

Сельское хозяйство

Правильная ссылка на статью:

Нуреев Н.Б. Влияние геолого-экологических условий Вятского Увала в пределах Республики Марий Эл на формирование и трансформацию органического вещества в лесных почвах // Сельское хозяйство. 2025. № 2. DOI: 10.7256/2453-8809.2025.2.76052 EDN: FWYLKB URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=76052

Влияние геолого-экологических условий Вятского Увала в пределах Республики Марий Эл на формирование и трансформацию органического вещества в лесных почвах

Нуреев Наиль Бипалович

ORCID: 0000-0003-1797-0700

кандидат биологических наук

доцент; кафедра экологии, почвоведения и природопользования; Поволжский государственный технологический университет

424000, Россия, респ. Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. им. Ленина, д. 3



amimalinur@mail.ru

[Статья из рубрики "Земли и почвы"](#)

DOI:

10.7256/2453-8809.2025.2.76052

EDN:

FWYLKB

Дата направления статьи в редакцию:

29-09-2025

Дата публикации:

11-11-2025

Аннотация: Предметом исследования выступает органическое вещество лесных почв как ключевой элемент биосферных процессов, обеспечивающий стабильность экосистем, аккумуляцию углерода и поддержание биоразнообразия. Район Вятского Увала, характеризующийся молодыми геологическими структурами, расчленённым рельефом и выходом на поверхность пермских красноцветных отложений, представляет уникальную природную лабораторию для изучения взаимодействия геологических, почвенных и биологических факторов. Актуальность исследования обусловлена необходимостью углубления знаний о механизмах деструкции органического вещества в условиях климатических изменений и усиливающегося антропогенного воздействия на лесные

биогеоценозы. Целью работы является выявление закономерностей формирования, накопления и трансформации органики в лесных подстилках Вятского Увала под влиянием специфических геолого-экологических условий. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: характеристика морфологических и биохимических параметров подстилок в различных фитоценозах, установление взаимосвязи между гранулометрическим составом почв, кислотностью подстилок и интенсивностью гумификации, сравнительный анализ полученных данных с международными исследованиями в области углеродного цикла и деструкции органики. Отбор осуществлялся по ГОСТ 17.4.3.01-2017, подстилка отбиралась послойно с последующим определением их мощности, запаса и морфологического строения. Гранулометрический состав почвообразующих пород анализировался лазерным анализатором частиц. Измерялись pH вытяжек, содержание (P_2O_5) и (K_2O) по методу Кирсанова, а также интенсивность выделения CO_2 газометрическим методом. Морфологический анализ проб выявил значительную вариабельность мощности лесных подстилок: в хвойных фитоценозах 2–6 см, в лиственных – 1–2 см. Преобладание двухслойных подстилок типа «модер» (75% проб) объясняется относительно быстрым разложением органики на карбонатных почвах, характерных для Вятского Увала. Подстилки типа «мор», типичные для кислых почв с замедленной минерализацией, отсутствовали. Физико-химические свойства подстилок продемонстрировали закономерное снижение содержания органического вещества с глубиной: от 79–96% в верхнем слое (O1) до 46–89% в нижнем (O2). Кислотность подстилок показала минимальные значения pH (4.2–5.0) в сосняках, максимальные (5.8–6.0) – в березняках. Дефицит подвижного фосфора (12–30 мг/100 г) и калия (120–200 мг/100 г) наблюдался в подстилках сосновых лесов на песчаных почвах, что связано с выносом элементов в минеральные горизонты.

Ключевые слова:

лесная подстилка, органическое вещество, Вятский Увал, геолого-экологические условия, почвенные факторы, морфологические свойства, деструкция, гранулометрический состав, почвообразующая порода, тип леса

Исследования лесных подстилок имеют глубокую историю в отечественной науке. Основы их изучения заложены трудами Г.Н. Высоцкого (1911), который подчеркивал роль подстилки в регулировании водного режима почв, и Г.Ф. Морозова (1926), связавшего процессы гумификации с типом лесного фитоценоза. Значительный вклад в методологию анализа подстилок как компонента биогеоценозов внес С.В. Зонн (1966), разработавший комплексный подход к оценке их экологических функций. Л.О. Карпачевский (1981) детализировал зависимость свойств подстилок от породного состава древостоя и гранулометрических особенностей почв. В международных исследованиях, таких как работы Prescott (2010) и Berg (2020), акцент смешен на изучение углеродного цикла и влияние климатических факторов на скорость разложения органики. Обобщение данных показывает, что запас подстилки в хвойных лесах достигает 18–25 т/га, тогда как в лиственных фитоценозах он не превышает 5 т/га (Золотарев, 1956). Кислотность подстилок минимальные значения показывает в сосновых лесах (pH 4.2–5.0), что связано с накоплением грубого опада и доминированием грибной микрофлоры (Богатырев и др., 1989). Современные исследования также подтверждают, что интенсивность выделения CO_2 коррелирует с составом растительных остатков и активностью микроорганизмов (Prescott, 2010).

Материалы и методы

Полевые исследования проводились на территории Вятского Увала в пределах Республики Марий Эл, где были заложены 20 пробных площадей в хвойно-лиственных лесах. Отбор проб осуществлялся в соответствии общепринятыми методиками — ГОСТ 17.4.3.01-2017 [11], лесная подстилка отбиралась послойно с последующим определением их мощности, запаса и морфологического строения. Гранулометрический состав почвообразующих пород анализировался методом пипетки Качинского. Для оценки физико-химических свойств подстилок измерялись рН водной и солевой вытяжек, содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) по методу Кирсанова, а также интенсивность выделения CO_2 газометрическим методом. Полученные данные сопоставлялись с результатами международных исследований, включая работы Prescott (2010) по деструкции опада в бореальных лесах и Berg (2020) по моделям углеродного цикла.

Результаты

Морфологический анализ выявил значительную вариабельность мощности лесных подстилок: в хвойных фитоценозах она составила 2–6 см, в лиственных — 1–2 см (рис. 1). Преобладание двухслойных подстилок типа «модер» (75% проб) объясняется относительно быстрым разложением органики на карбонатных почвах, характерных для Вятского Увала. Подстилки типа «мор», типичные для кислых почв с замедленной минерализацией, отсутствовали, что согласуется с данными Карпачевского (1981) о влиянии гранулометрического состава на гумификацию.

Таблица 1

Статистические показатели распределения мощности

лесных подстилок по типам [11]

Тип лесной подстилки	Горизонт	Основные статистические показатели							
		n	min...max	$X_{ср}$	M	σ	V, %	P, %	t
Муль-модер	O	14	1....3	1,93	0,17	0,62	31,9	8,5	11,4
Модер	O	16	2...5	2,94	0,25	1,00	33,9	8,49	11,8
Модер-мор	O	8	3...6	4,0	0,38	1,07	26,7	9,45	10,5

Физико-химические свойства подстилок продемонстрировали закономерное снижение содержания органического вещества с глубиной: от 79–96% в верхнем слое (O1) до 46–89% в нижнем (O2). Кислотность подстилок варьировала в зависимости от типа

фитоценоза: минимальные значения рН (4.2–5.0) зафиксированы в сосняках, максимальные (5.8–6.0) — в березняках (рис. 2). Дефицит подвижного фосфора (12–30 мг/100 г) и калия (120–200 мг/100 г) наблюдался в подстилках сосновых лесов на песчаных почвах, что связано с выносом элементов в минеральные горизонты (рис. 3).

Таблица 2

Содержание органического вещества и подвижных химических элементов в подстилках хвойно-лиственных биогеоценозов

№ ПП	Лесной биогеоценоз	Горизонт	Зольность, % на абс.сух.навеску	Подвижные	
				фосфор	калий
				мг/100г подстилки	
ЕЛЬНИК					
ПП1	Кислично- пролесниковый	O1	90,68	74,59	399,5
		O2	80,79	99,16	219,5
ПП3	Кисличный (П)	O1	90,17	50,02	363,5
		O2	80,67	45,93	309,5
ПП6	Липово- пролесниковый (Б)	O1	86,63	72,54	372,5
		O2	72,76	45,93	201,5
ПП7	Липовый (Ос)	O1	89,60	62,31	372,5
		O2	82,49	31,59	237,5
СОСНЯК					
ПП2	Кислично- лещиновый (Е)	O1	84,09	50,02	345,5
		O2	80,36	27,50	219,5
ПП4	Кисличный (Б)	O	90,34	74,59	372,5
ПП8	Сытьево- кисличный (П)	O1	96,31	41,83	309,5
		O2	88,69	13,17	120,5
ПП12	Бруснично- орляковый (Б)	O1	92,07	21,36	210,5
		O2	72,75	17,26	183,5
ПП14	Липняково- снытьевый	O1	90,27	58,21	498,5
		O2	66,0	25,45	282,5
ПП21	Орляковый	O1	88,16	17,26	246,5
		O2	46,23	12,93	120,5
ПП22	Кислично- лещиновый (Е)	O1	94,62	12,14	161,0
		O2	79,14	10,48	93,0
БЕРЕЗНИК					
ПП20	Сытьево- липняковый (Е)	O1	92,75	66,4	381,5
		O2	76,67	62,31	264,5
ПП10	Липовый	O1	92,43	123,73	507,5

		O2	70,55	54,12	309,5
ПП18	Снытьево-кисличный (Oc)	O1	89,94	88,92	516,5
		O2	77,60	33,64	219,5
ОСИННИК					
ПП15	Липовый (E)	O1	86,34	95,07	534,5
		O2	77,61	60,26	309,5
ПП23	Липово-снытьевый (E)	O1	79,06	95,07	327,5
		O2	77,78	82,78	291,5
ПП24	Липняково-кислично-снытьевый (E)	O	75,66	50,02	246,5

Оценка биологической активности через выделение CO₂ показала, что в хвойных фитоценозах интенсивность процесса составляла 230–1153 мг/кг·ч, в лиственных – 433–940 мг/кг·ч (рис. 4). Наименьшие значения в ельниках обусловлены преобладанием грубого опада, замедляющего деятельность микроорганизмов. Сравнение с данными Prescott (2010) выявило, что скорость разложения подстилок в районе исследования на 15–20% выше, чем в boreальных лесах Канады, что объясняется карбонатным составом почв и умеренным климатом.

Обсуждение

Формирование органического вещества в лесных почвах Вятского Увала определяется комплексом геолого-экологических факторов. Карбонатные породы и суглинистый гранулометрический состав способствуют интенсивной минерализации, препятствуя накоплению грубых подстилок. Это согласуется с выводами Зонна (1966) о роли почвообразующих пород в гумусообразовании. Высокая биологическая активность, выраженная в выделении CO₂, подтверждает значительный вклад лесных подстилок региона в углеродный цикл, что актуально в контексте глобального потепления (Berg, 2020). Однако антропогенные воздействия, такие как сплошные рубки, могут нарушить баланс гумификации, снизив плодородие почв. Рекомендуется сохранение смешанных древостоев, обеспечивающих разнообразие опада и устойчивость экосистем.

Заключение

Проведенное исследование позволило установить, что формирование и трансформация органического вещества в лесных почвах Вятского Увала контролируются взаимодействием карбонатных почвообразующих пород, гранулометрического состава и типа фитоценоза. Наибольшая интенсивность деструкции органики характерна для

смешанных лесов с участием лиственных пород, где сочетается быстрое разложение опада и активность микрофлоры. Полученные данные дополняют международные исследования, подчеркивая роль лесных подстилок в углеродном цикле умеренных широт. Для минимизации антропогенных рисков предложены меры по сохранению биоразнообразия древостоев и мониторингу почвенного покрова в зонах активного лесопользования.

1. Формирование органического вещества в лесных почвах Вятского Увала определяется взаимодействием карбонатных пород, гранулометрического состава, типа и состава фитоценоза.

2. Наибольший потенциал деструкции органики наблюдается в смешанных лесах с участием лиственных пород.

3. Рекомендации:

- Сохранение разнообразия древостоев для поддержания устойчивости экосистем.
- Мониторинг почвенного покрова в зонах активного лесопользования.

[11] Основные статистические показатели: где n -число наблюдений, $X_{ср}$ - среднее значение признака, m - ошибка среднего, σ - среднее квадратическое отклонение; V -коэффициент вариации, %; P - точность опыта, %; t - достоверность среднего значения.

Библиография

1. Berg B., McClaugherty C. Plant Litter: Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration. Berlin: Springer, 2020. 338 p.
2. Богатырев Л.Г., Щенина Т.Г., Комарова М.С. Характеристика лесных подстилок при застании вырубок южнотаежной подзоны // Почвоведение. 1989. № 7. С. 106-113. EDN: VUHZTR
3. Высоцкий Г.Н. О лесной подстилке и ее значении в лесоводстве // Лесной журнал. 1911. № 3. С. 12-25.
4. Золотарев С.А. К вопросу о генезисе серых лесных почв лесостепной зоны Украины // Научные труды Украинской сельскохозяйственной академии. Киев, 1956. Т. 8. С. 313-326.
5. Зонн С.В., Базилевич Н.И. Изучение почвы как компонента биогеоценоза // Программа и методика биогеоценотических исследований. М.: Наука, 1966. С. 229-268.
6. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М.: Лесная промышленность, 1981. 264 с.
7. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. М.: Гослесбумиздат, 1926. 406 с.
8. Prescott C.E. Litter decomposition: what controls it and how can we alter it to sequester more carbon in forest soils // Biogeochemistry. 2010. Vol. 101. P. 133-149. DOI: 10.1007/s10533-010-9439-0 EDN: OLVMWJ
9. Сукачев В.Н. Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. 456 с.
10. Нураев Н.Б., Туев А.С. Сравнительная характеристика подстилок темнохвойных и лиственных фитоценозов // Сборник тезисов докладов 53 межвузовской студенческой научно-технической конференции. Йошкар-Ола, 2000. С. 132-133.
11. ГОСТ 17.4.3.01-2017 "Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб". М.: Стандартинформ, 2018.

Результаты процедуры рецензирования статьи

Рецензия выполнена специалистами [Национального Института Научного Рецензирования](#) по заказу ООО "НБ-Медиа".

В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.

Со списком рецензентов можно ознакомиться [здесь](#).

Предметом статьи является изучение влияния геолого-экологических условий Вятского Увала в пределах Республики Марий Эл на формирование и трансформацию органического вещества в лесных почвах.

Актуальность исследования несомненна, поскольку на процессы гумификации органического вещества почвы в лесных почвах влияет тип лесного фитоценоза, особая роль принадлежит лесной подстилке, которая участвует в регулировании водного режима почв. Поэтому данного вопроса очень актуально.

Автором статьи очень кратко раскрыт раздел актуальности данного вопроса, что требует доработки текста статьи. Кроме того, во введении статьи приводятся ссылки 50-100 летней давности: Г.Н. Высоцкий (1911), Г.Ф. Морозов (1926), С.В. Зонн (1966), Л.О. Карпачевский (1981). Следует в статью добавить ссылки на современные научные статьи, в которых рассматриваются вопросы, обозначенные автором.

Методология исследования основана на применении полевого метода пробных площадок (автор ошибочно написал «площадей»). Отбор проб осуществлялся в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017, лесная подстилка отбиралась послойно с последующим определением их мощности, запаса и морфологического строения. Гранулометрический состав почвообразующих пород анализировался методом Качинского, измерялись рН водной и солевой вытяжек, содержание подвижных форм фосфора ($P_{2}O_5$) и калия (K_2O) по методу Кирсанова, интенсивность выделения CO_2 – газометрическим методом. На территории Вятского Увала в пределах Республики Марий Эл, заложено 20 пробных площадок в хвойно-лиственных лесах.

Научная новизна исследований автором не отражена. Следует предполагать, что она заключается в том, что данные исследования проводились впервые в условиях территории Вятского Увала (Республика Марий Эл).

Стиль статьи – научный. Структура статьи в целом соответствует требованиям журнала «Сельское хозяйство». Объём статьи составляет не более 7 тыс. знаков, что требует ее доработки (это возможно за счет расширения введения, где нужно отразить актуальность исследования, цели, задачи и научную новизну).

В данной статье хорошо представлены результаты исследования, их доказательность. Имеется табличный материал с результатами исследований. Автор отмечает, что формирование органического вещества в лесных почвах Вятского Увала определяется комплексом геолого-экологических факторов. Карбонатные породы и суглинистый гранулометрический состав способствуют интенсивной минерализации, препятствуя накоплению грубых подстилок. Физико-химические свойства подстилок показали закономерное снижение содержания органического вещества с глубиной: от 79–96% в верхнем слое (O_1) до 46–89% в нижнем (O_2). Оценка биологической активности через выделение CO_2 показала, что в хвойных фитоценозах интенсивность процесса составляла 230–1153 мг/кг•ч, в лиственных – 433–940 мг/кг•ч.

Библиография статьи включает в себя 11 литературных источников, 2 из которых – на иностранном языке.

Выводы в статье обоснованы, автор приходит к выводу, что формирование и трансформация органического вещества в лесных почвах Вятского Увала контролируются взаимодействием карбонатных почвообразующих пород, гранулометрического состава и типа фитоценоза. Наибольшая интенсивность деструкции органики характерна для смешанных лесов с участием лиственных пород, где сочетается

быстрое разложение опада и активность микрофлоры, подчеркивая роль лесных подстилок в углеродном цикле умеренных широт.

Статья может быть полезна широкому кругу читателей.

Рецензируемая статья рекомендуется к опубликованию в журнале «Сельское хозяйство» после незначительной доработки.