

УДК 630*114.35:631.417

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ И ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ЮЖНОЙ ТАЙГИ

© 2011 г. М. А. Подвезенная, И. М. Рыжова

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Факультет почвоведения
119991 Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 12
E-mail: lomo-2007@yandex.ru*

Поступила в редакцию 18.03.2009 г.

Получены количественные оценки показателей пространственной вариабельности запасов углерода подстилки, содержания и запасов углерода в верхнем минеральном слое почв лесных биогеоценозов южной тайги европейской территории России. Они свидетельствуют о высокой внутрибиогеоценозной вариабельности запасов углерода в лесных почвах. В изучаемых еловых и мелколиственных лесах коэффициенты вариации запасов углерода подстилки и верхнего минерального слоя почв составляют соответственно 65–90% и 22–32%. Проведенные исследования показали, что тип биогеоценоза, степень увлажнения почв и тип парцеллы оказывают влияние на вариабельность содержания и запасов углерода только в самом верхнем минеральном слое почвы мощностью 5 см. В более глубоких слоях почвы эта зависимость не прослеживается. Зависимость почвенных свойств от местоположения в тессере слабая и часто затушевывается совокупным действием других факторов.

Запас углерода, подстилки, почвы, лесные экосистемы, пространственная вариабельность.

Почвы, как один из важнейших резервуаров углерода в биосфере, играют важную роль в регулировании газового состава атмосферы. В связи с этим в условиях интенсивной антропогенной нагрузки и глобального изменения климата много внимания уделяется проблеме мониторинга и прогнозирования изменений запасов почвенного углерода. К настоящему времени опубликованы оценки запасов углерода в почвах мира, отдельных стран и регионов [9, 12, 14, 17–20, 22–24]. Получены данные о его запасах в почвах лесного фонда России [15, 16].

Для получения реалистичных оценок и качественных прогнозов возможных изменений запасов почвенного углерода необходимы данные об их пространственной гетерогенности в разном масштабе от индивидуальных экспериментальных участков до регионов и стран. Почвенные свойства характеризуются высокой пространственной изменчивостью почвенных свойств, связанной в первую очередь с воздействием биогеоценологических полей эдификаторов парцелл [5]. К показателям повышенной пространст-

венной изменчивости относятся содержание и запасы углерода в лесных почвах. Объектом исследования послужили почвы лесных биогеоценозов южной тайги Европейской территории России.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Содержание и запасы органического углерода в почвах характеризуются высокой пространственной изменчивостью. Даже в пределах одного биоклиматического региона запасы углерода в метровом слое почв однотипных экосистем варьируют в широких пределах. Отклонения границ типичности от среднего значения, которые включают 50% объема совокупности наиболее вероятных значений, составляют 21–38% [13]. В почвах таежной зоны наряду с биогеоценологической изменчивостью, связанной с чередованием в пространстве БГЦ, заметную роль в общей вариабельности содержания и запасов углерода играет внутрибиогеоценологическая изменчивость. Обстоятельные исследования внутрибиогеоцено-

МЕТОДИКА

ческой изменчивости почвенных свойств проведены Л.О. Карпачевским [4]. Было установлено, что в лесах внутрибиогеоценоценозическая изменчивость почвенных свойств связана с пространственной структурой древостоя, возрастом леса, составом пород, парцеллярной структурой, динамикой нарушений внутри экосистемы и т.д. В силу своих биологических и экологических особенностей деревья создают мощные длительно действующие биогеоценоценозические поля, под воздействием которых почвенные свойства вокруг ствола дерева закономерно изменяются. Степень проявления этой закономерности может быть разной в зависимости от особенностей почвы, плотности древостоя, влияния вывалов и других факторов [5]. Многочисленные литературные данные свидетельствуют о высокой внутрибиогеоценоценозической вариабельности мощности и запасов подстилки, обусловленной изменениями условий поступления и разложения опада по мере удаления от стволов деревьев-эдикаторов парцелл [1, 7, 8, 11, 21 и др.]. Анизотропность свойств, как правило, хорошо заметна в верхних минеральных горизонтах лесных почв [5]. По оценкам Е.А. Дмитриева с соавт. [3], коэффициент вариации содержания углерода в верхнем минеральном слое дерново-среднеподзолистой почвы ельника-кисличника южной тайги составляет 50.7%. Коэффициент вариации содержания углерода в почвах сосновых БГЦ северной и средней тайги изменяется от 26.5 до 61.4% [7]. К сожалению, в литературе нет данных о внутрибиогеоценоценозической вариабельности запасов углерода в почве, хотя она может отличаться от вариабельности его содержания, так как зависит еще и от вариабельности плотности почв. Учет варьирования плотности почв при определении пространственной вариабельности запасов углерода может привести как к ее увеличению по сравнению с варьированием содержания углерода, так и к снижению за счет нивелирования. Нами изучалась внутрибиогеоценоценозическая изменчивость содержания углерода и плотности почв, что позволяет сравнить вариабельность содержания и запасов углерода в почве и оценить ошибки, возникающие при расчетах запасов по данным о содержании углерода в почве и единичным определениям плотности без учета ее пространственной вариабельности. В настоящей статье приводятся оценки показателей внутрибиогеоценоценозической вариабельности запасов углерода подстилки, содержания и запасов углерода в верхнем минеральном слое почв лесных биогеоценозов южной тайги и обсуждается их зависимость от типа леса, степени увлажнения почв, характера парцеллы и местоположения в тессере.

Исследования внутрибиогеоценоценозической пространственной вариабельности содержания и запасов углерода в почвах лесных биогеоценозов южной тайги проводились нами на территории Московской (Звенигородская биостанция МГУ) и Костромской (Парфеньевский р-н) обл. На Звенигородской биостанции в качестве объектов исследования были выбраны подзолистые почвы спелых, около 100 лет, еловых лесов разной степени увлажнения и дерново-подзолистые почвы мелколиственного елово-березового леса возраст 50–60 лет. Все изучаемые почвы занимают автономное положение в рельефе, имеют легкий гранулометрический состав и сформированы на одинаковых почвообразующих породах – маломощных покровных суглинках, подстилаемых флювиогляциальными песками. В Костромской обл. объектом исследования послужили автономные среднесуглинистые дерново-подзолистые почвы на моренных отложениях. Пробная площадь была заложена в 100-летнем ельнике.

Почвенный покров в лесах имеет сходство с сотовой структурой, состоящей из тессер, в которых от центра к периферии свойства почв закономерно меняются [3, 4]. Поэтому исследования проводились методом заложения трансект. От ствола одного дерева до ствола другого (около 6–7 м) по прямой линии закладывалось по 5–6 точек: у ствола, в середине проекции кроны и одна-две точки в межкрупном пространстве (окне). Исключение составила пробная площадь в мертвопокровном ельнике, где случайным образом было заложено 14 точек опробования, из них 7 под кронами и 7 у стволов деревьев.

В каждой точке измерялась мощность подстилки и рамкой 25 × 25 см отбирались образцы для определения ее запасов. Для определения содержания углерода гумуса образцы отбирались только из минерального слоя почвы на глубине 0–5 и 5–10 см, так как влияние современного БГЦ в более глубоких горизонтах обычно не прослеживается [5]. Содержание углерода гумуса почв определялось по методу Тюрина [2].

Дополнительно на пробных площадях в ельнике и березняке на территории Звенигородской биостанции проводились исследования внутрибиогеоценоценозической изменчивости плотности почв.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о высокой пространственной вариабельности запасов подстилки, содержания и запасов углерода в верхнем минеральном слое лесных почв подзоны

Таблица 1. Показатели внутрибиогеоценотической изменчивости запасов углерода подстилки, содержания и запасов органического углерода в верхней минеральной толще почв лесных экосистем южной тайги*

Показатель	x	min-max	s	$C.V.$, %
Ельник (Костромская обл.), $n = 24$				
Запас углерода подстилки (кг м ⁻²)	6.1	1.9–11.5	2.7	44.2
Содержание углерода (%) в слое 0–5 см	1.32	0.80–2.94	0.42	31.7
5–10 см	0.69	0.35–1.24	0.17	24.7
Запас углерода (кг м ⁻²) в слое 0–5 см	0.7	0.4–1.6	0.2	31.7
5–10 см	0.4	0.2–0.7	0.1	24.7
Ельник (Московская обл.), $n = 76$				
Запас углерода подстилки (кг м ⁻²)	2.0	0.2–7.1	1.7	84.5
Содержание углерода (%) в слое 0–5 см	3.01	1.22–6.57	1.03	34.1
5–10 см	1.10	0.55–2.14	0.35	31.3
Запас углерода (кг м ⁻²) в слое 0–5 см	1.6	0.8–3.2	0.5	30.4
5–10 см	0.6	0.3–1.1	0.2	28.9
Березняк (Московская обл.), $n = 30$				
Запас углерода подстилки (кг м ⁻²)	0.7	0.1–1.8	0.4	65.7
Содержание углерода (%) в слое 0–5 см	2.83	2.43–3.51	0.27	9.4
5–10 см	1.84	1.22–2.46	0.37	19.9
Запас углерода (кг м ⁻²) в слое 0–5 см	1.2	0.7–1.7	0.3	22.3
5–10 см	0.8	0.5–1.4	0.2	27.5

* В табл. 1–4: n – объем выборки; x – среднее арифметическое; min-max – минимальное и максимальное значения; s – стандартное отклонение; $C.V.$ – коэффициент вариации.

южной тайги (табл. 1). На высокую биогеоэценологическую вариабельность указывают трехкратные различия по запасам углерода подстилки и двукратные по его содержанию в почвах сравниваемых ельников. В ельниках Костромской обл. запасы углерода подстилки и его содержание в почве ниже по сравнению с ельниками Московской обл. О высокой внутрибиогеоэценологической вариабельности изучаемых свойств можно судить по приведенным в табл. 1 значениям показателей вариабельности. Особенно сильно в пределах лесных БГЦ варьируют запасы углерода подстилки, их коэффициент вариации 65–90%, что согласуется с литературными данными. Так у Т. Парамоновой с соавт. [10] коэффициент вариации запасов подстилки в 80-летнем ельнике Архангельской обл. составляет 44%. По оценкам Л.О. Карпачевского с соавт. [6], в лесных БГЦ Московской обл. он может достигать 105%. Содержание углерода в верхней минеральной толще почв еловых биогеоэценозов характеризуется меньшей вариабельностью, но и для него коэффициент вариации достаточно высок, 25–34%.

В связи с интенсивной хозяйственной деятельностью на Европейской территории России в подзоне южной тайги часто встречаются вторичные мелколиственные леса. Поэтому представляется интересным сравнить показатели внутрибиогеоэценологической изменчивости запасов углерода в подстилках и его содержания и запасов в почвах еловых и мелколиственных лесов. Чтобы сделать корректные выводы о том, какое влияние на изучаемые показатели оказывает переход от елового к мелколиственному лесу, пробные площади были заложены в пределах одного квартала Звенигородской биостанции МГУ в ельнике и березняке, который за пятьдесят лет вырос на месте вырубки аналогичного ельника. Анализ результатов показал, что при переходе к вторичным лесам достоверно уменьшается запас углерода подстилок. В слое 0–5 см запасы углерода статистически достоверно выше в ельнике, а в слое 5–10 см – в березняке, что объясняется морфологией самих почв, так как в ельниках образцы взяты из подзолистого горизонта, а в дерново-подзолистой почве березняка этот слой представлен образцами не только из подзолистого горизонта, но и гумусоаккумулятивного горизонта, мощность которого здесь 6–14 см.

Сравнение дисперсий изучаемых свойств елового и мелколиственного леса по критерию Фишера (уровень значимости $\alpha = 0.05$) показало, что сравниваемые биогеоэценозы статистически значимо различаются по вариабельности запасов подстилки и запасов углерода только в самом

верхнем минеральном слое (0–5 см). Вариабельность запасов углерода в слое 5–10 см от типа БГЦ не зависела.

По литературным данным внутрибиогеоэценологическая изменчивость почвенных свойств уменьшается с глубиной [3, 5]. Сравнимые биогеоэценозы существенно различаются по характеру этих изменений. Стандартное отклонение содержания углерода в почве ельников в слое 5–10 см в 2.5–3 раза ниже по сравнению со слоем 0–5 см, а в почве березняка слои 0–5 и 5–10 см достоверно не различаются по вариабельности содержания углерода (дисперсии однородны). Одинаковая вариабельность этого свойства в дерново-подзолистой почве березняка на глубинах 0–5 и 5–10 см, по-видимому, связана с глубоким проникновением корневых систем травяных растений.

На пробных площадях ельника и березняка в Московской обл. одновременно отбирались образцы для определения содержания углерода и плотности почв, что дало возможность проверить, насколько различаются оценки средних значений запасов углерода в почве, полученные с учетом пространственного варьирования плотности и без него, по единичным определениям плотности.

Проведенный сравнительный анализ показал, что в тех случаях, когда коэффициенты вариабельности плотности почв не превышают 25%, учет варьирования плотности при расчетах запасов углерода в почве не привел к достоверным изменениям оценок средних значений.

На водораздельных пространствах таежной зоны значительные площади занимают полугидроморфные и гидроморфные почвы. Для того чтобы определить, как влияет степень увлажнения почв на внутрибиогеоэценологическую вариабельность запасов углерода, мы сравнили почвы трех еловых БГЦ, различающиеся по степени увлажнения. Пробные площади были заложены: на хорошо дренированном участке в ельнике-зеленомошнике на подзолистой почве; в условиях повышенного увлажнения – в ельнике волосистоосоковом на подзолистой глееватой почве и в ельнике-долгомошнике на торфянисто-подзолистой грунтово-оглеенной почве. Результаты исследования представлены в табл. 2 и на рис. 1.

Проверка однородности дисперсий показала, что различия статистически значимы ($\alpha = 0.05$) только для запаса углерода в слое 0–5 см. Глубже, для слоя 5–10 см, дисперсии однородны. Вариабельность уменьшается с ростом увлажнения почв. Дисперсия запаса углерода в верхнем минеральном слое подзолистой почвы ельника-зеленомошника хорошо дренированного участка была в

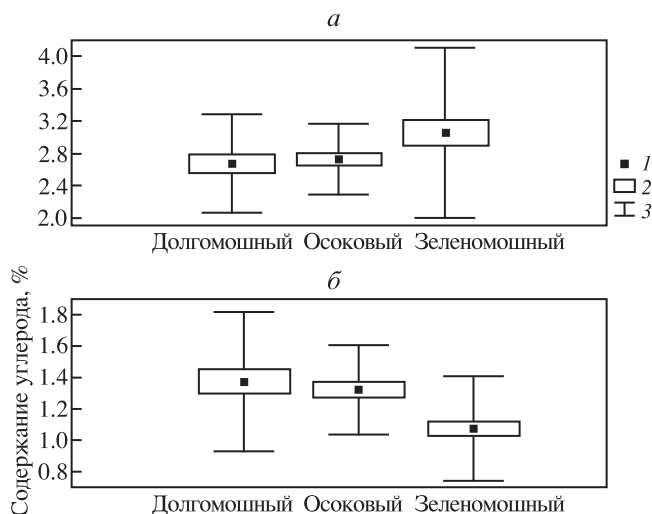


Рис. 1. Содержание углерода в верхнем минеральном слое 0–5 см (а) и 5–10 см (б) почв ельников разной степени увлажнения (Моск. обл.): 1 – среднее, 2 – \pm ошибка среднего, 3 – \pm станд. отклонение.

три раза выше, чем в ельнике-долгомошнике на торфянисто-подзолистой грунтово-оглеенной почве в условиях повышенного увлажнения.

В пределах почти каждого биогеоценоза можно выделить серию парцелл, представляющих собой элементы его горизонтальной структуры. Число парцелл может быть разным. В чистых лесных насаждениях весь БГЦ может состоять практически из одной парцеллы, тогда как в смешанных насаждениях их может быть 20 и более [4]. Парцеллы могут различаться по условиям подстилкообразования и гумусонакопления, поэтому представляется интересным выяснить, насколько зависит внутривариационная изменчивость изучаемых свойств почвы от типа парцеллы. С этой целью мы сравнили пять парцелл елового БГЦ (табл. 3).

Статистический анализ полученных данных показал, что от типа парцеллы зависят величина и пространственная изменчивость запасов подстилки, содержания и запасов углерода только в самом верхнем минеральном слое почвы мощностью 5 см. В более глубоких слоях почвы эта зависимость не прослеживается. Сравнимые парцеллы четко подразделяются на две группы: 1) кисличная и мертвопокровная парцеллы; 2) волосисто-осоковая, зеленомошная и черничная. Средние значения запасов подстилки, содержания и запасов углерода в верхнем минеральном слое почвы мощностью 5 см и их пространственная изменчивость в парцеллах первой группы достоверно ($\alpha = 0.05$) ниже, чем во второй группе (рис. 2).

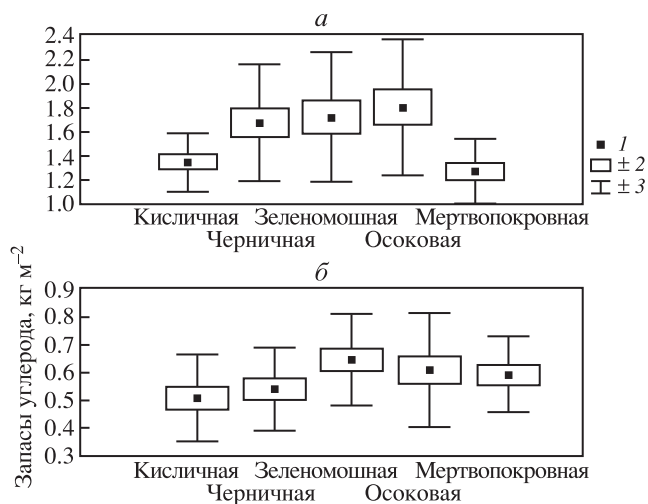


Рис. 2. Запасы углерода в верхнем минеральном слое 0–5 см (а) и 5–10 см (б) подзолистой почвы ельника (Московская обл.) с учетом его парцеллярной структуры: 1 – среднее, 2 – \pm ошибка среднего, 3 – \pm станд. отклонение.

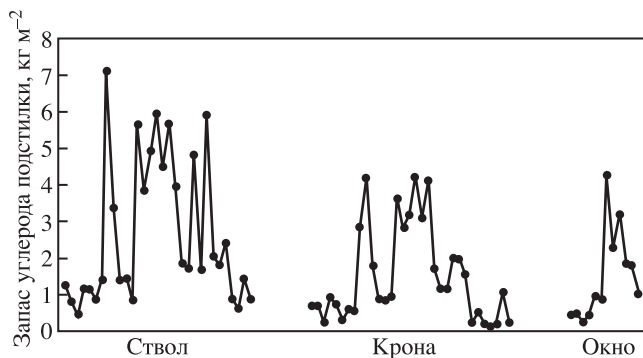


Рис. 3. Зависимость вариальности запасов углерода подстилки в ельнике (Московская обл.) от местоположения в тессере.

Для более подробного изучения влияния структуры биогеоценоза на запасы углерода и их вариальность в почвах мы исследовали их зависимость от удаленности от ствола дерева для каждой экосистемы. По данным Л.О. Карпачевского с соавторами [5], она четко проявляется для мощности и запасов подстилки, содержания гумуса, суммы и состава обменных катионов в верхнем горизонте почвы. От местоположения в тессере зависят не только средние значения достаточно лабильных свойств верхнего слоя почвы, но и их вариальность [3]. Анализ данных, полученных для ельника (Московская обл.) (табл. 4) свидетельствует о достоверности различий ($\alpha = 0.05$) средних значений и дисперсий запасов подстилки (рис. 3), а также содержания углерода в слое 5–10 см в различных по удаленности от дерева зонах. Рассматриваемая зависимость для содержания

Таблица 2. Показатели внутрибиогеоценотической изменчивости мощности подстилки, содержания и запасов органического углерода в верхнем слое минеральной толщи лесных почв под ельниками различной степени увлажненности

Показатель	<i>x</i>	min-max	<i>s</i>	<i>C.V.</i> , %
Ельник-долгомошник, <i>n</i> = 30				
Мощность подстилки, см	7.4	2.0–14.0	3.6	48.3
Содержание углерода (%) в слое 0–5 см	2.67	1.64–3.58	0.61	23.0
5–10 см	1.37	0.77–2.42	0.44	32.3
Запас углерода % (кг м ⁻²) в слое 0–5 см	1.2	0.7–1.7	0.3	22.7
5–10 см	0.6	0.4–1.1	0.2	30.6
Ельник волосисто-осоковый, <i>n</i> = 30				
Мощность подстилки, см	7.9	2.5–18.0	4.7	59.0
Содержание углерода (%) в слое 0–5 см	2.72	1.85–3.52	0.43	15.8
5–10 см	1.32	0.85–1.85	0.29	21.6
Запас углерода (кг м ⁻²) в слое 0–5 см	1.5	0.8–2.2	0.4	25.0
5–10 см	0.7	0.4–1.2	0.2	27.3
Ельник-зеленомошник, <i>n</i> = 47				
Мощность подстилки, см	4.1	0.5–13.0	2.7	66.9
Содержание углерода (%) в слое 0–5 см	3.05	1.35–6.15	1.04	34.2
5–10 см	1.07	0.55–1.89	0.34	31.3
Запас углерода (кг м ⁻²) в слое 0–5 см	1.6	0.9–3.0	0.5	29.0
5–10 см	0.6	0.3–1.0	0.2	29.1

Таблица 3. Показатели внутрибиогеоэценотической изменчивости запасов углерода подстилки, содержания и запасов органического углерода гумуса в верхнем слое минеральной толщи подзолистой почвы ельника с учетом его парцеллярной структуры

Показатель	x	min-max	s	C.V., %
Кисличная парцелла, n = 15				
Запас углерода подстилки, кг м ⁻²	0.7	0.3–1.3	0.3	46.3
Содержание углерода (%) в слое 0–5 см	2.65	1.77–3.79	0.59	22.2
5–10 см	1.00	0.55–1.75	0.36	35.7
Запас углерода (кг м ⁻²) в слое 0–5 см	1.4	1.0–1.8	0.2	17.8
5–10 см	0.5	0.3–0.9	0.2	31.0
Черничная парцелла, n = 17				
Запас углерода подстилки, кг м ⁻²	1.8	0.5–7.1	1.7	94.7
Содержание углерода (%) в слое 0–5 см	3.46	1.60–6.15	1.25	36.1
5–10 см	1.10	0.73–1.89	0.34	31.0
Запас углерода (кг м ⁻²) в слое 0–5 см	1.67	0.99–2.95	0.48	28.7
5–10 см	0.54	0.36–0.95	0.15	27.6
Зеленомошная парцелла, n = 15				
Запас углерода подстилки, кг м ⁻²	4.1	2.3–5.9	1.1	26.6
Содержание углерода (%) в слое 0–5 см	2.99	1.35–4.72	1.03	34.4
5–10 см	1.12	0.74–1.73	0.32	28.5
Запас углерода (кг м ⁻²) в слое 0–5 см	1.7	0.9–2.8	0.5	31.1
5–10 см	0.6	0.5–1.0	0.2	25.6
Волосисто-осоковая парцелла, n = 15				
Запас углерода подстилки, кг м ⁻²	2.3	1.1–5.9	1.4	61.9
Содержание углерода (%) в слое 0–5 см	3.47	1.86–6.57	1.03	31.9
5–10 см	1.20	0.65–2.14	0.45	37.3
Запас углерода (кг м ⁻²) в слое 0–5 см	1.8	0.9–3.2	0.6	31.1
5–10 см	0.6	0.4–1.2	0.2	33.4
Мертвопокровная парцелла, n = 15				
Запас углерода подстилки, кг м ⁻²	0.9	0.2–2.4	0.8	80.8
Содержание углерода (%) в слое 0–5 см	2.40	1.22–3.12	0.52	21.8
5–10 см	1.11	0.76–1.57	0.25	22.4
Запас углерода (кг м ⁻²) в слое 0–5 см	1.3	0.8–1.9	0.3	20.7
5–10 см	0.6	0.4–0.9	0.1	22.8

Таблица 4. Пространственная вариабельность содержания углерода гумуса (%) в слое 0–5 см в почвах в зависимости от местоположения в тессере

Экосистема	Местоположение	n	x	min-max	s	C.V., %
Ельник, Костромская обл.	Ствол	8	1.50	0.97–2.94	0.65	43.1
	Крона	8	1.23	0.80–1.59	0.25	20.7
	Окно	8	1.24	1.01–1.66	0.20	16.0
Ельник, Московская обл.	Ствол	31	3.25	1.76–6.15	1.04	32.0
	Крона	33	2.94	1.22–6.57	1.09	37.0
	Окно	12	2.61	1.65–3.58	0.67	25.8
Березняк, Московская обл	Ствол	10	2.81	2.43–3.51	0.31	10.9
	Крона	10	2.81	2.51–3.27	0.30	10.8
	Окно	10	2.87	2.48–3.06	0.20	7.0

углерода в слое 0–5 см и его запасов в почве, по-видимому, затушевывается действием других факторов, поэтому прослеживается только тенденция уменьшения средних значений и дисперсий этих свойств в окне. Представленные результаты подтверждают выводы Е.А. Дмитриева с соавт. [3] о том, что дисперсии свойств почвы под кронами и у стволов елей выше, чем в окнах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные материалы свидетельствуют о высокой внутрибиогеоценотической вариабельности запасов углерода в почвах лесных биогеоценозов. В изучаемых еловых и мелколиственных лесах коэффициенты вариации запасов углерода подстилки и верхнего минерального слоя почв составляют соответственно 44–85 и 22–32%. Влияние современного биогеоценоза на пространственную изменчивость почвенных свойств затрагивает только верхние горизонты и сильно ослабевает с глубиной. Но так как в почвах ельников южной тайги европейской территории России в верхнем минеральном слое мощностью 20 см сосредоточено в среднем 74% от запасов углерода в метровой толще [13], учет внутрибиогеоценотической вариабельности важен для получения надежных оценок запасов углерода на этой территории. Расчет запасов углерода без учета пространственной вариабельности плотности почв, если коэффициенты вариации для нее не превышают 25%, не приводит к ошибкам в оценках средних значений запасов углерода в почве.

Проведенные исследования показали, что тип биогеоценоза, степень увлажнения почв и тип парцеллы оказывают влияние на вариабельность содержания и запасов углерода только в самом верхнем минеральном слое почвы мощностью 5 см. В более глубоких слоях почвы воздействие этих факторов не прослеживается. Зависимость почвенных свойств от местоположения в тессере часто затушевывается совокупным действием множества других факторов [3]. В наших исследованиях ее удалось проследить для изучаемых показателей только в ельнике-зеленомошнике Звенигородского заказника Московской обл.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ведрова Э.Ф.* Внутрипарцеллярная изменчивость свойств подстилки // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. Тез. докл. Всесоюз. совещ. Красноярск. М.: Наука, 1983. С. 36–37.
2. *Воробьева Л.А.* Химический анализ почв. М.: Изд-во МГУ, 1998. 272 с.

3. *Дмитриев Е.А., Рекубратский И.В., Горелова Ю.В., Витязев В.Г.* К организации свойств почвенного покрова под елями // Структурно-функциональная роль почвы в биосфере. М.: ГЕОС, 1999. С. 59–69.
4. *Карпачевский Л.О.* Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М.: Изд-во МГУ, 1977. 312 с.
5. *Карпачевский Л.О., Зубкова Т.А., Ильина Л.С.* Экологические функции лесных почв // Структурно-функциональная роль почвы в биосфере. М.: ГЕОС, 1999. С. 156–161.
6. *Карпачевский Л.О., Холопова Л.Б., Просвирина А.П.* О динамике строения почвенного покрова в лесных биогеоценозах // Почвоведение. 1980. № 5. С. 40–49.
7. *Кузнецов П.В.* Анизотропность песчаных почв в лесных биогеоценозах. Автореф. дис. канд. биол. наук по специальности почвоведение: М., 1998. 26 с.
8. *Морозова Р.М., Федорец Н.Г.* Современные процессы почвообразования в хвойных лесах Карелии. Петрозаводск: [б. и.], 1992. 283 с.
9. *Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И.* Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: Наука, 1996. 256 с.
10. *Парамонова Т., Подвезенная М., Тишкина Э., Гулевская В.* Параметры варьирования характеристик лесной подстилки ельника-кисличника средней тайги // Экология таежных лесов. Тез. Междунар. конф. Сыктывкар, 1998. С. 122.
11. *Просвирина А.П.* Пространственная неоднородность лесной подстилки коренных ельников и производных сосняков // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. Тез. докл. Всесоюз. совещ., Красноярск, М.: Наука, 1983. С. 155–157.
12. *Рожков В.А., Вагнер В.В., Козут Б.М., Коношников Д.Е., Шеремет Б.В.* Запасы органических и минеральных форм углерода в почвах России // Углерод в биогеоценозах. Докл. на XV ежегодных чтениях памяти акад. В.Н. Сукачева. М., 1997. С. 5–58.
13. *Рыжова И.М., Подвезенная М.А.* Пространственная вариабельность запасов органического углерода в почвах лесных и степных биогеоценозов // Почвоведение. 2008. № 12. С. 1429–1437.
14. *Титлянова А.А., Булавко Г.И., Кудряшова С.Я., Наумов А.В., Смирнов В.В., Танасиенко А.А.* Запасы и потери органического углерода в почвах Сибири // Почвоведение. 1998. № 1. С. 51–59.
15. Углерод в экосистемах лесов и болот России Под ред. Алексеева В.А, Бердси Р.А. Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1994. 232 с.
16. *Честных О.В., Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И.* Общие запасы биологического углерода и азота в почвах лесного фонда России // Лесоведение. 2004. № 4. С. 30–42.
17. *Batjes N.H., Dijkshoorn J.A.* Carbon and nitrogen stocks in the soils of the Amazon region // Geoderma. 1999. V. 89. P. 273–286.
18. *Chhabra A., Palria S., Dadhwal V.K.* Soil organic carbon pool in Indian Forests // Forest Ecol. and Manag., 2003. V. 173. № 1–3. P. 187–199.
19. *Eswaran H., Van Den Berg E., Reich P.* Organic carbon in soils of the worlds // Soil Sci. Soc. Amer. J. 1993. V. 57. № 1. P. 192–194.
20. *Guo Y., Gong P., Amundson R., Yu Q.* Analysis of factors controlling soil carbon in the conterminous United States // Soil Sci. Soc. Amer. J. 2006. V. 70. P. 601–612.
21. *Hokkanen T.J., Jarvienen E., Kuuluvainen T.* Properties of topsoil and the relationship between soil and trees in a boreal Scots pine stand // Silva Fennica. 1995. V. 29. № 3. P. 189–203.
22. *Jian N.* Carbon storage in terrestrial ecosystems of China: Estimates at different spatial resolutions and their responses to climate change // Climatic Change. 2001. V. 49. P. 339–358.
23. *Liski J., Westman C.J.* Carbon storage in forest soil of Finland // Biogeochemistry. 1997. V. 36. P. 261–274.
24. *Stolbovoi V.* Carbon in Russia soils // Climatic Change. 2002. V. 55. P. 131–156.

Variation of Carbon Content and Reserves in Soils of Forest Biogeocenoses in the Southern Taiga

M. A. Podvezennaya, I. M. Ryzhova

Some parameters for the intrabiogeocenotic variability of carbon reserves in the litter, the carbon content and reserves in the top mineral layer of the soils under forests of the southern taiga in European Russia were quantified. The data obtained testify to the high variation of carbon reserves in the soils of forest biogeocenoses. In the spruce and small-leaved forests, the variation coefficients of the carbon reserves in the litter and in the top mineral layer of the soils were 44–85 and 22–32%, respectively. The investigations carried out showed that the type of biogeocenosis, the degree of soil moisture, and the type of parcel affect the variation of the carbon content and reserves only in the topmost (5 cm thick) mineral layer of the soils. In the deeper layers of the soils, this relationship was not observed. The relation between the soil properties and the position in tessera is often hidden due to the combined action of many other factors and is not always displayed.