

ИЗМЕНЕНИЕ ЗОЛЬНОГО СОСТАВА ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ ПРИ ВЫЖИГАНИИ ШЕЛКОПРЯДНИКОВ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Ю.Н. Краснощеков, В.В. Кузьмиченко **

Рассмотрены материалы исследований по послепожарной динамике свойств лесных подстилок в очагах массового размножения сибирского шелкопряда. Установлено, что в шелкопряднике и при его выжигании резко изменяется запас и качественный фракционный состав подстилки. Показано, что после выжигания шелкопрядника резко изменяется их актуальная кислотность и зольный химический состав. Из лесной подстилки в атмосферу потеря углерода составляет около 75 %, азота – около 50 %, в то же время происходит резкое увеличение как валовых, так и подвижных форм калия и фосфора.

Лесная подстилка обычно выделяется как поверхностный генетический горизонт почвы, биологической аккумуляции специфических и неспецифических органических веществ. Этот горизонт обладает особыми признаками и свойствами, определяющими как направления и особенности почвообразования, так и успешность естественного возобновления и роста древесных пород. С биогеоценотической точки зрения подстилка – своеобразный биогеогоризонт, субстрат – преобразователь, активный фактор, действующий на почву [5-8].

Особенность современных процессов почвообразования во многом определяется временными параметрами биологического круговорота – продолжительностью закрепления химических элементов в подстилке и скоростью их высвобождения и поступления в почву. Большое влияние на этот процесс оказывают антропогенные факторы – рубка леса, пожары и др.[3,10,12].

В очагах массового размножения сибирского шелкопряда в результате увеличения поступления зоогенного опада и осветления лесного полога существенно повышаются деструкционные процессы в подстилке, а последующие низовые пожары, в зависимости от их интенсивности, уничтожают ее полностью или приводят к образованию поверхностного специфического пирогенного органогенного горизонта (O_{pit}), который по химическим и физико-химическим параметрам и биологическому круговороту элементов очень отличается от “неизмененных” аналогов. Поверхностные органогенные горизонты почв аккумулируют в себе все прямые и косвенные воздействия вначале шелкопряда, а затем пожара, дольше всех компонентов биогеоценоза сохраняют следы совместного воздействия этих факторов, изменяя лесорастительные их свойства.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в Усольском лесхозе Красноярского края в Нижнем Приангарье. Пробные площади были заложены в 35 км на восток от пос. Тасеево, на выположенной части водораздела с небольшим уклоном (2-4°) северной экспозиции, абс. отм. 340-350 м над ур. моря. Пробная площадь (пр.пл.) 1 (контроль) заложена под пологом пихтарника травяно-зеленомошного, состав 7П2Б1К, полнота 0,7, возраст 150-160 лет. Пр.пл.2 – на участке леса, полностью засохшего вследствие дефолиации сибирским шелкопрядом в 1996 г., в таком же типе леса и в настоящее время представляет шелкопрядник разнотравный. Пр.пл. 3 – на участке после контролируемого выжигания опубликована [9]. Вывал сухостоя и прокладка защитной минерализованной полосы по периметру шелкопрядника проведены в начале сентября 2001 г. лесопожарным агрегатом АПЛ-55, контролируемое выжигание – в июне 2002 г. Пр.пл. 4 представляет 10-летнюю гарь шелкопрядника, полностью заросшую травянисто-кустарниковой растительностью.

* © - Ю.Н. Краснощеков, В.В. Кузьмиченко, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2006.

В почвенном покрове пробных площадей распространены дерново-глубокоподзолистые со вторым гумусовым горизонтом тяжелосуглинистые почвы. Наиболее характерной особенностью морфологических признаков рассматриваемых почв является их глубокая оподзоленность. В верхней части элювиальной толщи в ходе развития подзолистого процесса присутствует гумусово-элювиальный горизонт (AYEL) мощностью 10-12 см. За этим горизонтом следует горизонт EL или ELBT мощностью до 40 см. Иллювиальный горизонт в исследуемых почвах очень четко выделяется по окраске, структуре, характеру иллювирования илистой фракции и гумусовых соединений. Иллювирование гумуса в горизонте BT бывает настолько значительным, что улавливается и морфологически (Bhh), и аналитически. В нетронутых пихтарниках травяно-зеленомошных типов профиль дерново-глубокоподзолистой почвы характеризуется строением: O-AYEL-EL(ELBT)-BT1-Bhh-BT2-BTC-C. В почвах под участками леса, поврежденными сибирским шелкопрядом 5-6 лет назад, в морфологическом облике наблюдаются существенные изменения и, в первую очередь, в гумусово-аккумулятивной части профиля. Мощность лесной подстилки уменьшается до 1-1,5 см. Отчетливо выделяется дерновый горизонт Ad мощностью 6-8 см, характерна также большая мощность горизонта AY+AYEL на 6-12 см по сравнению с контролем, граница между горизонтами EL и BT постепенная, тогда как под пологом леса она резкая. Профиль почв имеет следующее строение: O-Ad-AY-AYEL-EL-B1T-Bhh-BT2-BTC-C.

При проведении исследований использовались следующие методики: учет запаса подстилки, определение ее зольного химического состава - по Л.Е. Родину с соавторами [13], физико-химические и химические свойства - по Е.В. Аринушкиной [1]. Образцы подстилки на определение запасов и химических свойств отбирались два раза за летний сезон – в середине июня и в конце августа. Для исследования лизиметрических вод использованы лизиметры конструкции Е.И. Шиловой [14]. Лизиметры были установлены под горизонтом лесной подстилки (на контроле и в шелкопряднике), а на участке контролируемого выжигания – под горизонтом Orig. Отбор растворов из бутылей проведен в конце августа 2002 г. и весной 2003 г. после таяния снега.

Результаты и обсуждение. Особое место в сукцессионной динамике нарушенных лесных экосистем занимают шелкопрядники - значительные по площади участки тайги, дефолированные сибирским шелкопрядом. При отсутствии механических повреждений почвы и на фоне резкого изменения светового режима в подстилку поступает от 4.5 до 10 т/га абсолютно сухой массы органических веществ в виде зоогенного опада [2]. Это определяет дальнейший физиономический облик растительного покрова свежих шелкопрядников.

По данным В.Д. Перевозниковой и Ю.Н. Баранчикова [11], в первый год после дефолиации наиболее существенные изменения происходят в наземной фитомассе напочвенного покрова. Резко возрастает масса травостоя (масса трав в неповрежденном пихтарнике - 66.3 г/м², в шелкопряднике - 275.8 г/м²). В его составе стали доминировать крупные травы. Доля их в структуре фитомассы резко увеличилась и в совокупности составила 61 %, в то время как в контроле не превышает 28 %.

Отличительный состав наземной растительности приводит к формированию в шелкопрядниках своеобразных подстилок. Помимо того, что подстилки аккумулируют в себе огромное количество дополнительно органического материала и зольных элементов, они очень влияют и определяют биохимические и биологические особенности почв [10].

Данные, приведенные в табл.1, свидетельствуют, что подстилки, формирующиеся в 6-летних шелкопрядниках, наряду с общими чертами их строения характеризуются и некоторыми существенными отличиями, прежде всего мощностью, запасом и фракционным составом, что связано с направленностью сукцессий травянистого покрова. Под пологом пихтарников мощность подстилки изменяется незначительно и в среднем составляет 2 см, а ее запас - от 10,26±1,09 до 10,99±1,22 т/га. В разнотравном шелкопряднике в годы наблюдений средняя мощность подстилки составила 1,2±0,3 см, запас – от 6,72±0,52 до 7,10±0,44 т/га. Различия подстилок в мощности и запасах связаны с изменениями их качественных характеристик. Определение фракционного состава показало, что под пологом пихтовых насаждений более половины веса подстилки приходится на разложившиеся растительные остатки (60,2-62,2 %). На долю мхов – от 2 до 15 %, на грубые фракции (сучья, ветки, хвоя) падает 20-27,5 %. Фракция листьев и травы составляет 4,8 – 6,6 % (рис. 1).

Таблица 1

Мощность и запасы подстилки в лесу, в шелкопряднике и на гарях разного возраста в годы исследований

| № пп | Тип леса, шелкопрядника, год выжигания шелкопрядника | Мощность, см | | | Запас, т/га | | |
|------|--|--------------|--------|--------|-------------|--------|--------|
| | | 2002 г | 2003 г | 2004 г | 2002 г | 2003 г | 2004 г |
| 1 | Пихтарник травяно-зеленомошный | 2,1± | 2,1± | 2,1± | 10,99± | 10,87± | 10,90± |
| | | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 1,22 | 1,09 | 1,31 |
| 2 | Шелкопрядник разнотравный, 1996 г. | 1,2± | 1,2± | 1,2± | 7,10± | 7,00± | 6,72± |
| | | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,44 | 0,38 | 0,52 |
| 3 | Выжигание 2002 г. | 1,5± | 1,2± | 0,9± | 2,97± | 2,10± | 2,03± |
| | | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,11 | 0,15 | 0,12 |
| 4 | 10-ти летняя гарь шелкопрядника | 2,6± | 2,6± | 2,5± | 12,31± | 11,38± | 10,99± |
| | | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,77 | 0,72 | 0,67 |

По сравнению с лесом подстилки шелкопрядников имеют иное соотношение фракций: характерно отсутствие фракций хвои и мхов, в то же время резко увеличивается доля фракций травы и листьев, абсолютное господство принадлежит грубой фракции (сучья и ветки) – до 61–67 %.

В первый год после контролируемого выжигания шелкопрядника наступает стадия “черной гари”, когда на выжженном участке наблюдается полное выгорание живого напочвенного покрова и только к концу лета здесь появляются единичные экземпляры пионерных (гаревых) видов растений. На второй год после пожара стадия “черная гать” сменяется новой стадией сукцессии – кипрейной. На третий-четвертый год проективное покрытие кипрея достигает 70-85 %, высотой 50-80 см. Наблюдается также разрастание яруса кустарников – в основном малины и единичных экземпляров душиеки и березы. Под влиянием пожаров, особенно низовых, происходит частичное или полное сгорание подстилки. Пиролиз подстилок сопровождается уменьшением их мощности, запасов, существенно изменяет фракционный состав, что в дальнейшем влияет на свойства почв, особенно их верхних горизонтов.

Как показали исследования, в первые два месяца после выжигания шелкопрядников (стадия «черная гать») абсолютное господство во фракционном составе вновь образованного поверхностного специфического пирогенного органогенного горизонта (O_{rig}) принадлежит фракции древесных углей (рис.1). Через год наблюдается некоторое уменьшение этой фракции, а относительно резкое ее уменьшение (более чем на 30 %) отмечено спустя два года после пожара (кипрейная стадия). Для фракционного состава горизонта O_{rig} на участках выжигания шелкопрядников характерна большая доля (до 23 %) в его составе фракции трухи, представляющей собой смесь тонкодисперсных древесных углей, перемешанных с мелкоземом.

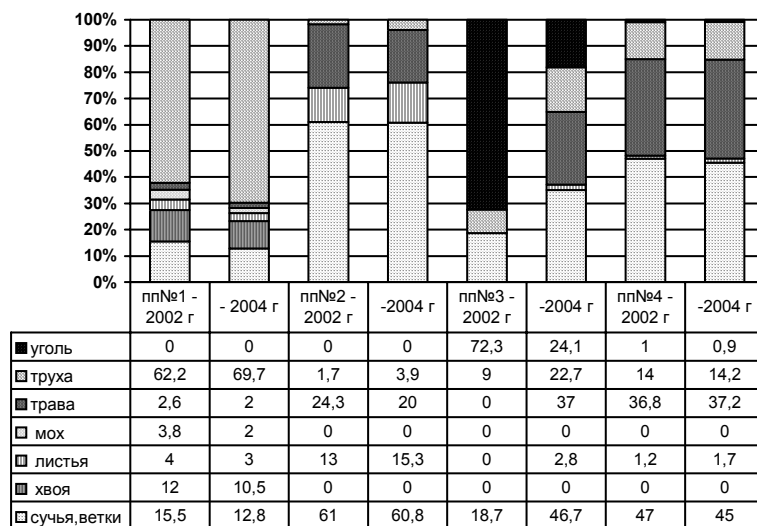


Рис. 1. Фракционный состав подстилок

В Нижнем Приангарье подстилки травяно-зеленомошных пихтарников характеризуются более низкой зольностью, чем подстилки, формирующиеся в шелкопрядниках (табл. 2). В целом, подстилки в исследуемых пихтовых насаждениях и шелкопрядниках отличаются низким содержанием зольных элементов. Однако наблюдаются различия в содержании элементов в зависимости от направленности сукцессионных процессов. Так, подстилки разнотравных шелкопрядников, несмотря на то, что по концентрации ряда химических элементов (в % на сухое вещество) близки к подстилкам пихтарников, по запасу значительно различаются. Это связано, главным образом, с уменьшением мощности и изменением фракционного состава подстилки в шелкопрядниках. Здесь в подстилках накапливается Ca, Fe, Al и Mn, в то же время происходит уменьшение Mg, K, P и Na. Подстилки 10-летней гари, заросшей травянистой растительностью, обогащены Ca, Mg, P. Содержание K, Na, Mn, Fe, Al значительно уменьшено по сравнению с подстилками как шелкопрядников, так и под пологом пихтового насаждения.

Таким образом, количество зольных элементов в подстилках старых шелкопрядников и гарей зависит, главным образом, от направленности сукцессий живого напочвенного покрова, продукты разложения которых существенно изменяют химический состав подстилок и повышают их зольность.

В процессе горения лесной подстилки часть углерода и азота улетучивается в атмосферу. Установлено, что при выжигании шелкопрядника потеря углерода из лесной подстилки составила 75,7 %, а азота – 54,2 % (рис.2). Это вполне согласуется с данными многих исследователей. Так, А.И. Уткин [15] отмечал, что воздействие пожаров на лесорастительные свойства почв в первую очередь выражается в потере гумуса (углерода) и азота. По его расчетам, при полном выгорании лесной подстилки потеря азота может достигать 200-400 кг/га. Подобное уменьшение азота и органического углерода на свежих гарях в Приангарье отмечали В.Н. Горбачев с соавт. [4].

Таблица 2

Содержание зольных элементов в лесных подстилках (над чертой - % на сухое вещество, под чертой - кг/га)

| № п.п. | Год, месяц | | Зольность,% | Ca | Mg | K | Na | Fe | Al | Mn | P |
|--------|------------|--------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 1 | 2002, | июнь | 5,51 | 1,01/111,0 | 0,23/25,3 | 0,52/57,2 | 0,017/1,9 | 0,045/4,9 | 0,02/2,2 | 0,024/2,6 | 0,255/28,0 |
| | | август | 7,34 | 0,97/106,6 | 0,22/24,2 | 0,33/36,3 | 0,003/0,3 | 0,090/9,9 | 0,02/2,2 | 0,054/5,9 | 0,193/21,2 |
| | 2003, | июнь | 6,43 | 1,49/162,0 | 0,30/32,6 | 0,26/28,3 | 0,011/1,2 | 0,09/9,8 | 0,03/3,3 | 0,044/4,8 | 0,115/12,6 |
| | | август | 6,99 | 1,38/150,0 | 0,32/34,8 | 0,19/20,6 | 0,008/0,9 | 0,12/13,0 | 0,033/3,6 | 0,060/6,6 | 0,103/11,3 |
| | 2004, | июнь | 7,50 | 1,37/149,3 | 0,12/13,6 | 0,17/18,5 | 0,005/0,5 | 0,13/14,2 | 0,04/4,4 | 0,017/1,8 | 0,178/19,4 |
| | | август | 6,90 | 1,99/216,9 | 0,21/22,9 | 1,03/18,0 | 0,011/1,2 | 0,15/16,3 | 0,046/5,0 | 0,021/2,3 | 0,099/10,8 |
| 2 | 2002, | июнь | 11,49 | 2,44/173,2 | 0,24/17,0 | 0,36/46,9 | 0,01/0,7 | 0,115/8,2 | 0,06/4,3 | 0,075/5,3 | 0,192/13,6 |
| | | август | 12,47 | 1,73/122,8 | 0,22/15,6 | 0,34/24,1 | 0,009/0,6 | 0,125/8,9 | 0,09/6,4 | 0,104/7,4 | 0,180/12,8 |
| | 2003, | июнь | 10,18 | 3,21/224,7 | 0,32/22,4 | 0,47/32,9 | 0,042/2,9 | 0,12/8,4 | 0,07/4,9 | 0,111/7,8 | 0,129/9,0 |
| | | август | 11,32 | 3,17/221,9 | 0,50/35,0 | 0,28/19,6 | 0,008/0,6 | 0,13/9,1 | 0,08/5,6 | 0,119/8,3 | 0,100/7,0 |
| | 2004, | июнь | 11,89 | 2,99/200,9 | 0,12/8,1 | 0,65/43,6 | 0,07/4,7 | 0,11/7,4 | 0,09/6,0 | 0,124/8,3 | 0,169/11,3 |
| | | август | 12,20 | 2,27/152,5 | 0,05/3,4 | 0,31/20,8 | 0,024/1,6 | 0,18/12,0 | 0,11/7,4 | 0,205/13,8 | 0,112/7,5 |
| 3 | 2002, | июнь | 53,91 | 7,57/224,8 | 1,10/32,7 | 1,22/36,4 | 0,037/1,1 | 0,209/6,2 | 0,074/2,2 | 0,097/2,9 | 0,551/16,4 |
| | | август | 48,49 | 6,65/197,5 | 0,78/23,1 | 0,58/17,2 | 0,019/0,6 | 0,157/4,7 | 0,064/1,9 | 0,094/2,8 | 0,204/6,1 |
| | 2003, | июнь | 52,71 | 6,12/116,3 | 0,61/11,6 | 0,65/12,3 | 0,039/0,7 | 0,22/4,2 | 0,077/1,5 | 0,098/1,9 | 0,181/3,4 |
| | | август | 46,78 | 6,47/122,9 | 0,61/11,6 | 0,43/8,1 | 0,038/0,7 | 0,28/5,3 | 0,09/1,7 | 0,084/1,6 | 0,153/2,9 |
| | 2004, | июнь | 19,40 | 1,46/29,6 | 0,21/4,3 | 1,47/29,8 | 0,097/2,0 | 0,28/5,7 | 0,06/1,2 | 0,21/4,2 | 0,183/3,7 |
| | | август | 17,90 | 1,67/33,9 | 0,05/1,0 | 1,17/23,7 | 0,027/0,6 | 0,30/6,1 | 0,05/1,0 | 0,05/1,0 | 0,176/3,6 |
| 4 | 2002, | июнь | 5,82 | 2,29/281,7 | 0,22/27,1 | 0,23/28,3 | 0,001/0,2 | 0,036/4,5 | 0,011/1,4 | 0,030/3,7 | 0,150/18,5 |
| | | август | 9,11 | 2,84/349,3 | 0,31/38,1 | 0,36/44,2 | 0,023/2,8 | 0,022/2,7 | 0,02/2,5 | 0,023/2,8 | 0,145/17,8 |
| | 2003, | июнь | 9,93 | 2,28/280,4 | 0,32/39,4 | 0,24/29,5 | 0,002/0,3 | 0,031/3,8 | 0,027/3,3 | 0,047/5,8 | 0,090/11,1 |
| | | август | 9,67 | 2,40/263,8 | 0,39/42,9 | 0,31/34,1 | 0,024/2,6 | 0,025/2,7 | 0,03/3,2 | 0,033/3,6 | 0,135/14,8 |
| | 2004, | июнь | 9,90 | 2,23/245,1 | 0,33/36,3 | 0,18/19,8 | 0,009/1,0 | 0,046/5,0 | 0,034/3,7 | 0,039/4,3 | 0,07/7,7 |
| | | август | 9,90 | 2,23/245,1 | 0,33/36,3 | 0,18/19,8 | 0,009/1,0 | 0,046/5,0 | 0,034/3,7 | 0,039/4,3 | 0,07/7,7 |

Наиболее низкий запас углерода в горизонте О_{rig} отмечается на второй год после выжигания, когда заканчивается стадия “черная гарь”. На третий год, после полного зарастания гари кипреем, наблюдается тенденция увеличения органического углерода в органогенном пирогенном горизонте за счет его прихода с отмершими растительными остатками.

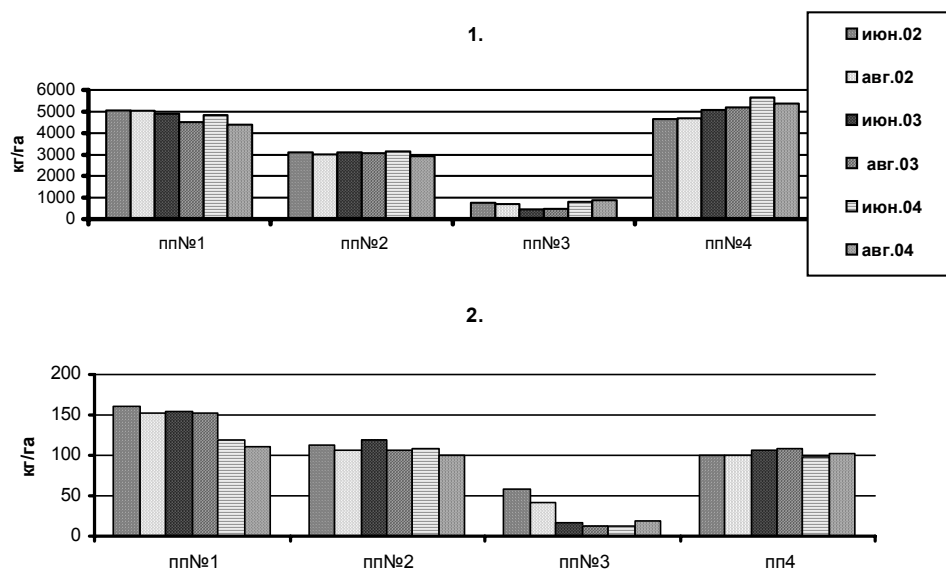


Рис. 2. Запасы углерода (1) и азота (2) в лесных подстилках

При сгорании подстилки и живого напочвенного покрова происходит высвобождение большого количества зольных элементов. После выжигания разнотравного шелкопряда отмечено увеличение концентрации в горизонте О_{rig} зольных элементов: Са- в 3,4 ; Mg- 4,1; Fe- 1,5; Mn- 1,1; К-2,6; Na-2,8 и P-2,1 раза.

Анализ лизиметрических вод, собранных через 2 месяца после выжигания шелкопряда, показал, что из горизонта О_{rig} на гари вынесено С-31,4; N-3,3; Са-15,6; Mg- 4,2; К-17,0; Na- 0,4 кг/ га. В то же время вынос этих элементов из подстилок как в шелкопряде, так и под пологом леса менее значителен. Кислая реакция среды отмечена в растворах, фильтрующихся через подстилку под пологом леса (рН=5,1), в шелкопряде рН равен 7,5, на гари рН растворов 8,0 (табл.3).

Таблица 3

Химический состав лизиметрических вод (числитель– мг/л; знаменатель–кг/га)

| Показатели | | Осень 2002 г. | | | Весна 2003 г. | | |
|------------------------|-------------------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| | | пп. №1 | пп. №2 | пп. №3 | пп. №1 | пп. №2 | пп. №3 |
| рН | | 5,1 | 7,5 | 8,0 | 6,0 | 7,1 | 7,6 |
| С | | <u>120,0</u> | <u>270,0</u> | <u>310,0</u> | <u>35,0</u> | <u>71,0</u> | <u>115,0</u> |
| N | | <u>15,3</u> | <u>22,1</u> | <u>31,4</u> | <u>4,4</u> | <u>9,1</u> | <u>14,7</u> |
| | | <u>4,48</u> | <u>26,88</u> | <u>26,32</u> | <u>3,13</u> | <u>6,10</u> | <u>11,87</u> |
| | | <u>0,6</u> | <u>3,1</u> | <u>3,3</u> | <u>0,4</u> | <u>0,8</u> | <u>1,5</u> |
| Анионы | HCO ₃ ⁻ | <u>16,49</u> | <u>52,46</u> | <u>78,08</u> | <u>14,64</u> | <u>22,70</u> | <u>67,19</u> |
| | | 2,1 | 3,4 | 9,7 | 1,8 | 2,9 | 8,6 |
| | SO ₄ ⁻ | <u>35,52</u> | <u>233,3</u> | <u>744,4</u> | <u>37,04</u> | <u>62,16</u> | <u>118,3</u> |
| | | 4,5 | 15,3 | 94,3 | 4,6 | 7,9 | 15,1 |
| Катионы | Cl ⁻ | <u>0,70</u> | <u>18,82</u> | <u>16,33</u> | <u>2,80</u> | <u>3,50</u> | <u>4,69</u> |
| | | 0,09 | 1,2 | 2,1 | 0,3 | 0,4 | 0,6 |
| | Na ⁺ | <u>0,23</u> | <u>1,29</u> | <u>3,91</u> | <u>2,07</u> | <u>0,64</u> | <u>0,50</u> |
| | | 0,03 | 0,1 | 0,4 | 0,25 | 0,08 | 0,06 |
| | K ⁺ | <u>68,82</u> | <u>60,21</u> | <u>134,5</u> | <u>2,50</u> | <u>13,03</u> | <u>36,67</u> |
| | 8,8 | 12,3 | 17,0 | 0,31 | 1,7 | 4,7 | |
| | Mg ²⁺ | <u>1,46</u> | <u>16,28</u> | <u>49,33</u> | <u>3,81</u> | <u>6,98</u> | <u>7,29</u> |
| | | 0,2 | 0,4 | 4,2 | 0,5 | 0,9 | 0,9 |
| | Ca ²⁺ | <u>16,44</u> | <u>65,76</u> | <u>123,5</u> | <u>12,46</u> | <u>16,64</u> | <u>42,04</u> |
| | | 2,1 | 5,9 | 15,6 | 1,6 | 2,1 | 5,4 |
| Прокаленный остаток, % | | 0,0246 | 0,0326 | 0,0610 | 0,0069 | 0,0127 | 0,0239 |

Приведенные экспериментальные данные показывают, что если в подстилке под пологом леса запас общего углерода в июне был равен 5060 кг/ га, то через 2 месяца стал равен 5027 кг/ га, потеря на разложения составила 33 кг/ га или 0,62 % от исходного запаса углерода. Вынос в водорастворимой форме за это время равен 30 % от исходного или 46,4 % от потерянного углерода. В подстилке шелкопряда на водорастворимый углерод приходится 0,71 % от исходного или 20,7 % от потерянного. За 2 месяца на гари потеря углерода равна 47,5 кг/ га. На водорастворимый углерод приходится 4,2 % от исходного или 66,1 % от потерянного. Увеличение водорастворимого углерода на гари связано с резким возрастанием в растворе аниона HCO_3^- в результате интенсивного процесса окисления органического вещества с образованием при этом солей щелочных и щелочноземельных элементов. Следует отметить, что по химическому составу лизиметрические воды на гари относятся к гидрокарбонатно-сульфатному типу.

Среди зольных элементов поведение калия заслуживает особого внимания. За два летних месяца его потеря в лесу - 36,5 %, в шелкопряднике - 48,6 %, а на гари 52,7 %. Водорастворимый калий в лесу от потерянного составил 20,9 %, в шелкопряднике - 53,9 %, на гари - 88,5 %.

На основании проведенных исследований можно построить следующие ряды выноса некоторых химических элементов в водорастворимой форме из подстилок: под пологом леса - $\text{Ca} > \text{C} > \text{K} > \text{Mg} > \text{N} > \text{Na}$; под шелкопрядником - $\text{K} > \text{Na} > \text{N} > \text{Mg} > \text{C} > \text{Ca}$; на гари - $\text{K} > \text{Na} > \text{C} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{N}$.

Специфической особенностью лизиметрических вод на пожарище является обогащение их твердыми частицами как минерального, органо-минерального, так и органического происхождения. Общее количество выноса твердых частиц в воде за 2 месяца составило 31,2-75,0 кг/ га. Миграция веществ, учтенных в твердом стоке, свидетельствует, что с ним вынесено углерода 3,37-4,77 кг/ га, азота - 0,33-0,48 кг/ га, кальция - 0,33-0,80 кг/ га.

Весной, после таяния снега, абсолютный вынос водорастворимых зольных элементов и азота из подстилок значительно ниже, чем за летний период. Анализ лизиметрических вод, собранных после снеготаяния показал, что из лесной подстилки под пологом травяно-зеленомошного пихтарника выносятся С - 4,4; N - 0,4; Ca - 1,6; Mg - 0,5; K - 0,31 и Na - 0,25 кг/га В шелкопряднике С - 9,1; N - 0,8; Ca - 2,1; Mg - 0,9; K - 1,7; Na - 0,08 кг/га. На гаревом участке - С-14,7; N-1,5; Ca- 5,4; Mg-0,9; K- 4,7 и Na-0,06 кг/га. Величина pH растворов, после снеготаяния прошедших через подстилки под пологом леса равна 6,0, в шелкопряднике 7,1, а на гари 7,6.

Таким образом, при сгорании подстилки и живого напочвенного покрова в шелкопрядниках происходит высвобождение большого количества зольных элементов, что отражается в химических свойствах почв.

Изменение кислотности верхних горизонтов почв наиболее заметно в год пожара.

Пиролиз органики сопровождается сдвигом кислотности в сторону нейтрализации или подщелачивания растворов. Так, если в лесу и в шелкопряднике в подстилках реакция среды слабокислая (pH=5,7-5,9), то после пожара в поверхностном горизонте Ориг она стала сильнощелочной (pH=8,7). Большая разница в кислотности отмечается только в слое подстилки, нижние органо-минеральные и минеральные горизонты имеют реакцию, близкую соответствующим горизонтам лесной почвы. Через 2 месяца, в августе, pH среды этого горизонта стала щелочной (pH=8,0), через год она стала близка к нейтральной и только на 10-летней гари реакция почвенной среды в поверхностном органо-генном горизонте устанавливается в первоначальном виде (рис.3).

В качестве положительного влияния пожара на почвы большинство исследователей отмечают увеличение как валовых, так и подвижных соединений фосфора и калия в поверхностных горизонтах. Выжигание шелкопряда привело к увеличению здесь валового калия в 3,2, а подвижного - в 4,3 раза. Вместе с этим наблюдается и увеличение доли обменного калия. Так, если в лесу и шелкопряднике подвижный калий составляет 10,7-12,0 % от валового, то сразу после пожара увеличивается до 19,9 %, а через 2 месяца снижается до 17,8 %. На старой 10-летней гари доля подвижного калия от валового составляет 10,2 %. Подобная тенденция к увеличению характерна и фосфору. Содержание валового фосфора увеличивается в 3,2, а подвижного - в 12,3 раза. Наблюдается также и увеличение доли подвижного фосфора. Так, если в лесу и шелкопряднике она составляет 1,5-1,8 %, то на гари, сразу после пожара, увеличивается до 6,7 % от валового, несколько снижаясь через 2 месяца.

Заключение. Рассмотрены материалы исследований по послепожарной динамике свойств лесных подстилок в очагах массового размножения сибирского шелкопряда. При воздействии шелкопряда, а затем пожара в органо-генных горизонтах лесных почв возникают изменения в пространственной организации достаточно лабильных их свойств (pH, содержание Сорг., обменных катионов, подвижных НРК и др.). Установлено, что при выжигании шелкопряда резко изменяется запас и качественный фракционный состав подстилки. В результате выжигания шелкопряда из лесной подстилки в атмосферу потеря углерода составляет около 75 %, азота - около 50 %, в то же время происходит резкое увеличение как валовых, так и подвижных форм калия и фосфора. Количество зольных элементов в подстилках старых шелкопрядников и гарей зависит, главным образом, от направленности сукцессий живого напочвенного покрова, продукты разложения которых существенно изменяют химический состав подстилок и повышают их зольность. Исследования сукцессий растительности и почв, наблюдаемых при природных и антропогенных катастрофических

воздействиях на биогеоценозы, представляют интерес для понимания особенностей функционирования лесных биогеоценозов, механизмов нарушения климаксного состояния почвенного покрова и периода его восстановления.

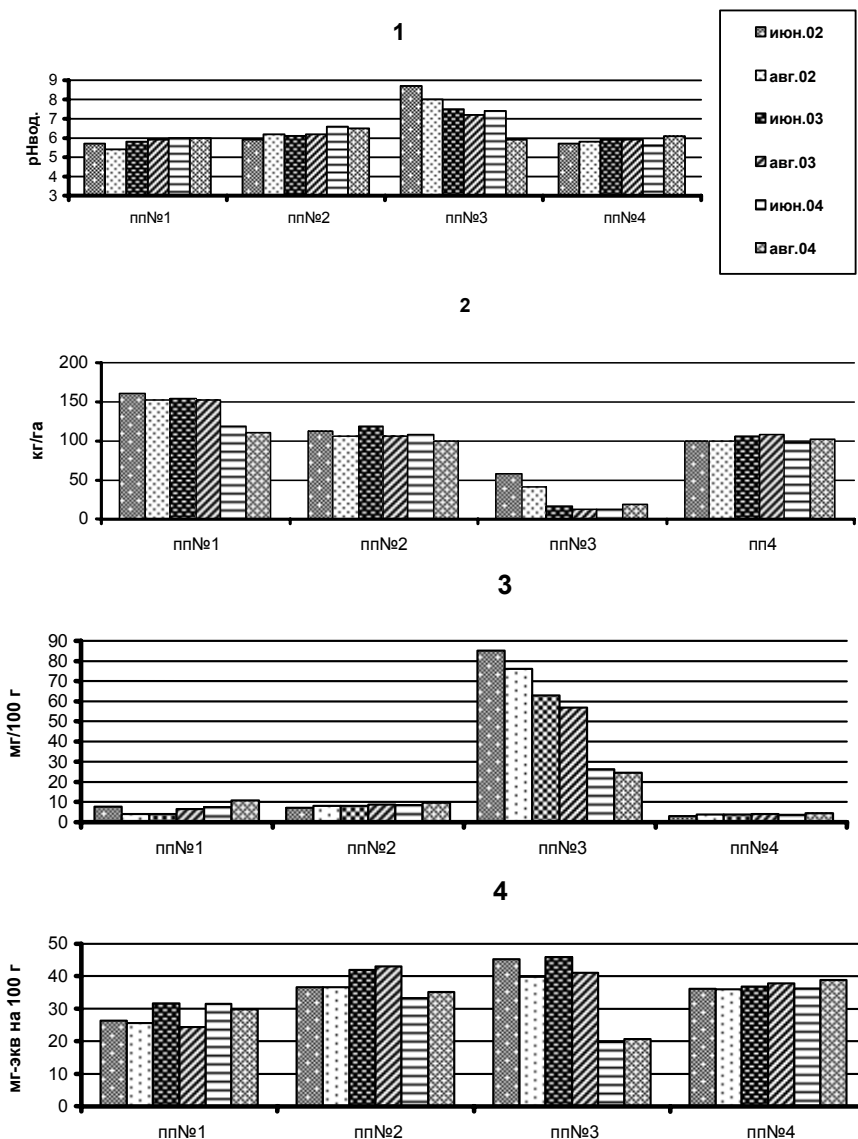


Рис. 3. Динамика некоторых физико-химических и химических свойств подстилок:
 1 – актуальной кислотности; 2 - подвижного калия и 3 - фосфора (мг/100 г);
 4 - обменных катионов $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ (мг-экв/100 г)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв/ Е.В. Аринушкина.- М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
2. Баранчиков Ю.Н. Суточная динамика поступления в подстилку экскрементов насекомых в очаге размножения сибирского шелкопряда/Ю.Н. Баранчиков, Р.П. Харитонченко// Роль подстилки в лесных БГЦ. - М.: Наука, 1983.– С 18-19.
3. Богатырев Л.Г. Характеристика лесных подстилок при зарастании вырубок южнотаежной подзоны/Л.Г. Богатырев, Т.Г. Щенина, М.С.Комарова // Почвоведение.– 1989,– №7.– С. 106-113.
4. Горбачев В.Н. Почвенно-экологические исследования в лесных биогеоценозах/ В.Н. Горбачев, В.К. Дмитриенко, Э.П. Попова, Н.Д. Сорокин.– Новосибирск: Наука, 1982. –185 с.
5. Зонн С.В. Влияние леса на почвы/ С.В. Зонн.– М.: Изд-во АН СССР, 1954.–160 с.
6. Зонн С.В. Почвы как компонент лесного биогеоценоза/ С.В. Зонн// Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. –С. 372-457.
7. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы/ Л.О. Карпачевский.– М.: Лесная промышленность, 1981. –263 с.

8. Карпачевский Л.О. Подстилка –особый биогеогоризонт лесного биогеоценоза/ Л.О. Карпачевский// Роль подстилки в лесном БГЦ. –М.: Наука, 1983. –С. 88-89.
9. Контролируемые выжигания на вырубках в горных лесах. – Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2001. –172 с.
10. Краснощек Ю.Н. Изменение свойств почв в очагах размножения сибирского шелкопряда/ Ю.Н. Краснощек, З.В. Вишнякова// Почвоведение.–2003.– №12. – С. 1453-1462.
11. Перевозникова В.Д. Структура запасов надземной фитомассы в свежих шелкопрядниках пихтовой тайги Нижнего Приангарья/ В.Д. Перевозникова, Ю.Н. Баранчиков// Энтомологические исследования в Сибири. –Красноярск, КФ СО РЭО, 2002. – Вып 2. – С. 166-180.
12. Попова Э.П. Особенности почвообразования в лесных биогеоценозах Приангарья в зависимости от давности пожаров/ Э.П. Попова// Генезис и география лесных почв. –М.: Наука, 1980. –С. 40-52.
13. Родин Л.Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах/Л.Е. Родин, Н.П. Ремезов, Н.И. Базилевич. – Л.: Наука, 1968. –143 с.
14. Скрынникова И.Н. Методы исследования химического состава жидкой фазы почв/ И.Н. Скрынникова //Методы стационарного изучения почв. –М.: Наука, 1977.–С. 3-40.
15. Уткин А.И. Влияние огня на природу и формирование лиственничников Центральной Якутии/ А.И. Уткин// Лесное хозяйство. –1965. – №1. – С. 46-50.

**CHANGE OF FOREST LITTER ASH STRUCTURE
AT BURNING FORESTS DAMAGED BY SIBERIAN MOTH
IN SOUTHERN TAIGA OF MIDDLE SIBERIA**

Yu.N.Krasnoshchekov, V.V.Kuzmichenko

Study materials on post- fire dynamics of forest litter properties in foci of Siberian moth mass re-production have been considered. It was stated that the stock and qualitative fraction structure of litter drastically change in the forest damaged by Siberian moth as well as at its burning. It was shown that after burning the forest damaged by Siberian moth the actual acidity and ash chemical structure drastically change as well. Carbon loss from forest litter to the atmosphere makes about 75%, nitrogen loss is about 50%. At the same time a sharp increase of both total and also mobile forms of potassium and phosphorus occurs.