
УДК 591:595.762:595.763

В.С.Абукенова, Г.Е.Нурсултан

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова

Почвенная мезофауна участков сосновых лесокультур Казахского мелкосопочника

В статье приведены сведения о беспозвоночных, обитающих в почвах разновозрастных участков сосновых лесокультур Казахского мелкосопочника. Определена общая численность педобионтов, доминирующие трофические группы и фоновые виды. Показана динамика почвенной влажности и температуры почвенных горизонтов. Выявлена взаимосвязь почвенно-растительных условий и экологических предпочтений. Предложены рекомендации для закладки посадочных площадей сосны на дерново-лугово-лесных почвах.

Ключевые слова: мезофауна, ландшафт, многоножки, биоценоз, биоиндикатор, лесопосадка, панцирные клещи, аридный климат, водный баланс, почва.

Исследования почвенной фауны как техногенных, так и природных ландшафтов за последние 15–20 лет подтвердили, что комплекс видов педобионтов может быть успешно использован для выяснения общих закономерностей сукцессионных процессов, происходящих в биоценозах. Реакция почвенных животных определяется длительностью воздействия факторов и особенностями экологической ниши, которую занимает выбранная группа педобионтов, что, в конечном счете, определяет их значение как биоиндикаторов. Наиболее удобны для исследований почвенные животные, которые

постоянно обитают на одном и том же участке, малоподвижные, с относительно длинным периодом индивидуального развития, при этом численность их должна быть значительной (дождевые черви, насекомые, многоножки, некоторые панцирные клещи).

Создание стабильно функционирующих биоценозов лесных культур, оценка их состояния и, соответственно, сохранение потенциала почв, отводимых под лесопосадочные площади, остаются достаточно актуальными в лесовосстановительной практике Казахстана. Поэтому привлечение данных почвенно-зоологического анализа представляет интерес для оценки общей направленности сукцессионных процессов, возможной нагрузки на биоценоз лесных культур и мер необходимого ухода, характеристики почвообразования. Особенно важна такая информация для заповедников и национальных парков.

Целью нашей работы являлось изучение биогеоценозов, образованных посадками сосновых культур в Баянаул-Каркаралинской группе реликтовых лесных оазисов, для определения перспектив восстановления.

Лесовосстановительные работы в Казахском мелкосопочнике связаны с трудностями поселения и произрастания сосны в аридном климате, на границе своего южного ареала распространения. Суровый климат обуславливает неблагоприятные лесорастительные условия для сосны. Летом часты засухи, которые нарушают водный баланс растений. Зимние ветры сдувают снег с открытых мест, в результате чего почва промерзает на большую глубину, что губительно сказывается на состоянии корневой системы. Грозные явления в летнее время, особенно после длительной засухи, приводят к возникновению лесных пожаров. Естественное возобновление сосны незначительно, особенно на вырубках и гарях, быстро зарастающих степными дерновинными злаками. В области гранитных интрузий позиции сосны, приживающейся на поверхности выветривающихся гранитов, еще более ослаблены [1].

Закладка новых посадочных площадей в Казахском мелкосопочнике предупреждает деградацию плодородных лесных почв в межгорных долинах и горных лесных черноземов. Немаловажно и значение лесовосстановления для уменьшения аридизации климата.

Материалы и методы исследования

В геологическом отношении территория Казахского мелкосопочника входит в состав Урало-Монгольского геосинклинального пояса. Сложена сильно дислоцированными метаморфическими сланцами, кварцитами, песчаниками и известняками палеозоя, местами прикрытыми мезо-кайнозойскими отложениями; до 60 % площади занимают интрузивные и эффузивные породы. Район входит в «континентальную степную западносибирскую зону» [2], называемую также «континентальной степной казахской зоной» [3]. Климат континентальный, с резко возрастающей к югу засушливостью. Средние температуры января от -14° до -18° °C, июля $20-24^{\circ}$ °C. Зимой морозы достигают -40° °C, а летом дневные температуры поднимаются до 35° °C и более. Годовое количество осадков $200-300$ мм (до 370 мм в северных горных массивах). Снежный покров маломощный. Летом часты засухи. Однако вследствие приподнятости гранитных низкогорий над уровнем окружающей местности континентальность климата здесь смягчена.

Через Казахский мелкосопочник проходит водораздел бассейна Иртыша и область внутреннего стока Средней Азии. Наиболее крупные реки — Ишим (бассейн Иртыша), Нура, Сарысу. Режим стока очень неравномерен. Реки питаются главным образом за счёт весеннего таяния снега, отчасти грунтовыми водами, имеют весеннее половодье, летом сильно мелеют. Зимой реки замерзают, мелкие промерзают до дна. На территории мелкосопочника много озёр. Самое крупное, но неглубокое — солёное озеро Тенгиз.

Северная часть Казахского мелкосопочника относится к степной зоне с разнотравно-типчакково-ковыльной растительностью на южных чернозёмах, частично распаханых; средняя — к сухостепной зоне с типчакково-ковыльной растительностью на темно-каштановых (тоже частью распаханых) и каштановых почвах. Южная и восточная части мелкосопочника входят в зону полупустыни, где сочетаются степные (дерновинно-злаковые) и пустынные (полынные и солянковые) растительные сообщества и господствуют светло-каштановые почвы; юго-восточная часть у озера Балхаш входит в пустынную зону.

Леса здесь проходят прерывистой полосой с северо-запада на юго-восток, начинаясь с Кокшетауской и Акмолинской областей, продолжаясь небольшими массивами частью в Карагандинской, частью в Павлодарской областях и заканчиваясь в горном хребте Калбинского хребта. В основном

коренными насаждениями являются сосняки. В разнотравно-ковыльной подзоне степной зоны сосна почти повсюду связана с гранитами. В типчаково-ковыльной подзоне степной зоны сосна связана исключительно лишь с гранитными низкогорьями и за их пределами отсутствует. Поскольку условия для обитания сосны недостаточно благоприятны, здесь она находится на пределе своего географического и экологического ареала. В лесных оазисах Баянаул-Каркаралинской группы наряду с сосновыми лесами встречаются своеобразные аридно-петрофитные сосновые редколесья; последние в некоторых оазисах даже превосходят по площади сосновые леса [1]. Большая часть мелколиственных древостоев представлена производными типами леса.

Островные боры Казахстана — остатки некогда сплошной полосы хвойных лесов, простиравшихся от Урала до Алтая. Мнение о реликтовом характере островных боров Казахстана и их фаунистических комплексов, древней связи с югом Сибири разделяют многие исследователи [4–7]. С миоцена по плиоцен растительность этой территории приобрела характер хвойного леса, сложились благоприятные условия для проникновения в мелкосопочник бореальных элементов флоры из северной части Западно-Сибирской равнины, с Алтая и Южного Урала [8].

На протяжении последних 200 лет в результате рубок, лесных пожаров, а отчасти и выпаса скота площадь сосновых боров в Казахском мелкосопочнике уменьшилась, а в некоторых небольших массивах сосна была почти полностью истреблена.

Почвенно-зоологические исследования проведены в июне-августе под посадками сосны 7–8 лет и 25–30 лет. Количественные сборы выполнены по общепринятой методике [9]. Размер почвенных проб 50×50×40 см. Почва разбиралась ручным способом, по слоям 10 см. Число проб при каждом обследовании было не менее 12 (июнь–сентябрь). Общее количество взятых почвенных проб 80. Измерения температуры проводили коленчатыми термометрами Соренсена и лабораторными термометрами ТЛ-2. Влажность почвенных образцов определялась термовесовым методом. В работе использованы статистические методы и методы синэкологического анализа.

Результаты и их обсуждение

Посадки сосны занимают примерно 15 % площади сосновых лесов мелкосопочника. Из них на долю 7–15-летних приходится 9 %. Посадочные площади располагаются на склонах и их шлейфах, где сосновые насаждения соседствуют с кустарниковой типчаково-таволговой степью, частично смешиваясь с березняками.

Почвы под посадками дерново-лугово-лесные, аллювиальные, часто оглеенные. Слой почвы почти полностью покрывает поверхность, выходы гранитных глыб редки. Увлажнение местами неравномерное, происходит за счет притока влаги с более высоких частей гранитных низкогорий, выклинивания трещинных вод и атмосферных осадков.

Стационарные площади I.

Древостой из сосны. Средняя высота древостоев 0,8 м, возраст 7–8 лет. Кустарниковый ярус не выражен. Травяной ярус развит довольно хорошо (проективное покрытие до 40–45 %).

АО (0–2 см). Подстилка из хвои, корней травянистых растений.

АI (2–10 см). Темно-серый легкий суглинок, обильны корни деревьев, кустарников, трав.

АВ (10–20 см). Буровато-темно-серый средний суглинок, уплотненный, примесь гранитной дресвы. Светло-бурый, равномерно окрашенный легкий суглинок с обильной дресвой, пылеватый, много корневых остатков.

ВС (20–45 см). Бурый средний суглинок.

Стационарные площади II.

Древостой из сосны с незначительной примесью березы (9С1Б), сомкнутость крон 50–70 %. Высота древостоя 8–10 м, возраст 25–30 лет.

Кустарниковый ярус развит умеренно, средняя высота 1–1,5 м, покрытие 50–60 %, состоит из *Cotoneaster melanocarpa*, *Rosa spinosissima*, *Spiraea hypericifolia*, *Rosa laxa*, *Ribes saxatile*. Травяной покров густой (покрытие 60–80 %), ксеромезофильного характера, богатый по видовому составу: *Filipendula vulgaris*, *Thalictrum foetidum*, *Fragaria viridis*, *Hieracium virosum*, *Libanotis sibirica*, *Galium verum*, *Phlomis tuberosa*, *Achillea nobilis* и др.

АО (0–5 см). Подстилка из хвои и кусочков коры, листьев трав, разложившаяся, с обильным мицелием.

АI (5–15 см). Средний суглинок темно-бурой окраски, задернованный, содержит корни деревьев.

АВ (15–26 см). Более плотный, с выраженной ореховой структурой, переплетен древесными корнями.

ВС (26–60 см). Слоистый, с прослойками тяжелого суглинка и супеси, местами мелкой дресвы. Корней немного. На глубине 55–60 см ржавые пятна, глубже — сизые прослойки.

При проведении почвенных раскопок на стационарных площадях I численность педобионтов была 58–70 экз/м². Общее число видов 70–76. Доля хищных форм 54 %, доля фитосапрофагов — 46 %. Обычны полужесткокрылые (*Hemiptera*). Преобладают жесткокрылые (*Coleoptera*), составляющие 47 % почвенной фауны (рис. 1). Выявлено резкое доминирование некоторых видов, что, по видимому, является результатом влияния дефицита влаги в почве. Например, среди жуков (*Carabidae*) доминирует эвритопный вид *Calathus melanocephalus* (55 %), предпочитающий дерновые солоды. Из щелкунов (*Elateridae*) особенно многочислен вид *Selatosomus latus* (38 %). Это вид свойствен открытым пространствам. При переходе почв от степных условий к условиям леса его проникновение под полог объясняется хорошим прогреванием невысоких древостоев. Основная масса щелкунов на протяжении лета сосредоточена в подстилке. Преобладающие виды устойчивы к пониженным температурам.

Вертикальные перемещения личинок жесткокрылых зависят от режима влажности и температуры почвы. Основное количество личинок (50 %) найдено на глубине 0–5 см.

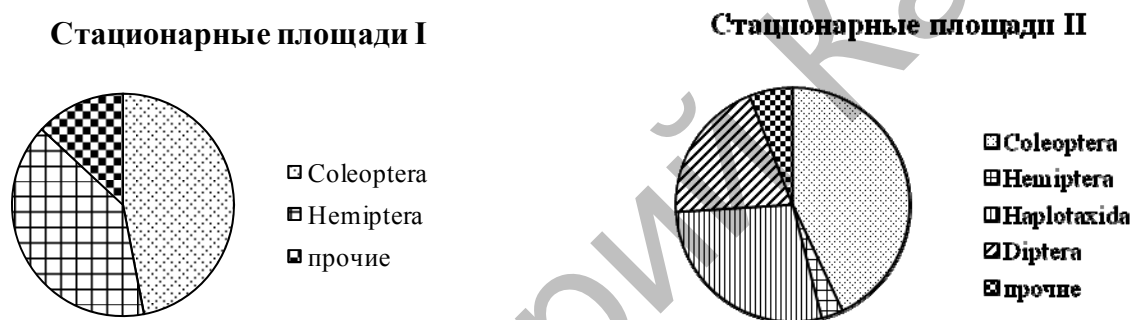


Рисунок. Процентное соотношение отрядов педобионтов в сосновых биоценозах стационарных площадей I и II

Для сезонной динамики температур этих стационарных площадей характерен максимум температуры в середине июня-июля (+28,5 °C), минимумы отмечены в июне и конце августа. Среднепрофильные величины температуры с июня по август +18,2–18,4 °C. Значительна разница максимальных температур в подстилке и горизонте AI, где она достигает 12 градусов.

В режиме влажности отмечены значительные колебания. Минимальное содержание почвенной влаги наблюдается с конца июня по июль (максимум испарения), с некоторым повышением в августе, когда атмосферных осадков было больше. Среднепрофильное содержание влаги в почве в этот период 52,8 %.

В посадках сосны 25–30-летнего возраста на площадках II режим увлажнения более благоприятный. Здесь численность почвенного населения повышается до 127,2 экз/м². Преобладают жесткокрылые (*Coleoptera*) — 43 %. Двукрылые (*Diptera*) и дождевые черви (*Lumbricidae*) составляют 20 % и 28 % соответственно (рис.). Среди *Coleoptera* доминируют личинки долгоносика *Poludrosus mollis*. Возрастает численность хрущика рыжего *Serica brunnea*, обычного для лесной и лесостепной зон Северного Казахстана и Южной Сибири. Взрослые жуки этого вида обгрызают листья деревьев и кустарников. Личинки живут в почве, питаются корнями растений.

Коэффициент обилия полужесткокрылых (*Hemiptera*) 1,08. Из двукрылых преобладают личинки сем. *Bibionidae* (47 %). Наиболее заселен слой 0–5 см, где сосредоточено 43 % беспозвоночных. В подстилке обитает 30 % животных, а в слое на глубине 5–15 см — 21 %.

В условиях длительного сохранения влажности подстилки и почвенных горизонтов в почвах участков II обитают дождевые черви двух морфо-экологических типов: подстилочные — *Dendrodriilus rubidus tenuis*, *Dendrobaena octaedra*; и собственно-почвенные — *Aporrectodea caliginosa caliginosa*, *Eisenia nordenskioldi pallida*. Общая численность червей 36 экз/м². Доминирует лесной вид *D. octaedra* (19,8 экз/м²), широко распространенный в бореальных областях. В мелкосопочнике вид не

встречается вне лесных ценозов. Субдоминант — *D. rubidus tenuis* (12,2 экз/м²). Это космополитный вид монотипического рода *Dendrodrilus*, являющийся одним из фоновых в равнинных районах европейской части России и населяющий естественные природные ценозы. Значительно меньше численность почвенных видов червей (4 экз/м²). Как правило, зарегистрирована встречаемость под комлем дерева, тогда как в подкороновых пространствах распределение лимитировано условиями мозаичной влажности. Подобная сопряженность подстилочных видов характерна для кустарниковых сосняков мелкосопочника. Во влажных лиственных лесах встречается близкое соотношение доминантных видов-гумусообразователей. Однако во вторичных заболоченных березняках черви встречаются только в подстилке, а доминирование переходит к *D. rubidus tenuis*.

Таким образом, в условиях биоценозов сосновых посадок II значительно изменилось соотношение трофических групп почвенных беспозвоночных животных, где доля фитосапрофагов и сапрофагов составляет две трети общей численности.

В сезонной динамике температур максимум приходится на июль (24,5 °С). Среднепрофильные температуры с июня по август 15,2–15,4 °С. Регулирующая роль в теплоотдаче и теплопоглощении хорошо сформировавшейся лесной подстилки сказывается в уменьшении разницы максимальных температур (4 °С) в горизонтах АО и АI. Содержание почвенной влаги несколько уменьшается в середине июля, когда спадает приток воды с низкогорий и атмосферных осадков мало. Среднепрофильное содержание влаги в почве в этот период 76,6 %.

Общий анализ результатов исследования мезофауны на стационарных площадях разновозрастных насаждений сосны показал, что сформировавшийся комплекс подпологовой растительности и педобионтов отражает особенности температурного и гидрологического режима почвы каждого биоценоза.

Условия недостатка почвенной влаги в молодых сосняках 7–8-летнего возраста, замедленность процессов образования подстилки и гумификации характеризуются увеличением доли луговых и полевых элементов почвенной мезофауны.

Благоприятные условия сохранения почвенной влаги, более мощная подстилка и выровненный температурный режим в сосняках 25–30-летнего возраста благоприятствуют появлению лесных элементов мезофауны. Появляется сходство фауны почвенных беспозвоночных биоценозов, образованных посадками сосновых культур, и мезофитных сосняков.

Лесные культуры оправданы только на больших, оголенных от леса площадях с условиями произрастания, наиболее отвечающими норме реакции сосны на условия жизненной среды. Местообитания, не соответствующие этим требованиям, должны быть исключены из лесокультурного фонда до осуществления необходимых мелиоративных мероприятий. Таким образом, при закладке посадочных площадей на дерново-лугово-лесных почвах в условиях Казахского мелкосопочника необходим учет режима почвенной влажности и длительности процесса формирования биоразнообразия соснового биоценоза.

Список литературы

- 1 Горчаковский П.Л. Лесные оазисы Казахского мелкосопочника. — М.: Наука, 1987. — 159 с.
- 2 Алисов Б.П. Климаты СССР. — М.: Изд-во МГУ, 1956. — 127 с.
- 3 Гвоздецкий Н.А., Николаев В.А. Казахстан. — М.: Мысль, 1971. — 296 с.
- 4 Мензбир М.А. Зоологические участки Туркестанского края и вероятное происхождение фауны последнего. — М., 1914. — 144 с.
- 5 Арнольди Л.В. Казахский мелкосопочник как особое местообитание реликтовой фауны // Биологические комплексы районов нового освоения, их реальное использование и обогащение: Материалы конф. — М., Л., 1961. — С. 121–135.
- 6 Крашенинников И.М. Основные пути развития растительности Южного Урала в плейстоцене и голоцене в связи с палеогеографией Северной Евразии // Сов. ботаника. — 1939. — № 6–7. — С. 67–69.
- 7 Грибанов Л.Н. К истории степных боров Западной Сибири и Северного Казахстана // Ботан. журн. — 1957. — Т. 159. — Вып. 4. — С. 556–570.
- 8 Грибанов Л.Н. Сосновые леса Казахстана и биологические основы хозяйства в них. — Свердловск, 1965. — 54 с.
- 9 Гиляров М.С. Методы почвенно-зоологических исследований. — М.: Наука, 1975. — 280 с.

В.С.Әбуkenова, Г.Е.Нұрсұлтан

**Қазақ ұсақ шоқысының қарағай орманды аудандарындағы
топырақ мезофаунасы**

Мақалада Қазақ ұсақ шоқысының әр түрлі жасты қарағай орманды ауданды топырағында кездесетін омыртқасыздар туралы мәліметтер келтірілген. Басым кездесетін түрлері мен жалпы педобионттар саны анықталған. Топырақ ылғалдылығының динамикасы мен топырақ горизонтының температуралық жағдайы көрсетілген. Топырақ-өсімдік қабаты мен экологиялық преференд түрлер арасындағы өзара байланыс анықталған. Шалғынды-орманды топырақта қарағай отырғызу аудандарын құру жөнінде ұсыныс жасалған.

The article presents the information of soil invertebrates in pine forest cultures of different ages of Kazakh upland. The total number of pedobionts, the dominant trophic groups and the background species are determined. The dynamics of soil moisture is shown. The temperature conditions of the soil horizons are revealed. The interrelation of soil and vegetation conditions and environmental preferences of soil animals are educed. Recommendations for pine cultivation on soddy meadow-forest soils are proposed.