

УДК 504.53.48:581.524.3

С. В. Соловьев

Днепроовско-Орельский природный заповедник

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ПОДСТИЛКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВ ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ СРЕДНЕГО ДНЕПРА

Узагальнено сучасний стан лісових біогеоценозів заплави середньої течії Дніпра на прикладі Дніпровсько-Орельського природного заповідника. Наведено дані про якісні зміни рівня трофності ґрунтів у ході сукцесій лісової рослинності заплави Дніпра.

The modern status of forest ecosystems of the middle Dnieper flood-lands is characterized by the example of Dniprovsko-Orelsky nature reserve. The data of qualitative changes of the soil fertility in the course of wood vegetation's succession in the Dnieper flood-lands are presented.

Введение

Территория Днепроовско-Орельского природного заповедника, где естественные процессы развития поймы в значительной степени сохранили свои природные черты, представляет собой уникальный природный полигон для исследования динамики формирования растительности и почв. Такие исследования будут способствовать совершенствованию рационального управления биологическим разнообразием на территории Днепроовско-Орельского природного заповедника и в целом в бассейне Днепра.

Основы теории формирования пойм, их рельефа и почв изложены в трудах В. В. Докучаева [9], В. Р. Вильямса [5], Р. А. Еланевского [14] и многих других классиков. Вопросам формирования и развития почв в поймах посвящены работы И. И. Плюсина [21], Г. В. Добровольского [7; 8]. Во взаимосвязи с почвами исследовалась растительность пойм. Одним из направлений этих работ было создание типологии лесов [3; 4; 22; 24; 25]. Авторами разрабатывались различные системы соответствия типов леса и лесорастительных условий, основой которых является качественная характеристика почв.

Для юго-востока Украины создана и внедрена лесотипологическая схема естественных лесов А. Л. Бельгарда [3], в которой отдельное место занимают долгопоемные леса. На основе этой типологии выполнен ряд частных исследований растительности, подстилок и почв [1–3; 6; 10–13; 15; 16]. В условиях высокой динамичности пойм, растительность представляет собой лабильное образование, что отмечается множеством авторов, которые выделили ряд последовательных смен пойменной растительности [3; 6; 17; 18; 26]. Большинство этих работ имеют статически описательный характер и мало затрагивают вопросы долговременного взаимного развития лесной растительности и почв.

Цель нашей работы – определить тенденции изменения качественных параметров почв в ходе сукцессионных изменений растительности поймы Днепра в рамках типологии лесов юго-востока Украины А. Л. Бельгарда (на примере лесных сообществ Днепроовско-Орельского природного заповедника).

Базируясь на лесотипологической схеме А. Л. Бельгарда для долгопоемных лесов, в которой тип растительности сопряжен со степенью увлажнения и минерализованностью почвенного раствора, можно предположить два направления сукцессионных процессов (табл. 1). В одном случае благодаря формированию почв и накоплению в них минеральных веществ происходит качественное изменение уровня мине-

© С. В. Соловьев, 2007

169

рализации почв (от *BC''* до *De''*), которое инициирует изменения растительности. Во втором – накопление органических и минеральных веществ почвой происходит медленно и (или) не сопровождается значительным увеличением минерализации почвенного раствора. В этом случае сукцессия растительных сообществ происходит в пределах одного типа (*BC''*, *De''* и др.), а формирование дубрав из тополельников имеет продолжительный и сложный механизм, требующий отдельного исследования.

Таблица 1

Типологическая схема долгопоемных лесов А. Л. Бельгарда с направлениями возможных рядов сукцессий

| Гигротопы | Долгопоемные леса | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| | увеличение минерализации ⇒ | | |
| | <i>BC''</i> | <i>C''</i> | <i>De''</i> |
| 1–2 свежеватые (ксеромезофильные) | Осокорник с вейником наземным | Вязо-осокорник с вейником наземным | Вязо-дубняк с кирказоном |
| 2 свежие (мезофильные) | Осокорник с костром безостым | Вязо-осокорник с будрой | Вязо-дубняк с будрой |
| 2–3 влажноватые (гигромезофильные) | Осокорник с ранней осокой | Вязо-осокорник с ранней осокой | Вязо-дубняк с ранней осокой |
| 3 влажные (мезогигрофильные) | Осокорник с ежевикой | 1. Вязо-осокорник с ежевикой 2. Серолозняк с ежевикой 3. Вербно-осокорник с ежевикой | 1. Вязо-дубняк с ежевикой 2. Белотопольник с ежевикой 3. Вербняк с ежевикой |
| 4 сырые (гигрофильные) | Желтолозняк с сырым крупнотравьем | Трехтычинковый лозняк с сырым крупнотравьем | Вербняк с сырым крупнотравьем |
| 5 мокрые (ультрагигрофильные) | Шеложник с аллювиальным разнотравьем | Трехтычинковый лозняк с болотным крупнотравьем | Вербняк с болотным крупнотравьем |

Примечания: стрелками обозначены направления изменения растительности: 1 – в пределах одного типа трофности, 2 – со сменой уровня трофности.

Материал и методы исследований

В основу исследования сукцессий лесной растительности и генезиса почв положено учение В. Н. Сукачева о биогеоценозе [20], а также принципы лесной типологии А. Л. Бельгарда [3]. При проведении полевых геоботанических и почвенных описаний, а также при изучении подстилки использованы общепринятые методики [23], для оценки гумусового состояния – рекомендации, предложенные Д. С. Орловым и Л. А. Гришиной [19]. Нами исследованы сообщества, предположительно составляющие генетический ряд лесной растительности поймы Днепра:

- первично зарастающий древесной растительностью аллювиальный остров (возраст – 1–5 лет) – пробная площадь (ПП) 5-О-1;
- вербняк с сильно загущенным молодым древостоем (*Salixeta (albis)*, 5–15 лет) – ПП 5-О-3;
- формирующийся вязо-осокорник с ежевикой (*Populuseta (nigris) ulmosa* 15–30 лет) – ПП 4-О-1;
- старовозрастные вязо-осокорники (возраст не менее 50 лет) – ПП 4-П-2;

- старовозрастная естественная вязовая дубрава – *Querceta (roburis) ulmosa* в пойме Днепра – ПП 3-П-1;
 - старовозрастная естественная вязовая дубрава в пойме Проточи – ПП 4-Д-1.
- Нумерация пробных площадей приводится согласно единой нумерации Днепро-Орельского природного заповедника.

Результаты и их обсуждение

В ходе своего развития фитоценоз непосредственно (в основном путем образования подстилки) участвует в формировании почвы. С подстилкой в почву привносятся минеральные и органические вещества. Со временем накопление минерального и органического вещества в почвах приводит к формированию новых качественных признаков почв, и прежде всего самого почвенного профиля. В исследуемом ряду сообществ наблюдается первичное формирование гумусированных горизонтов (табл. 2) на чистых аллювиальных песках (ПП 5-О-1), постепенное увеличение мощности этих горизонтов со временем от 1 (ПП 5-О-3) или 2 см (ПП 4-О-1) до 10 см (4-П-2) и формирование гумусового горизонта мощностью более 50 см (ПП 3-П-1, 4-Д-1).

Таблица 2

Изменение запасов опада и подстилки (ц/га абсолютно сухого вещества) и опадо-подстилочного коэффициента в ходе развития лесной растительности на территории Днепро-Орельского природного заповедника

| Горизонт | Пробная площадь | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | 5-О-1 | 5-О-3 | 4-О-1 | 4-П-2 | 3-П-1 | 4-Д-1 |
| Опад | 17,07 | 58,68 | 44,85 | 49,04 | 52,07 | 62,92 |
| Подстилка | | | | | | |
| <i>L</i> | 31,22 | 49,90 | 75,43 | 64,62 | 77,43 | 74,89 |
| <i>F</i> | – | – | 108,98 | 197,73 | 266,35 | 294,89 |
| <i>F_{derm}</i> | – | – | 410,99 | 294,89 | 555,29 | – |
| всего: | 31,22 | 49,90 | 595,4 | 557,24 | 899,07 | 369,78 |
| Опадо-подстилочный коэффициент | 1,8 | 0,9 | 13,3 | 11,4 | 17,3 | 5,9 |

Эти визуальные изменения почвенного профиля можно проиллюстрировать рядом количественных и качественных показателей, а именно: изменением степени минерализации почвенного раствора в профиле (рис.) и изменением показателей гумусового состояния почв (табл. 3).

В приведенном ряду сообществ наблюдается развитие от однослойной фрагментарной маломощной подстилки на первых стадиях зарастания до двухслойных среднетощных подстилок в тополельниках и дубравах. Соответственно с формированием сообществ меняются и показатели продуктивности опада и запасов подстилки. Отмечается постепенное увеличение количества опада в ряду сообществ, обуславливающее постоянный приток минеральных и органических веществ в почву, что, очевидно, свидетельствует об увеличении эффективности работы фитоценоза. В ходе развития сообществ наблюдается тенденция к накоплению подстилки, что особенно характерно для тополельников.

Увеличение показателей запасов подстилки в горизонте *F_{derm}* ПП 3-П-1 является в большей степени результатом значительной примеси почвы – следствием процессов педотурбации. По уровню накопления запасов и по типу подстилок вербняки, осокорники и дубравы имеют сходные показатели, что не исключает преемственности процессов формирования подстилок при смене растительных группировок. Исходя из данных опадо-подстилочного коэффициента, можно предположить, что в исследованном ряду наблюдается развитие редуцентного комплекса, который достигает наибольшей эффективности в стабильных условиях старовозрастных дубрав Проточи.

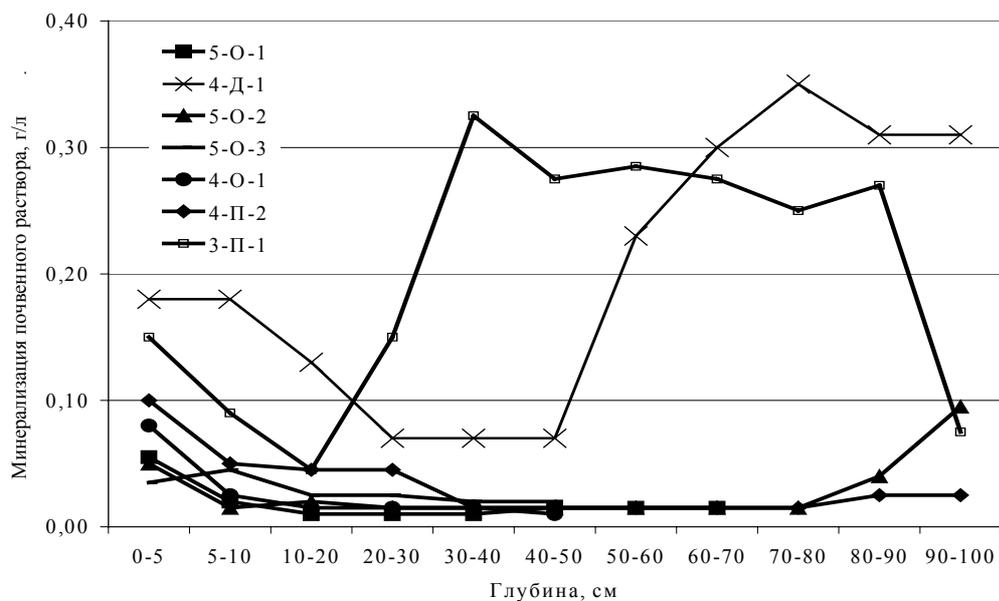


Рис. Изменения степени минерализации почвенного раствора на разных стадиях развития сообществ (по данным кондуктометрических измерений)

Таблица 3

Изменение гумусового состояния почв на стадиях развития растительности поймы Днепра

| Параметр | Горизонт | Пробная площадь | | | | | |
|--|------------|-----------------|-------|-------|--------|--------|-------|
| | | 5-O-1 | 5-O-3 | 4-O-1 | 4-II-2 | 3-II-1 | 4-D-1 |
| Содержание гумуса, % | 0-5 | 0,12 | 0,11 | 1,03 | 3,78 | 3,77 | 8,44 |
| | 5-10 | 0,02 | 0,03 | 0,24 | 3,44 | 3,01 | 6,02 |
| | 10-20 | 0,02 | 0,02 | 0,17 | 1,03 | 2,98 | 4,43 |
| | 20-30 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,60 | 0,96 | 2,46 |
| | 30-40 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,17 | 0,80 | 1,46 |
| | 40-50 | 0,02 | - | 0,02 | 0,05 | 0,67 | 1,44 |
| Тип гумуса, $C_{гк}/C_{фк}$ | L | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,6 |
| | F | - | - | 0,5 | 0,2 | 0,6 | 0,6 |
| | F_{dern} | - | - | 0,4 | 0,3 | 0,4 | - |
| | H | - | - | - | - | 0,5 | 1,2 |
| | HP | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 1,6 |
| | P | 1,9 | 2,6 | 0,9 | 1,1 | 2,6 | 3,7 |
| Степень гумификации органического вещества, % | L | 14 | 4 | 15 | 18 | 17 | 22 |
| | F | - | - | 10 | 21 | 35 | 24 |
| | F_{dern} | - | - | 14 | 22 | 37 | - |
| | H | - | - | - | 47 | 42 | 32 |
| | HP | 22 | 8 | 23 | 45 | 50 | 57 |
| | P | 52 | 31 | 48 | 44 | 54 | 80 |
| Соотношение оптической плотности гуминовых кислот, E_4/E_6 | L | 6,5 | 7 | 7,1 | 6,8 | 6,4 | 5,8 |
| | F | - | - | 6,0 | 6,3 | 5,5 | 5,1 |
| | F_{dern} | - | - | 6,4 | 6,3 | 5,2 | - |
| | H | - | - | - | 5,5 | 4,6 | 3,7 |
| | HP | 5,5 | 6,5 | 5,5 | 4,4 | 4,3 | 3,7 |
| | P | 13,0 | 5,0 | 4,6 | 3,8 | 4,0 | 3,6 |
| Соотношение C/N | L | 16 | 19 | 18 | 16 | 18 | 17 |
| | F | - | - | 17 | 16 | 11 | 10 |
| | F_{dern} | - | - | 17 | 15 | 10 | - |
| | H | - | - | 5 | 10 | 9 | 10 |
| | HP | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 9 |

Для всех лесных сообществ, кроме дубрав, характерно низкое содержание минеральных солей (см. рис.). Наблюдается увеличение минерализованности почвенных горизонтов 0–20 см в ряду сообществ: вербняки (5-О-1, 5-О-2, 5-О-3) – молодой вязо-осокорник с ежевикой (4-О-1) – старовозрастный вязо-осокорник с ежевикой (4-П-2) – старовозрастные дубравы – (3-П-1, 4-Д-1). В данном ряду сообществ можно предполагать биогенное накопление минеральных солей в верхних почвенных горизонтах. Резкое же возрастание минерализованности нижележащих горизонтов (20–90 см) в дубравах, очевидно, имеет иные причины, связанные с большим возрастом сообщества. Таким образом, почвы вербняков и осокорников, с одной стороны, и дубрав – с другой, количественно различаются по степени минерализации, однако имеют черты, позволяющие говорить об их генетической преемственности.

Накопление органического вещества можно наблюдать с первых этапов формирования сообщества. Органическое вещество почвы в процессе развития биогеоценоза претерпевает и некоторые качественные изменения (см. табл. 3). Трансформация почвенного профиля сопровождается увеличением содержания гумуса в почве от очень низкого (0,02–0,11 %) и низкого (4,70 %) до высокого уровня (8,44 %). Распределение органического вещества в генетическом профиле почвы по мере развития лесного сообщества изменяется от резкого к постепенному. Колебание соотношения гуминовых и фульвокислот для подстилок находится в пределах фульватного и гуматно-фульватного типа. При этом для нижних горизонтов более характерным является преобладание фульвокислот, что свидетельствует о значительном преобладании здесь органических веществ с молекулярной массой менее 1000 Да. Миграция этих веществ в почву определяет гуматно-фульватный тип для верхних почвенных горизонтов. В нижних слоях почвы проявляется гуматный тип. Степень гумификации органического вещества колеблется от очень слабой и слабой в подстилке, меняясь постепенно в минеральном профиле почвы в сторону очень высокой.

Показатель соотношения оптической плотности гумусовых кислот E_4/E_6 для всех горизонтов указывает на интразональный характер гумусообразования. В минеральном профиле почвы это соотношение для гуминовых кислот варьирует от 3,6 до 6,5, в подстилках и дерне эти показатели меняются соответственно до 5,1 и 7,1. Это свидетельствует о низкой степени конденсированности органического вещества подстилок и гумуса поверхностных горизонтов почвы и о его незначительном возрасте или нестабильности в условиях поймы Днепра по сравнению с более устойчивыми условиями в пойме Проточи. Уменьшение соотношения оптической плотности гуминовых кислот демонстрирует увеличение степени конденсации органического вещества почвы в ряду сообществ (что, очевидно, связано с возрастом сообществ и биохимическими свойствами опада доминирующих пород) и вниз по профилю почвы (что свидетельствует о конденсации органического вещества почвы со временем). Показатель C/N указывает на формирование в ряду сообществ почв среднего уровня обогащенности гумуса азотом. Экстремальные значения этого показателя для подстилок и нижних горизонтов почвы в большей степени отражают несбалансированное содержание углерода в этих горизонтах.

Исследования демонстрируют важную роль подстилок как источника органических и минеральных веществ для почв. Формирование растительности соответствует определенному уровню развития почвы, параметры которой для различных стадий приведены выше. Распределение водорастворимых веществ в почвах осокорников, вербняков и дубрав явно отличается. При этом качественный состав органического вещества старовозрастных тополельников и дубрав близок, соответствуя в целом долговременной тенденции преобразования органического вещества в аллюви-

ально-луговых почвах. Исходя из этого, можно заключить, что если переход от первичного зарастания к вербнякам и далее к тополевам не требует качественного изменения свойств почвы, то формирование дубрав происходит в результате более значительных преобразований в почвах.

Выводы

Развитие растительности сопровождается формированием подстилки и генетического профиля пойменно-лугового типа почв, что, в свою очередь, способствует смене типа леса. По мере развития сообществ предложенного ряда отмечается тенденция накопления органического вещества подстилки в ферментативном и ферментативно-дерновом горизонте. Принцип соответствия типа подстилки типу леса с учетом промежуточных стадий сохраняется.

По мере развития сообществ и почвы в большей мере меняются количественные показатели органического вещества. Для качественных показателей более характерным является изменение вглубь по профилю почвы. Это подтверждает преемственность процесса почвообразования при смене растительных ассоциаций.

Процесс гумусообразования под лесной растительностью в пойме Днепра во многом имеет интразональный характер. Органическое вещество почвы не претерпевает глубокого преобразования и (или) является относительно молодым и динамичным компонентом почвы.

По мере развития сообществ может происходить смена трофотопов в направлении $BC'' - C'' - De''$. Однако такой тип сукцессий (тополевики, замещаемые дубравами) требует значительных временных промежутков. В большинстве случаев наблюдаемые сукцессии (сингинез ива – тополь), очевидно, протекают в пределах одного трофотопов без значительных изменений со стороны почвы и обусловлены исключительно внутривидовыми взаимодействиями лесобразующих пород.

Библиографические ссылки

1. Барановский Б. А. Растительность руслового равнинного водохранилища (на примере Запорожского (Днепроовского) водохранилища. – Д.: ДНУ, 2000. – 172 с.
2. Бельгард О. Л. До типології заплавних лісів середнього Дніпра / О. Л. Бельгард, Т. Ф. Кириченко // Збірник робіт біологічного факультету Дніпропетровського університету. – Д., 1938. – Вип. 2. – С. 129–141.
3. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР. – К., 1950. – 351 с.
4. Бельгард А. Л. Степное лесоведение. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 336 с.
5. Вильямс В. Р. Избранные сочинения. – М.: Сельхозгиз, 1950. – Т. 5. – 624 с.
6. Гросгейм А. А. Некоторые данные о растительности ныне затопленных песчаных островов Днепра близ Днепропетровска // Сб. работ биол. ф-та Днепропетровского университета. – Д., 1948. – С. 3–32.
7. Добровольский Г. В. Классификация пойменных почв лесной зоны // Почвоведение. – 1958. – № 8. – С. 93–101.
8. Добровольский Г. В. Почвы речных пойм центра Русской равнины. – М.: МГУ, 1968. – 296 с.
9. Докучаев В. В. Способы образования речных долин Европейской России. – СПб., 1878. – 230 с.
10. Дубина А. А. Классификационные особенности подстилки естественных лесных биогеоценозов юго-востока Украины // Охрана и рациональное использование защитных лесов степной зоны. – Д.: ДГУ, 1987. – С. 62–67.
11. Дубина А. А. Лесная подстилка как компонент естественных лесных биогеоценозов юго-востока Украины и гырнецовых лесов Молдавии. Дис. ... канд. биол. наук. – Д., 1972. – 230 с.
12. Дубина А. А. Общее количество и групповой состав гумусовых веществ подстилки лесных биогеоценозов юго-востока Украины // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1973. – Вып. 4. – С. 26–29.

13. **Дубина А. А.** Роль подстилки в жизни степного леса // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1977. – С. 46–49.
14. **Еланевский Р. А.** Вопросы изучения и освоения пойм. – М.: Изд. ВАСХНИЛ, 1936. – 100 с.
15. **Манюк В. В.** К вопросу о закладке геоботанических катен в Днепровско-Орельском природном заповеднике // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, 1997. – С. 116–120.
16. **Манюк В. В.** Эколого-флористические особенности дубрав Днепровско-Орельского природного заповедника // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д., ДГУ, 1998. – С. 139–146.
17. **Невидомов А. М.** Фитоиндикация лесорастительных условий в Волго-Ахтубинской пойме // Лесное хозяйство. – 1990. – № 12. – С. 18–20.
18. **Невидомов А. М.** Эколого-фитоценологические закономерности распределения ассоциаций тополевых лесов пойм юго-востока Европейской России // Ботанический журнал. – 1994. – Т. 79, № 12. – С. 47–57.
19. **Орлов Д. С.** Практикум по химии гумуса / Д. С. Орлов, Л. А. Гришина. – М.: МГУ, 1981. – 272 с.
20. **Основы** лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. – 574 с.
21. **Плюсин И. И.** Мелиоративное почвоведение. – М.: Колос, 1971. – 413 с.
22. **Погребняк П. С.** Основы лесной типологии. – К.: Изд-во АН УССР, 1955. – 456 с.
23. **Программа** и методика биогеоценологических исследований. – М.: Наука, 1974. – 401 с.
24. **Флоровский А. М.** Принципы классификации плавневых лесов УССР // Массивное лесоразведение и выращивание посадочного материала. – К.: Изд-во АН УССР, 1952. – С. 45–53.
25. **Флоровський А. М.** Плавневі ліси нижнього Дніпра. – К.: Вид-во АН УРСР, 1950. – 75 с.
26. **Фурсаев А. Д.** Материалы к вопросу о сукцессиях лесных ассоциаций в дельте Волги // Труды Астраханского государственного заповедника. – Астрахань, 1938. – С. 138–154.

Надійшла до редколегії 05.02.2007