

УДК 630\*114.521.7(470.2)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ПОД ЛИСТВЕННЫМИ И ХВОЙНЫМИ ЛЕСАМИ В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Солодовников А.Н.

*Институт леса Карельского научного центра РАН (185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11),  
solod@krc.karelia.ru*

В среднетаежной подзоне Северо-Запада России исследовались экологические особенности почв под еловыми, березовыми и осиновыми лесами на различных почвообразующих породах. Работа проводилась в Республике Карелия на стационарных пробных площадях в Кондопожском районе: в березняке злаково-разнотравном на подзолистой иллювиально-гумусово-железистой супесчаной на суглинках, переходящих в ленточные глины, почве, в осиннике злаково-разнотравном и ельнике черничном на элювиально-поверхностно-глеевой глинистой на ленточных глинах почве. А также в Пряжинском районе в березняке чернично-разнотравном на подзолистой песчаной на супесчаной морене почве и осиннике злаково-черничном на подзолистой супесчаной на супесчаной морене почве. Исследование показало, что подстилки почв лиственных лесов имеют меньшую мощность, чем еловых, но богаче элементами питания растений. Богатый основаниями лиственный опад уменьшает кислотность почвы. Выявлены особенности состава гумуса почв хвойных лесов. В почвах лиственных лесов отмечено появление связанных с Ca фракций гумуса и его фульватно-гуматный характер.

Ключевые слова: почва, экологические свойства, лиственные, гумус.

## DECIDUOUS AND CONIFEROUS FOREST'S SOIL ECOLOGICAL PROPERTIES OF NORTH-WEST RUSSIA MIDDLE-TAIGA ZONE

Solodovnikov A.N.

*Forest Research Institute of Karelian Research Centre of RAS*

Ecological properties distinctions of spruce, birch and aspen stand's various origin soil are investigated in Middle-taiga zone of North-West Russia. Studies were done in Karelia Republic, in permanent sample plots in the Kondopoga district, in a grass-forbs birch stand with sandy-loam humo-ferric podzolic soils over loamy clays transitional to varved clays, and a grass-forbs aspen and blueberry spruce stand's with an epigleyic clayey soil over varved clays; as well as in the Pryazha district in a bilberry-herbaceous birch stand with sandy podzolic soil over sandy-loam till and a grass-bilberry aspen stand with sandy-loam podzolic soil over sandy-loam till. Studies have demonstrated that the forest floor in deciduous forest is usually shallower than in spruce stands, but richer in nutrients. The more base-saturated deciduous litterfall reduces soil acidity. Obvious qualitative distinctions from spruce forests in the soil humus fractions ratio were identified. The features noted were the high content of Ca-bound humus fractions and the dominance of humic acids over fulvic acids in the soluble humus part of deciduous forest's soils.

Keywords: soil, ecological properties, deciduous, humus.

### Введение

Особенности почв и почвенного покрова Северо-Запада России определяют условия развития лесных экосистем, изучение которых является актуальной задачей. Промышленная заготовка еловой и сосновой древесины в регионе вызывает существенные изменения лесорастительных условий в местах рубок. Изменяются световой и гидротермический режимы, физические и химические свойства почв. Все это способствует поселению злаков и лиственных пород, в основном березы и осины. Поступающий на поверхность почвы лиственный опад формирует своеобразную лесную подстилку, которая положительно влияет на лесорастительные свойства почвы [6]. Полог древостоя, в зависимости от породного состава деревьев, в той или иной мере трансформирует кислотность и химический состав

атмосферных осадков, что также ведет к изменениям почвенных свойств со сменой древесных пород [1]. Благодаря разрыхляющему действию корневых систем лиственных пород почва характеризуется меньшей плотностью, большей порозностью и соответственно большей водопроницаемостью по сравнению с еловыми древостоями, на месте которых они возникают. В результате этого происходит изменение кислотности верхних горизонтов почв [2]. В целом является очевидным, что в почвах, находящихся под различными лесными насаждениями, процесс почвообразования идет неодинаково. Целью нашего исследования являлось выявление особенностей свойств почв под лиственными и хвойными биоценозами.

### **Объекты и методы**

Для проведения исследований были подобраны стационарные пробные площади в разных типах леса, расположенных в среднетаежной подзоне, в Кондопожском и Пряжинском районах Республики Карелия.

1. Березняк злаково-разнотравный, почва: подзолистая иллювиально-гумусово-железистая супесчаная на суглинках, переходящих в ленточные глины\*.
2. Осинник злаково-разнотравный, почва: элювиально-поверхностно-глееватая глинистая на ленточных глинах.
3. Березняк чернично-разнотравный, почва: подзолистая песчаная на супесчаной морене.
4. Осинник злаково-черничный, почва: подзолистая супесчаная на супесчаной морене.
5. Ельник черничный, почва: элювиально-поверхностно-глееватая тяжелосуглинистая на ленточных глинах [5].

\*Названия почв даны по классификации Морозовой Р.М. [3].

На всех пробных площадях было проведено таксационное описание древостоя, заложены полнопрофильные разрезы. Изучены морфологические свойства почв, и по генетическим горизонтам отобраны почвенные образцы. Были определены следующие почвенные показатели: гранулометрический состав (Analysette 22 Nano Tec, Fritsch), величины кислотности солевой и водной вытяжки (потенциометрическим методом, рН 211, Hanna Instruments), содержание подвижных соединений фосфора и калия (методом Труога, КФК-3, ПФМ), количество углерода и валовое содержание азота – на CHN-анализаторе (Perkin Elmer 2400).

### **Результаты и обсуждение**

Почвы исследуемых биогеоценозов формируются на различных почвообразующих породах, в связи с чем их можно разделить на две группы. В первую группу входят почвы, сформированные на ленточных глинах: подзолистые, иллювиально-гумусово-железистые глееватые супесчаные (березняк злаково-разнотравный) и элювиально-поверхностно-глееватые глинистые (осинник злаково-разнотравный и ельник черничный). Во вторую

группу входят почвы, сформированные на супесчаной морене: подзолистая песчаная (березняк чернично-разнотравный) и подзолистая супесчаная (осинник злаково-черничный).

Морфологическое строение *подзолистой иллювиально-гумусово-железистой почвы* в березняке злаково-разнотравном, сформировавшейся на суглинках, подстилаемых ленточными глинами, довольно сложное, обусловленное частой сменой гранулометрического состава по профилю. Данные типы почв, как правило, развиваются на низких озерных и водно-ледниковых песчаных равнинах с близким уровнем залегания почвенно-грунтовых вод. Лесная подстилка маломощная (2 см), хорошо разложившаяся. Верхняя минеральная часть профиля до глубины примерно 19 см представлена супесью с большим количеством среднего и мелкого песка (85%), далее до глубины 70 см увеличивается содержание физической глины (48%), а с глубиной количество физической глины еще возрастает (до 60%). Плотность твердой фазы и общая плотность увеличиваются вниз по профилю, а порозность уменьшается по мере изменения гранулометрического состава почвы. Высокая кислотность (рН от 5,6 до 4,45) (рис. 1) наблюдается по всему профилю, наибольшая отмечена в горизонте А1А2 (4,45). Распределение по профилю валового содержания углерода и азота носит ярко выраженный элювиально-иллювиальный характер. Так же распределены по профилю подвижные соединения фосфора и калия. Для подзолистых супесчаных почв на ленточных глинах под березовыми лесами во всех горизонтах профиля отмечено наибольшее среди исследованных почв содержание гумуса. В горизонте А1А2 подзолистой иллювиально-гумусово-железистой почвы на глинах в растворимой части гумуса гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами в 1,2 раза. Гумус нижележащих минеральных горизонтов обладает меньшей подвижностью и имеет гуматно-фульватный характер (рис. 2). В составе гуминовых и фульвокислот присутствуют подвижные формы, связанные с полуторными окислами или находящиеся в свободном состоянии, а также фракции, связанные с кальцием, что благоприятно сказывается на физических и физико-химических свойствах почв и их лесорастительных функциях.

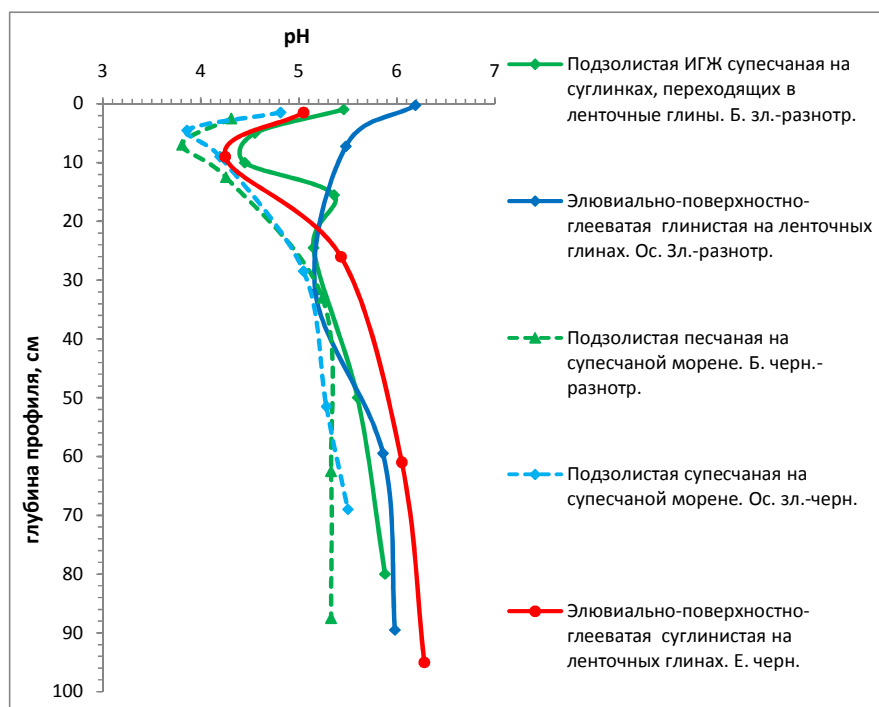


Рис. 1. Распределение pH (водной вытяжки) по профилям почв

Валовой химический анализ свидетельствует о наличии процесса подзолообразования, который выражается в накоплении оксидов кремния и выносе из подзолистых горизонтов оксидов железа и алюминия. Из щелочных и щелочноземельных оснований преобладают одновалентные.

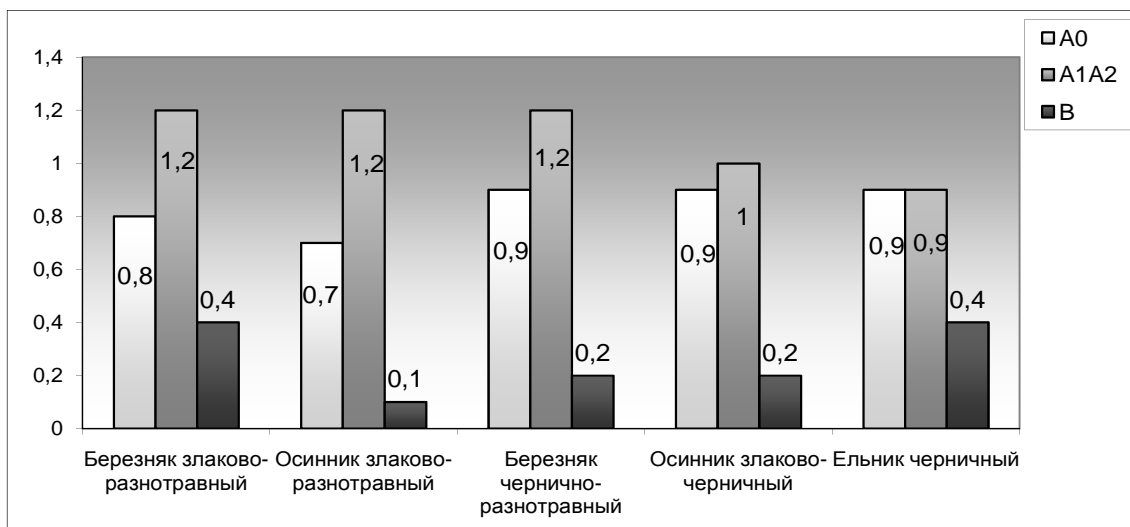


Рис. 2. Отношение гуминовых и фульвокислот (ГК/ФК) в почвах под различными типами леса

На западном склоне берега р. Суна, на ленточных глинах формируются *элювиально-поверхностно-глееватые почвы*. На данном типе почвы произрастает осинник злаково-разнотравный. Аналогичный тип почвы сформирован под ельником черничным. В этих

биогеоценозах морфологическое строение профиля почвы и распределение по профилю химических элементов носит сходный характер. Почвы под осинником разнотравно-злаковым характеризуются повышенным содержанием физической глины (44-65%), причем максимальные значения приходятся на среднюю часть профиля. Также велико по сравнению с остальными исследуемыми почвами содержание илистой фракции (6-13%), которое возрастает с глубиной профиля. Различие почв под еловыми и осиновыми лесами проявляется очень четко по уровню рН. Опад лиственных лесов, в данном случае – осины [4], оказывает существенное влияние на кислотно-основные свойства почв и приводит к обогащению почвенно-поглощающего комплекса основаниями, а в результате к снижению ее кислотности (до 6,2). Отмечается бóльшая обогащенность почвы в осиннике по сравнению с почвами в ельнике органическим веществом и общим азотом. В верхних генетических горизонтах сумма углерода гуминовых кислот (34%) преобладает над фульвокислотами (29%), углерод фракции, связанной с полуторными окислами, имеет близкие показатели как для фульво- так и гуминовых кислот. Следует отметить высокое содержание фракций гуминовых (4,6%) и фульвокислот (3,6%), связанных с кальцием (рис. 3). Содержание углерода в гуминовой кислоте выше, чем в фульвокислоте.

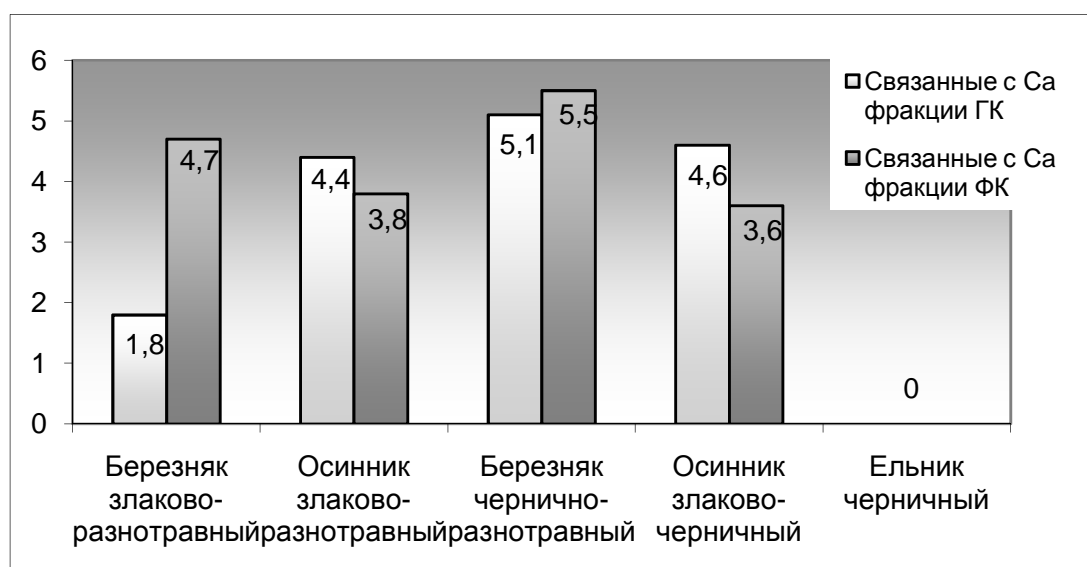


Рис. 3. Влияние типа леса на содержание связанных с Са фракций гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК) в горизонте А1А2 (% от общего содержания углерода).

Под березняком чернично-разнотравным *подзолистая песчаная на супесчаной морене почва* по своим характеристикам близка к подзолистой супесчаной почве под осинником злаково-черничным. Мелкий песок (32-50%) и средний песок (31-41%) преобладают во всех горизонтах, однако содержание физической глины чрезвычайно мало по всему профилю, за исключением горизонта А1А2 (20%) и горизонта С (11%). Наблюдается высокая кислотность

почвы по всему профилю (рН 3,8-5,3). Гидролитическая и актуальная (4,3) кислотность подстилки и подподстилочного горизонта максимальная из всех исследованных почв. Степень насыщенности основаниями (0,01-0,6 мг-экв./100 г) и гидролитическая кислотность (3,1-22,6 мг-экв./100 г) также значительно меньше по всему профилю по сравнению с подстилкой. Содержание подвижных соединений фосфора наибольшее в подстилке (76,34 мг/100 г), а начиная с подподстилочного горизонта распределение его по профилю носит элювиально-иллювиальный характер. Содержание подвижных соединений калия в подстилке (162 мг/100 г) максимальное из всех исследованных типов почв, при том что в подподстилочном горизонте А1А2 (3,77 мг/100 г) и далее по профилю (0,08 мг/100 г) наблюдается резкое уменьшение его количества. Валовой химический анализ показывает по всему профилю высокое накопление оксидов кремния и обедненность, по сравнению с почвами тяжелого гранулометрического состава, другими элементами. Исключение составляет оксид натрия (2,68 мг/100 г), содержание которого по профилю несколько выше, чем в почве ельника черничного (1,66 мг/100 г), однако ниже, чем в почвах остальных типов леса. Изучение фракционного состава гумуса позволило выявить наибольшее среди почв мелколиственных лесов содержание связанных с Са фракций гуминовых (5,1%) и фульвокислот (5,5%), а также накопление общего гумуса в горизонте А1А2 (49,8%). В растворимой части гумуса гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами, что свидетельствует об улучшении лесорастительных свойств почвы.

В подзолистой супесчаной на супесчаной морене почве осинника злаково-черничного во всех горизонтах преобладает мелкий (36-43%) и средний (22-32%) песок. Содержание илистой фракции увеличивается в иллювиальном горизонте (с 3,9 до 5,3%) и уменьшается вниз по профилю (до 3,2%). Содержание физической глины меняется от горизонта к горизонту от 13 до 21%, а наибольшие значения приходятся на нижнюю часть профиля. Результаты валового химического анализа показывают, что распределение химических элементов по профилю соответствует дифференциации почвы по гранулометрическому составу. Почва кислая по всему профилю. Наибольшая актуальная кислотность (рН 3,9) наблюдается в горизонте А1А2. Содержание подвижных форм фосфора (62 мг/100 г) и калия (151,7 мг/100 г), а также общих углерода (45,2%) и азота (2,0%) близко к показателям подзолистой песчаной почвы березняка чернично-разнотравного. В подстилке отмечено явное доминирование связанных с Са фракций фульвокислот (6,4%), однако в подподстилочном горизонте этого не выявлено. Более того, отношение содержания углерода гуминовых и фульвокислот близко к 1, что хотя и превышает аналогичный показатель в ельнике (0,8), но меньшее среди исследованных почв лиственных лесов (1,2).

## **Выводы**

В лесных подстилках почв, подстилаемых ленточными глинами, уровень кислотности и содержание элементов питания (С, N, подвижные  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ) в хвойных лесах ниже, чем в лиственных.

В подстилках почв легкого гранулометрического состава лиственных насаждений содержится на 5% больше углерода и на 10% больше подвижных соединений калия, чем в подстилках почв тяжелого гранулометрического состава. Однако более высокие показатели содержания фосфора выявлены в подстилках почв тяжелого гранулометрического состава.

Выявлено, что минеральные горизонты (особенно подзолистые) почв тяжелого гранулометрического состава в значительно большей степени обогащены углеродом (в 3 раза), калием (в 12 раз) и фосфором (в 30 раз), чем легкие почвы.

Органогенные горизонты почв лиственных лесов, содержащие большое количество свежего слаборазложившегося растительного опада, накапливают больше фульвокислот, тогда как в нижних минеральных горизонтах накапливаются гуминовые кислоты.

Высокая интенсивность минерализации органического вещества в подстилках почв под лиственными лесами, по-видимому, обусловлена более низким, по сравнению с хвойными лесами, содержанием воско-смоли и обогащенностью растительного опада азотом.

В почвах под лиственными лесами накопление гумуса приобретает фульватно-гуматный характер, что улучшает их лесорастительные свойства. В горизонтах А<sub>0</sub>, А<sub>1</sub>А<sub>2</sub> и В почв лиственных лесов в составе гуминовых и фульвокислот появляются фракции, связанные с кальцием, что также благоприятно сказывается на физико-химических свойствах почвы и ее плодородии. Наибольшее количество общего гумуса, а также связанных с Са гуминовых и фульвокислот обнаружено в подзолистой супесчаной на супесчаной морене почве под осинником злаково-черничном.

## **Список литературы**

1. Арчегова И.Б., Кузнецова Е.Г. Влияние древесных растений на химический состав атмосферных осадков в процессе восстановления среднетаежных лесов // Лесоведение. - 2011. - № 3. - С. 34–43.
2. Лазарева И.П., Зябченко С.С. Влияние березы на лесорастительные свойства почвы // Сосново-лиственные насаждения Карелии и Мурманской области. - Петрозаводск, 1981. - С. 44-59.
3. Морозова Р.М. Лесные почвы Карелии. - Л. : Наука, 1991. - 184 с.

4. Морозова Р.М. Минеральный состав растений лесов Карелии. - Петрозаводск, 1991. - С. 53-59.
5. Пространственная изменчивость почв и почвенного покрова лесных биогеоценозов / Морозова Р.М., Солодовников А.Н., Ткаченко Ю.Н., Чех А.И. // Разнообразие почв и биоразнообразие в лесных экосистемах средней тайги. - М. : Наука, 2006. - С. 147-199.
6. Федорец Н.Г., Морозова Р.М. Стационарные исследования на территории заповедника «Кивач» в среднетаежной подзоне Карелии // Лесные стационарные исследования: методы, результаты, перспективы. - Тула, 2001. - С. 111-113.

**Рецензенты:**

Федорец Н.Г., д.с.-х.н., профессор, зав. лабораторией лесного почвоведения Института леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск.

Ветчинникова Л.В., д.б.н., доцент, зав. лабораторией лесных биотехнологий Института леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск.