

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ КОРЕННОГО ЕЛОВОГО И ПРОИЗВОДНОГО ОСИНОВОГО НАСАЖДЕНИЙ

П. А. Тарасов¹, А. В. Тарасова²

¹Пенсионер

²Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31
E-mail: avyatar@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований лесных подстилок коренного ельника и производного осинника, последний из которых сформировался в результате антропогенной смены пород. Работа заключалась в сравнительном анализе основных параметров рассматриваемых подстилок (мощности, плотности, запаса, фракционного состава) для выявления особенностей их накопления и разложения, характеризующих интенсивность биологического круговорота. В конечном итоге, это позволит дать оценку влияния на ход почвообразования антропогенной смены пород, что, в связи с активным проявлением данного процесса, приобретает особую актуальность.

Обобщающий анализ полученных результатов показал, что в производном осиннике биологический круговорот веществ идет активнее. Благодаря этому происходит более быстрый возврат в почву элементов питания и увеличение их содержания, что при обратной смене пород будет способствовать успешному развитию хозяйственно ценных хвойных древостоев.

Ключевые слова: коренной разнотравно-зеленомошным ельник, производный разнотравный осинник, лесная подстилка и ее основные характеристики, биологический круговорот веществ.

Conifers of the boreal area. 2026, Vol. XLIV, No. 2, P. 52–59

COMPARATIVE STUDIES OF THE FOREST LITTER OF NATIVE SPRUCE AND DERIVED ASPEN PLANTINGS

P. A. Tarasov¹, A. V. Tarasova²

¹Retired man

²Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarskii rabochii prospekt, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: avyatar@yandex.ru

Abstract. The results of studies of forest litters of indigenous spruce and aspen forest derivative are presented, the last of which was formed as a result of anthropogenic change of species. The work included a comparative analysis of the main parameters of the considered litter (power, density, stock, fractional composition) to identify the features of their accumulation and decomposition, characterizing the intensity of the biological cycle. Ultimately, this will make it possible to assess the impact of anthropogenic changes in rocks on the course of soil formation, which, due to the active manifestation of this process, acquires particular relevance.

A generalizing analysis of the results obtained showed that biological circulation of substances is more active in the derived aspen. Thanks to this, there is a faster return of nutrients to the soil and an increase in their content, which, with the reverse change of species, will contribute to the successful development of economically valuable coniferous stands.

Keywords: native herb-green-moss spruce, derived herb aspen-nick, forest litter and its main characteristics, biological cycle of substances.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных проблем лесного почвоведения и лесоводства является изучение взаимосвязи между лесной растительностью и почвами в целях научного обоснования лесохозяйственных мероприятий. При этом в связи с активным возобновлением осины на еловых вырубках в районе исследований особую

актуальность приобретает оценка влияния данного процесса на свойства почв [Тарасов и др., 2015].

Ранее подобная смена хвойных пород мелколиственными считалась краткосрочной или временной [Мелехов, 1980; Белов, 1983]. Однако в настоящее время, когда лесное хозяйство ослаблено новыми формами его ведения, а позиции лесозаготовителей

усилились, данная антропогенная смена пород приобретает повсеместный и длительный характер [Втюрина, Соколов, 2009]. При этом вследствие существенных различий влияния хвойных и мелколиственных пород на почвообразование [Ткаченко, 1939; Зонн, 1954; Похитон, 1958; Абатуров, 1961; Тарасов, 2012], данный процесс не может не сказаться на свойствах формирующихся почв.

В данной работе представлен анализ результатов исследований лесной подстилки коренных ельников и производных осинников, которая играет исключительно важную роль не только в биологическом круговороте веществ, составляющем основу почвообразования, но и в росте и производительности леса [Роде, 1954; Ремезов, 1956]. Это обусловлено множеством различных функций подстилки, которые принято делить на три группы – системообразующие, биогеохимические, интегральные [Карпачевский, 1983; Богатырев, 1996]. Столь большая ее функциональная значимость была отмечена еще основоположниками лесоводственной науки. Так, В. Н. Сукачев (1938) называл лесную подстилку зеркалом биоценоза, М. Е. Ткаченко (1952) отводил ей главную роль в материально-энергетическом обмене между древостоем и почвой, а Г. Ф. Морозов (1949) вообще считал ее одной из функций леса.

За последние десятилетия под влиянием идей концепции лесного почвоведения С. В. Зонна (1954) достигнуты заметные успехи в исследованиях вопросов, касающихся классификации, процессов образования и индикаторной значимости подстилок [Ведрова, 1980; Карпачевский, 1981, 1983; Сапожников, 1984, 1987; Богатырев, 1996].

Так, в целом ряде работ [Карпачевский, 1983; Богатырев, 1987; Попова, Горбачев, 1988; Ведрова, 1997; Кузнецов, 2010; Ведрова, Решетникова, 2014; Тарасов и др., 2015] отмечено, что накопление и последующие превращения лесной подстилки, которые являются важнейшим биогеоценотическим процессом, зависят от количества, состава и времени поступления опада, а также скорости его разложения, определяемой климатическим, почвенными и биотическим факторами. При этом особенности формирования подстилки в значительной степени характеризуются ее основными параметрами – мощностью, запасом, фракционным составом и строением. Данные характеристики позволяют судить об интенсивности и направленности биологического круговорота веществ, являющегося ведущим процессом в почвообразовании.

Мощность подстилки – это ее толщина, составляющая в разных лесорастительных условиях от 1 до 15 см [Карпачевский, 1981]. Данный показатель отличается невысокой точностью определения и некоторым субъективизмом, что обуславливает предпочтительность другого параметра подстилки – ее запаса [Ведрова, Решетникова, 2014]. Он представляет собой массу сухой подстилки на единице площади, который также весьма динамичен и зависит от лесорастительных условий. В совокупности с фракционным составом подстилки ее запас является индикатором состояния почвы и всего биогеоценоза и характера происходящих в нем изменений.

Один из наиболее существенных параметров подстилки – ее строение, т. е. совокупность слоев (или подгоризонтов), на которые она подразделяется. В почвенной номенклатуре лесную подстилку обозначают индексом О и обычно выделяют в ней три слоя, различающиеся мощностью, запасом, фракционным составом. В настоящее время данные слои обозначаются индексами L, F и H (соответственно, по первым буквам немецких слов Laub – листва; Fermentation – ферментация, разложение; Humus – гумус, перегной) [Ведрова, 1997].

Первый слой L сложен опадом прошлого (осень) и этого (весна) годов и состоит из листьев и хвои, которые хорошо сохранили свою форму и легко диагностируются. В то же время, они потеряли пигменты (хлорофилл, антоцианы и пр.) и окрашены в серовато-бурые тона, иногда в светло- и темно-бурые. Слой L сравнительно легко отделяется от остальной подстилки.

Второй слой F представляет собой бурую смесь из обломков хвои, листьев, веток, трухи, жилок от выеденных беспозвоночными животными листьев и другого органического материала. Часто здесь хорошо заметны гифы грибов и корни растений. В этом слое максимальное скопление беспозвоночных животных. Во влажном состоянии он представляет собой механически сцепленную массу, а в сухие периоды распадается на отдельные фрагменты. По мощности и запасам обычно составляет наибольшую долю подстилки.

Третий слой H представляет собой темно-бурый, во влажном состоянии – почти черный перегнойный материал. В нем нет различимых остатков растений. Сыпучий в сухом состоянии, во влажном состоянии он размазывается пальцами до однородной массы. В зарубежной литературе его называют слоем гумификации.

По мнению Э. Ф. Ведровой и Т. В. Решетниковой (2014), изучавшим особенности формирования подстилки в культурах основных лесообразующих пород Сибири, растительные остатки в процессе биохимической трансформации проходят все стадии разложения, последовательно перемещаясь из первого слоя в третий (Ведрова, 1997).

Таким образом, строение в значительной степени характеризует условия разложения подстилок, на основании чего Л. О. Карпачевский (1983) сгруппировал их в три ряда:

1) есть только слой L, а остальные фрагментарны – опад и подстилка быстро разлагаются, условия для разложения благоприятны;

2) есть слой L и F, а H выражен плохо, иногда фрагментарно – средние по благоприятствованию условия разложения опада и подстилки;

3) при наличии слоев L и F сравнительно мощный слой H – условия разложения и гумификации самые плохие.

При этом Л. О. Карпачевский (1981) делает оговорку, что данные ряды – это только грубая схема, которая может иметь множество вариантов (сухие подстилки, влажные, участие разных пород и т. д.).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Значительная часть вырубков, сформировавшихся после сплошной рубки коренных еловых древостоев, возобновляется осиною [Втюрина, Соколов, 2009].

Несомненно, что эта антропогенная смена пород оказывает определенное влияние на ход почвообразования [Зонн, 1954; Тарасов, 2012; Тарасов и др., 2015; Тарасов, Тарасова, 2022], о котором можно судить по основным характеристикам подстилки, отражающим интенсивность и направленность биологического круговорота веществ в лесных биогеоценозах [Попова, Горбачев, 1988; Ведрова, 1997].

Исходя из этого, объекты исследования были представлены коренным разнотравно-зеленомошным ельником и производным разнотравным осинником, произрастающими на территории Кемчугского участкового лесничества КГБУ «Емельяновское лесничество», относящейся к Среднесибирскому подтаежно-лесостепному лесному району лесостепной лесорастительной зоны [Приказ ..., 2014].

Оба древостоя исследуемых насаждений являются средневозрастными, при этом средний возраст деревьев осины – около 40, а ели – 70 лет. Данная информация, так же, как и другие таксационные показатели древостоев были взяты из лесоустроительных материалов и представлены в табл. 1.

Таблица 1
Таксационные показатели древостоев

Состав	Возраст, лет	D, см	H, м	Бонитет	Полнота	Запас, м ³ /га
90с1Е	40	16	17,0	II	0,6	120
8Е2П	70	20	19,0	II	0,6	175

О характере влияния антропогенной смены пород на ход почвообразования, во многом определяемого интенсивностью и направленностью биологического круговорота, можно судить по особенностям накопления и разложения подстилки [Похитон, 1958]. В свою очередь, соотношение между данными процессами отражают такие ее характеристики, как мощность, запас и фракционный состав [Карпачевский, 1981; Ведрова, Решетникова, 2014].

Исходя из этого, основная цель работы заключалась в определении указанных параметров подстилки в исследуемых насаждениях. Для этого в десяти произвольно выбранных точках каждого объекта с помощью рамки размером 20×20 см отбирались образцы из указанных во введении трех слоев лесной подстилки (L, F, H) и с точностью до 1 мм измерялась их мощность [Растворова, 1983]. В лабораторных условиях образцы высушивали при температуре 90 °С до абсолютно сухой массы и взвешивали. Плотность образца вычисляли делением его массы на объем, который представляет собой произведение площади рамки на мощность (толщину) подстилки [Растворова, 1983]. Формула расчёта запаса каждого слоя подстилки представлена ниже:

$$M = 10000d_v h,$$

где M – запас подстилки, г/м²; d_v – плотность подстилки, г/см³; h – мощность подстилки, см.

Разделение сухих образцов на фракции проводили вручную с использованием набора сит. После взвешивания каждой фракции, находили их процентное содержание от массы всего образца. При этом, исходя

из различных темпов разложения разных фракций, их делили на активные (листья, хвоя, труха, трава, корни, ветки диаметром до 5 мм) и неактивные (шишки, кора, корни, ветки диаметром свыше 5 мм, минеральные частицы почвы) [Карпачевский, 1981, 1983].

На основе анализа основных характеристик подстилок определяли их классификационное положение, используя классификацию Л. Г. Богатырева (1990).

Кроме того, из образцов каждого слоя подстилки составлялись смешанные образцы [Смолянинов и др., 1966], агрохимический анализ которых позволяет получить усредненные для всего изучаемого участка данные. Такие аналитические исследования, как определение содержания органического вещества и углерода, а также физико-химические характеристики были выполнены в аккредитованной испытательной лаборатории ФГУ ГЦАС «Красноярский» по стандартным методикам [Практикум..., 1980]. При этом процентная доля углерода принималась равной половине содержания органического вещества [Мякина, Аринушкина, 1979]. Используя данные о массе слоев подстилки и процентного содержания в них органического вещества и углерода, вычисляли их аккумулярованные запасы.

Степень насыщенности основаниями рассчитывали по следующей формуле [Практикум..., 1980]:

$$V = 100 S / (S + H_T),$$

где V – степень насыщенности почвы основаниями, %; S – сумма поглощенных (обменных) оснований, м-экв./100 г; H_T – гидролитическая кислотность, м-экв./100 г.

Полученные данные обрабатывались с использованием методов математической статистики [Дмитриев, 1995] и стандартных программ «Статистика» и «Excel».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Морфологические исследования обнаружили в подстилках обоих насаждений наличие всех трех слоев, однако, разной мощности (табл. 2).

Анализ табл. 2 показывает, что в ельнике каждый слой и подстилка в целом имеют большую мощность. При этом во всех случаях, за исключением среднего слоя F, отмеченные различия обеспечивают уровень доверительной вероятности более 0,90 [Дмитриев, 1995]. Кроме того, максимальная мощность нижнего слоя H в подстилке ельника указывает на самые плохие условия ее разложения, тогда как соотношение слоев подстилки осинника является признаком средних по благоприятствованию условий [Карпачевский, 1983].

Вместе с тем, мощность подстилки отличается невысокой точностью определения и некоторым субъективизмом, что обуславливает предпочтительность ее другого параметра – запаса [Карпачевский, 1983; Ведрова, Решетникова, 2014]. Его средние значения для каждого слоя и подстилки в целом приведены в следующей табл. 3.

Ее анализ обнаружил тот же характер и высокую (более 0,98) достоверность различий между отдельными слоями подстилок осинника и ельника [Дмит-

риев, 1995]. Исключением является лишь самый верхний слой L, где различия имеют несколько меньший (0,88) уровень доверительной вероятности. Скорее всего, это связано с проведением исследований в период активного опадения листьев осины, что несколько нивелировало различия в запасах слоя L подстилок ельника и осинника.

Кроме того, обращают на себя внимание большие в относительном выражении различия запасов, чем мощности. Особенно это касается нижнего слоя Н, превышение запаса которого в ельнике, по сравнению с мощностью, возросло более чем вдвое – с 6 до 15 раз. Главной причиной этого является большая плотность слоев подстилки ельника и, прежде всего, самого нижнего из них, что отражают данные табл. 4.

Ее анализ выявил постепенное почти двукратное увеличение плотности от верхнего к нижнему слою в подстилке ельника – с 0,049 до 0,095 г/см³. В осиннике же данная тенденция не выражена, и самым плотным здесь является средний слой подстилки F. Исходя из значений критерия t_{ϕ} , различия плотности исследуемых всех слоев подстилок превышают уровень доверительной вероятности 0,90 [Дмитриев, 1995].

Одной из наиболее вероятных причин разной плотности слоев подстилки могут быть соответствующие различия в их фракционном составе, резуль-

таты исследования которого представлены в табл. 5. Ее анализ позволяет заключить, что высокая плотность слоев F и Н подстилки ельника, главным образом, обусловлена почти 50-процентным содержанием в них минеральных частиц почвы, а также наличием крупных веток и шишек, более плотных, чем другие фракции.

Наряду с этим, при рассмотрении табл. 5 обращает на себя внимание заметно большая доля активной фракции во всех слоях подстилки осинника, в которую объединяют листья, труху, чешуйки, семена, траву и мелкие (диаметром до 5 мм) ветки. По мнению ряда ученых [Карпачевский, 1983; Попова, Горбачев, 1988], это указывает на высокие темпы разложения растительных остатков в подстилке осинника.

Еще одним подтверждением этого является в несколько раз меньший запас трухи в слоях F и Н (соответственно 1,50 и 5,30 г/м² против 8,81 и 14,43 г/м² в ельнике), несмотря на существенно большее (слой F) или близкое (слой Н) содержание данной фракции, в сравнении с подстилкой ельника (соответственно 36,29 против 20,34 % и 33,42 против 35,79 %).

Определенный интерес также представляют результаты химических анализов образцов из различных слоев исследуемых подстилок, а именно, содержание органического вещества и углерода

Таблица 2

Мощность слоев подстилки, см (числитель – осинник, знаменатель – ельник)

Слои	$\bar{X}$	$\pm m_x$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_x	t_{ϕ}
L	$\frac{1,09}{1,36}$	$\frac{0,079}{0,138}$	$\frac{0,2485}{0,4366}$	$\frac{22,8}{32,1}$	$\frac{7,21}{10,16}$	$\frac{13,87}{9,84}$	1,70
F	$\frac{0,97}{1,06}$	$\frac{0,081}{0,088}$	$\frac{0,2561}{0,2767}$	$\frac{26,4}{26,1}$	$\frac{8,35}{8,26}$	$\frac{11,98}{12,10}$	0,75
H	$\frac{0,36}{2,16}$	$\frac{0,032}{0,217}$	$\frac{0,1068}{0,6847}$	$\frac{28,0}{31,7}$	$\frac{8,86}{10,03}$	$\frac{11,29}{9,97}$	8,22
Подстилка в целом	$\frac{2,42}{4,58}$	$\frac{0,140}{0,239}$	$\frac{0,4429}{0,7557}$	$\frac{18,3}{16,5}$	$\frac{5,79}{5,22}$	$\frac{17,27}{19,16}$	7,79

Таблица 3

Запас слоев подстилки, г/м² (числитель – осинник, знаменатель – ельник)

Слои	$\bar{X}$	$\pm m_x$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_x	t_{ϕ}
L	$\frac{501,4}{660,5}$	$\frac{67,12}{86,73}$	$\frac{212,09}{274,11}$	$\frac{42,3}{41,5}$	$\frac{13,39}{13,13}$	$\frac{7,47}{7,62}$	1,45
F	$\frac{476,0}{879,5}$	$\frac{67,33}{144,73}$	$\frac{212,77}{457,34}$	$\frac{44,7}{52,0}$	$\frac{14,14}{16,46}$	$\frac{7,07}{6,08}$	2,53
H	$\frac{133,0}{2046,4}$	$\frac{14,89}{311,21}$	$\frac{47,08}{974,09}$	$\frac{35,4}{47,6}$	$\frac{11,19}{15,21}$	$\frac{8,93}{6,58}$	6,14
Подстилка в целом	$\frac{1110,4}{3586,4}$	$\frac{134,23}{514,13}$	$\frac{424,17}{1624,64}$	$\frac{38,2}{45,3}$	$\frac{12,09}{14,34}$	$\frac{8,27}{6,98}$	4,66

Таблица 4

Плотность слоев подстилки, г/см³ (числитель – осинник, знаменатель – ельник)

Слои	$\bar{X}$	$\pm m_x$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_x	t_{ϕ}
L	$\frac{0,046}{0,049}$	$\frac{0,0043}{0,0062}$	$\frac{0,0137}{0,0195}$	$\frac{29,9}{39,7}$	$\frac{9,35}{12,65}$	$\frac{10,70}{7,90}$	3,98
F	$\frac{0,060}{0,083}$	$\frac{0,0068}{0,0112}$	$\frac{0,0214}{0,0354}$	$\frac{35,6}{42,6}$	$\frac{11,33}{13,49}$	$\frac{8,82}{7,41}$	1,76
H	$\frac{0,037}{0,095}$	$\frac{0,0047}{0,0142}$	$\frac{0,0133}{0,0449}$	$\frac{36,0}{47,3}$	$\frac{11,35}{14,95}$	$\frac{8,81}{6,69}$	3,92
Подстилка в целом	$\frac{0,046}{0,078}$	$\frac{0,0055}{0,0115}$	$\frac{0,0173}{0,0364}$	$\frac{37,6}{46,7}$	$\frac{11,96}{14,74}$	$\frac{8,36}{5,03}$	2,51

Известно [Мякина, Аринушкина, 1979], что в процессе разложения образующих подстилку растительных остатков углерод, составляющий половину их массы, выделяется в атмосферу в виде углекислого газа. Поэтому с увеличением степени разложения слоев подстилки содержание в них органического вещества и углерода, как его основного компонента, постепенно снижаются [Карпачевский, 1983]. В соответствие с этим, уменьшаются и их запасы, депонированные в рассматриваемых слоях подстилки, что отражают данные табл. 6.

Ее анализ выявил практически одинаковое содержание органического вещества и углерода в свежем опаде слоя L обоих насаждений. Однако в более глубоких слоях подстилки осинника данные показатели оказались заметно ниже, что указывает на большую степень разложения составляющих их растительных остатков. При этом наибольшие различия в содержа-

нии органического вещества и углерода с ельником отмечаются в слое ферментации F, в котором процессы разложения идут наиболее активно [Карпачевский, 1983].

Меньшее содержание данных компонентов в сочетании с невысокими запасами слоев подстилки осинника (особенно, слоя Н – табл. 3), обусловили и существенно более низкие величины депонированных в них органического вещества и углерода, втрое уступающие аналогичным показателям ельника (табл. 6).

В значительной степени более активное разложение подстилки в осиннике обусловлено известным по литературным данным [Кузнецов, 2010; Тарасов и др., 2015] меньшим содержанием трудно разлагаемых химических соединений (смола, лигнина, дубильных веществ), а также более благоприятными для микрофлоры физико-химическими показателями. Последнее в полной мере подтверждают данные табл. 7.

Таблица 5

Фракционный состав слоев подстилки (числитель – запас, г/м²; знаменатель – содержание, %)

Слой	Пассивные фракции						Активные фракции						
	ветки > 5 мм	шишки	кора	мох	частицы почвы	всего	ветки < 5 мм	корни	травы	почки	хвоя, листья	труха	всего
Осинник													
L	–	–	–	–	<u>0,22</u> 3,53	<u>0,22</u> 3,53	<u>0,58</u> 9,31	–	<u>3,82</u> 61,32	<u>0,04</u> 0,64	<u>1,57</u> 25,20	–	<u>6,01</u> 96,47
F	–	–	<u>0,10</u> 1,08	–	<u>3,8</u> 29,13	<u>3,9</u> 30,21	<u>0,75</u> 3,99	<u>1,18</u> 7,17	<u>1,85</u> 14,28	<u>0,17</u> 1,47	<u>1,07</u> 6,59	<u>1,50</u> 36,29	<u>5,77</u> 69,79
H	–	–	–	–	<u>6,96</u> 42,26	<u>6,96</u> 42,26	–	<u>1,85</u> 15,88	<u>0,53</u> 3,03	<u>0,09</u> 0,88	<u>0,86</u> 4,53	<u>5,30</u> 33,42	<u>8,63</u> 57,74
Ельник													
L	<u>3,11</u> 15,03	<u>7,35</u> 30,39	–	<u>1,87</u> 10,85	–	<u>12,33</u> 56,27	–	<u>0,19</u> 1,33	<u>1,68</u> 9,69	–	<u>9,11</u> 30,17	<u>1,14</u> 2,54	<u>12,12</u> 43,73
F	–	<u>1,07</u> 2,67	–	<u>0,17</u> 0,70	<u>18,92</u> 55,0	<u>20,16</u> 58,37	<u>0,70</u> 3,45	<u>4,72</u> 11,6	<u>2,48</u> 5,8	–	<u>0,19</u> 0,44	<u>8,81</u> 20,34	<u>16,9</u> 41,63
H	<u>0,77</u> 4,11	<u>0,66</u> 2,75	<u>0,79</u> 2,11	–	<u>23,24</u> 47,68	<u>25,46</u> 56,65	–	<u>1,50</u> 3,87	<u>0,63</u> 3,04	–	<u>0,15</u> 0,65	<u>14,43</u> 35,79	<u>16,71</u> 43,35

Таблица 6

Содержание, %, и запас, г/м², органического вещества и углерода в слоях подстилки

Слой	Органическое вещество		Углерод	
	содержание, %	запас, г/м ²	содержание, %	запас, г/м ²
Осинник				
L	78,40	393,10	39,20	196,55
F	46,80	222,76	23,40	111,38
H	41,22	54,82	20,61	27,41
Подстилка в целом	–	670,68	–	335,34
Ельник				
L	78,66	519,54	39,33	259,77
F	57,96	509,76	28,98	254,88
H	45,56	932,34	22,78	466,17
Подстилка в целом	–	1961,64	–	980,82

Ее анализ указывает на меньшее проявление всех форм почвенной кислотности в слоях подстилки осинника при большем содержании в них обменных оснований и степени насыщенности ими. При этом наибольшие различия рассматриваемых показателей наблюдаются в верхнем слое L, что обусловлено более высоким содержанием в листовом опаде осины зольных элементов основного характера (кальция и магния). Так, согласно данным С. В. Зонна (1954), листья осины содержат в 1,5–2 раза больше зольных веществ, чем хвоя.

Известно, что подстилка является специфическим верхним горизонтом лесных почв [Морозов, 1949; Ткаченко, 1952; Ремезов, Погребняк, 1965; Ведрова, 1997], формирование которого тесно взаимосвязано с гумусообразованием [Географические аспекты..., 2013]. Поэтому при ее исследованиях необходимо рассматривать и непосредственно граничащий с ней гумусовый горизонт, что обусловлено существенным влиянием процессов трансформации подстилки не только на содержание в нем гумуса, но и физико-химические показатели.

В связи с этим, были сделаны почвенные прикопки до глубины 30 см, рассмотрение которых позволило диагностировать верхние минеральные горизонты ельника и осинника, как серо-гумусовые АУ [Классификация и диагностика..., 2004], и обнаружило близость большинства их морфологических признаков. В обоих насаждениях данный горизонт имеет тяжело-суглинистый гранулометрический состав, мелкокомковатую структуру, рыхлое сложение, многочисленны включения корней трав и серый цвет. Вместе

с тем, в осиннике он несколько темнее и более мощный (23 см), чем в ельнике (15 см). Результаты агрохимических исследований образцов из данных горизонтов показаны уже в приведенной выше табл. 6.

Исходя из значений водного и солевого pH, серо-гумусовый горизонт АУ в ельнике характеризуется сильнокислой реакцией почвенного раствора и высокой обменной кислотностью, что объясняется значительным поступлением в него кислых продуктов разложения подстилки. В осиннике же актуальная реакция данного горизонта слабокислая, а обменная и гидролитическая формы потенциальной кислотности проявляются в меньшей степени. Кроме того, здесь, по сравнению с ельником, в полтора раза выше содержание обменных оснований (25 против 16 м-экв./100 г) и более чем вдвое – степень насыщенности почвы ими (72,4 против 32,5 %). Главной причиной более благоприятных физико-химических показателей серо-гумусового горизонта АУ в осиннике является уже отмеченное ранее высокое содержание в его листьях зольных элементов основного характера (кальция, магния, калия), нейтрализующих часть кислых продуктов разложения подстилки и способствующих накоплению гумуса. Вследствие этого, горизонт АУ в осиннике содержит 6 % гумуса, тогда как в ельнике – 4,3 %.

В завершении следует отметить, что отмеченные различия основных параметров рассматриваемых подстилок соответствующим образом сказались и на их классификационном положении, приведенном в табл. 8.

При этом ее анализ показал как различия на уровне подтипа и подвида, так и общность таких таксономических рангов, как тип, род и вид.

Таблица 7
Физико-химические показатели слоев подстилки и серо-гумусового горизонта АУ
(числитель – осинник, знаменатель – ельник)

Слои	pH		Гидролитическая кислотность	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности основаниями, %
	H ₂ O	KCl	милли-экв. на 100 г почвы		
L	<u>6,31</u>	<u>5,92</u>	<u>14,7</u>	<u>145,0</u>	<u>90,8</u>
	5,75	5,48	15,0	34,0	69,4
F	<u>5,99</u>	<u>5,61</u>	<u>19,5</u>	<u>30,0</u>	<u>60,6</u>
	5,51	5,27	20,9	24,0	53,5
H	<u>5,96</u>	<u>5,76</u>	<u>17,9</u>	<u>29,0</u>	<u>61,8</u>
	5,48	5,05	18,3	20,0	52,2
AY	<u>5,49</u>	<u>4,46</u>	<u>9,5</u>	<u>25,0</u>	<u>72,4</u>
	4,56	3,34	10,8	16,0	32,5

Таблица 8
Классификационное положение исследуемых лесных подстилок [Богатырев, 1990]

Таксономический ранг	Осинник	Ельник
Тип	гумифицированная	гумифицированная
Подтип	сверхсопряженная	сильносопряженная
Род	сложная	сложная
Вид	очень маломощная	очень маломощная
Подвид	лиственно-травяная	хвойная

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, обобщающий анализ всех результатов сравнительных исследований лесной подстилки показал, что в производном осиннике биологический круговорот веществ идет активнее. Благодаря этому

происходит более быстрый возврат в почву элементов питания и увеличение их содержания, что при обратной смене пород будет способствовать успешному развитию хозяйственно ценных хвойных древостоев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Абатуров, Ю. Д. Влияние сосновых и березовых лесов на почвы Южного Урала // Почвоведение. 1961. № 6. С. 59–67.
2. Белов С. В. Лесоводство : учебное пособие для вузов. М. : Лесн. пром-сть, 1983. 352 с.
3. Богатырев Л. Г. Образование подстилок – один из важнейших процессов в лесных экосистемах // Почвоведение. 1996. № 4. С. 501–511.
4. Богатырев Л. Г. О классификации лесных подстилок // Почвоведение. 1990. № 3. С. 118–127.
5. Богатырев Л. Г. Элементарные процессы в лесных подстилках // Вестник МГУ. Сер. 17. Почвоведение. 1987. № 4. С. 13–21.
6. Ведрова Э. Ф. Влияние сосновых насаждений на свойства почв. Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1980. 101 с.
7. Ведрова Э. Ф. Разложение органического вещества лесных подстилок // Почвоведение. 1997. № 2. С. 216–223.
8. Ведрова Э. Ф., Решетникова Т. В. Масса подстилки и интенсивность ее разложения в 40-летних культурах основных лесобразующих пород Сибири // Лесоведение. 2014. № 1. С. 42–50.
9. Втюрина О. П., Соколов В. А. Динамика лесов Приангарья // Организация устойчивого лесопользования в Красноярском крае. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. С. 105–114.
10. Географические аспекты функционирования лесных подстилок / Л. Г. Богатырев, А. В. Смагин, М. М. Акишина [и др.] // Вестник МГУ. Сер. 17. Почвоведение. 2013. № 1. С. 30–36.
11. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. М. : МГУ, 1995. 320 с.
12. Зонн С. В. Взаимодействие и взаимовлияние лесной растительности с почвами // Почвоведение. 1956. № 7. С. 90–92.
13. Зонн С. В. Влияние леса на почву. М. : Гослесбумиздат, 1954. 160 с.
14. Карпачевский Л. О. Лес и лесные почвы. М. : Лесн. пром-сть, 1981. 264 с.
15. Карпачевский Л. О. Подстилка – особый биогеогоризонт лесного биогеоценоза // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. М. : Изд-во АН СССР, 1983. С. 88–89.
16. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедев [и др.]. Смоленск : Ойкумена, 2004. 342 с.
17. Кузнецов М. А. Влияние условий разложения и состава опада на характеристики и запас подстилки в среднетаежном чернично-сфагновом ельнике // Лесоведение. 2010. № 6. С. 54–60.
18. Мелехов И. С. Лесоведение : учеб. для вузов. М. : Лесн. пром-сть, 1980. 408 с.
19. Морозов Г. Ф. Учение о лесе. М. : Гослесбумиздат, 1949. 455 с.
20. Мякина Н. Б., Аринушкина Е. В. Методическое пособие для чтения результатов химических анализов почв. М. : Изд-во МГУ, 1979. 62 с.
21. Попова Э. П., Горбачев В. Н. Особенности формирования и свойства подстилок лесных биогеоценозов Среднего Приангарья // Почвоведение. 1988. № 1. С. 109–116.

22. Похитон П. П. Влияние различных древесных пород на почву // Почвоведение. 1958. № 6. С. 49–55.
23. Практикум по почвоведению / И. С. Кауричев, Н. П. Панов, М. В. Стратонович [и др.] ; под ред. И. С. Кауричева. М. : Колос, 1980. 272 с.
24. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08. 2014 № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» (ред. от 19.02.2019). [Зарегистрирован в Минюсте России 29.09.2014 № 34186]. М. : Минприроды России, 2014. 24 с.
25. Растворова О. Г. Физика почв (практическое руководство). Л. : Изд-во ЛГУ, 1983. 96 с.
26. Ремезов Н. П. Роль биологического круговорота элементов в почвообразовании под пологом леса // Почвоведение. 1956. № 7. С. 68–80.
27. Ремезов Н. П., П. С. Погребняк. Лесное почвоведение. М. : Лесн. пром-сть, 1965. 324 с.
28. Роде А. А. К вопросу о роли леса в почвообразовании // Почвоведение. 1954. № 5. С. 50–63.
29. Сапожников А. П. Лесная подстилка – номенклатура, классификация, индексация // Почвоведение. 1984. № 5. С. 96–105.
30. Сапожников А. П. Об использовании признаков лесной подстилки в оценке гумусного состояния почв // Почвоведение. 1987. № 9. С. 26–31.
31. Смольянинов И. И., Мигунова Е. С., Гладкий А. С. Почвенная лаборатория лесхоза. М. : Лесн. пром-сть, 1966. 144 с.
32. Сукачев В. Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. Л. : Гослестехиздат, 1938. 576 с.
33. Тарасов П. А. Оценка влияния смены сосны березой на свойства почв в условиях Приангарья // Лесной журнал. 2012. № 2. С. 14–19.
34. Тарасов П. А., Тарасова А. В., Иванов В. А. Основные характеристики лесной подстилки производных мелколиственных насаждений // Вестник КрасГАУ. 2015. № 2. С. 197–200.
35. Тарасов П. А., Тарасова А. В. Оценка влияния на почву смены сосняков березняками в зеленой зоне Красноярска, 2022.
36. Ткаченко М. Е. Влияние отдельных древесных пород на почву // Почвоведение. 1939. № 10. С. 3–17.
37. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.-Л. : Гослесбумиздат, 1952. 599 с.

REFERENCES

1. Abaturov Yu. D. Vliyanie sosnovykh i berezovykh lesov na pochvy Yuzhnogo Urala // Pochvovedenie. 1961. № 6. S. 59–67.
2. Belov S. V. Lesovodstvo. Uchebnoe posobie dlya vuzov. M. : Lesn. prom-st', 1983. 352 s.
3. Bogatyrev L. G. Obrazovanie podstilok – odin iz vazhnejshikh processov v lesnykh ehkositemakh // Pochvovedenie. 1996. № 4. S. 501–511.
4. Bogatyrev L. G. O klassifikacii lesnykh podstilok // Pochvovedenie. 1990. № 3. S. 118–127.
5. Bogatyrev L. G. Ehlementarnye processy v lesnykh podstilkakh // Vestnik MGU. Ser. 17. Pochvovedenie. 1987. № 4. S. 13–21.

6. Vedrova Eh. F. Vliyanie sosnovykh nasazhdenij na svojstva pochv. Novosibirsk : Nauka, Sib. otd-nie, 1980. 101 s.
7. Vedrova Eh. F. Razlozhenie organicheskogo veshchestva lesnykh podstilok // Pochvovedenie. 1997. № 2. S. 216–223.
8. Vedrova Eh. F., Reshetnikova T. V. Massa podstilki i intensivnost' ee razlozheniya v 40-letnikh kul'turakh osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod Sibiri // Lesovedenie. 2014. № 1. S. 42–50.
9. Vtyurina O. P., Sokolov V. A. Dinamika lesov Priangar'ya // Organizaciya ustojchivogo lesopol'zovaniya v Krasnoyarskom krae. Novosibirsk : Izd-vo SO RAN, 2009. S. 105–114.
10. Geograficheskie aspekty funkcionirovaniya lesnykh podstilok / L. G. Bogatyrev, A. V. Smagin, M. M. Aki-shina [i dr.] // Vestnik MGU. Ser. 17. Pochvo-vedenie. 2013. № 1. S. 30–36.
11. Dmitriev E. A. Matematicheskaya statistika v pochvovedenii. M. : MGU, 1995. 320 s.
12. Zonn S. V. Vzaimodejstvie i vzaimovliyanie lesnoj rastitel'nosti s pochvami // Pochvovedenie. 1956. № 7. S. 90–92.
13. Zonn S. V. Vliyanie lesa na pochvu. M. : Goslesbumizdat, 1954. 160 s.
14. Karpachevskij L. O. Les i lesnye pochvy. M. : Lesn. prom-st', 1981. 264 s.
15. Karpachevskij L. O. Podstilka – osobyj biogeogorizont lesnogo biogeocenoza // Rol' podstilki v lesnykh biogeocenozach. M. : Izd-vo AN SSSR, 1983. S. 88–89.
16. Klassifikaciya i diagnostika pochv Rossii / L. L. Shishov, V. D. Tonkonogov, I. I. Lebedev [i dr.]. Smolensk : Ojkumena, 2004. 342 s.
17. Kuznecov M. A. Vliyanie uslovij razlozheniya i sostava opada na kharakteristiki i zapas podstilki v srednetaezhnom chernichno-sfagnovom el'nike // Lesovedenie. 2010. № 6. S. 54–60.
18. Melekhov I. S. Lesovedenie: Ucheb. dlya vuzov. M. : Lesn. prom-st', 1980. 408 s.
19. Morozov G. F. Uchenie o lese. M. : Goslesbumizdat, 1949. 455 s.
20. Myakina N. B., Arinushkina E. V. Metodicheskoe posobie dlya chteniya rezul'tatov khimicheskikh analizov pochv. M. : Izd-vo MGU, 1979. 62 s.
21. Popova Eh. P., Gorbachev V. N. Osobennosti formirovaniya i svojstva podstilok lesnykh biogeocenzov Srednego Priangar'ya // Pochvovedenie. 1988. № 1. S. 109–116.
22. Pokhiton P. P. Vliyanie razlichnykh drevesnykh porod na pochvu // Pochvovedenie. 1958. № 6. S. 49–55.
23. Praktikum po pochvovedeniyu / I. S. Kaurichev, N. P. Panov, M. V. Stratonovich [i dr.] ; pod red. I. S. Kauricheva. M. : Kolos, 1980. 272 s.
24. Prikaz Ministerstva prirodnykh resursov i ehkologii Rossijskoj Federacii ot 18.08. 2014 № 367 «Ob utverzhdenii Perechnya lestorastitel'nykh zon Rossijskoj Federacii i Perechnya lesnykh rajonov Rossijskoj Federacii» (red. ot 19.02.2019). [Zaregistrovan v Minyuste Rossii 29.09.2014 № 34186]. – M. : Minprirody Rossii, 2014. 24 s.
25. Rastvorova O. G. Fizika pochv (prakticheskoe rukovodstvo). L. : Izd-vo LGU, 1983. 96 s.
26. Remezov N. P. Rol' biologicheskogo krugovorota ehlementov v pochvoobrazovanii pod pologom lesa // Pochvovedenie. 1956. № 7. S. 68–80.
27. Remezov N. P., P. S. Pogrebnyak. Lesnoe pochvovedenie. M. : Lesn. prom-st', 1965. 324 s.
28. Rode A. A. K voprosu o roli lesa v pochvoobrazovanii // Pochvovedenie. 1954. № 5. S. 50–63.
29. Sapozhnikov A. P. Lesnaya podstilka – nomenklatura, klassifikaciya, indeksaciya // Pochvovedenie. 1984. № 5. S. 96–105.
30. Sapozhnikov A. P. Ob ispol'zovanii priznakov lesnoj podstilki v ocenke gumusnogo sostoyaniya pochv // Pochvovedenie. 1987. № 9. S. 26–31.
31. Smol'yaninov I. I., Migunova E. S., Gladkij A. S. Pochvennaya laboratoriya leskhoza. M. : Lesn. prom-st', 1966. 144 s.
32. Sukachev V. N. Dendrologiya s osnovami lesnoj geobotaniki. L. : Goslestekhzdat, 1938. 576 s.
33. Tarasov P. A. Ocenka vliyaniya smeny sosny berezoy na svojstva pochv v usloviyakh Priangar'ya // Lesnoj zhurnal. 2012. № 2. S. 14–19.
34. Tarasov P. A., Tarasova A. V., Ivanov V. A. Osnovnye kharakteristiki lesnoj podstilki proizvodnykh melkolistvennykh nasazhdenij // Vestnik KraSGAU. 2015. № 2. S. 197–200.

© Тарасов П. А., Тарасова А. В., 2026

Поступила в редакцию 23.10.2025
Принята к печати 27.04.2026