

УДК 631.46:628.3

АКТИВНОСТЬ И ЧИСЛЕННОСТЬ ПОЧВЕННЫХ ДИАЗОТРОФОВ ПРИ ВНЕСЕНИИ НЕТРАДИЦИОННОГО МЕЛИОРАНТА

И.Н. Курицин, С.Ю. Селивановская, С. Шнель

Аннотация

В условия полевого эксперимента изучено изменение нитрогеназной активности серой лесной почвы и численности свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов рода *Azotobacter* при внесении компостов из осадка сточных вод. Основными факторами, определяющими активность diaзотрофов, являются поступление в почву с компостами легкодоступных органических веществ и образование аммонийного азота.

Ключевые слова: компостированный осадок сточных вод, *Azotobacter*, нитрогеназная активность почвы.

Введение

Органическое вещество играет ключевую роль в поддержании почвенных функций, и снижение его уровня является индикатором понижения качества почв. Среди различных мер, обеспечивающих поддержание и увеличение органического вещества почв, предлагается внесение различных органических отходов, которые рассматриваются как нетрадиционные мелиоранты. Такое использование отходов, во-первых, позволяет вернуть в круговороты веществ органические элементы, во-вторых, представляется наиболее разумным с точки зрения размещения отходов в окружающей среде. Основной целью внесения органических отходов является увеличение питательных веществ, доступных растениям, однако они же могут являться причиной изменения состава и активности почвенных микроорганизмов. Поскольку почвенные микроорганизмы играют ведущую роль в поддержании почвенного статуса, оценка их активности предоставляет важную информацию о правильности обработки почвы. В литературе представлены данные о влиянии нетрадиционных мелиорантов на некоторые параметры биологической активности почв: уровень микробной биомассы, скорость эмиссии CO₂, метаболический коэффициент и ферментативную активность [1–4]. В то же время авторы оставляют практически без внимания влияние нетрадиционных мелиорантов на группы микроорганизмов, принимающих участие в круговороте азота. Таким образом, целью настоящей работы является изучение ответной реакции свободноживущих diaзотрофов на внесение компостов из осадка сточных вод.

Материалы и методы исследования

Полевые опыты проводили на территории лесного питомника Матюшенского лесничества Пригородного лесхоза (Республика Татарстан) на серой лесной почве. Опытные площадки размером 1.5×2.5 м были заложены рандомизировано в 4-кратной повторности. В работе использовали компосты из осадка сточных вод станции очистки г. Казани. Компостированный осадок был внесен в почву в дозах 30, 60, 90 т/га весной 1999 г. (варианты 30п, 60п и 90п соответственно), в дозах 25, 50 и 75 т/га весной 1999 г. и повторно в 2001 г. (варианты 25, 50 и 75 соответственно), также в дозах 100, 150 и 175 т/га в 2001 г. В контрольном варианте компост не вносили. В работе представлены результаты анализа проб, отобранных в вегетационные сезоны 2001 и 2002 гг. Определение содержания бактерий рода *Azotobacter* в почве проводили методом обрасывания комочков на среде Эшби. Определение потенциальной активности азотфиксации осуществляли ацетиленовым методом [5 с. 187]. Все измерения проводили не менее чем в 3-х повторностях.

Результаты и обсуждение

Свободноживущие диазотрофы – группа микроорганизмов, осуществляющих процесс фиксации атмосферного азота, – играют важную роль в круговороте азота и обеспечении плодородия почв в целом. Именно эта группа организмов ответственна за поступление азота в почвенные системы, что увеличивает количество биологического азота, который является наиболее доступным для растений.

При определении активности фиксации азота сообществом почвенных микроорганизмов было выявлено, что в вариантах 30п, 60п и 90п уровень нитрогеназной активности в первый вегетационный сезон и в начале второго оказался ниже по сравнению с уровнем в контрольном варианте (рис. 1, а). Максимальное снижение в вариантах последствия было обнаружено в случае варианта 60п и составило 1.2–7.5 раз. В вариантах внесения высоких доз компоста отмечена аналогичная картина (рис. 1С). Максимальное ингибирование нитрогеназной активности выявлено в начальный момент исследования и составило 6, 36 и 100 раз для вариантов 100, 150 и 175 соответственно. К концу второго вегетационного сезона достоверных различий ($P < 0.05$) в контрольном и опытных вариантах не установлено. Не обнаружено достоверных различий и при анализе проб, отобранных на участках с повторным внесением компоста в дозах 25, 50 и 75 т/га (рис. 1, б).

Определение численности бактерий рода *Azotobacter*, проведенное трижды на протяжении второго вегетационного сезона, показало, что повторное внесение компоста (варианты 25, 50 и 75), а также внесение высоких доз компоста (варианты 100, 150 и 175) приводит к снижению численности свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов (рис. 2). Менее выраженное снижение отмечено в случае вариантов последствия (30п, 60п и 90п).

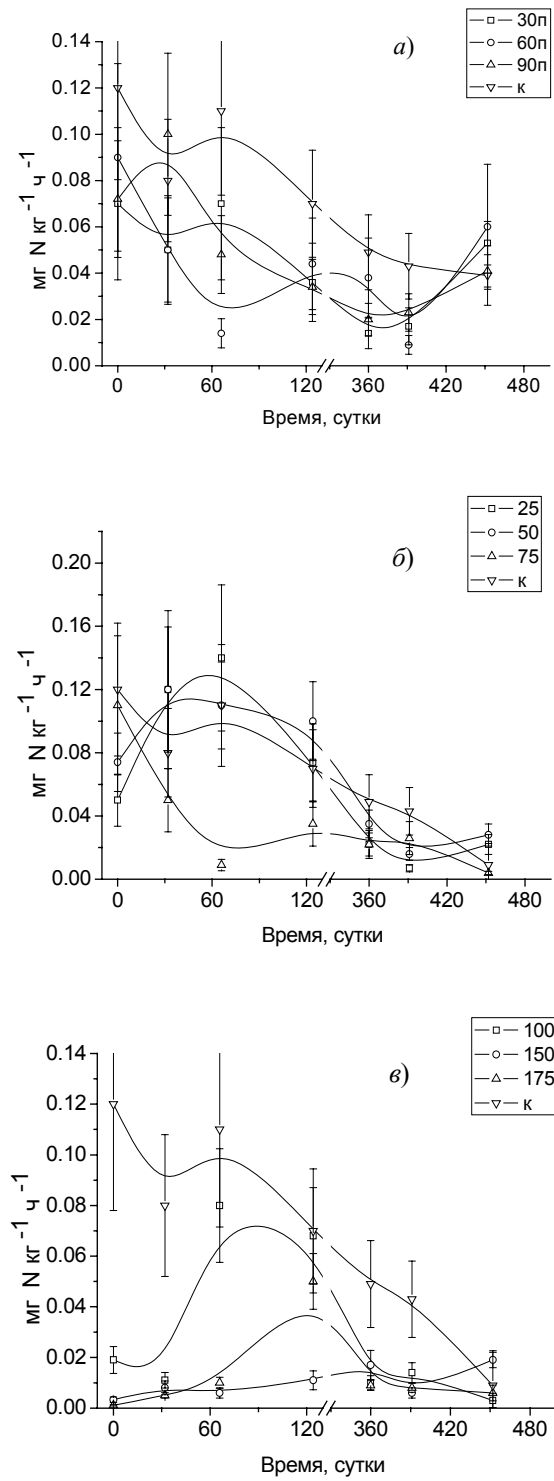


Рис. 1. Изменение азотфиксирующей активности серой лесной почвы при различных частоте и дозах внесении компоста

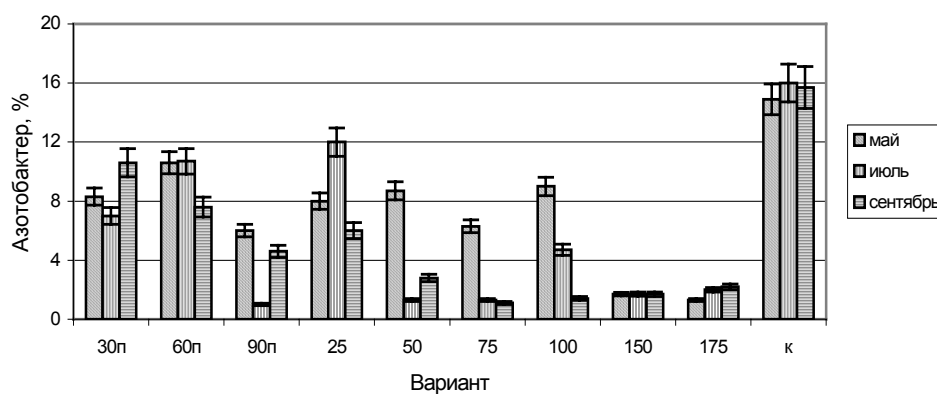


Рис. 2. Изменение численности бактерий рода *Azotobacter*

Ингибирование процесса азотфиксации может быть связано с присутствием металлов в почве, однако их содержание в проанализированных образцах оказалось ниже по сравнению с тем уровнем, который вызывает ингибирование гетеротрофной азотфиксации [1, 6]. Скорее всего, факторами, определяющими интенсивность азотфиксирующей активности, являются внесение доступного органического вещества и влияние продуктов его метаболизма, в частности аммонийного азота [7 с. 98]. В случае высоких доз компоста (100–175 т/га) ингибирование, очевидно, связано с дополнительным внесением легкодоступного азотсодержащего субстрата, тогда как в случае вариантов последействия (30п, 60п, 90п), когда органическое вещество уже достаточно минерализовано, возможным объяснением ингибированию может служить накопленный в почве аммонийный азот. Оптимальным оказалось повторное внесение невысоких доз компоста, в результате чего ингибирование активности гетеротрофных азотфиксаторов отсутствовало (рис. 1, б). Предварительная минерализация органического вещества обусловила и отсутствие подавления численности бактерий, относящихся к автотрофным азотфиксаторам – бактериям рода *Azotobacter*. Внесение же свежего органического вещества вызывало снижение их численности (рис. 2).

В целом, опираясь на полученные результаты, можно заключить, что наиболее благоприятным для diazotрофных микроорганизмов является внесение невысоких доз компоста, а для управления плодородием почв необходимо определение параметров, характеризующих круговорот азота.

Summary

I.N. Kuritzin, S.Yu. Selivanovskaya, S. Schnell. Activity and Number of Diazotrophs in Soils Treated with Non-Traditional Meliorant.

Alteration of nitrogenase activity of gray forest soil and number of free-living diazotrophs from genus *Azotobacter* were explored. The main factors defining its activity are the compost-input of labile organic substances and formation of ammonia nitrogen in soil.

Key words: composted sewage sludge, *Azotobacter*, N_2 -fixing activity of soil.

Литература

1. *McGrath S.P.* Effects of heavy metals from sewage sludge on soil microbes in agricultural ecosystems // *Toxic Metals in Soil-Plant Systems*. – N. Y.: John Wiley & Sons Ltd, 1994. – P. 247–274.
2. *Ros M., Pascual J.A., Garcia C., Hernandez M.T., Insam H.* Hydrolase activities, microbial biomass and bacterial community in a soil after long-term amendment with different composts // *Soil Biol. Biochem.* – 2006. – V. 38. – P. 3443–3452.
3. *Macdonald C.A., Singh B.K., Peck J., Schaik A.P., Speir T.W.* Long-term exposure to Zn-spiked sewage sludge alters soil community structure // *Soil Biol. Biochem.* – 2007. – V. 39. – P. 2576–2586.
4. *Rost U., Joergensen R.G., Chander K.* Effects of Zn enriched sewage sludge on microbial activities and biomass in soil // *Soil Biol. Biochem.* – 2001. – V. 33. – P. 633–638.
5. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Под ред. В.К. Шильниковой. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
6. *Selivanovskaya S.Yu., Latypova V.Z., Kiyamova S.N., Alimova F.K.* Use of microbial parameters to assess treatment methods of municipal sewage sludge applied to grey forest soils of Tatarstan // *Agr., Ecosyst. Environ.* – 2001. – V. 86. – P. 145–153.
7. Биохимия усвоения азота воздуха растениями / Под ред. В.Л. Кретович. – М.: Наука, 1994. – 168 с.

Поступила в редакцию
17.06.08

Курицин Иван Николаевич – аспирант кафедры прикладной экологии Казанского государственного университета.

E-mail: *Ivan-Kuritsin@yandex.ru*

Селивановская Светлана Юрьевна – доктор биологических наук, профессор кафедры прикладной экологии Казанского государственного университета.

E-mail: *Svetlana.Selivanovskaya@ksu.ru*

Шнель Сильвия – профессор университета г. Гиссен, Германия.

E-mail: *Sylvia.Schnell@umwelt.uni-giessen.de*