

Экологический мониторинг степного комплекса в условиях техногенного воздействия

И.В. Чикенёва, к.б.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГПУ

Первые работы, связанные с изучением востока Оренбургской области, приходится на XVII–XVIII вв. В начале XIX в. крупнейший учёный в области минералогии и геохимии академик А.Е. Ферсман указывал на крупные месторождения в районе современного Орско-Новотроицкого промузла. В 1929 г. геолог И.Л. Рудницкий открыл Халиловское месторождение бурых железняков, площадь которого около 2000 км². В 1940–1943 гг. началось изучение района будущего г. Новотроицка в связи со строительством Орско-Халиловского металлургического комбината (ОХМК). Для ведения строительства такого крупного комбината была создана производственная база: построены деревообрабатывающий, цементный и кирпичный заводы, проведена разработка песчаного и каменного карьеров, построена железнодорожная линия. В связи с промышленным освоением целинных земель происходила мощная трансформация растительного и почвенного покрова.

Современный Орско-Новотроицкий промузел (площадь около 1,8 тыс. км²) является крупнейшим металлургическим центром Южного Урала, в пределах которого на сравнительно небольшой площади сконцентрировано большое количество экологически опасных объектов широкого спектра отраслей. Санитарно-защитные зоны для отдельных предприятий относительно малы. Их территории не организованы, не благоустроены и не выполняют своих функций.

Орско-Новотроицкий промышленный узел расположен на территории крайнего востока европейской части России, в среднем течении р. Урала, в районе отрогов Южного Урала, среди пологих образований Салаирской гряды и сопков, составляющих оконечность Губерлинских гор, и имеет ярко выраженные платформенные черты. Климат района исследования резко континентальный. Погодные условия 2013 г. оказались наиболее засушливыми, а в 2014 г. более влажными. Почвенный покров Орско-Новотроицкого промузла представлен в основном южными карбонатными чернозёмами. Район исследования относится к степной зоне, подзоне типчаково-ковыльных степей [1].

Актуальность настоящего исследования определяется ограниченностью научных данных о состоянии растительности вблизи крупных промышленных предприятий Орско-Новотроицкого промузла.

Материал и методы исследования. В задачи исследования входило изучение динамики продукционно-деструкционных процессов в степных растительных сообществах, а также выявление

особенностей накопления макроэлементов (азота, калия, фосфора) и тяжёлых металлов в различных функциональных блоках исследуемых сообществ, различающихся видовым составом и удалённостью от источников техногенного загрязнения.

В основу методики исследования положены рекомендации, содержащиеся в известных общепринятых руководствах.

Были выбраны четыре стационарных участка. Два из них находились в непосредственной близости к промышленным предприятиям (№ 2 и 3), один на удалении 3 км (№ 1). Контрольный участок (№ 4) был заложен в 30 км северо-западнее от промузла.

Для количественного описания динамики органического вещества в сообществах использовали методику А.А. Титляновой (1971). Запас корней учитывали методом монолитов (М.С. Шалыт, 1950; Н.А. Лапинскене, 1986). На основе полученных данных о динамике основных блоков в исследуемых сообществах при помощи балансовых уравнений А.А. Титляновой (1979) рассчитан продукционно-деструкционный процесс.

Блок – любое природное тело, в которое вещество (или энергия) поступает, в котором оно может перерабатываться и из которого выходит. Блоком может быть любой компонент биогеоценоза (или его часть), который характеризуется запасами изучаемых веществ, хранящимися в нём. Были приняты следующие обозначения: G – зелёная надземная масса, L – подстилка, D – ветошь, R – живые корни, V – мёртвые корни, «av» указывает на среднее значение за определённый период, «max» – максимальное значение соответствующего запаса за период, ц/га – единица измерения запасов и приростов.

С целью установления влияния промышленного воздействия на растительный покров отбирали пробы надземных и подземных органов растений для биохимических анализов.

Изучить продуктивность растительного сообщества – значит исследовать биологический круговорот в нём по всем его звеньям и составляющим. В экосистеме растительное вещество расположено в двух сферах – надземной (АНР) и подземной (ВНР), в которых создаётся чистая первичная продукция. Соотношение запаса мёртвого вещества к живому в надземной и подземной сферах $[(D_{av} + L_{av} + V_{av}) / (G_{av} + R_{av})]$ характеризует жизнеспособность сообщества, показывает устойчивость к экстремальным почвенным и погодным условиям.

Формирование G зависит от мощности корневой системы, поэтому важно знать не только запасы надземных и подземных органов, но и их соотношение, т.е. количество весовых единиц корней, приходящихся на единицу массы зелёных побегов

(R_{av}/G_{av}). Соотношение указывает на адаптивность фитоценозов к сложившимся экологическим условиям. При удовлетворительном результате соотношение больше 1 [2, 3].

Оценивая состояние и развитие исследуемых сообществ по динамике запаса органического вещества в основных блоках исследуемых сообществ, можно сделать вывод, что засушливый год является более продуктивным, чем влажный. Изучаемые растительные сообщества являются оригинальными, выходя из кризисного состояния путём изменения направленности процессов с учётом сложившихся климатических и экологических условий.

Для описания продукционно-деструкционных процессов в основных блоках мы использовали знак приращения Δ (т.е. ΔG , ΔD , ΔL , ΔR , ΔV). Продукционно-деструкционные процессы включают в себя не только прирост живой органической массы, но и отмирание растений или их отдельных частей, образование мортмассы и её минерализацию. Для обозначения минерализации нами вслед за А.А. Титляновой (1979) были приняты следующие значения: M – минерализация надземного органического вещества; W – его минерализация в подземной сфере.

При расчёте продукционно-деструкционного процесса за период исследования в этих сообществах стоит заметить, что ритмика процессов отмирания и разложения связана с фазами развития видов, слагающих сообщество (доминанта и содоминантов), и с погодными условиями. Приращение подстилки зависит от погодных условий и накопления ветоши. Процесс минерализации L во влажный период более активен, чем в засушливый. Переход ветоши в подстилку происходит непрерывно в течение всего вегетационного периода, этот процесс учащается в период суховея и осадков [4].

Результаты исследования. Несмотря на то что влажный год был наиболее благоприятен в отношении климатических условий, продукционные процессы в сфере ANP шли активнее в засуш-

ливый. В подземной сфере BNP, за исключением залесскоковыльно-полынно-типчачкового сообщества, наблюдалась такая же тенденция. Активность минерализации подстилки и мёртвых корней снижается во влажный год по сравнению с предыдущим в залесскоковыльно-полынно-типчачковом и грудницево-залесскоковыльном, а в залесскоковыльном и молочайно-пырейно-житняковом, напротив, возрастает. Для последних двух сообществ наблюдается сходство и в отношении содержания макроэлементов, которое также возрастает во влажный год по сравнению с засушливым (табл.).

Продукционно-деструкционные процессы наиболее активно проходят в блоках грудницево-залесскоковыльного и залесскоковыльного сообществ. Наиболее низкопродуктивным является залесскоковыльно-полынно-типчачковый фитоценоз.

При усиленной минерализации мортмассы образуется необходимое количество макроэлементов, необходимое для полноценного развития сообщества.

В засушливый год запас органического вещества в исследуемых сообществах, масса новообразованного и минерализованного гумуса, а также содержание макроэлементов имеют более высокие показатели. Концентрация ТМ выше во влажный год. Накопление макро- и микроэлементов активнее происходит в подземной сфере растительных сообществ.

Наибольшей жизнеспособностью отличается молочайно-пырейно-житняковое сообщество, особенно в засушливый год. Тем не менее стоит заметить, что при общей увеличивающейся техногенной нагрузке во влажный год залесскоковыльное и грудницево-залесскоковыльное сообщества становятся более жизнестойкими. При этом грудницево-залесскоковыльное сообщество улучшает и свою адаптивность, чего нельзя сказать о других сообществах.

Основные показатели в исследуемых сообществах, развивающихся на территории Орско-Новотроцкого промузла

Сообщество	Залесскоковыльно-полынно-типчачковое		Залесскоковыльное		Молочайно-пырейно-житняковое		Грудницево-залесскоковыльное	
	Показатель/год	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013
ΔG	58,4	16,4	66,4	35,7	49,2	41,6	16,7	17,2
ΔD	74,1	26,0	63,4	48,1	71,2	59,6	20,7	19,6
ΔL	75,5	28,0	65,0	46,9	70,8	59,0	20,2	18,4
M	72,2	24,0	41,7	44,5	76,5	86,6	32,9	11,0
ΔR	69,1	72,8	178,9	56,0	432,0	132,0	396,7	194,0
ΔV	22,7	66,8	145,3	56,0	439,9	86,0	386,7	144,4
W	31,6	16,1	0	48,0	64,7	116,0	293,4	50,4
$(D_{av} + L_{av} + V_{av}) / (G_{av} + R_{av})$	0,8	0,6	0,6	0,7	1,2	0,9	0,5	0,9
R_{av} / G_{av}	5,3	3,6	6,0	2,6	7,9	4,6	7,8	9,0
Итог: баланс гумуса, кг/га	2749,1	2052,4	8122,9	3056,4	7480,6	3580,0	7770,8	3982,2
$N + P + K$, мг/кг	373,0	277,4	633,4	403,3	455,0	502,3	822,5	389,8
Содерж. ТМ в раст. сообщ. мг/кг	1235,1	4297,5	2508,6	4015,3	12046,3	72650,0	1350,5	2201,1

По результатам проведённого исследования следует отметить, что молочайно-пырейно-житняковое сообщество, развивающееся в непосредственной близости к промышленному предприятию и находящееся на территории г. Орска, обладает наибольшей жизнестойкостью и высокой адаптивностью к сложившимся техногенным условиям, но при этом баланс гумуса незначителен, а в исследуемых блоках фитоценоза отмечается максимальное содержание ТМ. Грудницево-залесскоковильное сообщество, расположенное в 30 км от промзоны, обладает также высокой жизнестойкостью и адаптивностью, при этом показатели баланса гумуса имеют наилучшее значение среди исследуемых участков, а в основных блоках этого фитоценоза содержание тяжёлых металлов незначительно.

В растительных сообществах, развивающихся в зоне Орско-Новотроицкого промышленного узла, наиболее активно накапливаются Mn и Ni, в меньшей степени Cd, Co и Pb. Отклонение от ПДК в сторону превышения, увеличивающееся к концу вегетационного периода, отмечено во всех блоках исследуемых сообществ. По мере приближения к промузлу концентрация ТМ увеличивается во всех исследуемых блоках растительных сообществ.

Отмечено сходство показателей содержания ТМ между залесскоковильно-полыньково-типчачковым и молочайно-пырейно-житняковым сообществами,

что связано с приблизительно одинаковым удалением от источника загрязнения, а также залесскоковильным и грудницево-залесскоковильным сообществами, для которых характерно сходство видового состава.

Вывод. Оценивая состояние и развитие исследуемых сообществ, можно сделать вывод, что фитоценозы, развивающиеся в зоне Орско-Новотроицкого промышленного узла, адаптированы к сложившимся условиям и являются жизнеспособными. Изучаемые растительные сообщества выходят из кризисного состояния путём изменения направленности процессов, с учётом сложившихся климатических и экологических условий.

Литература

1. Чикенёва И.В. Эколого-биогеохимическая оценка растительного покрова зоны влияния Орско-Новотроицкого промышленного узла: дисс. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2009. 174 с.
2. Чикенёва И.В., Кин Н.О. Динамика растительного покрова развивающегося в условиях воздействия промышленных предприятий (на примере Орско-Новотроицкого промузла Оренбургской области) // Естественные и технические науки. 2007. № 6 (32). С. 77–83.
3. Чикенёва И.В., Кин Н.О., Климентьев А.И. Продукционно-деструкционный процесс в подземных органах растительных сообществ Орско-Новотроицкого промузла // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 2 (18). С. 217–219.
4. Чикенёва И.В. Агроэкологическая оценка качества почвы, находящейся под техногенным прессом Орско-Новотроицкого промышленного узла // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 5 (49). С. 171–174.