
БИОЛОГИЯ

УДК 582.288.45

Алесина Н.В.

ИЗУЧЕНИЕ СМЕНЫ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ В РИЗОСФЕРЕ И РИЗОПЛАНЕ В ПРОЦЕССЕ ВЕГЕТАЦИИ РАСТЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОВСА (*AVENA SATIVA*)*

Аннотация. Целью работы являлось изучение изменения корневой и прикорневой микрофлоры на протяжении всего периода вегетации растений. Выявлено, на какую фазу развития растений приходится количественный максимум микроорганизмов. Установлена разница между микрофлорой ризопланы и ризосферы.

Ключевые слова: ризосфера, ризоплана, динамика, фазы роста растений.

В литературе обычно отмечают четыре основные формы взаимодействия высших растений и микроорганизмов [2; 3; 11]. Одна из них представлена симбиозом бобовых растений и азотфиксирующих клубеньковых бактерий. Другая характерная форма симбиоза - микориза, образуемая грибами и корнями деревьев. К третьему типу относят влияние микроорганизмов, концентрирующихся в ризосфере растений и покрывающих поверхность их корней. В формировании четвертого типа взаимодействия участвуют эпифитные микроорганизмы, поселяющиеся на надземных частях растений и утилизирующие различные их выделения. В результате взаимодействия возникает микробно-растительный комплекс. Живые растения, их мертвые остатки, а также различные прижизненные выделения - источники питания для микроорганизмов [4; 11]. Как поверхностные, так и внутренние структуры растения служат средой обитания микроорганизмов, предоставляя им пространство для роста, возможность перемещения и распространения вместе с частями растения, а в ряде случаев и защиту от внешних воздействий [11].

Развивающаяся корневая система прорастающего семени, проникая вглубь почвы, вступает во взаимодействие с почвенными микроорганизмами, животными и корнями других растений. Вокруг корня формируется так называемая *ризосфера* - окружающее корень пространство почвы, характеризующееся более высокой плотностью микроорганизмов. Размер ризосферы исчисляется примерно от 0 до 8 мм в диаметре, количество микробных клеток в ней может превышать их число в окружающей почве в сотни раз [3; 5; 7]. Ризосфера является областью интенсивной микробной активности, управляемой корневыми экссудатами. Полезные свободно живущие, или «ассоциативные» бактерии могут быть обнаружены среди этих микроорганизмов точно так же, как и возбудители заболеваний растений или нейтральные для растения-хозяина. Бактерии, относящиеся к первой группе, принято называть *plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR)* [7; 10; 11].

Пространство поверхности корня часто определяют как отдельное место обитания микроорганизмов, называемое *ризопланой* [4; 11].

В настоящее время большинство исследователей считают, что основную часть ризосферного микробного сообщества составляют грамотрицательные бактерии родов *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*. Микроорганизмы, обитающие в прикор-

* © Алесина Н.В.

невой зоне, представлены видами, которые интенсивно продуцируют витамины, аминокислоты, гетероауксины и ферменты и поэтому оказывают определенное влияние на развитие растений [4; 8]. В ризосфере также встречается сравнительно большое количество антагонистов, препятствующих размножению патогенных видов в прикорневой зоне. Количество микроорганизмов на поверхности корня и в ризосфере в сотни раз больше, чем в остальной массе почвы [7; 11].

Функции бактерий в ризосфере

Разнообразные процессы, протекающие в ризосфере при непосредственном участии свободноживущих организмов определяют ход развития растений [4]. Микроорганизмы, обитающие в прикорневой зоне, представлены видами, которые интенсивно продуцируют витамины, аминокислоты, гетероауксины и ферменты и поэтому оказывают определенное влияние на развитие растений [4; 5; 11]. В ризосфере также встречается сравнительно большое количество антагонистов, препятствующих размножению патогенных видов в прикорневой зоне. Среди механизмов микробного воздействия на растения наиболее часто упоминаются следующие:

- а) контроль за поступлением в корень минеральных элементов из почвы;
- б) синтез фитогормонов;
- в) ингибирование роста растений различными метаболитами;
- г) подавление активности неблагоприятной для растений микробиоты;
- д) стимулирование эндосимбиоза растений и микроорганизмов.

Надо отметить, что ранее функция азотфиксации приписывалась лишь ограниченному кругу свободноживущих бактерий - *Azotobacter*, *Clostridium*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Derxia*. Впоследствии выяснилось, что роль азотобактера и клостридий в фиксации азота из атмосферы не так велика по сравнению с факультативно-анаэробными бактериями, такими, как энтеробактерии. Спектр diaзотрофных (осуществляющих ассоциативную азотфиксацию) бактерий постоянно пополняется новыми таксонами. В настоящее время считается, что к фиксации азота из атмосферы способны 80-90% всех известных бактерий [3; 8]. Поскольку нас интересует состав бактерий в ризосфере высших растений, мы обращали внимание на те таксоны бактерий, которые были упомянуты в качестве наиболее активных и часто встречающихся diaзотрофов, ассоциированных с корнями разных видов растений. Вот далеко не полный перечень этих родов: *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Acetobacter*, *Agrobacterium*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Burkholderia*, *Flavobacterium*, *Campylobacter*.

Обладая рядом положительных свойств, микроорганизмы ризосферы могут в то же время участвовать в некоторых нежелательных процессах. В частности, они могут поглощать питательные вещества, вносимые с удобрениями, что приводит к повышенному расходу последних [3; 6; 8]. Кроме того, значительная часть неспорозных ризосферных микроорганизмов восстанавливает азотистые соединения до элементарного азота, и это сопровождается потерей части питательных веществ [2].

Материалы и методы

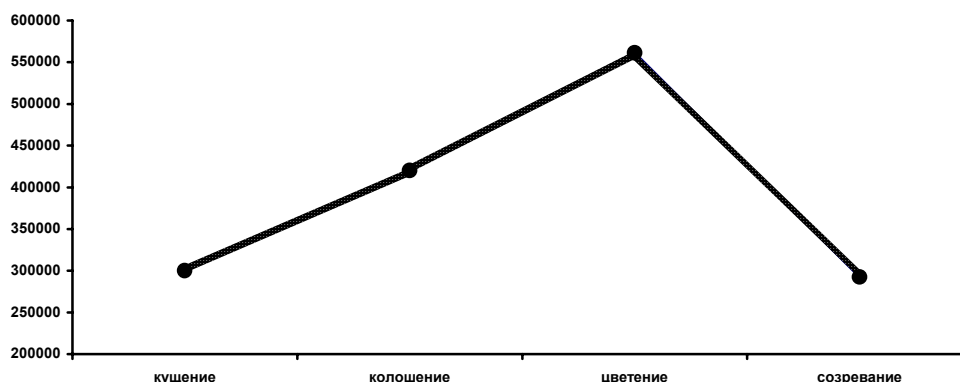
Для выделения и качественно-количественного изучения ризосферной микрофлоры использовался метод последовательных отмываний корней по Е. З. Теппер [1]. Полевые эксперименты с овсом были заложены в сезон 2008 года в частном секторе (Домодедовский район, Московская область).

Результаты эксперимента

С возрастом растений меняется количественный состав корневой и прикорневой микрофлоры. Наблюдения показали, что максимум количества микроорганизмов имеет место в период цветения и непосредственно перед ним. По-видимому, это связано с увеличением синтеза корневых выделений растений.

График 1

Изменение количества микроорганизмов ризосферы
в зависимости от фазы развития растений.



Следует отметить, что на протяжении периода вегетации изменяется не только количественный, но и качественный состав микрофлоры. Изменения иллюстрируют табл. 1, 2.

Таблица 1.

Микробный ценоз ризосферы овса, на различных стадиях развития растения
(тыс. на 1 грамм сухих корней).

Фаза развития растения	Бактерии	Актиномицеты	Грибы	Целлюлозо-разлагающие организмы
Кущение	230000	340	180	860
Колошение	300000	1200	200	900
Цветение	460000	1600	280	8000
Созревание	200000	3500	280	50000

Таблица 2.

Микробный ценоз ризопланы овса, на различных стадиях развития растения
(тыс. на 1 грамм сухих корней.) – норм. условия

Фаза развития растения	Бактерии	Актиномицеты	Грибы	Целлюлозо-разлагающие организмы
Кущение	300000	20	40	100
Колошение	420000	80	55	100
Цветение	560000	100	70	1000
Созревание	280000	300	45	12000

Очевидно, что как в ризосфере, так и в ризоплане на разных стадиях развития растений преобладают бактерии (преимущественно грамотрицательные бактерии родов *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Enterobakter*, *Alcaligenes*). В ризоплане слабо размножаются целлюлозоразлагающие микроорганизмы, актиномицеты и грибы, которых много в ризосфере.

Как видно из таблицы, количество бактерий в ризоплане значительно больше, по сравнению с ризосферой. Наибольшее количество бактерий как в ризосфере, так и в ризоплане обнаружено в фазе цветения растений. Наименьшее же количество соответствует стадии созревания. Такой характер сукцессии связан с заменой бактерий, питающихся продуктами экзоосмоса растений (эккрисотрофами), на гидролитиков, разлагающих корневой отпад, старые корешки, микробную биомассу. Другой причиной смены состава бактериальных сообществ в процессе вегетации растений является изменение состава корневых выделений у растений, служащих источником питания для бактерий. В табл. 3 продемонстрировано количественное соотношение бактерий, питающихся продуктами экзоосмоса растений (эккрисотрофами), и гидролитиков в ризоплане и ризосфере.

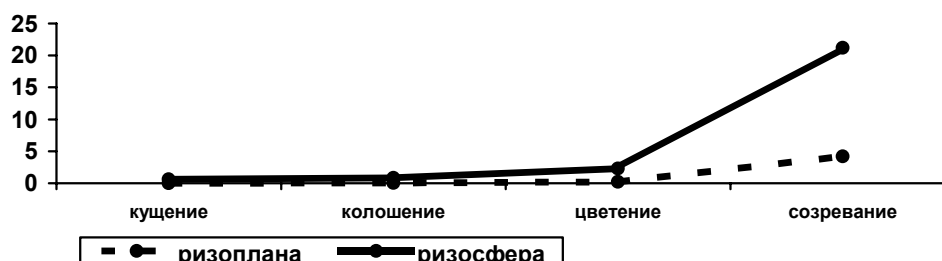
Таблица 3.

Соотношение эккрисотрофных и гидролитических микроорганизмов в %.

Фаза развития растения	Ризоплана		Ризосфера	
	Эккрисотрофы	Гидролитики	Эккрисотрофы	Гидролитики
Кущение	99,95%	0,05%	99,4%	0,6%
Колошение	99,94%	0,06%	99,2%	0,8%
Цветение	99,8%	0,2%	97,9%	2,1%
Созревание	95,8%	4,2%	78,8%	21,2%

Как в ризоплане, так и в ризосфере количество актиномицетов, грибов и целлюлозоразлагающих микроорганизмов увеличивается по мере роста, развития и старения растений. Однако в ризосфере это происходит более интенсивно, что более наглядно иллюстрирует график 1.

График 2. Количество актиномицетов, грибов и целлюлозоразлагающих микроорганизмов в ризосфере и ризоплане на разных стадиях развития растений (%)



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аникеев В.В., Лукомская К.А. 1984. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М.
2. Барбер С.А., 1988. Биологическая доступность питательных веществ в почве. М.

3. Берестецкий О.А., Васюк Л.Ф., Элисашвили Т.А., 1982. Азотфиксирующие ассоциации микроорганизмов с корнями небобовых растений. // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза. Алма-Ата.
4. Гельцер Ф.Ю. 1990. Симбиоз с микроорганизмами - основа жизни растений. М.
5. Емцев В. Т. Мишустин Е. Н. 2006. Микробиология. М.
6. Заварзин Г. А. 2003. Лекции по природоведческой микробиологии. М.
7. Звягинцев Д.Г., 1987. Почва и микроорганизмы. М.
8. Кацы Е. И. Под ред. Профессора В. В. Игнатова. 2003. Молекулярно-генетические процессы, влияющие на ассоциативное взаимодействие почвенных бактерий с растениями. Саратов.
10. Кожевин П.А. 1992. Динамика микробных популяций в почве // Вестн. Моск. ун-та. Сер. Почвоведение, № 2.
11. Экология микроорганизмов. 2004. Под. Ред. Профессора А. И. Нетрусова. М.

N. Alesina

STUDY OF CHANGING OF BACTERIAL COMPONENTS IN RHIZOSPHERE AND RHIZOPLANE IN THE PROCESS OF VEGETATION OF PLANT ON THE EXAMPLE OF OAT (AVENA SATIVA)

Abstract. The work purpose was studying change of root and radical microflora throughout all period of vegetation of plants. It is revealed, on what phase of development of plants it is necessary a quantitative maximum of microorganisms. We establish the difference between the microflora rhizosphere and rhizoplany.

Key words: rhizosphere, rizoplana, dynamics, phase of plant growth.