков. В случае дальнейшего усыхания деревьев может последовать увеличение проективного покрытия сорняков, а наличие среди злаков плотно-кустовых и длиннокорневищных видов может привести к дигрессии травяной синузии и к длительно существующей зоогенной сукцессии. При восстановлении полога возможен длительный демутационный процесс. Дефолиации порядка 25–47 % в течение трех лет, а затем двукратные (59–85 %) (ППП 2) привели к сильному ослаблению древостоя, наибольшему, но постепенному и равномерному осветлению травяно-кустарничкового покрова. Он отличается предельным проективным покрытием, несущественными различиями в видовом составе (коэффициент Серенсена 0,66). Судя по динамике ценотических групп, мы можем рассматривать вариант развития зоогенной сукцессии в направлении демутации или формирования злаковой синузии. Относительная небольшая дефолиация в течение 4 лет (37–43 %), постепенное мозаичное осветление подпологовой растительности за счет единичного усыхания деревьев привели к появлению мозаичности травяно-кустарничкового покрова, к постепенному изменению видового состава (коэффициент Серенсена уменьшается от 0,74 к 0,68) и увеличению доли в проективном покрытии травяно-кустарничкового покрова сорной растительности и злаков. Данная зоогенная сукцессия имеет устойчивую тенденцию к дигрессии при сохранении в то же время потенциала к демутационным процессам за счет наличия видов лесной и лугово-лесной ценотических групп.

Выводы

Параметры травяно-кустарничкового покрова и сукцессионные процессы определяются не только степенью и кратностью летних дефолиаций, но и их последовательностью. Наибольшие потери начального видового состава травяно-кустарничкового покрова наблюдаются вследствие резкого, значительного и в то же время кратковременного осветления живого напочвенного покрова. Постепенное нарастание освещенности нижних ярусов растительности до высокой способствует доминированию лесных и лугово-лесных видов. Слабая дефолиация с длительным периодом усыхания деревьев способствует ослаблению позиций лесных и лугово-лесных видов и расширению сорных. При плавном и равномерном увеличении освещенности и при небольшой дефолиации, но регулярном последующем выпадении деревьев увеличивается доля злаков в проективном покрытии травяного разнотравья. Зоогенная дефолиация способствует формированию мозаичности в травяно-кустарничковом покрове.

Электронный архив УГЛТУ

Библиографический список

1. Колесников Б.П., Зубарева Р.П., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск, 1973. 175 с.

2. Пономарев В.И. Влияние дефолиации березовых древостоев непарным шелкопрядом (Lymantria dispar L.) на проявление индуцированной резистентности // Изв. СПб. лесотехн. акад. СПб.: СПбГЛТА, 2011. Вып. 196. С. 85–94.

3. Основы фитомониторинга / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 89 с.

4. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 152 с.

5. Коломиец Н.Г. Сибирский шелкопряд – вредитель равнинной тайги // Тр. по лесн. хоз-ву Западной Сибири. Новосибирск: Кн. изд-во, 1957. Вып. 3. С. 61–76.

6. Методический документ по обеспечению санитарной безопасности в лесах: утв. приказом Рослесхоза от 09.06.2015 г. № 182. 45 с.

7. Иерусалимов Е.Н. Зоогенная дефолиация и лесное сообщество. М: Тов-во науч. изд. КМК, 2004. 263 с.

8. Иерусалимов Е.Н. Изменение наземного покрова в очаге массового размножения сосновой пяденицы // Экология. 1991. № 5. С. 56–62.

9. Баранчиков Ю.Н., Перевозникова В.Д. Очаги массового размножения сибирского шелкопряда как источники дополнительного выброса углерода // Чтения памяти В.Н. Сукачева. XX. Насекомые в лесных биогеоценозах. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2004. С. 32–53.

10. Перевозникова В.Д., Баранчиков Ю.Н. Структура запасов наземной фитомассы в свежих шелкопрядниках пихтовой тайги Нижнего Приангарья // Энтомологические исследования в Сибири. Красноярск: КФ РЭО, 2002. Вып. 2. С. 166–180.

11. Антипкина И.И. Динамика травяного покрова в березняках, поврежденных непарным шелкопрядом (Lymantria dispar L.) на юге Тюменской области: автореф. ... канд. биол. наук / И.И. Антипкина. Тюмень, 2006. 24 с.

12. Миркин Г.С., Розенберг Л.Г., Наумова Б.М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.

Bibliographic list

1. Kolesnikov B.P., Zubareva R.P., Smolonogov E.P. Forest conditions and forest types in Sverdlovsk region. Sverdlovsk, 1973. 175 s. 1.

2. Ponomarev V.I. Effect of defoliation of birch forest stands unpaired silkworm (Lymantria dispar L.) on the expression of induced resistance. // Bulletin of Saint-Petersburg forest technical Academy SPb.: FTA, 2011. – Release 196. S. 85–94.

3. The Basics of phytomonitoring / N.P. Bunkova, S.V. Zalesov, E.A. Zoteeva, A.G. Magasumova. Yekaterinburg: Ural state forest univ., 2011. 89 p.

4. Dancheva A.V., Zalesov S.V. Ecological monitoring of forest plantations and recreational purpose. Yekaterinburg: Ural state forest University, 2015. 152 p.

5. Kolomiets N.G. Siberian moth – a pest of lowland taiga // Works on forestry in Western Siberia. Novosibirsk: book publisher, 1957. Release 3. P. 61–76.

6. Methodological document on ensuring sanitary security in forests. Approved: Etc. The Federal Forestry Agency of 09.06.2015 № 182. 45 p.

Электронный архив УГЛТУ

7. Ierusalimov E.N. Zoogenic defoliation and forest community. Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2004. 263 s.

8. Ierusalimov E.N. The change in land cover in the focus of mass raznoetion of pine looper // Ecology. 1991. № 5. C. 56–62.

9. Baranchikov Yu.N., Perevoznikova V.D. Centers of mass outbreaks of the Siberian silkworm as sources of additional carbon emissions // Readings in memory of V.N. Sukachev. XX. Insects in forest biogeocenoses. Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2004. P. 32–53.

10. Perevoznikova V.D., Baranchikov Yu.N. The structure of the terrestrial phytomass stocks fresh chalco-prateia fir taiga, Lower Angara region // Entomological studies in Siberia. Krasnoyarsk: KF, 2002. Release. 2. P. 166–180.

11. Antipkina I.I. The dynamics of grass cover in birch forests damaged by Gypsy moth caterpillars (Lymantria dispar L.) on the South of the Tyumen region. Author´s abstract of candidate of biological Sciences. Tyumen, 2006. 24 p.

12. Mirkin G.S., Rozenberg L.G., Naumova B.M. Dictionary of concepts and terms of modern phytocenology. M.: Science, 1989. 223 p.

УДК 630*174.754:631.466.12:632.95

МИКОРИЗАЦИЯ КОРНЕЙ У ОДНОЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ В ЛЕСНОМ ПИТОМНИКЕ В УСЛОВИЯХ ПЕСТИЦИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

С.К. СТЕЦЕНКО – кандидат биологических наук,
научный сотрудник лаб. лесовосстановления,
защиты леса и лесопользования,
e-mail: stets_s@mail.ru, 620134*

Е.М. АНДРЕЕВА – кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник лаб. лесовосстановления,
защиты леса и лесопользования,
e-mail: e_m_andreeva@mail.ru*

Г.Г. ТЕРЕХОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник лаб. лесовосстановления,
защиты леса и лесопользования,
e-mail: terekhov_g_g@mail.ru*

* ФБГУН Ботанический сад Уральского отделения РАН, 620134,
Екатеринбург, ул. Билимбаевская, 32а;
тел.: +7(343) 322-56-31

Ключевые слова: *микориза, сосна, сеянцы сосны, биоремедиация, пестициды, раундап, глифосат, лесной питомник, лесная подстилка.*

Применение пестицидов при выращивании сосны (Pinus sylvestris L.) приводит к загрязнению почвы лесного питомника их остаточными количествами и метаболитами, которые долго остаются в почве и оказывают отрицательное воздействие на выращиваемую породу, приводя к появлению значительной доли тератоморфных сеянцев в посеве. Перспективным и экономически обоснованным способом очищения загрязненной почвы может стать метод биоремедиации путем микробиологического разложения