

УДК 58.07;579.2

Микробиологическое состояние почв под инвазивными зарослями борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*)

Товстик Е.В.¹, Широких А.А.¹, Широких И.Г.^{1,2}

Вятский государственный университет¹,
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН²

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых учёных – кандидатов наук (МК-2880.2018.5)

Исследована численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов под моносообществами борщевика Сосновского в сравнении с соседними луговыми сообществами. Существенных различий между сравниваемыми сообществами по численности микроорганизмов, усваивающих органические и минеральные формы азота, не выявлено, тогда как количество олиготрофов под борщевиком было на порядок выше, чем в почве под луговыми сообществами. В отличие от почв лугов, на участках массового разрастания борщевика Сосновского установлены более высокие значения коэффициентов минерализации и олиготрофности, что согласуется с данными по содержанию в почвах органического вещества. Интенсификация процессов минерализации в почвах под борщевиком, возможно, связана с действием его корневых экссудатов.

Ключевые слова: борщевик Сосновского, почва, численность микроорганизмов, эколого-трофические группы, минерализация, олиготрофность.

Вторжение и экспансия инвазивных видов растений представляет серьезную экологическую опасность, с точки зрения угрозы биологическому разнообразию экосистем [1]. Для разработки мер по борьбе с инвазиями, а также поиска путей управления ими, необходимо исследовать биоценотические механизмы вторжения чужеродных видов на территории, где они ранее не встречались. К настоящему времени установлена тесная связь между легким вторжением инвазивных видов растений и отсутствием в почве патогенных для них микроорганизмов [2]. Выявлена положительная роль симбиоза инвазивных растений (*Centaurea maculosa*) с микоризными грибами [3].

На примере борщевика Сосновского показано, что инвазивные виды растений могут не только конкурировать с местными видами растительности, но и оказывать влияние на структуру почвенных микробных ценозов. В дерново-подзолистых почвах, в ходе исследования круглогодичной динамики численности и таксономического состава дрожжевых сообществ под инвазивными зарослями борщевика Сосновского, установлено их значительное отличие от местных дрожжевых сообществ под соседствующими с ним лугами [4].

Известно, что в процессе жизнедеятельности разные ткани и органы борщевика Сосновского, включая прорастающие в почве семена, могут производить широкий спектр веществ органической природы, обладающих биологической активностью [5, 6]. Учитывая высокую семенную продуктивность, а также наличие у борщевика мощной корневой системы, можно предположить, что в почве под его моносообществами для микроорганизмов создаются специфические условия существования.

Целью данной работы являлась оценка влияния борщевика Сосновского на микробиологические свойства почвы.

Для исследования были выбраны участки массового роста растений *Heracleum sosnowskyi* на дерново-подзолистых почвах вблизи г. Кирова (N 58°30.380' E 049°36.683') и в Фалёнском районе Кировской области (N 58°21.558' E 051°33.533') (участки № 1 и 3 соответственно). Контролем служили образцы почв под многовидовыми луговыми сообществами, отобранные за пределами участков роста борщевика (участки № 2 и 4 соответственно в г. Кирове и Фалёнском районе). Отбор образцов для микробиологического анализа производили на глубину 0-20 см, в августе 2016 г.

Численность микроорганизмов различных эколого-трофических групп определяли методом посева из разведений почвенных суспензий на плотные питательные среды. Бактерии, мобилизующие органические источники азота, учитывали на мясо-пептоном агаре (МПА), бактерии (в т. ч. актиномицеты), утилизирующие минеральные источники азота – на крахмал-аммиачном агаре (КАА), олиготрофные микроорганизмы – на голодном агаре (ГА), микромицеты – на среде Чапека [7]. Определение органического вещества в почве проводили по методу Тюрина в модификации ЦИНАО [8].

Численность микроорганизмов, усваивающих минеральные источники азота, и аммонификаторов в исследуемых почвах, варьировала в узких пределах, изменяясь от 12,2 до 50,5 и от 4,7 до 8,5 млн. КОЕ/г соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Количество микроорганизмов различных эколого-трофических групп в почве, $\times 10^6$ КОЕ/г

Описание участка	№ участка	Эколого-трофические группы микроорганизмов		
		Аммонификаторы (МПА)	Усваивающие минеральные источники азота (КАА)	Олиготрофы (ГА)
Моносообщества борщевика	1	7,6±3,37	50,5±6,48	13,1±0,91
	3	4,7±2,37	19,4±2,76	11,8±0,51
Многовидовые луговые сообщества	2	8,5±3,68	34,1±4,56	5,8±1,71
	4	5,0±0,08	12,2±2,12	5,0±1,55

В отличие от аммонификаторов, а также микроорганизмов, усваивающих минеральные источники азота, общее количество олиготрофов в исследуемых почвах варьировало в пределах двух порядков, изменяясь от 5,0 до 13,1 млн. КОЕ/г. При этом численность олиготрофов в почвах под борщевиком была существенно выше, чем в контроле, и составляла десятки млн. КОЕ/г почвы. Данная закономерность прослеживалась в почвах обоих участков исследования и может объясняться тем, что в результате роста борщевика обеспеченность почвы элементами питания резко снижается, что приводит к изменению соотношения численности почвенных микроорганизмов отдельных эколого-трофических групп в пользу представителей, довольствующихся незначительными концентрациями элементов питания.

Помимо определения общей численности различных эколого-трофических групп, производили расчет коэффициентов минерализации и олиготрофности для характеристики направленности и интенсивности почвенных процессов. Коэффициенты минерализации (отношение численности микроорганизмов, вырастающих на среде КАА к численности микробов, вырастающих на среде МПА) под моносообществами борщевика оказались более высокими (6,6 и 4,1), в сравнении с контрольными участками (4,0 и 2,4 соответственно) под луговой разнотравной растительностью. Высокие значения коэффициентов минерализации в данных почвенных образцах говорят о хорошей обеспеченности почвы минеральным азотом. На это указывают и относительно низкие значения численности олиготрофных микроорганизмов (десятки млн. КОЕ/г почвы), установленные в этих пробах почвы. Индекс олиготрофности (отношение численности микроорганизмов, учтенных на разбавленной

среде (ГА), к численности на полноценной среде (МПА)), был более высоким под борщевиком – 1,72 (участок № 1) и 2,51 (участок № 3), в сравнении с контрольными участками (0,68 и 1,00).

Более высокие значения коэффициентов минерализации и олиготрофности для почв, подверженных воздействию корневых экссудатов борщевика Сосновского, хорошо соотносятся с данными по содержанию органического вещества в почве. Так, под моносообществами борщевика оно составляло соответственно 5,9 и 6,5% (участки № 1 и 3), тогда как в почвах контрольных участков было значительно выше: 7,8 и 14,2% (участки № 2 и 4), что может указывать на интенсификацию процессов минерализации в почве под борщевиком.

Известно, что функционирование экосистемы в целом невозможно без понимания процессов, протекающих в отдельных ее блоках. В связи с большой биомассой растений *H. sosnowskyi*, можно предполагать увеличенное, по сравнению с соседствующей луговой растительностью, количество поступающих в почву растительных остатков. Учитывая огромную роль микромицетов в деструкции растительного опада, проводили исследование их численности в почве (рис. 1).

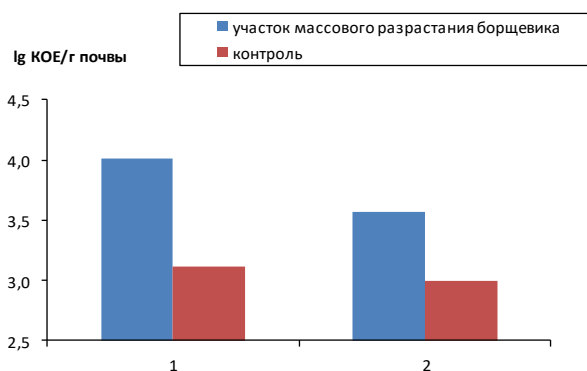


Рис. 1 Численность микромицетов в почвах на участках исследования: 1 – г. Киров; 2 – Фалёнский район Кировской области

В отличие от почв контрольных участков, в почвах участков массового разрастания борщевика Сосновского отмечали на порядок более высокую численность микромицетов, что может быть связано, в том числе, с наличием в ней большего количества экзогенных органических веществ в виде корневых экссудатов борщевика. В грибных сообществах присутствовали виды *Acremonium*, *Verticillium*, *Alternaria*, *Cladosporium*.

Таким образом, в ходе микробиологического анализа почв выявлено, что в почве под моносообществами борщевика Сосновского, по сравнению с почвами соседних многовидовых луговых сообществ, изменяется соотношение эколого-трофических групп микроорганизмов, в частности, усиливаются минерализационные процессы и увеличивается степень олиготрофности почвы, возрастает количество грибных пропагул. Эти процессы могут объясняться средообразующей активностью корневых экссудатов борщевика Сосновского.

Список литературы

1. Есипенко Л.П. Биологические инвазии как глобальная экологическая проблема Юга России//Юг России: Экология, развитие. 2012. Т. 7. № 4. С. 21–25. DOI: 10.18470/1992-1098-2012-4-21-25.
2. Klironomos J.N. Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities // Nature. 2002. V. 417. P. 67–70. DOI: 10.1038/417067a.

3. Callaway R.M., Thelen G.C., Rodriguez A. & Holber W.E. Soil biota and exotic plants invasion // *Nature*. 2004. V. 427. P. 731–733. DOI: 10.1038/nature02322.
4. Glushakova A.M., Kachalkin A.V., Chernov I.Y. Soil yeast communities under the aggressive invasion of Sosnowsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi*) // *Eurasian soil science*. 2015. T. 48. №. 2. С. 201–207. DOI: 10.1134/S1064229315020040.
5. Mishyna M., Laman N., Prokhorov V., Maninang J.S., Fujii Y. Identification of octanal as plant growth inhibitory volatile compound released from *Heracleum sosnowskyi* fruit // *Natural Product Communications*. 2015. V. 10. № 5. P. 771–774.
6. Synowiec A., Kalemb D. Composition and herbicidal effect of *Heracleum sosnowskyi* essential oil // *Open Life Sciences*. 2015. V. 10. P. 425–432. DOI: 10.1515/biol-2015-0044.
7. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Дрофа, 2005. 256 с.
8. ФР.1.31.2007.03683. Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах природных, питьевых и сточных вод атомно-абсорбционным методом. Москва, 2007. 13 с.

© Е.В. Товстик, 2018