

Влияние стимуляторов роста растений на активность почвенных микроорганизмов в корнеобитаемом слое торфа в посадках клюквы крупноплодной

Булавко Г. И., Яковлев А. П., Антохина С. П.

Центральный ботанический сад НАН Республики Беларусь, г. Минск, Беларусь,
bulavkog@mail.ru

Резюме. Показано, что в торфяном субстрате под клюквой крупноплодной масса и активность микроорганизмов слабо повышается от весны к осени. Обработка растений препаратами стимулирующими рост растений или добавление в почву минеральных удобрений существенно изменяют физиологические процессы в растении и прямо влияют на условия функционирования почвенного микробиоценоза. При этом накопление более высокой массы микробов в корнеобитаемом слое почвы под клюквой крупноплодной после обработки стимуляторами роста не позволяет микробам иметь более высокую функциональную активность. Добавление минеральных удобрений вызывает всплеск активности только в первые недели после их внесения в субстрат.

The influence of plant growth stimulators on the activity of soil microorganisms in the root layer of peat in the planting of large-cranberry. Bulavko G. I., Yakovlev A. P., Antokhina S. P. **Summary.** The results showed that in soil under *Vaccinium macrocarpon* mass and activity of microorganisms weakly increases from spring to autumn. Processing of plants by preparations stimulating plant growth or adding to the soil mineral fertilizers modifies physiological processes in the plant and indirectly (through the amount and composition of root exudates) and right (thereby increasing competition for mineral components) changes the conditions for the functioning of soil microbiocenosis. The accumulation of higher mass of microbes in the root zone of the soil under *Vaccinium macrocarpon* after treatment with growth promoters does not allow the microbes to have a higher functional activity. The addition of mineral fertilizers causes a surge of activity just in the first weeks after their introduction into the soil.

Наблюдения за функционированием микробиоценоза в посадках клюквы крупноплодной, обработанной различными стимуляторами роста растений, проведены в условиях выработанного торфяного месторождения в Белорусском Полесье (Столинский р-н Брестской обл.). Схема опыта 6-вариантная: 1 — контроль — без обработки, 2 — некорневая обработка раствором препарата «ЭлеГум-комплекс» (50 мл на 1 л воды), 3 — некорневая обработка раствором препарата «КомплеМет» (5 мл на 1 л воды), 4 — внесение полного минерального удобрения $N_{16}P_{16}K_{16}$, 5 — внесение полного минерального удобрения $N_{16}P_{16}K_{16}$ в сочетании с некорневой обработкой раствором препарата «ЭлеГум-комплекс» (50 мл на 1 л воды), 6 — некорневая обработка раствором препарата «Сок Земли» (20 мл на 1 л воды). Все препараты, стимулирующие рост растений, имеют разный химический состав и разный механизм действия. Для почвенных микроорганизмов их влияние может быть как прямым (при попадании в почву), так и опосредованным (увеличение массы корней, количества корневых экссудатов и корневого опада). Контролем служил вариант 1 без обработки растений.

Для оценки эффекта биологически активных веществ на функционирование микробоценоза использованы показатели величины микробной массы [3], активности дыхания почвы и расчетный показатель — коэффициент метаболической активности микроорганизмов [1].

Растения и микроорганизмы нуждаются в одних и тех же макро — и микроэлементах необходимых для роста, и в этом отношении они являются конкурентами. При обработке растений биологически активными препаратами, стимулирующими ростовые процессы, конкурентоспособность растений за минеральные компоненты возрастает, но одновременно повышается количество корневых экссудатов и опада, что дает микробам больше органических компонентов питания. При этом для роста микроорганизмов важно наличие как минеральных, так и органических веществ. Рассмотрим динамику изменения микробной массы после обработки растений разными по составу препаратами.

В контрольном варианте в торфяном субстрате под растениями клюквы крупноплодной наблюдалось увеличение микробной массы от весны к осени. Физиологически активная часть микробоценоза имела массу 203,5 мкг С/г почвы в апреле и достоверно повышалась в июле до 252,2 и сентябре до 279,6 мкг С/г почвы.

Непосредственно после обработки растений достоверное повышение микробной массы произошло в вариантах с добавлением минеральных удобрений (варианты 4 и 5), несущественно, но значительно выше контроля была величина микробной массы в почве под клюквой, обработанной препаратом «Сок Земли» (вариант 6).

Изменение метаболических процессов в растениях клюквы после обработки биологически активными препаратами повлияло на ход сезонной сукцессии микробоценоза в почве фитогенного поля. На участке с посадками клюквы, обработанной КомплеМетом, рост микробной массы увеличился в 1,5 раза за период от апреля (186,5 мкг С/г почвы) до июля (270,8 мкг С/г почвы) и сентября (400,6 мкг С/г почвы). Более плавный рост показателя отмечен после обработки растений препаратом Элегум (223,1 — 232,8 — 339,0 мкг С/г почвы (табл. 1).

Таблица 1

Величина микробной массы в почве под растениями клюквы крупноплодной, обработанной стимуляторами роста растений, мкг С/г почвы

Вариант опыта	апрель			июль			сентябрь		
	$\bar{X} \pm s_x$	CV, %	t-тест	$\bar{X} \pm s_x$	CV, %	t-тест	$\bar{X} \pm s_x$	CV, %	t-тест
1	203,5±20,8	17,6	—	252,2±37,4	25,7	—	279,6±22,8	14,1	
2	186,5±19,0	17,6	0,60	270,8±31,9	20,4	0,38	400,8±25,2	10,9	3,57
3	223,1±18,2	14,1	-0,71	260,9±19,4	12,8	0,21	339,0±25,2	12,8	1,75
4	265,8±15,7	10,2	-2,40	232,8±17,3	12,8	0,47	434,6±70,9	28,3	2,08
5	239,6±17,8	12,8	16,21	332,1±15,9	8,3	1,96	397,2±24,9	10,9	3,48
6	248,2±18,4	12,8	-1,61	268,2±1,1	0,4	0,43	242,5±24,7	17,7	1,0

Добавление в почву минеральных удобрений вызвало максимальный всплеск развития микробов и максимальный размах сезонных колебаний от 265,8 мкг С/г почвы в апреле до 232,8 в июле и 435,6 мкг С/г почвы в сентябре, т. е. в 1,9 раза. При добавлении минеральных удобрений с одновременной обработкой растений препаратом Элегум (вариант 5) запасы микробной массы превышали контроль в течение всего периода роста растений, и резких колебаний величины показателя не выявлено. В апреле масса физиологически активной части микробов составляла 239,6 мкг С/г почвы, в июле она повысилась до 332,1 и в сентябре до 397,2 мкг С/г почвы, т. е. повышалась в 1,1–1,3 раза достоверно превышая контроль (см. табл. 1).

Стимулирование роста растений любым из использованных препаратов и добавлением минеральных удобрений повышает приток растительных ассимилятов в торфе и увеличивает

трофическую базу для эдафобионтов. Известно, что количество корневых выделений растений может составлять от 30 до 50% от общего количества фотоассимилятов [2], что позволяет микробам развиваться и накапливать массу. Величина листового и корневого опада у растений имеет максимум осенью, чем объясняется повышение величины биомассы микроорганизмов в этот период.

Величина потока CO_2 из почвы в посадках клюквы крупноплодной в контрольном варианте плавно повышалась в течение вегетационного периода от 17 до 28 и 35 мкг CO_2 на г почвы в сутки (табл. 2). Обработка растений препаратами, стимулирующими рост, изменило активность дыхания почвы и ход сезонной динамики процесса.

Таблица 2

Количество CO_2 , выделенное почвой под растениями клюквы крупноплодной, обработанной стимуляторами роста растений, мкг CO_2 /г почвы в сутки

Вариант опыта	апрель			июль			сентябрь		
	$\bar{X} \pm s_x$	CV, %	t-тест	$\bar{X} \pm s_x$	CV, %	t-тест	$\bar{X} \pm s_x$	CV, %	t-тест
1	17,2±1,4	13,6	–	28,2±2,7	16,33	–	35,0±1,7	8,32	–
2	19,2±2,9	25,7	-0,65	14,8±3,0	35,36	3,32	29,5±1,9	10,88	2,18
3	23,4±1,4	10,1	-3,26	13,6±1,6	20,20	4,70	31,8±1,9	10,1	1,28
4	29,9±1,2	6,8	-7,12	26,0±4,3	28,28	0,43	40,6±1,7	7,44	2,29
5	21,2±1,3	10,9	-2,15	20,8±1,3	10,88	2,48	29,3±1,8	10,88	2,30
6	16,9±1,4	14,1	0,12	31,2±3,0	16,64	0,74	35,7±1,8	8,84	0,28

Усиление активности респирации непосредственно после обработки растений отмечено во всех вариантах, но степень действия была разной. Достоверное повышение потока CO_2 из почвы непосредственно после обработки отмечено в вариантах с добавлением комплекса минеральных удобрений $\text{N}_{16}\text{P}_{16}\text{K}_{16}$ и препарата Элегум. Комплекс макроэлементов (вариант 4) был внесен непосредственно в почву и позволил микробам использовать лимитирующие рост элементы, поэтому скорость выделения углекислого газа в этом варианте весной была самой высокой — 29,9 мкг CO_2 на г почвы в сутки и достоверно превышала контроль, в июле (26,0 мкг) и августе (40,6 мкг) активность процесса превышала контроль, но достоверных отличий от варианта без обработок не прослеживалось.

Стимулирующий эффект от добавления Элегум (вариант 3) был кратковременным. Только непосредственно после обработки растений поток CO_2 из почвы составлял 23,4 мкг CO_2 на г почвы в сутки и превышал контроль. В июле скорость процесса сократилась до 13,6 мкг CO_2 на г почвы в сутки, что было достоверно ниже контроля, и в сентябре была равной 31,8 мкг CO_2 на г почвы в сутки, что было близко к варианту без обработок. Совместное использование комплекса макроэлементов с препаратом Элегум (вариант 5) достоверных отклонений от контроля не вызывало. После слабого всплеска потока CO_2 в апреле (21,2 мкг/г почвы в сутки) его величина сократилась до 20,8 мкг CO_2 на г почвы в сутки в июле и 29,3 мкг CO_2 на г почвы в сутки в сентябре, что было ниже, чем в контрольном варианте, но разница была не существенной.

Непосредственно после обработки растений не наблюдалось эффекта от действия препаратов КомлеМет (вариант 2) и Сок земли (вариант 6). Под растениями клюквы крупноплодной, обработанной биостимулятором КомплеМет, скорость образования углекислого газа уменьшилась от 19,2 мкг CO_2 на г почвы в сутки в апреле, до 14,8 мкг CO_2 на г почвы в сутки в июле, и была близкой к контрольному варианту в сентябре (29,5 мкг CO_2 на г почвы в сутки). После обработки клюквы препаратом «Сок земли» активность процесса повышалась от 16 до 32 и 35 мкг CO_2 на г почвы в сутки в течение периода наблюдений, но достоверных отличий от контроля по количеству выделенного из почвы CO_2 не отмечено на протяжении всего вегетационного пери-

ода. Данный препарат не изменил ни абсолютную величину показателя, ни ход сезонной динамики активности респирации (см. табл. 2).

Таким образом, процесс образования углекислого газа в почве, отражающий общую активность почвенной биоты, меняется при обработке растений препаратами, стимулирующими рост растений. Достоверное повышение активности респирации отмечено только непосредственно после внесения в почву комплекса минеральных удобрений и при обработке растений препаратом Элегум. Достоверных отличий от контроля в течение вегетационного периода величины параметра не было, но отмечен общий тренд к снижению активности процесса после обработки растений.

Интегральным показателем, отражающим соотношение количества выделенного углекислого газа к величине массы микроорганизмов, является коэффициент метаболической активности микроорганизмов. Этот показатель плавно повышался в течение вегетационного периода от 0,07 до 0,11% в контрольной варианте под растениями клюквы крупноплодной.

По-видимому, некорневая обработка стимуляторами роста растений дает быстрый эффект. Непосредственно после обработки происходит активизация микробиоты в почве фитогенного поля растений. В большинстве вариантов всплеск активности произошел сразу после обработки растений до 0,08–0,10%, при обработке препаратом «Сок земли» отмечена некоторая задержка в реакции микробиоты и повышение метаболической активности произошло только в июле (0,10%). Однако, как показывает интегральный показатель функциональной активности почвенных микроорганизмов, независимо от механизма действия, стимуляторы роста растений повышают их способность поглощать биогенные вещества из почвы и лишают микробоценоз возможности развиваться более активно, чем в нативной почве.

Полученные результаты показали, что в почве под клюквой крупноплодной масса и активность микроорганизмов слабо повышается от весны к осени. Обработка растений препаратами, стимулирующими рост растений, или добавление в почву минеральных удобрений изменяет физиологические процессы в растениях и опосредованно (через количество и состав корневых экссудатов), и прямо (повышая конкуренцию за минеральные компоненты) изменяет условия функционирования почвенного микробоценоза. При этом накопление более высокой массы микробов в корнеобитаемом слое почвы под клюквой крупноплодной после обработки стимуляторами роста не позволяет микробам иметь более высокую функциональную активность. Добавление минеральных удобрений вызывает всплеск активности только в первые недели после их внесения в почву.

В случае проведения фиторекультивационных мероприятий это заключение является важным, т. к. как использование стимуляторов роста растений повышает их адаптационные возможности и ускоряет развитие, и при этом не провоцирует усиление активности деструкторов в почве.

Список литературы

1. Ананьева, Н. Д. Микробиологическая оценка почв в связи с самоочищением от пестицидов и устойчивостью к антропогенным воздействиям: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.07 / Н. Д. Ананьева. — Москва, 2001. — 50 с.
2. Бабьева, И. П. Биология почв : учеб. пособие / И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1989. — 336 с.
3. Anderson, J. P. S. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils / J. P. S. Anderson, K. H. Domsch // Soil Biol. Biochem. — 1978. — V. 10. — P. 215–221.