

Продолжаем цикл статей, посвященных теме здоровья почвы. Исследования, которые легли в основу публикаций, успешно проводятся на протяжении последних лет на территории США, а также непосредственно в Вард лаборатории (Ward Laboratories, Inc., Ag Testing – Consulting, Kearney, Nebraska, USA)



Олег Маслов, ведущий специалист по анализу почв аналитической лаборатории «Агротест»

Роль почвенных простейших микроорганизмов и нематод

Простейшие микроорганизмы

Простейшие микроорганизмы – это одноклеточные, которые питаются в основном бактериями, другими простейшими, растворимыми органическими веществами, а иногда и грибами. Они в несколько раз больше бактерий в диаметре (5-500 мкм). И простейшие, и нематоды являются водными микроорганизмами, то есть находятся в водных пленках почвы и в порах почвенных агрегатов, заполненных водой. Простейшие подразделяются на три группы, в зависимости от их формы.

1. Mastigophora, или жгутиковые, являются самыми маленькими простейшими (5-20 мкм). Они используют четыре плетевидных жгутика для передвижения. Жгутиковые

питаются преимущественно бактериями и являются наиболее многочисленными из простейших почвы.

2. Ciliophora, или инфузории, являются крупнейшими простейшими (10-80 мкм) и самыми малочисленными. Они передвигаются с помощью вибрирующих волос, подобных ресничкам. Инфузории используют эти тонкие реснички, расположенные вдоль их тел, как весла, чтобы быстро продвигаться сквозь почву. Они питаются двумя другими типами простейших, а также бактериями. В день инфузории могут потреблять пищи больше, чем десять тысяч бактерий.

3. Sarcodina, или амёбы, также могут быть довольно большими. Они пере-

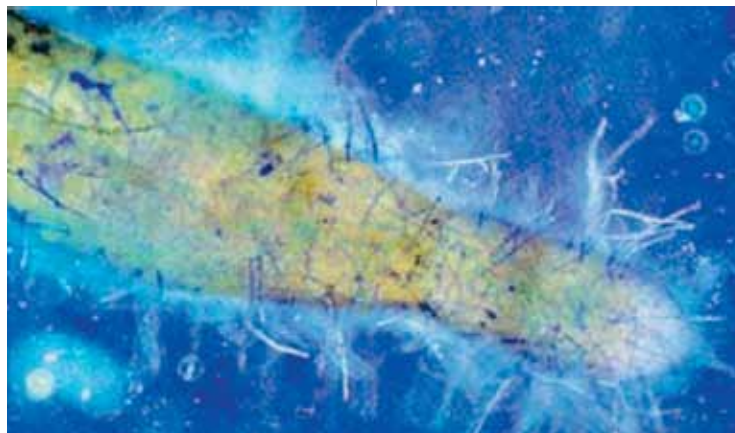
двигаются с помощью временной ноги или «псевдоподия». Амёбы находятся в ризосфере и на поверхности корней, где они могут питаться популяциями бактерий. Есть два типа амёб: раковинные и голые. Раковинные амёбы заключены в жесткую хитиновую оболочку (панцирь), в то время как голые амёбы не имеют этой жесткой оболочки. Голые амёбы могут изменять свою форму, а исследование крошечных поровых пространств делает их ценными для переработки питательных веществ в почве.

Простейшие найдены в изобилии вблизи поверхности почвы, в частности в верхних 15 см. Жизненный цикл многих простейших состоит из активной фазы (когда они питаются и размножа-

ются) и фазы покоя. В стадии покоя многие виды простейших могут выдерживать суровые условия окружающей среды и сохраняться в течение многих лет, пока внешние условия не улучшатся.

Роль простейших

Простейшие играют важную роль в минерализации питательных веществ, которые становятся доступными для растений и других почвенных организмов. Простейшие, как и нематоды, в своем составе имеют более низкое отношение углерода к азоту, чем бактерии, которыми они питаются. Бактерии, съеденные простейшими, содержат намного больше азота, чем необходимо простейшим, поэтому они выпускают его



избыток в почву в виде катионов аммония. Обычно это происходит вблизи корневой системы растений. Бактерии и другие микроорганизмы быстро потребляют большую часть аммония, а некоторая часть используется растениями. Также простейшие участвуют в регулировании бактерий и популяции водорос-

лей. Так, один из представителей простейших (Paramecium) может потреблять более 5 миллионов бактерий в один день. Эти простейшие помогают поддерживать экологический баланс в почве. Простейшие являются важным источником пищи для других почвенных организмов, они помогают пода-

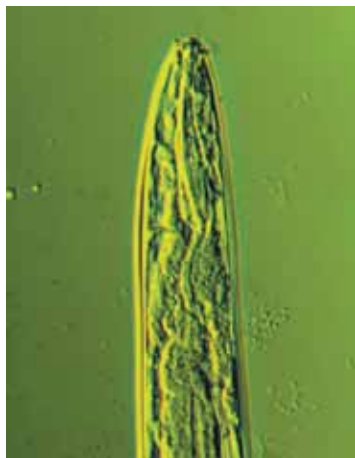
Ризосфера (пространство в 50 мкм от поверхности корня) обычно содержит в 1000 раз больше микроорганизмов, чем почва без корней растений

влять болезни, конкурируя с патогенами, питаясь ими. Также они могут влиять на популяции бактерий в ризосфере. Простейшим нужны бактерии и водоросли для питания и вода для перемещения, так как именно влага играет важную роль в определении того, какие типы простейших будут



Микрофотография нематоды сои (слева)

Поражение нематодой, проникающей в корень (справа)



Нематоды, питающиеся корнями растений



активны. Как и бактерии, простейшие особенно активны в ризосфере рядом с корнями. Количество простейших в почве широко варьируется: от тысячи до миллиона в некоторых весьма плодородных почвах. Mastigophora (жгутиковые), как правило, доминируют в более сухих почвах, а Ciliophora (инфузории) находятся в изобилии при высокой влажности почвы. В почвах с преобладанием бактерий (подобно окультуренным почвам) господствуют жгутиковые и амёбы. В почвах с высоким содержанием глины также содержится больше жгутиковых и голых амёб, а в почвах с более крупной песчаной фракцией и в No-till преобладают крупные жгутиковые, раковинные амёбы и инфузории. Простейшие и нематоды конкурируют между собой за их общий пищевой ресурс – бактерии. Некоторые почвы имеют либо больше нематод, либо простейших, но никогда тех и других одновременно.

Нематоды

Нематоды, или круглые черви, – это несегментные черви с коническими концами. Их размеры: диаметр – около 50 мкм, длина –

1 мм. Они имеют головку и хвост, у них хорошо развит ЦНС, система размножения и пищеварительная система, поэтому они считаются наиболее примитивной формой животных. Чаще всего они ответственны за инфекционные заболевания у растений и животных, но также играют важную роль в почве и экологии сельскохозяйственных культур. Нематоды – водные организмы, и поэтому им необходима влага для перемещения. Несколько видов нематод ответственны за болезни растений, но гораздо меньше известно о нематодах, которые играют полезную роль. Многие полезные нематоды служат агентами биологической борьбы с вредителями, другие регулируют природные экосистемы и рециркуляцию питательных веществ в почве. Некоторые нематоды питаются растениями и водорослями (первый трофический уровень); другие – бактериями и грибами (второй трофический уровень); а некоторые из них питаются другими нематодами (более высокий трофический уровень). Нематоды наиболее распространены в верхнем слое почвы.

Роль нематод

Нематоды либо прокалывают и высасывают содержимое клетки, либо глотают клетки целиком. Нематоды можно разделить на пять основных групп, в зависимости от их рациона:

- 1) нематоды, питающиеся бактериями через стомы (большие открытые каналы);
- 2) нематоды, питающиеся грибами путем прокалывания клеточной стенки грибов, чтобы высосать их внутреннее содержимое;
- 3) хищные нематоды, которые едят другие виды нематод и простейших. Они едят меньшие микроорганизмы полностью или прикрепляются к другим крупным нематодам;
- 4) всеядные нематоды – нематоды, которые едят разнообразные организмы, включая бактерии, грибы, простейших, другие виды нематод, и могут иметь различные виды питания на разных этапах своей жизни;
- 5) нематоды, питающиеся корнями растений; живут внутри или за пределами корневой системы, в зависимости от корня растения как источника пищи.

Как и простейшие, нематоды играют важную роль в минерализации питательных веществ в доступную для растений форму. Когда нематоды едят бактерии или грибы, освобождается катион аммония, потому что бактерии и грибы содержат гораздо больше азота, чем необходимо нематодам (как в случае и с простейшими). Нематоды могут контролировать баланс между бактериями и грибами и видовой состав микробного сообщества. Нематоды вместе с корнями растений помогают распределять бактерии и



грибы в почве. Некоторые из них вызывают заболевания, в то время как другие нематоды потребляют болезнетворные организмы (другие нематоды, питающиеся корнями) или предотвращают их доступ к корням.

Нематоды концентрируются группами вблизи своих жертв:

- 1) нематоды, питающиеся бактериями, находятся около корней растений, где скапливаются бактерии;
- 2) нематоды, питающиеся грибами, находятся рядом с грибной биомассой. Те из них, которые питаются корнями, концентрируются вокруг корней восприимчивых растений;
- 3) хищные нематоды, скорее всего, должны быть в избытке в почвах с высоким числом других нематод.

Нематоды двигаются в водных пленках в больших порах (>50 мкм) и в необрабатываемых почвах с мезопорами (30-100 мкм).

Нематоды относятся к мезофауне, потому что их размер (0,1-2 мм) больше, чем микрофауна (<0,1 мм). Нематоды и простейшие являются пищей для хищников высших уровней, в том числе хищных нематод

и почвенных насекомых. Кроме того, они паразитируют на бактериях и грибах. Количество нематод, потребляющих бактерии и грибы, напрямую связано с количеством бактерий и грибов в почве. Менее разрушенные почвы содержат большее количество хищных нематод; предполагается, что хищные нематоды очень чувствительны к широкому спектру изменений среды. В дополнение к их разнообразию, нематоды могут быть полезными, потому что их показатели популяции относительно стабильны в ответ на изменения в температуре и влажности (в отличие от бактерий). Изменения в популяциях нематод отражают изменения микросреды почвы. Таким образом, нематоды являются полезным индикатором качества и здоровья почвы.



Ресничные простейшие, окружающие бактерии

Хищная нематода потребляет паразитирующую нематоду

Управление паразитическими нематодами

Паразитические нематоды являются вредными для растений. Самая высокая концентрация нематод была обнаружена при обычных системах обработки почвы, более низкие концентрации – при применении комплексных удобрений и самые низкие – в переходных органических системах. Отношение паразитических нематод к паразитическим может быть признаком здоровья почвы органических систем, являющихся более здоровыми.

Большинство хозяйств пытается получить максимально возможную урожайность, используя различные методы. Это часто ограничивает биологическое разнообразие и обширные запасы продовольствия для паразитических нематод и некоторых хищников, ограничивая их популяцию. Экологические управляемые системы земледелия предназначены для укрепления биологического разнообразия, когда наблюдается баланс как добычи, так и хищников. В таких системах проблемы с нематодами наблюдаются редко. Управление нематодами



включает как мониторинг самих нематод, так и использование дополнительной информации: структура почвы, уровень питательных веществ в ней и другие факторы для ограничения паразитирующих нематод и повышения полезных.

Есть три основные стратегии борьбы с паразитирующими нематодами: исключение, ограничение/устранение или контроль. Исключение является лучшим способом для предотвращения проблем с нематодами, потому что проблему легче предотвратить, а не пытаться исправить уже существующую.

Ограничение/устранение используется, когда нематоды только появились. Важно предотвратить их распространение. Это может быть достигнуто частично путем сокращения плотности поселения вредных нематод.

Контроль нематод (тактика контроля и уничтожения нематод) включает: структуру почвы, содержание почвенной влаги, содержание гумуса в почве, применение органических удобрений, внесение естественных врагов и использование синтетических химических препаратов. □