УДК 581.5:631.44

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ЭКОБИОМОРФНОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Н.М. Матвеев, А.Н. Козлов

Самарский государственный университет, Россия

На примере искусственных сосняков разного возрастного состояния установлено, что одинаковые исходные материнские породы претерпевают существенные изменения. Возникающие при этом различия в физико-химичесих свойствах почв зависят от флористического и экобиоморфного состава фитоценозов.

Экоморфы, почвообразование, свойства почвы

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что для каждой природно-географической зоны свойственен свой тип почвы, обусловленный особенностями зонального климата и растительного покрова [3]. Так, подзолы связаны с зоной хвойных лесов, чернозёмы – со Степями, серозёмы с зоной пустынь [3, 4]. В то же время, практически не исследовано влияние флористического и экобиоморфного состава конкретных фитоценозов на физико-химические свойства почвы. Поэтому целью нашей работы является выяснение особенностей влияния экобиоморфного состава искусственных сосняков на основные физико-химические свойства почв, формирующихся в условиях зоны настоящих степей.

УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наши исследования осуществлялись на Красносамарском биомониторинговом стационаре Самарского государственного университета (существует с 1974 г.) в долине среднего течения р. Самары (Волжской) в подзоне разнотравно-типчаково-ковыльных степей обыкновенного чернозёма [7]. Здесь находится Красносамарский лесной массив (13,5 тыс. га), выступающий природным рефугиумом свойственных для зоны настоящих степей сообществ (луговые степи, остепнённые и солонцовые луга, песчаные степи, низинные болота, кустарниковые, естественные и искусственные лесные биогеоценозы) [7]. Это единственный лесной массив на всём степном крайнем юго-востоке европейской России [6]. Средняя годовая температура воздуха здесь составляет +3,8ºС, январская –13,8ºС, июльская +20,9ºС, сумма эффективных температур 2590ºС, безморозный период – 135 дней, годовое

количество осадков в среднем 395 мм, каждый второй-третий год сопровождается сильной засухой [7].

Материалы для данной статьи были получены нами на основании всестороннего обследования трёх стационарных пробных площадей, расположенных на первой надпойменной песчаной террасе (арене) р. Самары в искусственных насаждениях из сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). После детального геоботанического описания древостоя и травостоя [8] на каждой пробной площади осуществляли закладку почвенного разреза с последующим его морфологическим описанием и отбором образцов с использованием общепринятых методов [9]. Все выявленные в лесонасаждении виды растений анализировались по принадлежности к соответствующей биоморфе, климаморфе, ценоморфе, трофоморфе, гигроморфе и гелиоморфе по работе Н.М. Матвеева [8]. Полученные данные использовались для выяснения экобиоморфного состава сообщества и балловой оценки трофо-, гигро- и гелиотопа в соответствии с фитоиндикационной характеристикой экоморф по А.Л. Бельгарду [2] в модификации Н.М. Матвеева [8].

Образцы почвы анализировались в лаборатории с использованием общепринятых в почвоведении и агрохимии методов [9]: содержание гумуса – по Б.А. Никитину, групповой и фракционный состав гумуса – по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономарёвой и Т.А. Плотниковой, актуальная и обменная кислотность – потенциометрическим методом, содержание Na – потенциометрически с использованием ионселективного электрода, гранулометрический состав – пирофосфатным методом, содержание Ca и Mg – по ГОСТ 26487-85, K и P – методом Чирикова в модификации ЦИНАО, общего азота – по ГОСТ 26107-82, гидролитическая кислотность – методом Каппена в модификации ЦИНАО, сумма поглощённых оснований – методом Каппена-Гильковица.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обследованные нами на арене р. Самары (Волжской) искусственные сосняки были созданы на месте остепнённых лугов на суховатых песчаных почвах. Материнскими породами здесь выступают рыхлые и связные пески с содержанием физической глины 4,8–6,2 % (табл.). Травостой в искусственных сосняках развит слабо (покрытие 13–30 %) и оказывает второстепенное влияние на почвообразовательный процесс. Поэтому все основные различия, отмечаемые в почве, формирующейся на одинаковой

(песчаной) материнской породе в суховатом типе увлажнения, в исследованных сосняках (пл. 0558, 0559 и 0563) объясняются, главным образом, трансформирующим воздействием сосны обыкновенной в зависимости от её возраста и продолжительности средопреобразующего воздействия.

Как видно из табл., олиготрофная, ксерофитная сосна обыкновенная, являясь многолетним, стержнекорневым фанерофитом, оказывает определяющее влияние на все выявляемые нами физико-химические свойства генетических горизонтов почвы, включая и материнскую породу, залегающую на глубине от 63 (пл. 0558) до 94 см (пл. 0559). Чем продолжительнее воздействие соснового древостоя, тем глубже проникают почвообразовательные процессы, что отражается в мощности перегнойно-аккумулятивного горизонта и почвы в целом.

В отличие от искусственно созданного человеком древостоя травостой в исследованных сосняках развивается естественным путём и поэтому именно он объективно отражает особенности формирующейся внутренней среды сообщества – биотопа. В стадии до смыкания крон (пл. 0558) травостой в сосняке представлен 14-ю видами с общим проективным покрытием 21 % и слагается из степняков (St+StRu) и луговиков (Pr+PrRu) с мало заметной примесью (доля участия 4,8 %) лесовиков (Sil+SilRu). Последние весьма примечательны потому, что насаждение создано на месте остепнённого луга и появление лесных видов свидетельствует о формировании «лесной обстановки» в сосновом древостое уже тогда, когда смыкания крон ещё не наступило. Из климаморф на данном этапе в травостое превалируют гемикриптофиты – многолетники, у которых надземные органы, отмирая осенью, образуют органический опад, обогащающий почву. Зимующие на поверхности почвы почки с наступлением весеннего тепла быстро формируют надземные побеги, не тратя энергию на прорастание сквозь слой почвы, как криптофиты. Доля участия в травостое криптофитов не велика (14,2 %). Почки у них зимуют под слоем почвы на многолетних органах. Отмирающие ежегодно надземные органы, как и у гемикриптофитов, образуют органический опад. И гемикриптофиты, и криптофиты отражают хорошую приспособленность травостоя к зимним холодам, в том числе, – при малоснежье, и к летним засухам.

Из биоморф в травостое сосняка в стадии до смыкания преобладают стержнекорневые и длиннокорневищные многолетники, обогащающие за счёт своего опада и «корнепада» перегнойно-аккумулятивный горизонт

почвы органическими веществами. Если наличие длиннокорневищных трав свидетельствует о рыхлости и хорошей аэрации почвы [3, 4], то присутствие стержнекорневых видов отражает наличие доступной влаги в почве на некоторой глубине, что особенно важно в засушливый период «летнего полупокоя» [2, 8].

Таблица – Обобщённая характеристика сосняков и почвы

Показатель	Состав древостоя и возрастная стадия насаждения		
	10Со–I (пл. 0558)	10Со– II (пл. 0563)	10Со– III (пл. 0559)
1	2	3	4
Шифр эдафотопа	$2П_1$	$2П_1$	$2П_1$
Световой режим, баллы	4	4	4
Участие в древостое:			
- OgTr, %	100	100	100
- Ks, %	100	100	100
Покрытие травостоя, %	21	13	30
Число видов в травостое	14	9	15
Участие в травостое:			
- Sil+SilRu, %	4,8	0	13,3
- St+StRu, %	47,6	38,5	26,7
- Pr+PrRu, %	23,8	53,8	40,0
- Hcr, %	76,2	53,8	63,4
- Cr, %	14,2	46,2	33,3
- Дк, %	38,1	38,4	30,0
- Кк, %	0	23,1	6,7
- Ст, %	42,8	23,1	63,3
- OgTr, %	4,8	23,1	10,0
- MsTr, %	76,2	53,8	83,3
- MgTr, %	19,0	23,1	6,7
- Ks+MsKs, %	71,4	46,2	46,7
- KsMs+Ms, %	28,6	53,8	50,0
- HgrMs+MsHgs+Hgr, %	0	0	3,3
Мощность почвы, см	63	81	94
Мощность перегнойно-аккумулятивного горизонта (А), см	27	35	38
Содержание в горизонте А:			
- гумус, %	2,70	1,62	3,67
- ∑ ГК,% от С	21,5	27,93	18,78

Продолжение таблицы

1	2	3	4
- фракции ГК 1, % от С	14,33	7,98	11,74
- ∑ ФК,% от С	23,85	48,99	33,94
- фракции ФК1а+ФК1, % от С	11,94	14,63	4,10
- негидролизуемый остаток, % от С	54,65	23,08	47,28
Мех. состав А	$П_{связн.}$	$П_{связн.}$	$П_{связн.}$
Мех. состав С	$П_{связн.}$	$П_{связн.}$	$П_{связн.}$
Содержание глины в гор. А, %	9,6	7,0	7,0
Содержание глины в гор. С, %	4,8	6,2	6,2
Содержание глины в элювиальном горизонте, %	7,5	6,5	7,6
Содержание N в гор. А, %	0,1	0,09	0,11
Соотношение С:N в гор. А	7,80	10,4	19,4
Сгк/Сфк в гор. А	0,90	0,57	0,55
Глубина вскипания от HCl, см	нет	нет	нет
Содержание Р в гор. А, мг/кг	180	100	170
Содержание Р в гор. С, мг/кг	240	200	250
Содержание К в гор. А, мг/кг	220	80	85
Содержание К в гор. С, мг/кг	50	40	50
Содержание Са в гор. А, мг-экв/100 г	5,4	3.9	3,8
Содержание Са в гор. С, мг-экв/100 г	2,6	3,5	2,7
Содержание Mg в гор. А, мг-экв/100 г	1,2	0,9	0,8
Содержание Mg в гор. С, мг-экв/100 г	1,0	0,9	1,0
Содержание Na в гор. А, мг-экв/100 г	0,20	0,.45	0,08
Содержание Na в гор. С, мг-экв/100 г	0,60	0,35	0,16
pH в гор. А	6,25	6,62	6,38
pH в гор. С	6,60	7,26	6,61
Гидролитическая кислотность в гор. А, мг-экв/100 г	0,97	0,95	1,18
Гидролитическая кислотность в гор. С, мг-экв/100 г	0,58	0,45	0,54
Сумма поглощённых оснований в гор. А, мг-экв/100 г	13,6	7.2	7,2
Сумма поглощённых оснований в гор. С, мг-экв/100 г	5,6	10,0	5,6
Степень насыщенности основаниями в гор. А	95,34	88.34	85,92
Степень насыщенности основаниями в гор. С	90,61	95.69	91,21

В стадии смыкания (пл. 0563) сосновый древостой максимально затеняет поверхность почвы, корни сосен густо переплетают перегнойно-аккумулятивный горизонт. Травостой угнетён. В нём выражено только 9 видов с общим покрытием, не превышающим в среднем 13 %. Его влияние на почвообразовательный процесс минимально.

В стадии изреживания (пл. 0559) за счёт отмирания ослабленных деревьев возрастает освещённость поверхности почвы и травостой (в нём

представлено 15 видов) образует проективное покрытие в среднем до 30 % (таблица). В нём преобладают луговики (Pr+PrRu) с примесью степняков (доля участия 26,7 %), а также (13,3 %) – лесовиков (Sil+SilRu). Как и в стадии до смыкания, из климаморф выражены гемикриптофиты (63,4 %) и криптофиты (33,3 %), а из биоморф – стержнекорневые (63,3 %) > длиннокорневищные (30 %) > короткокорневищные (6,7 %) многолетники. Это свидетельствует о том, что в результате выпадения отдельных деревьев снижается насыщенность живыми корнями сосны верхних горизонтов почвы, которая становится рыхлой, хорошо аэрируемой и, пропуская гравитационную влагу атмосферных осадков, накапливает её в нижних горизонтах своего профиля. Травостой на данном этапе развития соснового лесонасаждения, несомненно, влияет на протекание почвообразовательных процессов.

Установлено, что в условиях степной зоны все древесные породы наибольшее средопреобразующее воздействие оказывают тогда, когда лесонасаждение находится в стадии смыкания [2, 8, 11]. Н.П. Ремезовым [10] показано, что с увеличением возраста сосны сначала усиливается поглощение её корнями из почвы питательных веществ, а затем, по мере старения, – резко уменьшается. Так, если в молодых древостоях с опадом возвращается в почву 40–60, то в старых – 80–90 % элементов от объёмов их поглощения корнями.

В 14-летнем возрасте (насаждение в стадии до смыкания) сосна обыкновенная ежегодно в среднем потребляет корнями и возвращает в почву с опадом соответственно: азота – 36,7 и 18, кальция – 22,3 и 15, калия – 17,3 и 5, фосфора – 4,2 и 1,5, магния – 4,7 и 3; в 30-летнем возрасте (насаждение в стадии смыкания): азота – 47 и 21, кальция – 43,9 и 23, калия – 19,4 и 6, фосфора – 5,9 и 1,5, магния – 8,3 и 4; в 95-летнем возрасте (насаждение в стадии изреживания): азота – 13 и 11, кальция – 13,5 и 12, калия – 4,6 и 3, фосфора – 1,4 и 1, магния – 2,5 и 1 кг на 1 га [10].

В естественных сосняках степной зоны (Приднепровье) по результатам многолетних стационарных исследований А.А. Дубины [5] ежегодный опад достигает 2,89–3,35, а запасы лесной подстилки – 31,99–37,99 т/га. Содержание зольных (минеральных) элементов в них варьирует от 5,2 до 6,64, а органических соединений от 26,79 до 31,32 т/га. В условиях Красносамарского лесного массива воздушно-сухая масса подстилки в искусственных сосновых насаждениях на арене р. Самары составляет в среднем в стадии смыкания 1,69, а в стадии изреживания – 1,89 т/га [1].

Как видно из таблицы, мощность почвы, в том числе и перегнойно-аккумулятивного горизонта, возрастает при переходе от сосняка в стадии до смыкания (пл. 0558) к соснякам в стадии смыкания (пл. 0563) и в стадии изреживания (пл. 0559), то есть с увеличением продолжительности средопреобразующего воздействия леса. В почве сосняка в стадии смыкания гумус образуется за счёт опада и «корнепада» сосны, так как травостой практически отсутствует (покрытие не превышает 10–13 %). В них мало зольных элементов, но много органических кислот [10], а также содержатся смолы, воска, терпены, дубильные вещества, воско-смолы, флавоноиды, сапонины, белковые соединения [1, 8]. Гумуса при этом в перегнойно-аккумулятивном горизонте (пл. 0563) содержится мало (1,62 %), но в нем максимальна доля гуминовых (27,93 %) и фульвокислот (48,99 %) и меньше всего негумифицированного (негидролизуемого) остатка (23,08 %). Здесь, по сравнению почвами сосняков в стадии до смыкания (пл. 0558) и изреживания (пл. 0559), минимальны содержание азота, фосфора, калия, кальция, магния, а также общая сумма поглощённых оснований (таблица). Это может объясняться тем, что средневозрастная сосна максимально извлекает минеральные элементы из почвы и минимально возвращает их с опадом в почву [10].

В молодом сосновом лесонасаждении (пл. 0558), когда кроны деревьев ещё не сомкнулись и в междурядьях развивается травостой (покрытие до 21 %), состоящий из видовых ценопопуляций предшествующего сообщества, а именно – остепнённого луга (*Achillea millefolium* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub., *Galium verum* L. и др.), в перегнойно-аккумулятивном горизонте почвы (А) отмечается, по сравнению с почвой сосняка в стадии смыкания больше гумуса, азота, фосфора, калия, кальция, магния, выше степень насыщенности основаниями и сумма поглощённых оснований. В составе гумуса резко возрастает доля неразложившегося (негидролизуемого) остатка, но уменьшается доля гуминовых и фульвокислот (табл.). Высокое содержание фракций гуминовых (14,33 %) и фульвокислот (11,94 %), способных перемещаться с водой по почвенному профилю, формировать комплексные органо-минеральные соединения и разрушать минералы, объясняет повышенное содержание глинистых частиц не только в перегнойно-аккумулятивном (9,6 %), но и в элювиальном (7,5 %) горизонтах по сравнению с исходной материнской породой (4,8 %).

Продолжительная трансформация песчаной почвы сосновым лесонасаждением (стадия изреживания) выражается в том, что в перегнойно-аккумулятивном горизонте постепенно (по сравнению с почвой сосняка в стадии смыкания) увеличивается содержание гумуса, питательных элементов (азот, фосфор, калий, кальций, магний) и общая сумма поглощённых оснований. В составе гумуса возрастает доля негумифицированного (негидролизуемого) остатка и уменьшается содержание гуминовых и фульвокислот, причём, значительно повышается концентрация относительно мало связанных фракций гуминовых кислот, что было свойственно и для почвы сосняка в стадии до смыкания. Это является результатом участия в образовании гумуса травянистых растений, которые в стадии изреживания образуют покрытие до 30 %. Как и в стадии до смыкания, они представлены луговыми и степными видами (*Berteroa incana* (L.) DC., *Elytrigia repens* (L.) Nevski., *Stachys recta* L., *Melandrium album* (Mill.) Garcke и др.).

Элементы минерального питания и вода находятся в почве, как известно, в доступной и недоступной для растений форме [3, 4, 8, 11]. О содержании доступных для корней растений элементов минерального питания в почве можно судить по составу трофоморф, а доступной влаги – по составу гигроморф [2, 8]. Как видно из таблицы, в стадии до смыкания травостой в сосняке состоит из мезотрофов (доля участия 76,2 %) и мегатрофов (19,0 %) с небольшой примесью олиготрофов (4,8 %), в стадии смыкания древостоя в травостое мезотрофы (53,8 %) также преобладают, но много также (23,1 %) и мегатрофов и олиготрофов, в стадии изреживания в травостое мезотрофы (83,3 %) абсолютно доминируют, а олиготрофы (10,0 %) и мегатрофы (6,7 %) образуют совершенно незначительную примесь. Это, во-первых, свидетельствует о том, что содержание доступных для растений питательных элементов в корнеобитаемом слое почвы в сосняках разного возраста существенно изменяется, а, во-вторых, варьирует по сезонам, создавая оптимальные условия для развития видов, относящихся к разным трофоморфам.

По среднему содержанию доступной для растений влаги почва в исследованных сосняках оценивается как суховатая. Однако соотношение засухоустойчивых (Ks+MsKs) и влаголюбивых (KsMs+Ms) видов в травостое отражает имеющиеся различия в водном режиме. Так, в сосновом насаждении в стадии до смыкания (пл. 0558) преобладание ксерофитов и мезоксерофитов (71,4 %) над ксеромезофитами и мезофитами (28,6 %)

свидетельствует о пониженном содержании доступной для растений влаги в корнеобитаемом слое почвы, чем в сосняках в стадии смыкания и изреживания. Но в то же время состав гигроморф в травостое изученных нами сосняков отражает существенное варьирование влажности почвы в течение вегетационного периода и по годам, когда преимущественное развитие получают то засухоустойчивые, то, наоборот, влаголюбивые травянистые виды.

Отмеченные колебания в содержании доступных для растений питательных элементов и влаги в почве, несомненно, отражаются на ритмике развития и соснового древостоя.

Данное направление целесообразно продолжать, исследуя влияние на физико-химические свойства почвы екобиоморфного состава других фитоценозов.

ВЫВОД

Одинаковые исходные материнские породы претерпевают в процессе почвообразования существенные изменения под влиянием формирующихся на них растительных сообществ. Возникающие при этом различия в физико-химических свойствах почв зависят от флористического и экобиоморфного состава конкретных фитоценозов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *Авдеева Н.В. Сравнительная биоэкологическая характеристика липовых дубрав и искусственных сосняков в условиях степного Завожья: Автореф. дис. … канд. биол. наук. – Самара, 2004. – 19 с.*
2. *Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока УССР. – Киев: Изд-во Киевского ун-та, 1950. – 264 с.*
3. *Вильямс В.Р. Почвоведение // Избранные сочинения в 2-х томах. – М.: Сельхозгиз, 1949. – Т. 2. – 534 с.*
4. *Докучаев В.В. Избранные сочинения / Под. ред. проф. С.С. Соболева. – М.: Изд-во с-х. литературы, 1954. – 708 с.*
5. *Дубина А.А. Мониторинговые исследования лесной подстилки естественных биогеоценозов Присамарья // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетровского ун-та, 1997. – С. 113–115.*
6. *Леса России: Карта. – М: 1:14 000 000 – М.: Ин-т космических исследований РАН, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов, Всемирная лесная вахта, Гринпис России. – 2004.*

7. *Матвеев Н.М., Терентьев В.Г., Мозговой Д.П. О биогеоценотических принципах исследования лесных сообществ в степном Заволжье // Вопросы лесной биогеоценологии, экологии и охраны природы в степной зоне. – Куйбышев: Изд-во Куйбышевского гос. ун-та, 1976. – Вып. 1. – С. 3–16.*
8. *Матвеев Н.М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны). – Самара: Самарский университет, 2006. – 311 с.*
9. *Практикум по почвоведению / Под. ред. Ф.Н. Ганжары. – М.: Агроконсалт, 2002 – 280 с.*
10. *Ремезов Н.П. Роль биологического круговорота элементов в почвообразовании под пологом леса // Почвоведение. – 1956. – № 7. – С. 68–79.*
11. *Травлеев А.П. Взаимодействие растительности с почвами в лесных биогеоценозах настоящих степей Украины и Молдавии. Автореф. дис. … д-ра биол. наук. – Днепропетровск, 1972. – 49 с.*

TO A QUESTION ON INFLUENCE OF ECOBIOMORFIC STRUCTURE OF A PLANT COVER ON PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL.

N.M. Matveev, A.N. Kozlov

On an example of artificial afforestations it is established, that on identical parent bedrock are formed soils with various physical and chemical properties depending on floristic and ecobiomorfic structure of plant community.

УДК: 581 .5: 631. 44

Матвеєв М.М., Козлов О.М. До питання про вплив екобіоморного складу рослинного покриву на фізико-хімічні властивості грунту / Питання біоіндикації та екології – Запоріжжя: ЗНУ, 2008. – Вип. 13, № 1. – С. 151–160.

На прикладі штучних сосняків встановлено, що одинакові материнські породи по-різному змінюються під впливом насаджень. Фізико-хімічні властивості грунту залежать від флористичного та екобіоморного складу конкретних лісонасаджень.

Бібл. 11. Табл. 1.