

УДК 630*651.72

ДИНАМИКА И РОЛЬ МОРТМАССЫ В УГЛЕРОДНОМ БАЛАНСЕ ЕЛОВЫХ ИСКУССТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

DYNAMICS AND A ROLE OF MORTMASS IN CARBON BALANCE OF FIR TREE ARTIFICIAL ECOSYSTEMS

В.А. Кудрявцев, Костромской государственный технологический университет, ул. Сплавщиков, д. 5, Кострома, Россия, 156003, тел.: +7 (4942) 45-23-98, e-mail: vikdokug@mail.ru

V.A. Kudryavtsev, Kostroma State Technological University, Splavshchikov st., 5, Kostroma, Russia, 156003, tel.: (4942) 45-23-98, e-mail: vikdokug@mail.ru

В статье приводятся результаты научных исследований по динамике углерода детрита на вырубках. Показано влияние окружающих внешних факторов на скорость разложения мортмассы в еловых культурфитоценозах. Рекомендовано при создании лесных насаждений ориентироваться на производство хвойных высокопродуктивных пород в европейской части России.

Ключевые слова: еловые лесные экосистемы, депонирование углерода, дереворазрушающие грибы, нетто-продуктивность, древесный детрит, биомасса.

In article results of scientific researches on dynamics of carbon mortmass on cuttings down are resulted. Influence of surrounding external factors on speed of decomposition of mortmass in fir tree cenosis is shown. It is recommended to be guided at creation of wood plantings by growing of coniferous highly productive breeds in the European part of Russia.

Key words: fir tree wood ecosystems, carbon deposition, wood fungi, net-efficiency, wood mortmass, biomass.

За счет совершенствования лесовыращивания и оптимизации возрастной структуры насаждений, дополнительного облесения площадей и замены мелколиственных древостоев на хвойные становится возможным «перекачать» часть CO₂ из атмосферы в фитомассу и аккумулировать в ней на определенное время углерод. Однако сведения о том, какие факторы влияют на сроки консервации CO₂, механизмы его утилизации, количественные и качественные характеристики обратных процессов в лесных экосистемах, представляют сегодня значительный интерес как для

отечественных, так и для зарубежных исследователей — экологов и лесоводов.

В результате проведенных исследований в Тверской обл. установлено, что запасы углерода и темпы его депонирования в искусственных лесных экосистемах зависят от продуктивности лесов, их состояния, возрастной, товарной структуры и породного состава древостоев. Поэтому в целях повышения общей продуктивности фитоценозов рекомендуется создание высокопродуктивных лесных насаждений, которые позволят сократить сроки лесовосстановления

и тем самым ускорить процессы депонирования углерода. Но, помимо стока CO₂ из атмосферы, существует и постоянная его эмиссия, главным образом за счет процессов, происходящих в почве (гумификация, микробный синтез, минерализация и др.) и на ее поверхности (разложение мертвого органического вещества — МОВ).

Главным объектом МОВ в лесных экосистемах является древесный детрит, образовавшийся в результате природных, а также и антропогенных факторов. Под древесным детритом понимается мертвая древесина, подверженная процессам разложения. Она представлена сухостоем, валежом, порубочными остатками и другими компонентами древостоев. Накоплению его в лесных экосистемах способствуют пожары, ветровалы, буреломы, засухи, аномально низкие температуры, загрязнение атмосферы, инвазия насекомых, грибные и бактериальные болезни, а также неправильно намеченные рубки леса.

Впервые определил объемы CO₂, выделяемого в атмосферу в процессе грибного разложения надземного древесного детрита в таежных лесах России Соловьев [4]. По его данным, эмиссия C—CO₂ при разложении древесины грибами в таежной зоне составляет в среднем 15 кг углерода/га в год и значительно уступает почвенному гетеротрофному дыханию.

По некоторым литературным источникам крупный древесный детрит составляет 10—15% общей наземной биомассы в бореальных лесных экосистемах [3]. В Тверской обл. запасы углерода существенно варьировали (табл.).

По количественной динамике углерода детрита на вырубках очевидно, что количество углерода крупного детрита от старого древостоя и созданного рубкой во временном измерении от 7 до 62 лет постепенно снижается. C_{орг.} этого детрита резко увеличивается сразу после рубки, после чего довольно быстро снижается и в течение 38 лет достигает максимальных значений.

Запасы углерода в детрите различного происхождения в объектах исследований (средние значения, полученные трансектным способом)

Возраст рубки, лет	№ объекта	Запас углерода в детрите, т С/га				Итого по экосистемам
		Мелкий* от нового древостоя	Крупный от старого древостоя	Крупный, созданный рубкой	Крупный от нового древостоя	
7	1	0,63	13,5	3,03	—	17,16
14	2	0,96	8,31	1,23	—	10,5
28	3	3,06	4,8	2,01	2,16	12,03
38	4	1,05	3,03	1,05	3,3	8,43
48	5	2,52	2,01	0,99	5,97	11,49
58	6	2,94	2,04	1,02	6,54	12,54
62	7	4,2	1,8	0,39	6,81	13,2

* Крупным детритом являются деревья, верхинки, порубочные остатки с d_{max} > 5 см, мелким — соответственно с d_{max} ≤ 5 см.

Такой резкий скачок и снижение объясняется тем, что на лесосеке объекта 1 остается около 17% дорубочного запаса древесины, относящегося к крупному детриту, а также тем, что значительную долю в нем составляет быстро разлагающаяся фракция детрита небольших размеров, т. е. детрит d < 5 см, который к моменту учета (через 10 лет после рубки) на объекте 1 практически отсутствует. При наличии мелкого детрита (d ≤ 5 см) от нового древостоя в количестве 2,1 м³ (0,63 т С/га) объясняется погодными условиями лета 1999 г. (объект 1). При этом очевидно, что общее количество детрита от нового древостоя динамично возрастает. Этот факт объясняется главным образом увеличением фитомассы нового древостоя (лесных культур) и отпадом в процессе естественной конкуренции. Отпад

— постоянный поставщик CO₂ в полог древостоя. За сутки детритом отпада может выделяться до 72 кг CO₂ с 1 га [5], что составляет около 30% от суточного потребления на фотосинтез всего древесного полога.

Все это объясняется многими причинами, в т.ч. и случайными, но здесь очевидна одна из главных причин, которая закономерна для лесов южной тайги европейской части страны — это появление большого количества мертвой древесины после сплошной рубки, и, как следствие, скачок эмиссии углерода в атмосферу. Другой не менее важной причиной является скорость разложения детрита. По данным Соловьева [4], разложение древесины — это авторегулируемый процесс, когда внутри зоны действия дереворазрушающих грибов (ДРГ) поддерживаются оптимальные температура, влажность и газовый режим. Путем поддержания стационарных значений влажности и концентрации газов в древесине ДРГ могут регулировать и скорость разложения древесины (детрита).

По интенсивности газообмена древесина, пораженная ДРГ, сравнима с растущими стволами или ветвями, диаметром не более 30 мм. Большая амплитуда колебаний интенсивности выделения углекислоты (ИВУ) зараженной древесиной объясняется различной степенью разложения, значительной изменчивостью влажности разлагаемой древесины, а также различным набором ДРГ, разрушающих отдельный ствол. В среднем 1 кг древесины, захваченной ДРГ, выделяет при одинаковой температуре в 2—4 раза больше CO₂, чем древесина растущих деревьев. Активность ферментов гриба в сильной степени зависит от температуры. При снижении температуры на 5—8°C ИВУ древесиной, разрушаемой грибами, снижается в 2—3 раза [2, 4]. Установлено также, что при всех условиях ИВУ древесиной лиственных пород, при ее заражении ДРГ, всегда выше, чем хвойной.

В еловых культурах валежный комплекс как структура сообщества начинает формироваться направленно с развитием фитоценоза заново, особенно в тех культурах, которые создаются по подготовленной площади, полностью освобожденной от порубочных остатков прошлого древостоя. В первые десятилетия развития культур валеж от нового древостоя вообще отсутствует в их структуре и сапротрофный комплекс формируется только за счет мелкого опада и подстилки. Ксилотрофный комплекс базидиомицетов формируется и увеличивается очень медленно в процессе накопления валежа от нового древостоя. Древостои лишаются своей иммунной системы, которая в значительной степени контролирует паразитические свойства грибов факультативной группы, в т.ч. корневой губки и опенка осеннего. Отдельные деревья медленно переходят из состава древостоя в категорию валежа, происходит заселение стволовыми вредителями (короедами, усачами, златками и др.). Этот процесс сопровождается долбежками дятлов и других птиц, которые частично или полностью удаляют кору. Ветви всех порядков сохраняются в течение первых 3—5 лет. В это же время происходит заражение бактериальной и грибной флорой, которая характерна для начального периода разложения и соответствует первому этапу деградации, описанному Частухиным [6], т.е. первая стадия разложения. Период колонизации и деятельности грибов, соответствующий второй стадии разложения, длится 20—25 лет и заканчивается, когда стволы полностью обрастают мхами, образующими плотный моховой покров. Это состояние соответствует началу третьей стадии разложения. Отдельные усохшие деревья могут стоять в составе древостоя в течение 10—15 лет и постепенно разрушаться, не увеличивая тем самым запасы валежа и снижая скорость собственного разложения.

В результате проведенных расчетов по экосистемам лесных культур на рассмотренных участках среднее содержание углерода детрита составляло 12,19 т С/га. Сопоставляя этот результат с литературными источниками [1, 4], можно

сделать вывод о меньшем содержании углерода детрита в искусственных лесах и, как следствие — меньшей эмиссии углерода в этих экосистемах.

В молодых искусственных насаждениях нетто-продуктивность (NEP) составляет около 20% от нетто-первичной продуктивности (NPP), что в 5 раз превышает ее значение, полученное в насаждениях такого же типа леса, но более зрелого. Это свидетельствует о том, что аккумуляция углерода в молодых биогеоценозах происходит главным образом в наземной фитомассе.

В результате различия условий освещенности и других микро- и макрофакторов наблюдается значительное отклонение экспериментальных данных в сравнении с литературными. Так, по обобщенным данным таблиц Алексеева-Бердси [1], средние запасы углерода растительности лесных экосистем рассчитаны по средним данным ГУЛФ, то есть приближенно, и в среднем по Тверской обл. они составляют 55 т С/га (с учетом нижних ярусов). По экспериментальным данным, на объектах исследований среднее содержание углерода искусственных древостоев равно 86 т/га. Эти результаты подтверждают правильный выбор лесоводственных мероприятий в производственной деятельности лесхоза, а также хорошее качество выполнения работ по уходу за лесными культурами во всех стадиях их роста и развития.

На всех объектах основным фактором, определяющим сезонную NPP, является наличие доступной влаги. В данных условиях продуктивность почти линейно зависит от годового количества осадков и их сезонного распределения,

Литература

1. Алексеев В. А., Бердси Р. А. Углерод в экосистемах лесов и болот России. — Красноярск, 1994. — 175 с.
2. Кузнецов Л.М. Дыхательный газообмен древесного детрита в таежном лесу. Автореф. канд. дисс. С-Пб.: ЛТА, 1998. 19 с.
3. Сборник научных трудов СПбНИИЛХ / Ред. кол. Алексеев В.А., Григорьева С.О, Жигунов А.В. и др. — С-Пб., 2000. — вып.1(2). — 231 с.
4. Соловьев В.А. Оценка скорости разложения детрита в лесных экосистемах по выделению CO_2 / Отчет о НИР — СПбГЛТА, 2001.
5. Стороженко В.Г., Полуарцева М.А., Соловьев В.А., Крутов В.И. Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам. — М.: Наука, 1992. — 224 с.
6. Частухин В.Я. Распад растительных остатков в еловых лесах // Биология почв. — М., 1948. — вып. 2. — С. 13—91.
7. Чмыр А.Ф. Структура и экология вторичных лиственных лесов на вырубках и их реконструкция. — С-ПбНИИЛХ. — С-Пб., 2002. — 234 с.

температур в вегетационный период и их экстремальных значений.

Экстремальность температур в любое время года, как правило, отрицательно или вовсе пагубно сказывается на продуктивности ели в культурах, что отражается и на особенностях депонирования углерода.

Вариации продуктивности в пределах однородных экосистем могут быть достаточно велики. Поэтому получение средних значений NPP и использование их для сравнения продуктивности отдельных экосистем всегда сопряжено с большими трудностями. Возрастная динамика NEP экосистем является свидетельством изменений содержания углерода. Увеличение дыхания автотрофных компонент экосистемы, обусловленное увеличением их биомассы, а также рост гетеротрофного дыхания приводят к постепенному уменьшению NEP экосистем.

В условиях южной тайги ель имеет преимущество перед сосной в увеличении сроков консервации поглощенного CO_2 в кронах вследствие замедленных темпов самоизреживания древостоев, ослабляющих скорость потока углерода из фитомассы в детрит. Запас углерода в фитомассе одинаковых с сосняками по возрасту ельников на 20—30% больше [7]. Учитывая это, важное место в повышении продуктивности принадлежит замене лиственных насаждений хвойными, что позволит увеличить их текущий и средний прирост, а также общую биомассу и в конечном итоге — сток и депонирование углерода из атмосферы. ■