

УДК 631.46:537.29-77

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОПРОПОЛКИ ПОСЕВОВ
ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР
НА ЧИСЛЕННОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЧВЕ**

**В. Т. ЕМЦЕВ, В. И. СИДОРОВ,
А. А. ПЕТРОВ-СПИРИДОНОВ, О. Г. КУБАРЕВА,
М. Х. БРУК, О. В. СЕЛИЦКАЯ, А. В. БОЖЕНКОВ**

(Лаборатория микробиологии)

Изучали влияние электропрополки и ее сочетания с гербицидами на состав и соотношение основных функциональных групп почвенных микроорганизмов под овощными культурами (морковь, свекла, капуста). Установлено, что электропрополка способствует увеличению численности микроорганизмов ряда функциональных групп в почве под овощными культурами, но эффект проявляется через различные промежутки времени и обусловлен главным образом ризосферным эффектом сельскохозяйственной культуры. Совместное применение электроразрядной про-

полки и гербицидов в одних случаях приводило к угнетению, а в других — к стимуляции жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Указанные различия определяются видом используемого гербицида и сельскохозяйственной культурой.

В настоящее время большое внимание уделяется агроприемам, обеспечивающим высокое качество сельскохозяйственной продукции и не приводящим к загрязнению окружающей среды. Одним из наиболее экологически чистых приемов борьбы с сорной растительностью в посевах овощных культур является так называемая электропрополка [1, 3, 6]. Поскольку это относительно новый метод борьбы с сорняками, его воздействие на биоценоз, в частности почвенную микрофлору, практически не изучено. Между тем электрический ток, вызывая гибель сорных растений, не может определенным образом не сказаться на микрофлоре верхнего слоя почвы, ее состоянии и соотношении различных физиологических групп микроорганизмов.

Целью нашей работы было изучение влияния электропрополки и ее сочетания с гербицидами на состав и соотношение основных функциональных групп почвенных микроорганизмов под овощными культурами.

Методика

В 1989 г. объектом исследования служила микрофлора дерново-подзолистой почвы под капустой сорта Амагер 611 и свеклой сорта Бордо 237 на опытных полях совхоза «Тепличный» Мытищинского района Московской области. Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, $pH_{\text{сол}}$ 5,8, содержание гумуса — 2,5 %, общего азота — 0,18 %, подвижного фосфора — 15 мг, подвижного калия — 10 мг на 100 г.

Электрическую прополку (ЭРП) сорняков проводили один раз за сезон одновременно на всех овощных культурах. При этом металлическая решетка, на которую подводился переменный электрический ток частотой 50 Гц и напряжением 10 кВ, непосредственно касалась верхушек сорняков. Образцы почвы отбирали 3 раза: через сутки, на 3-и сутки и через 14 сут после обработки [4].

В 1990 г. изучали микрофлору почв под морковью сорта НИИОХ 336 и столовой свеклой Бордо 237 в совхозе «Подмосковный» Раменского района Московской области. Почва аллювиально-слоистая среднесуглинистая, $pH_{\text{сол}}$ 6,3—6,5, гидролитическая кислотность — 2,6—2,8 мг-экв, сумма поглощенных оснований — 38,4—40,1 мг-экв на 100 г, содержание гумуса — 1,9—2,0 %, общего азота — 0,18—0,21 %, подвижного фосфора — 22,3—24,1 мг, обменного калия — 7,6—7,9 мг на 100 г. Объемная и удельная масса почвы соответственно 1,14—1,20 и 2,4—2,5 г/см³. В опыте было 4 варианта: 1 — 2-кратная прополка вручную (контроль); 2 — одноразовая электропрополка в рядках по фону обработки гербицидами — прометрином в дозе 2,0 кг д. в. на 1 га для моркови (прометрин+ЭРП) и пирамином из расчета 4,5 кг д. в. на 1 га для свеклы (пирамин+ЭРП); 3 — однократная электропрополка в рядках без применения гербицидов (ЭРП); 4 — двойная электропрополка до и после появления всходов в рядках (2ЭРП). Электропрополку осуществляли в сроки, когда сорняки возвышались над культурными растениями на 7—10 и 13—15 см.

Образцы почвы брали стерильной лопатой с глубины 0—10 см [4]. Микробиологические анализы выполняли методом питательных пластин в сочетании с методом предельных разведений [4, 5]. В качестве тест-объектов были взяты группировки микроорганизмов, трансформирующие органические и неорганические формы азота, неорганические формы фосфора, группировки, трансформирующие гумус, а также группы микроскопических грибов, которые могут быть представлены фитопатогенными и фитотоксичными формами.

В соответствии с задачами исследования использовали следующие стандартные питательные среды: МПА, КАА, Эшби, глюкозо-аспарагиновую (ГА), Чапека — Докса [4].

Посев на питательные среды проводили двумя способами: поверхностно и глубинно, учет численности микроорганизмов — в 3-кратной повторности. Данные приведены на 1 г абсолютно сухой почвы.

Результаты

Наблюдения за численностью микроорганизмов в верхнем слое почвы под капустой показали, что через сутки после электропрополки здесь увеличилось количество микроорганизмов, учитываемых на МПА, и микроскопических грибов. В то же время на 50—60 % снизилась численность фосфатмобилизирующих микроорганизмов, которые непосредственно обеспечивают растения доступными формами фосфора, а также микроорганизмов, использующих неорганические формы азота, и анаэробных свободноживущих азотфиксаторов (табл. 1).

Через 3 дня после электропрополки наблюдалось относительное равенство численности микроорганизмов всех исследуемых групп

в почве опытных и контрольного участков. Через 14 дней в вариантах с электропрополкой несколько увеличилась численность микроорганизмов, учитываемых на КАА (как бактерий, так и актиномицетов), и снизилась численность бактерий на МПА и микроскопических грибов.

Как видно из полученных данных, применение электропрополки в посевах капусты не ингибировало жизнедеятельности микроорганизмов основных групп, а в некоторых группах наблюдалось увеличение их численности. Снижение количества микроскопических грибов носило, по-видимому, закономерный характер, поскольку оно сокращалось и в почве контрольного участка.

Следует отметить, что воздействие электрического тока высокого напряжения на микрофлору почвы под разными овощными культурами (капуста, свекла) было неодинаковым. Так, в почве под свеклой электропрополка по фону применения гербицида угнетающе действовала на почвенную микрофлору, что проявилось в снижении численности бактерий, учитываемых на МПА, КАА, среде Эшби, и микроскопических грибов (исключение составили только актиномицеты, численность которых резко возросла). В то же время в почве под капустой численность этих микроорганизмов в основном осталась без изменений или даже несколько увеличилась. Необходимо подчеркнуть, что среди исследуемых групп микроорганизмов наиболее подверженными влиянию электрического тока были свободноживущие азотфиксаторы, а наименее — актиномицеты.

Следовательно, электропрополка и сочетание ее с гербицидами влияют практически на все изучаемые группы микроорганизмов, причем указанное воздействие может проявляться или сразу после ее при-

Таблица 1

Численность микроорганизмов в 0—10 см слое дерново-подзолистой почвы под капустой и свеклой (1989 г.)

Вариант	МПА	КАА	Эшби	Фосфат-мобилизующие	Актиномицеты	Микроскопические грибы
	$10^5 \cdot \text{г}^{-1}$			$10^3 \cdot \text{г}^{-1}$		
<i>Капуста</i>						
через сутки						
Контроль	26	65	105	53	12	41
ЭРП	132	37	52	18	54	93
через 3 сут						
Контроль	107	182	197	20	367	36
ЭРП	112	172	198	23	245	28
через 14 сут						
Контроль	87	82	290	63	254	19
ЭРП	62	211	269	58	316	16
<i>Свекла</i>						
через сутки						
Контроль	18	48	84	38	286	56
Пирамин	20	34	57	8	84	65
Пирамин + ЭРП	15	78	124	58	60	38
через 3 сут						
Контроль	126	141	156	22	123	57
Пирамин	83	123	183	8	236	68
Пирамин + ЭРП	66	130	126	13	600	24
через 14 сут						
Контроль	42	117	248	37	496	22
Пирамин	70	84	135	52	369	14
Пирамин + ЭРП	50	73	173	45	756	20

менения, или через некоторое время. Возможно, это зависит от численности и соотношения различных групп микроорганизмов под разными культурами, применения гербицидов, параметров электрического тока и других факторов. В целом, однако, можно утверждать, что явное ингибирование почвенной микрофлоры отсутствует.

В 1990 г. в почве под свеклой численность бактерий на МПА, КАА и среде Эшби, фосфатмобилизующих бактерий была в 2,0—2,5 раза выше, чем под морковь, что и учитывалось при интерпретации полученных результатов.

На опытных участках, где сорняки возвышались над морковью на 7—10 см, был применен гербицид. В этом варианте через сутки после электропрополки отмечалось увеличение численности микроорганизмов: фосфатмобилизующих бактерий в 9 раз, бактерий на МПА — в 4,4 раза, свободноживущих азотфиксаторов — в 2,6 раза, бактерий и актиномицетов на КАА — в 1,5 раза (табл. 2). Однократная обработка электрическим током без гербицида привела к некоторому снижению численности всех учитываемых групп микроорганизмов, 2-кратная — или несколько увели-

чивала (бактерии на МПА и среде Эшби, фосфатмобилизующие бактерии и актиномицеты), или же не изменяла ее. Через 5 сут во всех вариантах опыта наблюдалось снижение численности микроорганизмов исследуемых групп, за исключением актиномицетов. На 14-е сутки в варианте с двойной электропрополкой существенно уменьшилось количество бактерий на МПА и микроскопических грибов. Численность актиномицетов в вариан-

тах с применением гербицида и двойной электропрополкой заметно превышала контроль.

На участках с морковью, где сорняки возвышались над растениями на 13—15 см, через сутки после электропрополки резко возросла численность фосфатмобилизующих бактерий, в остальных группах, кроме бактерий на МПА и КАА, она несколько снизилась при однократном применении электротока. Через 5 дней в варианте сочетания

Таблица 2

Численность микроорганизмов в слое 0—10 см аллювиальной почвы под морковью (1990 г.)

Вариант	МПА	КАА	Эшби	Фосфат-мобилизующие	Актиномицеты	Микроскопические грибы
	$10^5 \cdot \text{г}^{-1}$			$10^3 \cdot \text{г}^{-1}$		

Высота сорняков над морковью 7—10 см

через сутки

Контроль	93	80	48	31	420	41
Прометрин + ЭРП	413	122	126	283	620	43
ЭРП	65	47	37	86	180	14
2ЭРП	120	80	97	74	490	36

через 5 сут

Контроль	121	62	111	3	200	33
Прометрин + ЭРП	73	94	68	3	790	16
ЭРП	75	60	55	3	330	18
2ЭРП	44	52	69	2	460	22

через 14 сут

Контроль	102	130	116	4	380	22
Прометрин + ЭРП	107	192	160	9	500	15
ЭРП	96	87	114	2	190	9
2ЭРП	39	115	87	2	500	7

Высота сорняков над морковью 13—15 см

через сутки

Контроль	121	62	111	3	200	33
Прометрин + ЭРП	96	34	80	68	120	38
ЭРП	65	68	71	86	120	21

через 5 сут

Контроль	112	93	112	3	320	26
Прометрин + ЭРП	343	358	433	15	7570	22
ЭРП	89	75	90	2	660	16

через 14 сут

Контроль	116	91	92	5	330	20
Прометрин + ЭРП	61	61	61	10	380	14
ЭРП	122	113	104	4	120	13

электропрополки и прометрина численность бактерий и актиномицетов увеличилась в 3—8 раз, а микроскопических грибов — снизилась. На участках, где применяли только электропрополку, численность всех групп микроорганизмов, за исключением актиномицетов, немного снизилась. Через 14 дней после электропрополки по фону прометрина численность всех групп микроорганизмов, кроме фосфатмобилизующих бактерий и актиномицетов, снизилась в 1,5 раза, а в варианте с одной электропрополкой численность бактерий или незначительно увеличилась (МПА, КАА, Эшби), или осталась на уровне контроля (ГА), численность актиномицетов и микроскопических грибов снизилась соответственно в 2,8 и 1,6 раза.

На участках со свеклой, где сорняки возвышались над культурными растениями на 7—10 см, через сутки после электропрополки наблюдалось заметное увеличение численности бактерий на МПА, а после двойной электропрополки — актиномицетов (табл. 3). Применение пирамина практически не повлияло на значения изучаемых показателей. Спустя 5 сут после двойной электропрополки отмечено увеличение численности бактерий на МПА, а в вариантах с одной электропрополкой и ее сочетанием с пирамином — актиномицетов. В этот срок во всех вариантах численность большинства групп микроорганизмов была ниже, чем в контроле. Через 14 сут численность всех групп микроорганизмов, за исключением актиномицетов, после одно- и двукратной электропрополки или восстанавливалась до уровня контроля или превышала его в 2—5 раз. В это же время после электропрополки по фону пирамина увеличилась лишь численность актиномицетов, остальные группы оставались на уровне контроля.

Несколько иная картина наблюда-

лась на делянках, где сорняки возвышались над растениями на 13—15 см. Через сутки после однократной обработки электрическим током в 15 раз увеличилась численность фосфатмобилизующих бактерий, но снизилась численность микроорганизмов других групп в 1,5—2,0 раза. Вариант электропрополки по фону пирамина незначительно отличался от контроля по изучаемым показателям. Через 5 сут не отмечалось стимуляции роста микроорганизмов, но в отличие от первого срока ингибирование в большей степени проявилось в варианте с применением пирамина по сравнению с одной электропрополкой. Спустя 14 сут численность всех групп микроорганизмов в опытных вариантах или восстанавливалась до уровня контроля (бактерии, учитываемые на КАА и Эшби после электропрополки), или превышала его (бактерии, учитываемые на МПА и КАА в варианте сочетания электропрополки и пирамина).

Что касается воздействия электропрополки на засоренность посевов и урожайность культур, то в посевах моркови лучшие результаты получены при последовательных обработках электрическим током и гербицидом: засоренность посевов снизилась до 51,2—92 %, а урожайность была максимальной — 48,2—49,9 т/га (при 42,8 т/га в контроле). В посевах свеклы лучшим оказался тот же вариант опыта: гибель сорных растений достигла 93,6 %, что практически исключило ручную прополку, урожайность свеклы увеличилась на 9,1—9,6 т/га по сравнению с контролем.

Применение электропрополки и гербицидов не повлияло отрицательно на биохимический состав корнеплодов моркови и свеклы.

Таким образом, проведенные исследования показали, что электропрополка в посевах овощных куль-

Таблица 3

Численность микроорганизмов в слое 0—10 см аллювиальной почвы под свеклой (1990 г.)

Вариант	МПА	КАА	Эшби	Фосфат-мобилизующие	Актиномицеты	Микроскопические грибы
	$10^5 \cdot \text{г}^{-1}$			$10^3 \cdot \text{г}^{-1}$		
<i>Высота сорняков над свеклой 7—10 см</i>						
через сутки						
Контроль	96	150	218	63	380	25
Пирамин + ЭРП	77	111	153	32	380	27
ЭРП	194	150	151	0	320	20
ЗЭРП	150	151	176	0	760	44
через 5 сут						
Контроль	197	146	310	5	520	42
Пирамин + ЭРП	91	127	151	10	980	17
ЭРП	58	180	158	4	910	10
ЗЭРП	265	118	226	13	0	19
через 14 сут						
Контроль	165	238	189	1	200	16
Пирамин + ЭРП	165	140	202	1	460	25
ЭРП	352	611	808	22	0	11
ЗЭРП	364	1129	545	39	0	34
<i>Высота сорняков над свеклой 13—15 см</i>						
через сутки						
Контроль	197	146	310	5	520	42
Пирамин + ЭРП	198	218	154	25	570	74
ЭРП	87	98	93	76	380	18
Через 5 сут						
Контроль	180	170	246	2	430	30
Пирамин + ЭРП	49	81	77	1	520	40
ЭРП	127	158	161	14	200	13
через 14 сут						
Контроль	153	178	239	1	370	28
Пирамин + ЭРП	257	393	294	8	—	19
ЭРП	202	183	206	3	260	21

тур в условиях Московской области оказывает определенное влияние на численный состав почвенных микроорганизмов. При ее использовании совместно с гербицидами в ряде случаев отмечалась негативная реакция микробного ценоза почвы. Установлено также, что в посевах свеклы действие электрического тока по фону гербицида на микрофлору носило в основном ингибирующий характер, чего не наблюдалось в почве под капустой. Это

можно объяснить различиями в составе почвенных микробных популяций под данными культурами. В целом после электропрополки в наибольшей мере снизилась численность аэробных свободноживущих азотфиксаторов, в то время как актиномицеты были менее других изучаемых групп микроорганизмов подвержены влиянию электрического тока.

В связи с тем, что в подавляющем большинстве проведенных наб-

людений не установлено выраженного ингибирующего воздействия электрического тока на почвенную микрофлору, считаем, что электропрополка как прием борьбы с сорной растительностью на полях с овощными культурами не имеет противопоказаний с точки зрения воздействия его на микрофлору почвы.

Выводы

1. Установлено, что на полях с овощными культурами электроразрядная прополка, а также ее сочетание с гербицидами оказывают определенное влияние на основные функциональные группы почвенных микроорганизмов, причем наиболее заметно это воздействие проявляется в первые сутки после обработки током.

2. Электроразрядная прополка способствует увеличению численности микроорганизмов ряда функциональных групп в почве под овощными культурами (морковь, свекла, капуста), но эффект от воздействия тока проявляется через различные промежутки времени и обусловлен главным образом ризосферным эффектом сельскохозяйственной культуры.

3. Электроразрядная прополка является доминирующим фактором среди других факторов внешней среды, воздействующих на численность почвенных микроорганизмов.

4. Совместное применение электроразрядной прополки и гербицидов в одних случаях приводило к угнетению, а в других — к стимуляции

жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Указанные различия определяются видом используемого гербицида и сельскохозяйственной культуры.

5. Результаты проведенных исследований позволяют считать электроразрядную прополку экологически чистым приемом борьбы с сорняками овощных культур, поскольку она не оказывает негативного влияния на плодородие почвы и не загрязняет окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологическое действие электромагнитных полей.— Тез. докл. Пушино, 1982.— 2. Плеханов Г. Ф., Орлов В. М., Каргашев А. Г. Изучение влияния электрического поля высоковольтных установок на некоторые компоненты биогеоценоза (почва, растения, животные).— Экология, 1988, № 2, с. 78—80.— 3. Сыромятников И. Ф., Ширков Г. А. Влияние энергии электромагнитного поля СВЧ на полезную микрофлору почвы.— В кн.: Использование электрической энергии в сельском хозяйстве и электроснабжение с.х. районов.— М.: Агропромиздат, 1984 (1989), с. 79—81.— 4. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии.— М.: Колос, 1983.— 5. Теплер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии.— М.: Агропромиздат, 1987.— 6. Тосков Н., Танев З., Гемиджаев Г., Цирков И. Влияние на дуплетно излучения пульсирующей электрически ток върху доматиови растения и почвенна микрофлора.— Градин. лозарска Наука, БНР, 1972.

Статья поступила 13 марта 1992 г.

SUMMARY

The effect of electric weeding and its combination with herbicides on composition and relation of the main functional groups of soil microorganisms under vegetable crops (carrot, beet, cabbage) was studied. It has been found that electric weeding stimulates the increase in population of some functional groups of microorganisms in the soil under vegetable crops, but the effect is seen after different time intervals and is caused mainly by rhizospheric effect of a farm crop. Combined application of electric weeding and herbicides in some cases resulted in suppressing the activity of soil microorganisms, and in other cases — in stimulation it, the difference depending on the kind of herbicide used and on the crop.