

Электронный научно-производственный журнал

# «АгроЭкоИнфо»

Входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий

ISSN 1999-6 403

<http://www.agroecoinfo.ru>  
[agroecoinfo\\_journal@mail.ru](mailto:agroecoinfo_journal@mail.ru)

2021, № 3 (45)

## ЭКОЛОГИЯ

01.06.2021

УДК 574.2:631.4:630\*114.351

*Ведерников К.Е., Загребин Е.А., Борисова Е.А.*

### **Особенности строения лесных почв под еловыми насаждениями Удмуртии**

В статье приведены данные исследований состояния лесных почв под еловыми насаждениями. Исследования проведены на территории Удмуртской Республики в наиболее распространенных типах леса – ельниках кисличниках (Екс). Для оценки почвенных горизонтов заложены почвенные разрезы, проведен химический анализ почв путем определения основных показателей, проанализирован такой важный элемент лесных почв, как лесная подстилка. Выявлено, что темнохвойные леса республики сформировались на дерново-подзолистых почвах. Данные почвы характеризуются кислой реакцией почвенного раствора и низким содержанием основных элементов питания. В условиях развития транспортной инфраструктуры наблюдается высокое содержание калия (225 мг/кг и более) в связи с использованием КСl в качестве антигололедного реагента. Кислотность почв варьирует от сильно кислой (3,9 ед. рН) до кислой (4,9 ед. рН), что обусловлено влиянием хвойных растений. В свою очередь, это может негативно сказаться на состоянии елового насаждения.

Ключевые слова: ЕЛОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ, ПОЧВЫ, ПОЧВЕННЫЕ ГОРИЗОНТЫ, ЛЕСНАЯ ПОДСТИЛКА, ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ

*Electronic science-productive magazine*

# "AgroEcoInfo"

Included into the List of leading reviewed scientific magazines and editions

ISSN 1999-6 403

<http://www.agroecoinfo.ru>

[agroecoinfo\\_journal@mail.ru](mailto:agroecoinfo_journal@mail.ru)

2021, N3 (45)

## ECOLOGY

*Vedernikov K.E., Zagrebin E.A., Borisova E.A.*

### **Features of the structure of forest soils in spruce stands of Udmurtia**

The article presents the data of studies of the state of forest soils under spruce stands. The research was carried out on the territory of the Udmurt Republic in the most common types of forest – spruce forests. To assess the soil horizons, soil sections were laid, chemical analysis of the soil was carried out, by determining the main indicators, such an important element of forest soils as forest litter was analyzed. It was revealed that the dark coniferous forests of the republic were formed on sod-podzolic soils. These soils are characterized by an acidic reaction of the soil solution and a low content of basic nutrients. In the context of the development of transport infrastructure, a high content of potassium (225 mg/kg or more) is observed due to the use of KCl as an anti-icing reagent. Soil acidity varies from highly acidic (3.9 pH) to acidic (4.9 pH), due to the influence of coniferous plants. In turn, this can negatively affect the state of the spruce stands.

**Keywords: SPRUCE STANDS, SOILS, SOIL HORIZONS, FOREST LITTER, CHEMICAL INDICATORS OF SOILS**

Ведерников К.Е., Загребин Е.А., Борисова Е.А.  
Особенности строения лесных почв под еловыми насаждениями Удмуртии

.....  
*Электронный научно-производственный журнал*  
**«АгроЭкоИнфо»**  
=====

УДК 574.2:631.4:630\*114.351

## **Особенности строения лесных почв под еловыми насаждениями Удмуртии**

*Ведерников К.Е., Загребин Е.А., Борисова Е.А.*

*Удмуртский государственный университет*

### **Аннотация**

*В статье приведены данные исследований состояния лесных почв под еловыми насаждениями. Исследования проведены на территории Удмуртской Республики в наиболее распространенных типах леса – ельниках кисличниках (Екс). Для оценки почвенных горизонтов заложены почвенные разрезы, проведен химический анализ почв путем определения основных показателей, проанализирован такой важный элемент лесных почв, как лесная подстилка. Выявлено, что темнохвойные леса республики сформировались на дерново-подзолистых почвах. Данные почвы характеризуются кислой реакцией почвенного раствора и низким содержанием основных элементов питания. В условиях развития транспортной инфраструктуры наблюдается высокое содержание калия (225 мг/кг и более) в связи с использованием KCl в качестве антигололедного реагента. Кислотность почв варьирует от сильно кислой (3,9 ед. рН) до кислой (4,9 ед. рН), что обусловлено влиянием хвойных растений. В свою очередь, это может негативно сказаться на состоянии елового насаждения.*

**Ключевые слова:** ЕЛОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ, ПОЧВЫ, ПОЧВЕННЫЕ ГОРИЗОНТЫ, ЛЕСНАЯ ПОДСТИЛКА, ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ

---

### **Введение**

Не все экологические факторы имеют одинаковые значения для распределения растений и сообществ. Одним из важнейших элементов, влияющих на состав лесного насаждения и его продуктивность, является совокупность почвенных условий. При изучении лесных сообществ Георгий Федорович Морозов уделял внимание не только морфологии почв, но и ее химизму, генезису и лесной подстилке. Почва, отмечал ученый, оказывает существенное влияние на лесоводственные свойства деревьев. Для нормального функцио-

нирования лесного сообщества важны богатство почвы питательными элементами, физические ее свойства, влажность, содержание органического вещества и иные показатели. От типа почвы и ее качества зависит семенная и порослевая способность растений, быстрота роста, степень развития корневых систем [1].

В то же время взаимодействие между лесом и почвой не является односторонним. Влияние леса на почву проявляется в развитии процессов почвообразования, протекающих в связи с составом насаждений. Древесные растения производят в год в несколько раз больше органического вещества и извлекают минеральных веществ в несколько раз меньше в сравнении с травами. За счет большого количества поступающего в почву органического вещества в лесу формируется лесная подстилка. Лесная подстилка является буфером между почвой и окружающей средой, источником органических и минеральных веществ лесной почвы [2].

В этой связи особый интерес вызывают изменения лесной почвы в местах деградации лесных экосистем. В Удмуртии после аномально высоких температур 2010 г. зафиксированы масштабные деградационные процессы еловых насаждений, наиболее ярко проявившиеся на юге республики – в лесном районе хвойно-широколиственных лесов.

### **Методы исследований**

Исследования проводились на территории Удмуртской Республики с 2019 по 2021 годы.

Пробные площади (далее – ПП) закладывались в еловых насаждениях, в наиболее распространенных типах леса – ельниках кисличниках (Екс).

Пробы почв для агрохимических анализов отбирались методом конверта, в результате чего формировалась смешанная проба [3]. Агрохимический анализ проводился путем определения следующих показателей:  $pH_{KCl}$  [4]; содержание органического вещества (гумуса) [5]; содержание аммонийного азота [6]; нитратов [7], подвижных форм калия и фосфора [8] (мг/кг почвы). Исследования проводились в аккредитованной лаборатории АО «Агрохимцентр Удмуртский» (номер в реестре аккредитованных лиц ФСА Росаккредитация – № RA.RU.21 ПА 13 от 16.08.2016 г.).

Морфологическое описание почв на пробных площадях проводили путем заложения почвенных разрезов. Для заложения полного разреза на относительно однородной поверхности почвы выбирали прямоугольник длиной 150 см и шириной 70 см на расстоянии

не менее 1,5 м от ствола ближайшего дерева. Закладывали разрез на глубину 150 см. Почвенный профиль расчленили на почвенные горизонты, каждый из которых характеризовали по внешним (морфологическим) признакам: цвет, структура, сложение, новообразования, включения, строение и мощность [9].

Анализ лесной подстилки проводился на учетных площадках 10×10 см с помощью шаблона в количестве 10 шт. на одну пробную площадь (в итоге формировалось 10 индивидуальных проб). Шаблон укладывали на землю, и ножом вырезался участок лесной подстилки до минерального слоя. Затем из внутренней части шаблона убиралась вся растительность и вынималась подстилка для последующих исследований в лабораторных условиях. В лаборатории подстилка сортировалась по фракциям: хвоя, листья, ветви, кора, шишки, остатки живого напочвенного покрова. Каждая фракция лесной подстилки взвешивалась, высушивалась до абсолютно сухого состояния и вновь взвешивалась [10].

Целлюлозоразлагающая активность лесной подстилки определялась в лабораторных условиях модифицированным методом Кристенсона. Метод основан на учете интенсивности разложения целлюлозы (фильтровальной бумаги) в чашках Петри при оптимальных для развития микроорганизмов температуре и влажности. По разнице в весе (%) фильтровальной бумаги до и после инкубации образца судили об интенсивности целлюлолитической активности лесной подстилки [11].

### **Результаты исследования**

Подзолообразование в различных его проявлениях ранее считалось преобладающим в лесной зоне с доминированием хвойных пород. Лесная подстилка под еловыми и сосновыми насаждениями отличается большой толщиной и плотностью, с трудом разлагается деструкторами (лесной опад с высоким содержанием смолы), образуя плотный гумус. Почва под ельниками получает небольшое количество атмосферной влаги, плохо прогревается и сильно уплотняется [12].

Согласно проведенным почвенным разрезам, на всех ПП встречаются дерново-подзолистые почвы с явно выраженным подзолистым горизонтом. На пробной площади №6 выявлены серые лесные почвы. Характеристика почвенных разрезов приведена в таблице 1.

Исследуемые почвы обладают генетическими горизонтами от лесной подстилки (A0) до материнской породы (C). Особенность дерново-подзолистых почв – наличие под-

Ведерников К.Е., Загребин Е.А., Борисова Е.А.  
 Особенности строения лесных почв под словыми насаждениями Удмуртии  
 .....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
 =====

золистого (A2) горизонта, средняя мощность которого составляет 11 см.

Таблица 1. Характеристика почвенных разрезов пробных площадей

Горизонты профиля	№ пробной площади						
	1	2	3	4	5	6	7
A0	0-3	0-4	0-2	0-3	0-3	0-6	0-3
A1	3-10	4-10	2-9	3-9	3-11	6-26	3-9
A2 (подзолистый)	10-22	10-23	10-24	10-22	12-23	-	10-25
B1	22-42	23-44	24-43	23-44	24-43	26-44	26-43
B2	42-85	44-86	43-84	44-84	43-86	44-83	43-87
BC	85-150	86-150	84-135	84-140	86-150	83-115	87-155
C	150	150	135	140	150	115	155

Толщина генетического горизонта A1 дерново-подзолистых почв в среднем составляет 6 см, тогда как серых лесных почв – 20 см. Более мощный перегнойно-аккумулятивный горизонт серых лесных почв обусловил и более высокое содержание органического вещества (гумуса). Химический анализ почв пробных площадей приведен в таблице 2.

Таблица 2. Основные агрохимические показатели исследуемых почв

№ ПП	Влажность, %	pH <sub>KCl</sub>	Орган. вещество (гумус), %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/кг	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/кг
1	16,0±2,0	4,6±0,1	2,12±0,31	4,00±0,5	170,0±26,0	36,3±7,3	5,2±0,8
2	33,0±1,0	3,8±0,1	4,01±0,92	3,75±0,25	225,0±34,0	41,7±8,3	7,5±1,1
4	11,3±1,1	3,9 ± 0,1	5,38±0,05	3,81 ± 0,77	40,54 ± 3,33	0,95 ± 0,10	423,33 ± 10,47
5	17,0±1,6	4,7±0,1	4,13±3,19	2,75±0,25	306,0±46,0	30,2±6,0	23,4±2,3
6	10,2±0,5	4,6±0,1	6,3±0,6	22,0±8,0	74,0±15,0	<2,8	12,9±1,3
7	23,8±1,2	4,9±0,1	12,6±1,3	43,0±9,0	82,0±12,0	5,8±1,7	25,0±2,5
8	12,1±0,6	4,1±0,1	3,5±0,5	21,0±7,0	81,0±12,0	4,0±1,2	10,5±1,1

Реакция почвенного раствора колеблется от сильно кислой (3,9 ед. pH) до кислой (4,9 ед. pH). В целом на исследуемых почвах наблюдается низкое содержание органического вещества (2-4 %), тогда как на ПП №6 – очень высокое (12,6%). Эта особенность, на наш взгляд, обусловлена наличием серых лесных почв. При закладке почвенного разреза

на данном участке не был выявлен подзолистый горизонт.

В исследованных почвах содержание подвижного фосфора очень низкое (2,75...22,0 мг/кг) и только на ПП №6 – низкое (43 мг/кг).

Содержание подвижного калия в исследуемых почвах изменяется в значительных пределах (40,56...306,00 мг/кг). Очень низкое содержание калия отмечено на ПП №№ 3 и 4, низкое – на ПП №5, среднее содержание отмечено на ПП №№ 6 и 7, на ПП № 1 – повышенное, на ПП № 2 – высокое.

В целом почвы имеют реакцию почвенного раствора от сильно кислой до средней, что характерно для почв под хвойными насаждениями. На ПП № 6 отмечено высокое содержание органического вещества и среднее содержание подвижных форм фосфора, что связано с наличием серых лесных почв. На пробных площадях №№ 1 и 2 выявлено от высокого до повышенного содержания подвижных форм калия. Высокое содержание обменного калия, на наш взгляд, связано с близостью г. Ижевска и высокой транспортной сетью в данном районе исследования. Это может быть связано с использованием песчано-солевой смеси в зимний период. В Удмуртии в качестве химического агента в антигололедной смеси используется хлорид калия (KCl). В итоге в местах активного его использования наблюдаются высокие уровни обменного калия в верхних почвенных слоях [13].

Содержание подвижных форм азота (аммонийный и нитратный) в исследованных почвах очень низкое. Преобладание аммонийного азота ( $\text{NH}_4^+$ ) над нитратными формами ( $\text{NO}_3^-$ ) связано с подавлением процесса нитрификации. Это явление характерно для лесных почв, особенно под хвойными насаждениями. Опад в хвойном лесу, в т.ч. и в еловых насаждениях, характеризуется высоким содержанием смол в своем составе, в результате чего преобладают грибные деструкторы над бактериальными. По результатам жизнедеятельности грибной флоры формируются аммонийные формы азота.

Лесная подстилка является индикатором лесного биогеоценоза, и в этом качестве ее значимость безгранична. Подстилка является промежуточным звеном между поступившим растительным опадом и собственно почвой, ее строение, запасы и химический состав чрезвычайно важны для развития органофилия почвы [14, 15].

От состава опада и активности микроорганизмов лесной подстилки напрямую зависит перегной лесной почвы, или лесной гумус. Кислый или грубый перегной обычно характеризуется плотной слоистостью и имеет кислую реакцию. Кислый перегной характерен для продуктивных хвойных лесов [16].

Ведерников К.Е., Загребин Е.А., Борисова Е.А.  
 Особенности строения лесных почв под еловыми насаждениями Удмуртии  
 .....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
 =====

Таким образом, лесная подстилка играет важную роль не только в защитных свойствах лесной почвы, но и является важным компонентом в поступлении основных почвенных элементов.

На всех пробных площадях выявлен переходный тип лесной подстилки – мор. По структуре лесная подстилка в исследуемых насаждениях состояла из трех медленно разлагающихся слоёв. Результаты изучения массы, влажности и содержания сухого вещества лесной подстилки выявили значительные отличия (табл. 3).

Таблица 3. Показатели массы, влажности и содержания сухого вещества в лесной подстилке

№ ПП	Масса, г	Влажность, %	Содержание сухого вещества, %
1	470,423	46,8±3,8* 37,4...56,2	53,24
2	308,39	53,6±4,2 43,2...64,0	46,39
3	1222,237	14,4±2,4 8,5...20,3*	85,64
4	765,624	8,6±0,9 6,5...10,7	91,40
5	875,241	7,6±1,9 5,5...11,7	81,40
6	1009,474	59,4±0,9 57,3...61,6	40,55
7	717,397	32,7±7,7 13,5...51,9	67,28

*Примечание:* \* – указано среднее значение ± стандартное отклонение, доверительный интервал для среднего значения ( $p < 0,05$ ); ПП – пробная площадь

Наименьшая масса лесной подстилки отмечается на ПП №№ 1 и 2. Наименьшая влажность лесной подстилки и наибольшее содержание сухого вещества наблюдается на ПП №№ 3-5.

Особенности морфологии и активности лесной подстилки в зависимости от типа почвы нами выявлены не были. По-видимому, в большей степени на строение лесной подстилки влияет флора лесного биоценоза, особенно состав доминантного яруса.

Таким образом, под еловыми насаждениями преобладают дерново-подзолистые почвы, имеющие обособленный подзолистый горизонт А2, мощностью от 4 см.

### **Выводы**

В результате проведенных исследований выявлено, что темнохвойные леса республики сформировались на дерново-подзолистых почвах. По химическому составу данные почвы обладают низким содержанием органического вещества (гумуса), высокой кислотностью (сильно кислые почвы) и низким содержанием основных элементов минерального питания, что является типичным для почв, располагающихся под хвойными насаждениями [17, 18]. Таким образом, на таких почвах необходимы мероприятия по повышению органического вещества и снижению кислотности. Оптимизация химических показателей может повысить резистентность растений к болезням и вредителям [19]. Этого можно достичь путем оставления порубочных остатков для перегнивания после проведения рубок лесных насаждений.

Несмотря на преобладание дерново-подзолистых почв под еловыми насаждениями, в процессе исследования выявлены также и серые лесные почвы, формирующиеся в республике, как правило, на покровных лессовидных суглинках. Данные почвы обладают высоким содержанием органического вещества (гумуса) – более 10%, на порядок превышающим содержание органики на дерново-подзолистых почвах. Наличие карбонатной материнской породы обуславливает нейтральную кислотность почвенного раствора, а порой даже слабощелочную реакцию. Достаточное содержание основных элементов питания (в особенности фосфора) делает серые лесные почвы благоприятными для большинства лесобразующих пород, вследствие чего на таких почвах чаще всего формируются сложные древостои с высокой долей участия лиственных пород. В Удмуртии на таких почвах формируются липовые древостои либо смешанные (хвойно-лиственные).

Исследования проведены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-04-00353.

### **Список использованных источников**

1. Георгий Федорович Морозов (к 100-летию со дня рождения) / под ред. И.Р. Морозова. – М.: Изд-во «Лесная промышленность», 1967. – 199 с.
2. Эйтинген, Г.Р. Лесоводство. 5-е изд. доп. перер. / Г.Р. Эйтинген. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1953. – С. 17-66.
3. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – 1986 –

Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200158951>.

4. ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. – 1985. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200023490>

5. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества. – 1993. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200023481>

6. ГОСТ 26489-85 Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. – 1985. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200023496>

7. ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – 1986. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200023499>

8. ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. – 2011. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200094361>

9. Щеглов, Д.И. Морфологический анализ почв: учебное пособие / Д.И. Щеглов, А.Б. Беляев, Л.И. Брехова и др. / Для бакалавров 1-го курса. Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета. – 2013. – С. 5-26.

10. ГОСТ 28268-89 Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. – 1990. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200023556>.

11. Круглов, Ю.В. Микробиологическая активность чернозема южного в зависимости от агротехнических приемов в засушливой степи Нижнего Поволжья / Ю.В. Круглов, Ю.Ф. Курдюков, Г.В. Шубитидзе // Аграрный научный журнал. – 2018. – №1. – С. 20-23.

12. Ковриго, В.П. Почвоведение с основами геологии / В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова. – М.: Колос, 2000. – 416 с.

13. Леднев, А.В. Особенности почвенного покрова г. Ижевска / А.В. Леднев // Городская среда: экологические и социальные аспекты: сб. ст. науч.-практ. конф. – Ижевск: Удмуртский университет, 2017. – С. 24-30.

14. Гришина, Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв / Л.А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 244 с.

15. Богатырев, Л.Г. О некоторых теоретических аспектах исследования лесных подстилок / Л.Г. Богатырев, В.В. Демин, Г.В. Матышак, В.Ф. Сапожникова // Лесоведение. – 2004. – № 4. – С. 17-29.

16. Ярошенко, П.Д. Геоботаника. Пособие для студентов педвузов / П.Д. Ярошенко. – М., «Просвещение», 1969. – С. 102-108.

17. Derome, J., Soil Acidity Parameters and Defoliation Degree in Six Norway Spruce Stands in Finland / J. Derome, A. J. Lindroos, M. Lindgren // Water, Air and Soil Pollution: Focus volume 1. – 2001. – P. 169-186. DOI: 10.1023 / A: 1011594814101.

18. Hansson, K. Differences in soil properties in adjacent stands of Scots pine, Norway spruce and silver birch in SW Sweden / K. Hansson, B. Olsson, M. Olsson, U. Johansson // Forest Ecology and Management 262(3). – 2011. – P. 522-530. DOI: 10.1016/j.foreco.2011.04.021.

Ведерников К.Е., Загребин Е.А., Борисова Е.А.

Особенности строения лесных почв под еловыми насаждениями Удмуртии

.....  
*Электронный научно-производственный журнал*  
**«АгроЭкоИнфо»**

=====

19. Vogels, J.J. Barriers to restoration: Soil acidity and phosphorus limitation constrain recovery of heathland plant communities after sod cutting / J.J. Vogels, M.J. Weijters, R. Bobbink et al // Applied Vegetation Science. –2019. – P. 94-106. <https://doi.org/10.1111/avsc.12471>.

=====

**Цитирование:**

Ведерников К.Е., Загребин Е.А., Борисова Е.А. Особенности строения лесных почв под еловыми насаждениями Удмуртии [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №3. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/3/st\\_313.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/3/st_313.pdf). DOI: <https://doi.org/10.51419/20213313>.