

## 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 км<sup>2</sup>. 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. км<sup>2</sup>) 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 сопок, 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  $\Delta$  (т.е.  $\Delta G$ ,  $\Delta D$ ,  $\Delta L$ ,  $\Delta R$ ,  $\Delta V$ ). 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	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
$\Delta G$	58,4	16,4	66,4	35,7	49,2	41,6	16,7	17,2
$\Delta D$	74,1	26,0	63,4	48,1	71,2	59,6	20,7	19,6
$\Delta L$	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
$\Delta R$	69,1	72,8	178,9	56,0	432,0	132,0	396,7	194,0
$\Delta V$	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.