

Морфолого-генетическая характеристика профиля дерново-подзолистой почвы смешанного леса Предуралья*

Н.Е. Завьялова, д.б.н., М.Т. Васбиева, к.б.н., Д.С. Фомин, к.с.-х.н., И.С. Тетерлев, н.с., ФГБУН ПФИЦ УрО РАН

Регион расположен в лесной зоне, и, естественно, основным типом растительности в нём являются леса, занимающие 10162 тыс. га, или 63,4% территории [1]. В крае преобладают подзолистые и дерново-подзолистые почвы (Umbric Albeluvisols Abruptic) с низким естественным плодородием.

В дерново-подзолистых почвах южной тайги количество солнечной радиации, режим увлажнения, растительный покров, богатый видовой состав почвенной микрофлоры и её высокая биологическая активность способствуют более глубокой трансформации растительных остатков [2]. Лесная подстилка играет доминирующую роль в формировании почвы, влияет на состав и качество гумуса. По данным В.П. Дьякова, Л.К. Юферовой, в составе подстилки дерново-подзолистой почвы преобладают фульвокислоты, отношение $C_{тк} : C_{фк}$ меньше единицы [3, 4]. На формирование гумусового горизонта оказывает влияние не только вымывание и внесение в почву продуктов разложения опада, но и дерновый процесс накопления гумуса в результате разложения отмерших корней трав – представителей подлесной флоры [5].

Цель исследования – дать агрохимическую характеристику профиля почвы под смешанным лесом в условиях Предуралья.

Материал и методы исследования. Исследование проводили на стационарном участке дерново-подзолистой почвы под смешанным лесом, непосредственно примыкающим к опытному полю Пермского НИИСХ.

Лабораторные исследования выполняли на базе аналитической лаборатории Пермского НИИСХ. Для проведения исследования использовали почвенные образцы, отбор которых проводили по генетическим горизонтам. Содержание гумуса определяли по методу Тюрина в модификации ЦИНАО, подвижный фосфор – по Кирсанову, обменный кальций и обменный магний – комплексометрически, общий азот – по Кьельдалю, трудногидролизруемый и легкогидролизруемый азот – по Шконде и Королевой, нитратный и аммиачный – методом ЦИНАО, гранулометрический состав почвы – по Качинскому, фракционно-групповой состав гумуса – по методу Тюрина в модификации Пономаревой – Плотниковой.

Результаты исследования. Для генетической характеристики исследуемой почвы на территории стационарного участка выполнен почвенный раз-

рез. Агрохимический анализ различных горизонтов почвенного профиля представлен в таблице 1. Почва дерново-подзолистая, сформировалась под пологом смешанного леса. A_0 – напочвенный органогенный горизонт из неразложившихся или слаборазложившихся листьев, хвои, мелких ветвей – лесная подстилка около 3 см, обладает кислой реакцией среды ($pH_{кел} = 4,5$) из-за опада хвойных пород [5, 6]. Горизонт A_0 характеризуется высоким содержанием органического вещества разной степени гумификации, азота, кальция и фосфора.

Элювиально-гумусовый горизонт A_1 (3–13 см) чётко выражен, имеет тёмно-серую окраску и мелкоореховатую структуру, сухой, рыхлый, (объёмный вес – 0,66 г/см³) пронизан корнями растений, видны ходы червей, характер перехода в следующий горизонт неровный, в виде затёков. По содержанию гумуса в горизонте A_1 (4,44%) почва является средне-гумусированной (табл. 1) [7, 8]. Обогащённость гумуса азотом высокая ($C:N = 7,8$). Реакция среды кислая, $pH_{кел} = 3,75$.

Подзолистый горизонт A_2 (13–23 см) достаточно выражен, имеет светло-серую окраску, много корней, сухой, рыхлый (объёмный вес – 0,79 г/см³), структура – плитчатая. Реакция среды сильноокислая, слой почвы обеднён обменными катионами кальция и магния, т.к. последние вступают в обменные реакции с катионами водорода гумусовых кислот, образуют соли, которые вымываются нисходящим током воды. Содержание гумуса – 1,46%, обогащённость азотом средняя ($C:N = 9,5$). Переход в следующий горизонт постепенный.

Горизонт A_2B (23–31 см) – переходный элювиальный горизонт светло-коричневого цвета, сухой, плотный, структура среднеореховатая, переход в нижележащий горизонт постепенный, с затёками. Наблюдаются единичные корни растений, ходы червей.

Горизонт B_1 (31–90 см) – переходный иллювиальный, хорошо выражен, имеет светло-бурый цвет, сухой, структура – крупноореховатая, встречаются единичные корни, присутствует кремнеземистая присыпка, трещины, переход к горизонту B_2 слабо выражен.

Иллювиальный горизонт B_2 (90–120 см) – тёмно-бурый, средней влажности, плотный, структура – призматическая, встречаются отдельные корни, трещины, мощность 30 см. Переход в нижележащий горизонт постепенный, но заметный.

Горизонт B_2C – переходный к почвообразующей породе, тёмно-бурого цвета, средней влажности, плотный, структура – крупноглыбистая, корней

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-45-590166 p_a

нет. Переход к горизонту С не выражен. Мощность составляет примерно 9 см.

Материнская порода – горизонт С начинается с глубины 129 см, бесструктурная, влажная и плотная масса тёмно-бурого цвета, представлена элювиально-делювиальным тяжёлым суглинком, богата фосфором и обменными основаниями.

Описанный выше профиль характерен для дерново-подзолистых почв, что подтверждается исследованиями и других учёных-почвоведов [9].

Величина $pH_{кел}$ по профилю меняется незначительно, содержание гумуса с глубиной резко падает. Сумма обменных оснований возрастает вниз по профилю, за исключением подзолистого горизонта. Прослеживается тенденция увеличения подвижных форм фосфора с глубиной.

Почва под смешанным лесом дерново-подзолистая (Umbric Albeluvisols Abruptic), крупнопылевая, тяжелосуглинистая. Верхние горизонты профиля обогащены пылеватыми и песчаными фракциями ввиду разрушения минеральных соединений кремния, алюминия, железа и др. Содержание физической глины в горизонте A_1 составляет 43,25%. Фракция крупной пыли преобладает и составляет 17,13% от суммы фракций, содержание ила находится на уровне 16,38% (табл. 2).

В элювиально-гумусовом горизонте высокое содержание мелкого и среднего песка – 26,16 и 13,46% соответственно. В подзолистом горизонте наблюдается уменьшение фракции средней пыли (8,38%) и увеличение содержания частиц мелкой пыли (19,41%) по сравнению с горизонтом A_1 . Содержание илистой и песчаной фракций на уровне элювиально-гумусового горизонта. С глубиной (горизонт A_2B и ниже) гранулометрический состав почвы переходит из тяжелосуглинистого в разряд

глина лёгкая. Увеличивается содержание илистой фракции практически в два раза, уменьшается количество мелкого и среднего песка.

Анализ фракционно-группового состава гумуса показал, что при разложении лесной подстилки в горизонте A_1 отчётливо выражена первая стадия гумификации – процесс новообразования гуминовых кислот и формирования их подвижных форм. Фракция 1 свободных и связанных с подвижными формами полуторных оксидов гумусовых веществ, преобладает и составляет 0,75% к массе почвы. Показатель $C_{гк1}/C_{фк1}$, предложенный М.Ф. Овчинниковой и характеризующий направленность и интенсивность гумификации первой фракции гумусовых веществ, равен 1,08 [9]. Содержание гумусовых веществ, связанных в почве с кальцием, составляет 0,62% к массе почвы. Фракция 2 имеет выраженный фульватный характер ($C_{гк2}/C_{фк2}=0,48$), что свидетельствует о низкой интенсивности этой стадии гумификации (табл. 3). Третья фракция гумусовых кислот, прочно связанных с минеральной частью почвы, составляет 0,57%, $C_{гк3}:C_{фк3}=0,73$. Доля фульвокислот в составе гумуса изучаемой почвы значительно выше, чем гуминовых. Соотношение $C_{гк}:C_{фк}$ в элювиально-гумусовом горизонте составляет 0,63. Тип гумуса наиболее устойчивый и характерный для дерново-подзолистых почв Предуралья [10]. В целом гумус верхнего горизонта дерново-подзолистой почвы под смешанным лесом характеризуется высокой степенью гумификации (32,2%) и средней обогащённостью азотом. Содержание свободных гуминовых кислот в горизонте A_1 среднее (47,0%), связанных с кальцием (24,0%) – низкое, прочно связанных с минеральной частью почвы (39,8%) – высокое по Гришиной, Орлову [6].

1. Агрохимическая характеристика генетического горизонта дерново-подзолистой почвы

| Смешанный лес | Влажность, % | Объёмный вес, г/см ³ | Гумус, % | $pH_{кел}$ | S | Hг | Но | Са | Mg | P_2O_5 , мг/кг |
|---------------------|--------------|---------------------------------|----------|------------|-----------------|------|-------|-------|------|------------------|
| | | | | | мг-экв. – 100 г | | | | | |
| A_1 (3–13 см) | 6,08 | 0,66 | 4,44 | 3,8 | 14,0 | 6,44 | 0,093 | 12,63 | 2,38 | 170 |
| A_2 (13–23 см) | 3,46 | 0,79 | 1,46 | 3,6 | 7,8 | 7,98 | 2,650 | 7,75 | 1,75 | 128 |
| A_2B (23–31 см) | 6,90 | 1,07 | 0,75 | 3,7 | 15,8 | 5,08 | 1,085 | 15,88 | 3,50 | 205 |
| B_1 (31–90 см) | 10,55 | 1,10 | 0,36 | 4,0 | 26,5 | 4,16 | 0,535 | 26,75 | 5,75 | 170 |
| B_2 (90–120 см) | 15,32 | 1,13 | 0,28 | 4,1 | 32,4 | 3,20 | 0,145 | 36,00 | 6,00 | 341 |
| B_2C (120–129 см) | 16,40 | 1,19 | 0,33 | 4,2 | 33,8 | 3,00 | 0,094 | 36,63 | 5,00 | 110 |
| С (от 129 см) | 19,53 | 1,29 | 0,27 | 4,3 | 34,0 | 2,63 | 0,060 | 39,79 | 4,63 | 330 |

2. Распределение гранулометрических фракций по профилю дерново-подзолистой почвы, %

| Горизонт | Пыль крупная (0,05–0,01) | Пыль средняя (0,01–0,005) | Пыль мелкая (0,005–0,001) | Ил (<0,001) | Песок мелкий (0,25–0,05) | Песок средний (1,0–0,25) | Физическая глина (< 0,01) |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| A_1 (3–13 см) | 17,13 | 13,00 | 13,87 | 16,38 | 26,16 | 13,46 | 43,25 |
| A_2 (13–23 см) | 16,62 | 8,38 | 19,41 | 17,38 | 25,05 | 13,16 | 45,17 |
| A_2B (23–31 см) | 17,21 | 7,17 | 15,46 | 28,83 | 20,10 | 11,23 | 51,46 |
| B_1 (31–90 см) | 12,04 | 5,92 | 20,04 | 33,46 | 20,07 | 8,47 | 59,42 |
| B_2 (90–120 см) | 13,96 | 9,75 | 20,17 | 31,54 | 22,15 | 2,43 | 61,46 |
| B_2C (120–129 см) | 18,50 | 8,67 | 17,42 | 36,46 | 16,22 | 2,78 | 62,50 |
| С (от 129 см) | 18,96 | 8,00 | 20,42 | 33,75 | 17,05 | 1,79 | 62,17 |

3. Фракционно-групповой состав гумуса генетических горизонтов дерново-подзолистой почвы под смешанным лесом (С, % к массе почвы)

| Горизонт | Фракция 1 | | | 0,1 н H ₂ SO ₄ | Фракция 2 | | | Фракция 3 | | | Сумма | | С _{гк} С _{фк} |
|-------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|---|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-------|------|------------------------------------|
| | С _{общ} | С _{гк} | С _{фк} | | С _{общ} | С _{гк} | С _{фк} | С _{общ} | С _{гк} | С _{фк} | ГК | ФК | |
| A ₁ (3–13 см) | 0,75 | 0,39 | 0,36 | 0,21 | 0,62 | 0,20 | 0,42 | 0,57 | 0,24 | 0,33 | 0,83 | 1,32 | 0,63 |
| A ₂ (13–23 см) | 0,19 | 0,09 | 0,10 | 0,07 | 0,42 | 0,16 | 0,26 | 0,18 | 0,06 | 0,13 | 0,31 | 0,56 | 0,55 |
| A ₂ B (23–31 см) | 0 | 0 | 0 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,08 | 0,38 |
| B ₁ (31–90 см) | – | – | – | 0,02 | 0,01 | 0 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 0,20 |
| B ₂ (90–120 см) | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 0,25 |
| B ₂ C (120–129 см) | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0,06 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | 0,07 | 0,14 |
| C (от 129 см) | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | 0,07 | 0,14 |

Гумус подзолистого горизонта характеризуется большей подвижностью по отношению к горизонту A₁, количество свободных гумусовых веществ – 52,9%, извлекаемых при декальцировании 0,1 н раствором серной кислоты – 8,2% от общего количества гумуса, а в элювиально-гумусовом горизонте – 47,0 и 4,7% соответственно. Количество фульвокислот практически в 2 раза превышает содержание гуминовых, С_{гк}:С_{фк} = 0,55. Тип гумуса фульватный. Обогащённость гумуса азотом (С:N=9,5) средняя. Степень гумификации органического вещества – средняя (20,0%). Гумус подзолистого горизонта характеризуется высоким содержанием гуминовых кислот, связанных с кальцием (51,6%), и высоким – прочносвязанных с минеральной частью почвы (41,9%).

В горизонте A₂B отсутствуют гуминовые и фульвокислоты 1-й фракции, ниже переходного элювиального горизонта обнаружены следовые количества гумусовых веществ. Наличие небольшого содержания фульвокислот в почве глубже 31 см объясняется их некоторой миграцией из верхних горизонтов в условиях промывного режима почвы.

Отношение содержания гуминовых кислот к фульвокислотам первой, второй и третьей фракции отражает, по мнению М.Ф. Овчинниковой, биоклиматические условия гумусообразования и соответствует теоретическим аспектам гумификации органического вещества в дерново-подзолистых почвах [9].

Выводы.

1. Дерново-подзолистая почва под смешанным лесом характеризуется сильнокислой реакцией среды по всему профилю. Распределение гумуса по профилю резко убывающее – от 4,44% в элювиально-гумусовом горизонте до 0,27% в материнской породе. Содержание общего азота уменьшается от 3318 мг/кг в горизонте A₁ до 644 мг/кг в горизонте A₂B и далее изменяется незначительно.

2. Исследуемая почва по гранулометрическому составу крупнопылеватая, тяжелосуглинистая. Верхние горизонты профиля обогащены пылева-

тыми и песчаными фракциями. Содержание физической глины в горизонте A₁ составляет 43,25%. С горизонта A₂B гранулометрический состав почвы переходит из тяжелосуглинистого в глинистый, увеличивается содержание илистой фракции, уменьшается количество мелкого и среднего песка.

3. Соотношение С_{гк}:С_{фк} в горизонте A₁ составляет 0,63. Содержание свободных гуминовых кислот в горизонте A₁ среднее (47,0%), связанных с кальцием (24,0%) – низкое, прочносвязанных с минеральной частью почвы (39,8%) – высокое по Гришиной, Орлову. Гумус подзолистого имеет фульватный характер, С_{гк}:С_{фк} = 0,55. Обогащённость гумуса азотом (С:N=9,5) средняя. Степень гумификации органического вещества – средняя (20,0%). Гумус горизонта A₂ характеризуется высоким содержанием гуминовых кислот, связанных с кальцием (51,6%) и прочносвязанных с минеральной частью почвы – (41,9%). В глубинных горизонтах наблюдаются следовые количества гуминовых и фульвокислот.

Литература

1. Региональный доклад о состоянии и использовании земель в Пермском крае по состоянию на 1 января 2014 г. Пермь. 109 с.
2. Бирюкова О.Н., Орлов Д.С. Содержание и состав гумуса в основных типах почв России // Почвоведение. 2004. № 2. С. 171–188.
3. Дьяков В.П. Изменение свойств дерново-подзолистых почв тяжёлого механического состава Среднего Предуралья при окультуривании: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Пермь, 1971. 25 с.
4. Юферова Л.К. Качественный состав гумуса и формы азота в главнейших почвах Пермской области: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Пермь, 1969. 21 с.
5. Зонн С.В., Карпачевский Л.О. Проблемы лесного почвоведения и современные методы лесорастительной оценки почв // Почвоведение. 1987. № 9. С. 6–16.
6. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1978. С. 42–47.
7. Когут Б.М. Оценка содержания гумуса в пахотных почвах России // Почвоведение. 2012. № 9. С. 944–952.
8. Ping C.L. et al. Carbon stores and biogeochemical properties of soils under black spruce forest, Alaska // Soil Science Society of America Journal. 2010. Т. 74. № 3. С. 969–978.
9. Овчинникова М.Ф. Признаки природной устойчивости и агрогенной трансформации гумуса почв // Почвоведение. 2013. № 12. С. 1449–1463.
10. Завьялова Н.Е. Гумус и азот дерново-подзолистой почвы различных сельскохозяйственных угодий Пермского края // Почвоведение. 2016. № 11. С. 1347–1354.