

углекислого газа в атмосфере, так как именно растения аккумулируют его до 99,9% в своих тканях. Лесные экосистемы вырабатывают почти 66% органического вещества на Земле, хотя занимают только 28% площади суши. Для определения эффективности депонирования углерода лесами в различных регионах необходимы точные оценки запасов углерода лесными насаждениями с повышенной продуктивностью, которые используются для базы данных о запасе углерода в фитомассе лесов. К сожалению, из-за использования усредненных показателей в существующих методиках и недостатка экспериментальных данных по древесным растениям в различных регионах, точность оценок прогнозирования экологической ситуации несовершенна.

В 2016-2017 гг. для определения углерододепонирующей способности лесных культур нами были заложены пробные площади в экспериментальных лесных культурах Воскресенского лесхоза Московской области на рекультивируемых землях. В результате добычи и переработки минерального сырья нарушаются природные ландшафты, уничтожается почвенный покров и растительность. При лесной рекультивации земель восстанавливается хозяйственная ценность земель, нарушенных в процессе промышленного производства; на таких землях создаются лесонасаждения различного типа и назначения, при этом лесной фонд увеличивается.

Начиная с конца 1980 г., на рекультивируемых землях Егорьевского месторождения фосфоритов создавались культуры с использованием местных видов, а также интродуцентов – сосны сибирской кедровой, кедра корейского, кедрового стланника, сосны веймутовой, березы карельской и некоторых других под руководством кафедры лесных культур МГУЛ. При посадке были использованы комплексные, азотные, фосфорные удобрения и контроль без удобрений. Для исследования были выбраны посадки сосны сибирской кедровой, лиственницы сибирской, ели европейской, сосны обыкновенной. Образцы для анализа брались с 10 деревьев в каждом варианте, в трехкратной повторности три раза за вегетацию (июнь, июль, август). Содержание углерода в каждой фракции определялось в лаборатории физиологии растений МФ МГТУ методом мокрого сжигания.

Полученные данные могут быть использованы для формирования банка данных о запасах углерода в фитомассе древесных растений при лесной рекультивации нарушенных земель. Используя информацию о возрастной структуре насаждений, продуктивности и росте древесных растений, можно оценить аккумулирующую и депонирующую способность к углекислому газу конкретного вида в данном регионе.

УДК 574.4

ДИНАМИКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЛЕСОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Ведрова Э.Ф., Мухортова Л.В., Кривобоков Л.В.

Институт леса им. В.Н.Сукачева Сибирского отделения Российской Академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН,
e-mail: estella_vedrova@mail.ru

Экологические функции лесов определяются их ролью одного из наиболее мощных резервуаров основного биогенного элемента – углерода (С) и фактора, поддерживающего газовый состав атмосферы в ее стабильном состоянии. Естественным регулятором развития лесов при определенных метеоусловиях, наличии горючего материала и пожарной зрелости лесов служат лесные пожары, являясь часто,

наряду с лесохозяйственной деятельностью человека, и деструктивным фактором антропогенной дигрессии.

Результаты исследования основных параметров бюджета углерода лиственничников на Туруханской исследовательской станции (65° с.ш., 89° в.д.) Енисейского трансекта позволили провести анализ изменения пулов С и соотношения его основных потоков (продукционного и деструкционного) при гибели перестойного древостоя и последующем его восстановлении к возрасту спелости в экосистемах восстановительно-возрастного ряда лиственничников подзоны северной тайги Центральной Сибири. Интенсивный пожар привел к потере 44% экосистемного пула С от сгорания надземной биомассы (36.6 тС га⁻¹) и выгорания подстилки (11.9 т С га⁻¹). Эмиссия С в атмосферу сопоставима с его запасом в над- и подземной биомассе растительного блока. На месте выгоревшего древостоя на 28% увеличилась масса крупных древесных остатков и на 70% – масса корневого детрита. Через 18 лет в лиственном насаждении на месте горельника, представляющем II стадию восстановления коренного лиственничника, пул С в растительном блоке восстановился на 15%, в том числе на 90% за счет напочвенного, в основном мохового, покрова. В отличие от спелого и перестойного лиственничников, которые служат стоком для углекислого газа атмосферы, экосистема лиственного насаждения служит его источником в атмосферу: интенсивность возврата С в атмосферу в нем в 2,5 раза превышает затраты С атмосферы на ассимиляцию в продукции.

Исследование влияния пожара средней и высокой интенсивности на пул С сосняков подтаежно-лесостепного и таежного высотно-поясного комплексов Юго-Западного Прибайкалья (52°37' с.ш.; 106°47' в.д.) показало, что пожар средней интенсивности не сказался катастрофически на пуле С средневозрастных сосняков. В приспевающем таежном сосняке спустя 5 лет после пожара высокой интенсивности пул С оставался на 20% ниже, чем в негоревшем варианте. Масса С в фитомассе древостоя по сравнению с контролем уменьшилась на 18%, в напочвенном покрове – на 63%. Наполовину снизились по сравнению с контролем запасы С в фитодетрите из-за выгорания грубых древесных остатков (на 64%) и корневого детрита (на 50%).

Анализ динамики запасов органического вещества (ОВ) в основных компонентах растительного и почвенного блоков экосистем послерубочных восстановительных сукцессий в сосняках (52.3° с.ш.; 107.6° в.д.) и пихтарниках (51.3° с.ш.; 105.5° в.д.) Восточного Прибайкалья показал, что пул С в незатронутых рубками сосняке брусничном и пихтарнике чернично-зеленомошном на 63 и 50% соответственно представлен ОВ фитомассы. Вырубка древостоя в сосняках и пихтарниках снизила долю фитомассы в пуле С соответственно до 16 и 6%. В приспевающем сосняке, сформировавшемся на 60-летней вырубке, запасы С восстановились почти на 70%, в пихтарнике к возрасту 50-55 лет – на 10%. На свежей вырубке сосняка запасы почвенного С в 5 раз, а на 3-летней вырубке пихтарника – в 16 раз выше, чем в фитомассе. К 50-60-летнему возрасту соотношение С в фитомассе и почвенном ОВ сосняка достигает уровня ненарушенного насаждения, а в пихтарнике участие фитомассы в формировании пула С увеличивается, но не достигает уровня контрольного варианта.

Коренная растительность южных бореальных лесов Центральной Сибири подвергалась (и продолжает подвергаться) значительным нарушениям. Восстановительные сукцессии в прошлом связаны с деятельностью шелкопряда, а в последние 50-70 лет – с вырубкой лесов лесозаготовительными предприятиями. Наблюдения за изменением запасов ОВ и интенсивностью их восстановления проводили на 6 пробных площадях на территории Кеть-Чулымского лесорастительного округа (57° с.ш.; 93° в.д.). Фоновыми почвам на исследуемой территории являются

серые со вторым гумусовым горизонтом. Одна из пробных площадей, заложенная в кедрово-елово-пихтовом древостое со вторым ярусом из пихты и ели, представляет собой пример тех разновозрастных древостоев, которые были вырублены или уничтожены шелкопрядом. Остальные представляют два варианта сукцессий, когда коренной темнохвойный древостой восстанавливается через смену и без смены породы. От 45 до 60% общего запаса С в этих экосистемах сосредоточено в органическом веществе почвы, на долю фитодетрита приходится дополнительно 13-17% в производных березняках и 24-33% в коренных пихтарниках. Одна из задач исследования сводилась к оценке участия компонентов ОВ почвы в формировании минерализационного потока С в атмосферу. Для этого определялись запасы С в стабильном и подвижном гумусе почвы, запасы и интенсивность разложения компонентов фитодетрита на поверхности и в толще почвы. Разложение ОВ объединяет такие одновременно протекающие процессы, как минерализация и гумификация компонентов фитодетрита, минерализация и аккумуляция нового гумуса, минерализация подвижного гумуса почвы. Пул С в ОВ почвы в экосистемах лиственных и хвойных древостоев восстановительных сукцессий темнохвойных лесов южной тайги изменяется от 139.7 до 292.7 т га⁻¹. Основным его компонентом являются гумусовые вещества со средним запасом 147.5±36.7 т С га⁻¹ в слое почвы 0-100 см. На подвижные продукты гумусовой природы приходится 35-40 и 21-28% С гумуса почв, в гумусово-аккумулятивном и нижележащих горизонтах, соответственно. Каждая из экосистем березняков и пихтарников на современном этапе функционирования характеризуется относительно устойчивым пулом углерода в фитодетрите. Удельная скорость разложения фитодетрита изменяется с возрастом в березняках от 0.10 до 0.07, в пихтарниках – от 0.063 до 0.038 т С на 1т С_{ФИТОДЕТРИТА} в год. В формировании потока С в атмосферу основная роль при обеих формах восстановления коренных древостоев и на всех возрастных стадиях принадлежит фитодетриту. Участие гумуса почвы в березняках увеличивается к возрасту распада основного древостоя с 7.9 до 15%, но поскольку часть минерализовавшегося гумуса почвы компенсируется «молодыми» гумусовыми кислотами, его участие в формировании потока С_{СО2} в атмосферу снижается до 2 и 6%. Относительно запаса в слое почвы 0-20 см минерализационные потери С_{ГУМУС} составляют 0.1-0.2%. В пихтарниках минерализующийся гумус компенсируется гумусовыми веществами, синтезированными в процессах гумификации разлагающегося фитодетрита.

Анализ интенсивности продукционных и деструкционных процессов показал, что ни одна из изученных экосистем послерубочных восстановительных рядов в южнотаежных пихтарниках к 50-60-летнему возрасту не является источником С-СО₂ в атмосферу: интенсивность затрат С атмосферы на продуцирование ОВ превышает или находится в равновесии с минерализационным потоком углерода в атмосферу.

Одним из серьезных факторов нарушения естественных биогеохимических циклов в лесных экосистемах является также промышленное воздушное загрязнение. Особенно неустойчивы к такому воздействию лесные экосистемы Крайнего Севера. Так, находясь в течение более 40 лет под воздействием промышленных смогов Норильского комбината по направлению господствующих ветров, равнинные территории долины р. Рыбная (68.4-69.1° с.ш.; 88.4-89° в.д.) характеризуются изменением исходного состава растительного яруса лесных экосистем. По мере приближения к источнику газовой-пылевой выбросов снижаются запасы ОВ из-за ослабления, вплоть до полной гибели, древостоя и подроста. В очень сильно нарушенных насаждениях его масса в живом и мертвом древостое, составляя соответственно 7 и 21 т/га, на 75-90% представлена сухостоем. Углероддепонирующая роль живого растительного вещества по градиенту загрязнения уменьшается почти в 30

раз. При этом запасы С в древесном ярусе снижаются в 39, а в напочвенной растительности в 8 раз. Основным источником образования подстилки становится опад кустарников и травянистая растительность. Скорость ее разложения снижается почти в 2 раза. Снижение интенсивности разложения позволяет экосистемам, в значительной степени нарушенным техногенным воздействием, сохранять сбалансированность процессов связывания С в продукции биомассы и его высвобождения при разложении фитодетрита, отмеченную ранее для практически ненарушенных экосистем лесотундры.

Таким образом, природные и антропогенные факторы (пожары, рубки, воздушное загрязнение) могут существенно нарушать пулы и потоки С в лесных экосистемах. Эти изменения могут приводить к утрате углероддепонирующей функции этих экосистем. Величина нарушения и период, необходимый для восстановления этих функций, в значительной мере зависят от степени воздействия деструктивного фактора и от восстановительных возможностей самой экосистемы, которая, в свою очередь, определяется свойствами растительности и почвы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-04-01068.

УДК 630*431.3

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ГОРЕЛЬНИКАХ ГБУ РК «ЯЛТИНСКИЙ ГОРНО-ЛЕСНОЙ ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК»

Жигалова Т.П.

ГБУ РК «Ялтинский горно-лесной природный заповедник»,
e-mail: nauka_yaglpz@mail.ru

Огонь является одним из экологических факторов, который значительно влияет на изменение растительности как в прошлое, так и в настоящее время. Воздействие огня на растительность, особенно травянистую, всегда происходит в очень быстрые сроки и практически всегда катастрофическое.

Наиболее актуальна эта проблема для насаждений высокого класса пожарной опасности горных территорий, к которым относятся древостои *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe на южном макросклоне Главной гряды Крымских гор. Как свидетельствует практический опыт, несмотря на то, что большая часть насаждений *P. nigra* subsp. *pallasiana* Горного Крыма находится на территории заповедников, где рекреационный режим строго регламентирован, частота возникновения лесных пожаров продолжает оставаться достаточно высокой.

Тем не менее, травянистая растительность способна восстанавливаться после пожаров, при этом решающим фактом в восстановлении являются различия в реакции отдельных видов растений на воздействие огня, что определяет изменение существовавших до пожара конкурентных отношений между видами и, как следствие этого, определенные смены растительных сообществ.

Исследования проводились на южном макросклоне Главной гряды Крымских гор на территории горельников, образовавшихся в 1989, 1999, 2002, 2007, 2012 гг.

Для изучения восстановления растительного покрова закладывали пробные площади 10×10 м на горельниках разных сроков давности. Проводили геоботаническое описание изучаемой площади: видовой состав, общее проективное покрытие в процентах, а также проекцию каждого вида в отдельности. Номенклатура таксонов приведена по S.L. Mosyakin (1999), для описания видов использована шкала обилия