

УДК 582.232

Н.А. МИСТРАТОВА¹, Е.А. ИВАНОВА², В.Л. КОЛЕСНИКОВА¹

Красноярский государственный аграрный ун-т,

¹кафедра плодовоовощеводства и защиты растений

²кафедра ботаники и физиологии растений,

Россия, 660049 Красноярск, просп. Мира, 88

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ МЕЛИОРАНТОВ НА ПОЧВЕННЫЕ ВОДОРΟΣЛИ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Впервые изучен видовой состав почвенных водорослей закрытого грунта в условиях Сибири, выявлены общие закономерности развития водорослей под действием химических мелиорантов.

Ключевые слова: почвенные водоросли, видовой состав, химические мелиоранты.

Введение

Почвенные водоросли – важный компонент агроэкосистемы. Они принимают активное участие во всех почвенно-биологических процессах, прямо или косвенно влияют на жизнедеятельность других групп почвенного населения и высших растений (Штина, Голлербах, 1976; Кабиров, 1990; Умаров, 1998; Бояринова и др., 2002). Заполняя пространства, не занятые высшими растениями, водоросли служат фактором дополнительной ассимиляции лучистой энергии и дополнительной биомассы, что особенно ярко проявляется в случаях их массового разрастания на поверхности почвы.

Роль водорослей как накопителей органического вещества особенно возрастает с использованием минеральных удобрений, которые стимулируют их развитие. Когда удобрения вносят на влажную поверхность почвы, происходит бурное развитие водорослей, в результате чего почва «цветет», т.е. покрывается зеленым налетом. Постоянно высокая влажность и температура закрытого грунта способствуют интенсивному развитию водорослей. Органическое вещество водорослей разлагается быстрее растительных остатков, что делает его более доступным для других обитателей биоценоза (Мишустин, 1958).

Почвенные водоросли в сибирском регионе, и в частности в Красноярском крае, изучены недостаточно (Трухницкая, 1997). Исследования почвенной альгофлоры в условиях закрытого грунта совсем не проводились. Кроме того, слабо изучено влияние химических мелиорантов на развитие водорослей и их сукцессию.

Цель нашего исследования – изучить влияние химических мелиорантов на численность, биомассу и видовой состав почвенных водорослей.

Материалы и методы

Почвенную альгофлору изучали на участках укоренения облепихи и черной смородины в теплицах питомника Красноярской опытной станции плодводства. Размножение культур проводили способом зеленого черенкования.

©Н.А. Мистратова, Е.А. Иванова, В.Л. Колесникова, 2005

Для улучшения укоренения, роста и развития черенков в эксперименте применяли новые нетрадиционные удобрения (AVA и обогащенные цеолиты Сахаптинского месторождения Красноярского края), являющиеся химическими мелиорантами. Удобрения пролонгирующего действия AVA, созданные в Санкт-Петербурге и совсем недавно появившиеся на рынке агрохимических средств, содержат фосфор, калий и 12 микроэлементов. В Красноярском крае находится несколько месторождений цеолитового сырья. Цеолиты характеризуются как высокоактивные адсорбенты, ионообменники и катализаторы биологических процессов. Способность цеолитов образовывать катионзамещенные формы позволяет обогащать их минеральными удобрениями, при этом регулируется поступление необходимых элементов в почву. Важное отличие ионного обмена на цеолитовом туфе – резкая адсорбционная селективность к катионам калия и аммония. Это определяет их способность задерживать основные элементы питания растений в зоне внесения, что препятствует выносу атмосферными осадками или при орошении в более глубокие слои почвы и пролонгирует действие удобрений (Колесникова, 1999).

Площадь учетной площадки составила 1 м², повторность опыта для каждого варианта трехкратная, размещение участков систематическое. Вариантами опыта были: контроль (без удобрений); N₃₀P₇₅K₃₀ (мочевина, двойной суперфосфат, калий сернокислый); AVA в дозах P₇₅K₃₀, P₁₀₀K₄₀, P₁₂₅K₅₀ как в чистом виде, так и в смеси с азотом мочевины в дозах N₃₀, N₄₀, N₅₀ соответственно; цеолит, обогащенный N₃₀P₇₅K₃₀ (мочевина, двойной суперфосфат, калий сернокислый).

Образцы почвенных водорослей отбирали с поверхности грунта, используя рамку площадью 2,25 см², разводили стерильной водой (объем 9 мл) и без предварительного культивирования подсчитывали в камере Горяева. Численность микроводорослей рассчитывали на 10 см² поверхности субстрата, используя стандартные формулы. Биомассу водорослей определяли счетно-объемным методом, объем клеток водорослей – стереометрическим методом (Водоросли, 1989). Видовой состав почвенных водорослей устанавливали с помощью определителей Л.Е. Комаренко, И.И. Васильевой (1975) и И.И. Васильевой (1987).

Результаты и обсуждение

На разных субстратах, где проводили укоренение зеленых черенков ягодных растений, выявлено 4 вида водорослей. Отдел *Cyanophyta* был представлен следующими тремя видами: *Cylindrospermum licheniforme* (Bory) Kütz., *Phormidium ambiguum* Gom., and *Ph. cincinnatum* Itzigs. Из отдела *Bacillariophyta* выявлен только один вид *Hantzschia amphioyis* (Ehr.) Grun. Такое небольшое количество видов водорослей объясняется тем, что были проведены разовые исследования и мы не использовали культуральные методы. Известно, что небольшое видовое разнообразие является характерной особенностью развития водорослей на окультуренных почвах (Штина, Голлербах, 1976; Шалару, 1997).

Видовой состав водорослей на почве опытных участков не зависел от выращиваемой культуры, но изменялся при внесении различных доз и вида минеральных удобрений (табл. 1). Так, диатомовая водоросль *Hantzschia amphioxys* отмечена во всех вариантах опыта, независимо от культуры. В случае добавления химических мелиорантов видовой состав *Cyanophyta* изменялся.

Известно, что удобрения AVA стимулируют численность и видовое разнообразие полезных почвенных микроорганизмов, однако на видовой состав водорослей это удобрение влияло неоднозначно. На опытных участках с облепихой, на почве контрольного варианта и при внесении нетрадиционных удобрений AVA в дозах P₇₅K₃₀, P₁₀₀K₄₀, P₁₂₅K₅₀ видовое разнообразие почвенных водорослей ограничивалось лишь развитием *H. amphioxys*. Добавление мочевины в дозах N₃₀, N₄₀ стимулировало рост популяции синезеленых видов *Cilindrospermum licheniforme*, *Phormidium ambiguum*, *Ph. cincinnatum*. Внесение высокой дозы пролонгирующих удобрений AVA-P₁₂₅K₅₀ в смеси с азотом мочевины (N₅₀) привело к обеднению видового разнообразия почвенных водорослей и отсутствию представителей *Cyanophyta*.

Применение цеолитов, обогащенных традиционными минеральными туками (N₃₀P₇₅K₃₀), активизировало развитие популяций отдельных видов альгогрупп *Ph. cincinnatum*, *Ph. ambiguum*. В варианте опыта без цеолитов (контроль) выявлялись только *H. amphioxys* и *C. licheniforme*.

Монодоминирование *H. amphioxys* отмечено при укоренении черенков черной смородины на вариантах опыта при внесении AVA в дозах P₇₅K₃₀, P₁₀₀K₄₀ с добавлением мочевины N₃₀, N₄₀. Но высокая доза нового удобрения с N₅₀ стимулировала появление видов *Cyanophyta* (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Видовой состав почвенных водорослей в зависимости от вида и дозы вносимых химических микроэлементов

Вариант опыта	Облепиха	Черная смородина
Контроль (почва без удобрений)	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	<i>H. amphioxys</i> <i>C. licheniforme</i>
Почва с добавлением:		
N ₃₀ P ₇₅ K ₃₀	<i>H. amphioxys</i> <i>Cilindrospermum licheniforme</i> (Bory) Kütz.	<i>H. amphioxys</i> <i>C. licheniforme</i> <i>Ph. ambiguum</i>
AVA-P ₇₅ K ₃₀	<i>H. amphioxys</i>	<i>H. amphioxys</i> <i>Ph. ambiguum</i>
AVA-P ₇₅ K ₃₀ +N ₃₀	<i>H. amphioxys</i> <i>C. licheniforme</i> <i>Phormidium ambiguum</i> Gom.	<i>H. amphioxys</i>
AVA-P ₁₀₀ K ₄₀	<i>H. amphioxys</i>	<i>H. amphioxys</i> <i>C. licheniforme</i>
AVA-P ₁₀₀ K ₄₀ +N ₄₀	<i>H. amphioxys</i> <i>C. licheniforme</i> <i>Phormidium cincinnatum</i> Itzigs.	<i>H. amphioxys</i>
AVA-P ₁₂₅ K ₅₀	<i>H. amphioxys</i>	<i>H. amphioxys</i> <i>Ph. ambiguum</i>
AVA-P ₁₂₅ K ₅₀ +N ₅₀	<i>H. amphioxys</i> <i>C. licheniforme</i>	<i>H. amphioxys</i> <i>Ph. ambiguum</i> <i>Ph. cincinnatum</i>
Цеолит + N ₃₀ P ₇₅ K ₃₀	<i>H. amphioxys</i> <i>C. licheniforme</i> <i>Ph. cincinnatum</i> <i>Ph. ambiguum</i>	<i>H. amphioxys</i> <i>C. licheniforme</i> <i>Ph. cincinnatum</i>

В варианте опыта с внесением традиционных химических мелиорантов наблюдали развитие *C. licheniforme*, *Ph. ambiguus*. Наиболее благоприятные условия для развития альгогруппировок отмечены на участках с добавлением цеолита, где присутствовали все обнаруженные в опыте виды почвенных водорослей, вытеснив только один – *Ph. ambiguus*. Вероятно, это связано с высокой влагоудерживающей способностью цеолитов.

Численность и биомасса почвенных водорослей различны в зависимости от культуры и варианта опыта (табл. 2).

Таблица 2. Влияние удобрений на количественный состав альгофлоры (сентябрь 2001 г.)

Вариант опыта	Численность клеток водорослей, тыс. шт./10 см ²		Биомасса водорослей, г/м ²	
	Облепиха	Черная смородина	Облепиха	Черная смородина
Контроль (почва без удобрений)	97,8	52,8	12,0	23,3
Почва с добавлением:				
N ₃₀ P ₇₅ K ₃₀	76,0	208,2	14,5	20,0
AVA-P ₇₅ K ₃₀	66,8	77,9	6,4	12,9
AVA-P ₇₅ K ₃₀ + N ₃₀	3444,9	36,2	88,0	3,3
AVA-P ₁₀₀ K ₄₀	110,6	71,4	9,8	8,8
AVA-P ₁₀₀ K ₄₀ + N ₄₀	3691,3	55,3	79,7	7,8
AVA-P ₁₂₅ K ₅₀	41,1	72,4	23,2	11,2
AVA-P ₁₂₅ K ₅₀ + N ₅₀	81,3	113,4	11,7	11,6
Zeolite + N ₃₀ P ₇₅ K ₃₀	51,3	2145,2	4,1	88,1
HCP _{0,95} *	1526,1	551,9	12,7	9,2

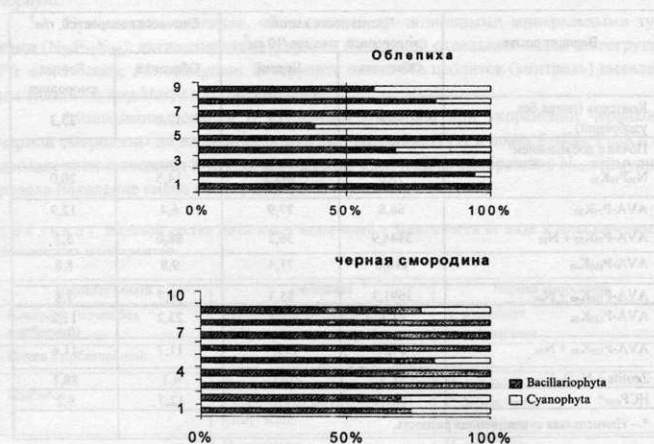
* – Наименьшая существенная разность.

Использование удобрений AVA в дозе P₇₅K₃₀ и P₁₀₀K₄₀ совместно с N на участках с облепихой способствовало увеличению численности и биомассы водорослей по сравнению с контрольным вариантом на 3347,1 и 3993,5 тыс. шт./10 см² и 76,0-67,7 г/м² соответственно (HCP_{0,95} = 1526,1 по численности, HCP_{0,95} = 12,7 по биомассе) (Доспехов, 1985).

В этих же вариантах эксперимента, но без азота, количество и биомасса водорослей были существенно ниже. Более высокие дозы этого удобрения как в чистом виде, так и совместно с азотом и обогащенными цеолитами на альгофлору действовали угнетающе. На облепихе снижения биомассы под влиянием удобрений не наблюдалось.

Применение обогащенных цеолитов на черной смородине способствовало увеличению численности клеток в 40,6 раза и биомассы водорослей в 3,8 раза по сравнению с неудобренными участками (HCP_{0,95} = 551,9 по численности, HCP_{0,95} = 9,2 по биомассе). Возможно, это связано с низкой укореняемостью черенков культуры в этом варианте и, следовательно, с увеличением интенсивности света и отсутствием конкуренции за элементы питания для почвенных водорослей.

Cyanophyta – наиболее ценная в практическом отношении группа водорослей. Положительно влияет на их развитие внесение фосфорных и азотных удобрений (Водоросли, 1989). Однако этот эффект проявился только на участках с облепихой (см. рисунок). Доказано, что разные удобрения оказывают различный стимулирующий эффект на численность клеток *Bacillariophyta* и *Cyanophyta* (Домрачева, 1998). На участках с черной смородиной применение традиционных химических мелиорантов (мочевина, двойной суперфосфат, калий сернокислый) наиболее благоприятно повлияло на развитие численности клеток *Cyanophyta*, а использование новых удобрений AVA способствовало развитию *Bacillariophyta* (см. рисунок).



Изменение соотношения численности отделов водорослей под влиянием удобрений: 1 – контроль (б/у); 2 – $N_{30}P_{75}K_{30}$; 3 – AVA- $P_{75}K_{30}$; 4 – AVA- $P_{75}K_{30} + N_{30}$; 5 – AVA- $P_{100}K_{40}$; 6 – AVA- $P_{100}K_{40} + N_{40}$; 7 – AVA- $P_{125}K_{50}$; 8 – AVA- $P_{125}K_{50} + N_{50}$; 9 – цеолит + $N_{50}P_{75}K_{30}$.

Интенсивное развитие почвенных водорослей как фототрофных организмов возможно только в пределах проникновения света (Зинова, Штина, 1990). Так как черенки облепихи, имеющие узкие листовые пластинки, способствовали большему проникновению света в почву, это обеспечило активное развитие *Cyanophyta*. На участках с укоренением черенков черной смородины максимальная численность *Cyanophyta* отмечена в вариантах с низкой укореняемостью черенков. Рост *Cyanophyta* в этом случае зависит и от вида применяемых химических мелиорантов, и от затенения субстрата. Поэтому, чем выше процент укоренения черенков, тем активнее развивается *Bacillariophyta* и уменьшается *Cyanophyta*. Развивающаяся листовая масса укорененных черенков способствовала интенсивному затенению и, соответственно, процветанию «тенелюбивых» диатомей.

Заключение

Влияние удобрений на почвенные водоросли в отдельных вариантах поставленного эксперимента неоднозначно. В зависимости от выращиваемой культуры, вида и дозы удобрения наблюдалась как стимуляция развития почвенных водорослей, так и их ингибирование. Для стимуляции роста видов рода *Phormidium*, а также *Cylindrospermum licheniforme* необходимы удобрения, содержащие азот, и оптимальное освещение.

N.A. Mistratova¹, E.A. Ivanova², V.L. Kolesnikova¹

Krasnoyarsk State Agricultural University

¹Department of Fruit and Vegetable Growing and Plants Defence

²Department of Botany and Physiology Plants,

88, Mira av., 660049 Krasnoyarsk, Russia

ALGOFLORA SOILS IN THE CONDITIONS OF THE COVERED LAND WHICH IS SUBJECTED TO THE INFLUENCE OF THE CHEMICAL FERTILIZER

The species composition of the soil algae growing in the covered land in the Siberian conditions has been studied for the first time. The common trends of algae development under the influence of the chemical fertilizer have also been revealed.

Key words: soil algae, species composition, chemical fertilizer.

Бояринова О.В., Леонова В.В., Умникова Н.С. Влияние гипсования на состав альгофлоры солонцов Омского района Омской области: Мат-лы конф. – Новосибирск, 2002. – С. 4-5.

Васильева И.И. Эвгленовые и желтозеленые водоросли Якутии. – Л.: Наука, 1987. – 518 с.

Водоросли: Справочник / Под ред. С.П. Вассера и др. – Киев: Наук. думка, 1989. – С. 176-188.

Домрачева Л.И. Индикационная роль «цветения» почвы при оценке ее состояния // Экология и почва. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1998. – Т. 2. – С. 110-111.

Доспехов В.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Зинова Г.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 78 с.

Кабиров Р.Р. Реакция почвенных водорослей на внесение полимеров при химической мелиорации почв // Агрохимия. – 1990. – № 7. – С. 91-95.

Колесникова В.Л. Экологическая оценка применения обогащенных цеолитов под овощные культуры: Автореф. дис. ... к. б. н. – Красноярск, 1999. – 24 с.

Комаренко Л.Е., Васильева И.И. Пресноводные диатомовые и синезеленые водоросли водоемов Якутии. – М.: Наука, 1975. – 422 с.

Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и плодородие почвы. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 61-63.

Трухницкая С.М. Значение альгосингузий для индикации состояния луговых экосистем // Вестн. Краснояр. гос. аграр. ун-та. – 1997. – Вып. 2. – С. 46-49.

Умаров М.М. Роль микроорганизмов в устойчивости почв // Экология и почва. Избр. лекции 1-7 Всерос. школ. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1998. – Т. 1. – С. 16-17.

Шалару В.В. Альгофлора некоторых окультуренных почв центральных районов Молдовы // Альгология. – 1997. – 7, № 4. – С. 387-395.

Штина Э.А., Галлербах М.М. Экология почвенных водорослей. – М.: Наука, 1976. – С. 95-116.

Получена 26.01.04

Подписала в печать О.Н. Виноградова