

Особенности функционирования экосистем в зонах различной техногенной нагрузки

*М.М. Фартушина, к.б.н., профессор,
С.Г. Чекалин, к.с.-х.н., М.К. Есеналиева, магистр,
Н.А. Хрысева, магистр, Западно-Казахстанский ГУ*

Непосредственной средой обитания растений и источником их питания является почва, которая также аккумулирует элементы питания, накопленные растениями. Содержание в почве тех или иных химических элементов и условия их доступности

растениям в значительной степени отражаются на химическом составе биомассы фитоценозов и на их продукционных характеристиках. Учёт этих показателей даёт возможность рассчитать баланс нарастания органического вещества, его отмирания, накопления общей фитомассы, потребления химических элементов на построение прироста и вывод их с опадом.

Интенсивность обменных процессов химических элементов в системе почва – растение зависит

как от величины продукции фитоценоза, так и его химического состава [1, 2].

В настоящее время, с ростом техногенной нагрузки на ландшафт, увеличивается антропогенное давление на природные биогеоценозы, уменьшается метаболическая активность организмов, доходящая в отдельных случаях до полного разрушения ранее существовавшей интенсивности потоков химических элементов и направленности их миграции. Знание количественных характеристик обменных процессов, происходящих в декомпенсированных экосистемах, даёт возможность определить направленность биогеохимических процессов и на этом основании оценить устойчивость экосистем, находящихся в условиях антропогенного воздействия.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили с 1982 по 2013 г. на территории Карачаганакского нефтегазоконденсатного месторождения (далее КНГКМ), которое является одним из наиболее крупных в Республике Казахстан и расположено в Западно-Казахстанской области на территории Бурлинского района.

Основная задача исследований состояла в изучении направленности характера и интенсивности происходящих процессов в почве и растениях, обусловленных воздействием КНГКМ.

Среди видового состава растительности изучаемого района преобладающими являются ковыльно-типчакковая, белопопынно-типчакковая и типчакково-белопопынная ассоциации.

Для изучения динамики запасов фитомассы во всех основных блоках ассоциаций проводили отбор проб зелёной фитомассы, ветоши, подстилки, подземных органов, приростов.

Оценка интенсивности отдельных звеньев продукционно-деструкционного процесса произведена методом минимальных оценок с применением системы балансовых уравнений. Для изучения взаимосвязей химизма растительного и почвенного покрова были использованы данные химического анализа фитомассы исследуемых ассоциаций в целом и их доминирующих видов, а также результаты валового анализа почв.

Результаты исследований. Результаты исследований показали, что ковыльно-типчакковая ассоциация отличается наиболее высокой продуктивностью. Активный рост зелёной фитомассы здесь начинается уже ранней весной и продолжается до середины лета. В августе прирост зелёной фитомассы падает. Вторая волна роста значительно меньше первой и наблюдается в основном во второй половине сентября. Максимальный прирост зелёной фитомассы приходится на июнь (3,1 т/га) и запас её в среднем составлял 8,47 т/га. В октябре вегетация практически прекращается.

Максимальный прирост фитомассы белопопынно-типчакковой ассоциации в сравнении с ковыльно-типчакковой был ниже на 1,54 т/га. Интенсивное отрастание зелёной фитомассы здесь

начинается ранней весной. Максимум прироста отмечен в июне (1,56 т/га).

В типчакково-белопопынной ассоциации максимум запаса зелёной массы отмечен в июле (0,84 т/га), а годичный прирост в среднем составил 3,14 т/га. В августе и сентябре прирост фитомассы уменьшался, а в октябре опять возрастал — до 0,55 т/га.

Таким образом, ковыльно-типчакковая ассоциация характеризуется лугово-степным типом ритмики и пятью периодами развития: ранневесенним, весенне-летним, летним, летне-осенним, осенним.

Белопопынно-типчакковая ассоциация отличается пустынно-степным типом ритмики с двумя максимумами — раннелетним и осенним. В развитии ассоциации выделяется также пять периодов: ранневесенний, весенне-летний, летний, летне-осенний, осенний.

Тем же типом ритмики и такими же периодами развития характеризуется типчакково-белопопынная ассоциация.

Прибавка ветоши во всех ассоциациях начинается с июня, при этом наибольшее количество мёртвых органов образуется в осенне-зимний период (ноябрь — апрель).

Анализируя полученные величины коэффициентов биологического поглощения элементов (Ах) для ассоциации, провели оценку активности поглощения растением того или другого химического элемента из почвы. Элементы, поступающие из почвы в растения, по интенсивности этого процесса были разделены на четыре группы: очень активно поглощаемые элементы, активно поглощаемые элементы, умеренно поглощаемые элементы, слабопоглощаемые элементы.

К первой группе относятся азот и фосфор. Валовое содержание азота в почвах довольно высокое (0,19—0,27%), в то время как содержание фосфора в почвах изучаемого региона невысоко (0,021—0,04%). Почвы характеризуются равномерным распределением азота и фосфора по генетическим горизонтам.

Особое значение в поглощении азота и фосфора вышеназванными ассоциациями имеют корневые системы доминантов, в частности интенсивная система типчака и экстенсивная глубокопроникающая корневая система кохии простёртой (изеня) (табл.).

В фитомассе доминирующих видов ассоциаций азот находится на первом месте в сравнении с содержанием других химических элементов. Наибольшее количество азота накапливала кохия простёртая. Фосфор находился в дефиците во всех характеризуемых ассоциациях. С нехваткой его в почве, по-видимому, связана и низкая биологическая продуктивность ассоциаций.

К группе активно поглощаемых химических элементов относятся Са, К и Na. Содержание кальция в почвах изучаемых ассоциаций колебалось в пределах от 0,94 до 1,43%. Фитомасса ассоциаций и их доминирующие виды содержат кальция от 0,30

Содержание азота и зольных элементов в фитомассе доминирующих видов ассоциации, % на абс. сухое вещество (среднее за годы исследований)

Доминирующий вид	Годы по увлажнению	N	Si	K	Ca	Mg	Na	S	Cl	P	Fe	Al
<i>Festuca valesiaca</i>	средний	1,71 1,31	1,28 0,84	1,3 0,7	0,56 0,26	0,24 0,11	0,06 0,05	0,10 0,10	0,31 0,22	0,18 0,11	0,02 0,03	0,06 0,08
	влажный	1,90 1,56	0,84 0,60	1,39 0,88	0,44 0,18	0,10 0,10	0,02 0,02	0,08 0,08	0,25 0,18	0,19 0,12	0,03 0,03	0,02 0,06
	сухой	1,38 1,15	1,71 1,50	1,01 0,64	0,57 0,22	0,18 0,19	0,08 0,06	0,12 0,10	0,30 0,10	0,15 0,09	0,04 0,05	0,04 0,05
<i>Stipa Capitata</i>	средний	1,78 1,50	1,92 1,08	1,21 0,92	0,32 0,20	0,09 0,11	0,02 0,03	0,13 0,10	0,20 0,11	0,20 0,11	0,02 0,04	0,04 0,07
	влажный	1,81 1,54	1,68 1,10	1,31 0,28	0,30 0,20	0,10 0,09	0,02 0,04	0,09 0,08	0,25 0,16	0,20 0,10	0,03 0,06	0,02 0,07
	сухой	1,60 1,31	2,00 1,20	1,00 0,68	0,42 0,23	0,10 0,12	0,04 0,05	0,13 0,10	0,30 0,21	0,13 0,08	0,02 0,02	0,06 0,09
<i>Artemisia lercheana</i>	средний	1,62 0,62	0,42 0,30	0,79 0,26	0,60 0,28	0,21 0,14	0,14 0,20	0,11 0,08	0,44 0,21	0,19 0,12	0,16 0,10	0,02 0,06
	влажный	1,88 0,65	0,34 0,20	0,84 0,25	0,81 0,24	0,20 0,14	0,12 0,20	0,20 0,12	0,55 0,19	0,10 0,18	0,12 0,14	0,04 0,02
	сухой	1,69 0,40	0,38 0,55	0,60 0,20	0,60 He опр	0,12 0,10	0,18 0,29	0,10 0,06	0,48 0,20	0,08 0,10	0,13 0,14	0,03 0,03
<i>Kochia prostrata</i>	средний	2,30 0,78	0,30 0,18	1,72 0,64	1,30 1,04	0,54 0,30	1,15 0,40	0,06 0,06	1,00 0,81	0,20 0,15	0,22 0,09	0,15 0,18
	влажный	2,34 0,71	0,28 0,11	1,79 0,78	1,20 0,90	0,50 0,24	1,10 0,50	0,08 0,10	1,00 0,80	0,28 0,16	0,24 0,11	0,14 0,20
	сухой	1,8 0,64	0,33 0,15	1,64 0,96	1,34 1,10	0,48 0,40	1,20 1,64	0,05 0,06	0,98 0,64	0,20 0,10	0,20 0,10	0,10 0,10
<i>Artemisia pauciflora</i>	средний	1,30 0,62	0,50 0,41	1,30 0,62	0,30 0,21	0,14 0,12	0,18 0,18	0,20 0,15	0,68 0,40	0,07 0,06	0,03 0,04	0,06 0,08
	влажный	1,45 0,65	0,50 0,41	1,38 0,80	0,36 0,22	0,16 0,11	0,16 0,20	0,19 0,16	0,80 0,50	0,10 0,06	0,04 0,06	0,10 0,10
	сухой	1,20 0,60	0,58 0,42	1,20 0,60	0,30 0,21	0,13 0,12	0,21 0,18	0,15 0,16	0,60 0,38	0,06 0,06	0,03 0,04	0,08 0,06
<i>Camphorosma monspeliacum</i>	средний	1,68 0,84	1,15 0,67	1,10 0,98	1,25 0,80	0,26 0,20	0,70 0,40	0,55 0,31	0,88 0,68	0,30 0,16	0,15 0,10	0,11 0,14
	влажный	1,84 1,00	1,08 0,70	1,20 1,04	1,22 0,90	0,22 0,18	0,66 0,30	0,62 0,51	0,96 0,89	0,34 0,21	0,15 0,13	0,14 0,16
	сухой	1,50 0,45	1,28 0,74	1,00 0,64	1,28 0,94	0,29 0,28	0,75 0,42	0,30 0,30	0,80 0,55	0,23 0,11	0,10 0,08	0,16 0,16

Примечание: в числителе – в надземных, в знаменателе – в подземной частях фитомассы

до 1,34%. Мало кальция в солонце солончаковом (0,94%). Коэффициент биологического поглощения кальция лежит в пределах от 0,21 до 1,66.

Самые активные поглотители кальция из доминирующих видов ассоциаций – это камфоросма монспелийская и кохия простёртая ($A_{Ca} = 1,07–0,55$). Совсем невысокое значение коэффициента биологического поглощения кальция в типчаке ($A_{Ca} = 0,21–0,44$).

Содержание калия максимально в солонце (2,14%). Меньше всего калия в тёмно-каштановой слабосолонцеватой почве (0,99%). Высоким содержанием калия характеризуется и тёмно-каштановая солонцеватая почва (2,04%).

Все характеризуемые виды растений содержат большое количество калия (0,6–1,79). Коэффициенты биологического поглощения калия колеблются в пределах от 0,26 до 2,53. У кохии простёртой коэффициент биологического поглощения равен

2,00–2,53. Типчак тоже характеризуется повышенной биогенной аккумуляцией калия. A_K в нём равно 0,71–1,32. Польшь Лерха ($A_K = 0,69–1,32$) в этом отношении почти не отличается от типчака.

Слабой активностью поглощения натрия отличаются злаковые: типчак (0,06–0,17) и острец (0,14–0,15). Активный биогенный захват натрия большинством доминант В.А. Ковда связывает с их наследственно закрепившимся признаком [3]. Однако натрия в биологическом круговороте даже в чернопопынной ассоциации не является ведущим и даже сопутствующим элементом. Это ещё раз подтверждает высокую подвижность натрия и низкую его ёмкость в биологическом круговороте.

Третью группу (умеренно-поглощаемые элементы) составляют S и Mg. Сера в условиях аридного климата выщелачивается из почв региона весьма слабо, где её количество колеблется в пределах от 0,39 до 0,99%. В фитомассе ассоциаций и их до-

минантах серы немного – от 0,04 до 0,32. Больше всего накапливают серы камфоросма монспелийская и полынь Лерха (0,10–0,28%). Мало серы в злаках – типчаке (0,10%) и острце (0,08%). Коэффициент биологического поглощения серы колеблется от 0,01 до 0,58. Самым активным биогенным аккумулятором серы является камфоросма монспелийская ($A_s = 0,48–0,53$). Магния в почвах района исследования несколько больше, чем серы. Почти одинаковое количество магния содержится в солонце (0,76%). В тёмно-каштановой почве магния больше (0,93%). В характеризуемых ассоциациях содержание магния лежит в пределах от 0,10 до 0,88%. Подвижность магния в биологическом круговороте понижена.

Четвёртую группу (слабопоглощаемые элементы) составляют Si, Al, Fe. По степени участия в биологическом круговороте они значительно уступают фосфору, калию и кальцию. Элементы этой группы в большом количестве содержатся в почвах. Первое место среди них принадлежит кремнию (32,49–37,98%), второе – алюминию (от 5,75 до 9,77%) и третье – железу (от 1,29 до 4,54%). Все перечисленные элементы малоподвижны, на что существенно влияют сухость климата, слабощелочная реакция почвенного раствора. Очевидно, малая их подвижность является причиной низкого содержания их в растениях и высокого – в почвах, следствием чего является низкий коэффициент биологического поглощения: для кремния – 0,005–0,068, для алюминия – 0,002–0,024, для железа – 0,011–0,055.

Вывод. Подводя итог вышеизложенному, можно установить, что биологический круговорот в ковыльно-типчаковой ассоциации относится к азотно-кремниевому, сопутствующими элементами в котором являются калий и кальций [Si, N (K, Ca)]; в белопопынно-типчаковой ассоциации – к кальциево-азотному, при сопутствующих элементах кремний и калий [N, Ca (Si, K)]; в типчаково-

белопопынной ассоциации – тоже к кальциево-азотному, однако сопутствующими элементами здесь являются калий и магний [N, Ca (K, Mg)].

На содержание химических элементов очень сильное влияние оказывают техногенные потоки вещества в промзоне КНГКМ, и особенно пасквальная дигрессия. В техногенной зоне количество химических элементов уменьшается по сравнению с эталоном до 25%.

Техногенные потоки влияют на образование органического вещества и уменьшают продуктивность фитомассы от 10 до 25%. В промзоне нами отмечено увеличение образования мортмассы и накопление в ней химических элементов: серы, кальция, натрия, хлора, железа. Увеличение серы, кальция, натрия, хлора и железа в живых и мёртвых структурах растительных сообществ здесь приводит к изменению типа биологического круговорота. Так, в ковыльно-типчаковой ассоциации тип биологического круговорота меняется на серно-кальциевый [Ca, S (Na, Si)]; в белопопынно-типчаковой – на кальциево-кремниевый [Si, Ca (Fe, S)] при большом участии железа и серы; в типчаково-белопопынной – на кремниевый-кальциевый [Ca, Si (Fe, S)] с обилием железа и серы.

Важнейшие элементы, которые накапливаются в растительных сообществах в промзоне КНГКМ, – это кальций, сера, железо, натрий. При изменении типа биологического круговорота нарушается функционирование биогеоценоза, что неизменно приводит здесь к резкому падению биопродуктивности фитоценозов.

Литература

1. Базилевич Н.И., Родин Л.Е. Продуктивность и круговорот элементов естественных и культурных фитоценозов // Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах. Л.: Наука, 1972. С. 5–33.
2. Титлянова А.А. Биологический круговорот азота и зольных элементов в травяных биогеоценозах. Новосибирск: Наука, 1979. 148 с.
3. Ковда В.А. Основы учения о почвах. М.: Наука, 1973. 468 с.