

УДК 631.46+632.954:582.949.27

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ ПОД ШАЛФЕЕМ МУСКАТНЫМ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДИУРОНОМ

С. Б. КОЛТЫПИНА, В. Г. МАРЬЕНКО, Н. Б. ГУЛЬКО

(Кафедра микробиологии)

В связи с возрастающим использованием гербицидов в сельском хозяйстве большое значение приобретает вопрос о их детоксикации. Один из основных факторов детоксикации — деятельность почвенных микроорганизмов, которая, в свою очередь, является показателем плодородия.

Из почвенных гербицидов наиболее широкое применение нашли производные мочевины, к которым относится диурон, используемый для борьбы с сорняками на плантациях шалфея мускатного.

Данных о влиянии гербицидов производных мочевины на микрофлору почвы довольно много, но они противоречивы из-за отсутствия единых унифицированных методов токсикологической оценки пестицидов, а также из-за того, что получены в различных почвенно-климатических условиях.

В ряде исследований [2, 5, 13, 14, 16] не отмечено отрицательного действия диурона на микрофлору почвы. Однако в других [1, 3, 10, 12, 15] оно наблюдалось. Установлено [17], что диурон снижал интенсивность выделения  $\text{CO}_2$ , причем наиболее значительно через 28 дней после обработки. Большинство исследователей констатируют незначительное угнетение некоторых физиологических групп микроорганизмов сразу после внесения гербицидов, но считают, что применение их вызывает смену доминантных форм микроорганизмов в биоценозе.

Нами была поставлена цель выявить характер действия диурона на микрофлору, биологическую активность почвы и на продуктивность шалфея мускатного в условиях Крыма.

### Объекты и методы исследований

Опыты проводили в Центральном опытном экспериментальном хозяйстве ВНИИЭМК в 1975—1977 гг. в посевах шалфея мускатного сорта С-785 на южном карбонатном черноземе тяжелосуглинистого механического состава. Содержание в почве гумуса по Тюрину 3,48%,  $\text{CaCO}_3$  — 6,62%; рН — 7,0.

Пробы на микробиологические, агрохимические и биохимические анализы отбирали стерильно. Средний образец брали из 6 индивидуальных проб, в полевом опыте — по слоям 0—10, 10—20 и 20—30 см.

Микрофлору в вегетационных и полевых опытах учитывали в динамике методом предельных разведений с последующим высевом на питательные среды. В соответствии с задачами исследований вели учет следующих физиологических групп микроорганизмов: сапрофитные бактерии — на мясо-пептонном агаре (МПА), на крахмало-аммиачном (КАА), бациллярные формы — на МПА+усло-агаре (СА) — 1:1; плесневые грибы — на СА, аэробные целлюлозоразрушающие бактерии — на агаризованной среде

Гетчинсона с кружочками фильтровальной бумаги, нитрифицирующие бактерии — на выщелоченном агаре с  $(\text{NH}_4)\text{MgPO}_4$ , актиномицеты — на КАА.

В каждом разведении для учета микроорганизмов использовали параллельно 4 чашки. Количество выросших микроорганизмов пересчитывали на 1 г абсолютно сухой почвы.

Интенсивность «дыхания» почвы определяли по Штатнову (время экспозиции 16—18 ч, повторность 4-кратная); биологическую активность почвы — по Мишустину и Петровой (полотна льняной ткани, закрепленные на полиэтиленовой пленке, помещали в слои почвы 0—10, 10—20 и 20—30 см).

Интенсивность разложения клетчатки учитывали по методу Вострова и Петровой, для чего в полевых опытах полотна льняной ткани одинаковой массы, закрепленные на полиэтиленовой пленке, помещали в слои почвы 0—10, 10—20 и 20—30 см. О степени разложения целлюлозы почвенной микрофлорой судили по уменьшению массы ткаши, повторность 4-кратная.

Одновременно определяли динамику нитратного азота (дисульфобензольным методом),  $P_2O_5$  — по Мачигину с последующим определением  $K_2O$  на пламенном фотометре; нитрификационную способность почвы — по Ваксману. Осенью, один раз за вегетацию, устанавливали содержание гумуса по Тюрину. Остатки гербицидов в почве учитывали в динамике методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Цвет-2».

В вегетационных опытах сосуды емкостью 10 кг набивали воздушно-сухой почвой (по 8 кг на сосуд), просеянной через 3 мм сито, вносили удобрения из расчета  $N_{60}P_{60}K_{60}$  (на 2-й год вегетации две подкормки по  $N_{30}$ ). В сосуды подсеивали типичные для культуры шалфея мускатного семена сорня-

ков, увлажняли и высаживали по 20 проростков шалфея. Затем опрыскивали почву гербицидами из расчета 0,5; 1,0 и 2,0  $Zr$  д. в. на 1 га. В сосудах поддерживалась влажность почвы 60% полной влагоемкости. Образцы почвы отбирали стерильно сразу после внесения и через 7, 60, 120, 270, 300, 330 дней.

В полевом опыте шалфей высевали под зиму, гербицид вносили весной до появления всходов в дозах 2,0 и 2,9 кг д. в. на 1 га с помощью ручного опрыскивателя «Автомакс».

Изучали прямое действие диурона на шалфей 1-го года и последствие его на 2-й год вегетации.

## Обсуждение результатов

В вегетационных опытах засоренность шалфея снижалась в зависимости от дозы гербицида на 89—98%. Из сорняков угнетались куриное просо, синяк, сурепка, лебеда и особенно щирца запрокинутая. Внесение диурона не оказало значительного влияния на развитие микрофлоры почвы (рис. 1). Однако сразу после внесения гербицида произошло некоторое уменьшение количества сапрофитных бактерий, а также общего количества грибов и актиномицетов. Отмеченное увеличение числа целлюлозоразрушающих бактерий, очевидно, связано с отмиранием сорной растительности. Через месяц после внесения диурона угнетающего действия его на микроорганизмы не наблюдалось. В этот период резко усилился рост нитрифицирующих бактерий, причем их количество зависело от дозы гербицида. Последствие диурона на микрофлору почвы также было незначительным.

При внесении диурона несколько уменьшалось содержание нитратов в почве, однако через 2 мес оно резко увеличивалось, особенно в варианте с 2 кг диурона на 1 га (табл. 1), что, вероятно, связано с активизацией нитрифицирующих бактерий.

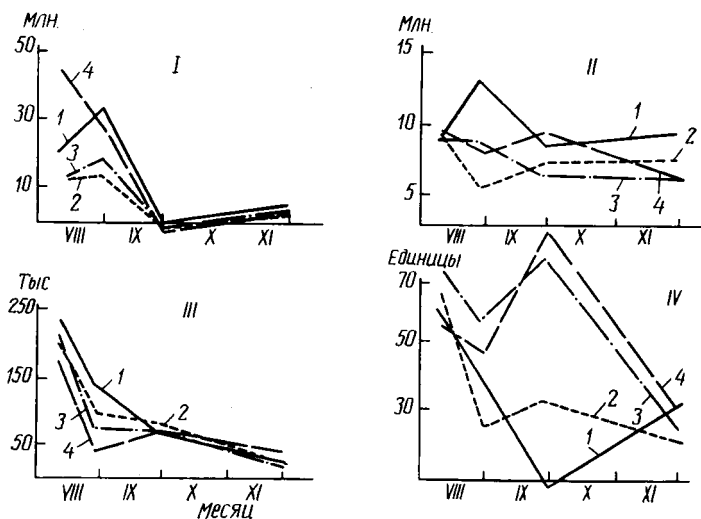


Рис. 1. Влияние диурона на микрофлору почвы.

I и II — бактерии, использующие соответственно органические и минеральные формы азота; III — плесневые грибы; IV — нитрифицирующие бактерии; 1 — контроль; 2 — диурон 2 кг/га; 3 — диурон 1,0 кг/га; 4 — диурон 0,5 кг/га.

Таблица 1

Динамика подвижных форм NPK под шалфеем мускатным при различных дозах диурина. Вегетационный опыт (мг /100 г абсолютно сухой почвы)

Доза диурина, кг д. в. на 1 га	NO <sub>3</sub>				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				K <sub>2</sub> O		
	количество дней после внесения										
	0	7	60	120	0	7	60	120	0	7	60
Без гербицида	80,0	120,0	2,1	0,9	8,0	7,2	9,0	4,7	59,6	48,4	46,9
0,5	52,0	110,0	7,7	8,1	7,2	5,6	9,1	4,6	53,1	50,8	37,8
1,0	56,0	100,0	32,3	23,6	7,2	3,0	9,3	7,5	53,4	45,9	39,5
2,0	80,0	96,0	116,3	21,7	7,2	6,4	8,2	8,7	50,9	45,1	39,5

Таблица 2

Нитрификационная способность почвы под шалфеем мускатным при различных дозах диурина (мг NO<sub>3</sub> на 100 г абсолютно сухой почвы). Вегетационный опыт

Доза диурина, кг д. в. на 1 га	Количество дней после внесения					
	0		7		60	
	до компостирования	после	до компостирования	после	до компостирования	после
Без гербицида	80,0	216,0	120,0	177,6	2,1	11,5
0,5	52,0	160,0	110,0	181,2	7,7	10,5
1,0	56,0	160,0	100,0	142,9	32,3	34,0
2,0	80,0	224,0	96,0	175,6	116,3	128,0

На нитрификационную способность почвы гербицид оказал такое же действие, как и на динамику нитратов (табл. 2).

В условиях вегетационного опыта диурон не оказал значительного влияния на биологическую активность почвы (табл. 3).

Увеличение биологической активности почвы в вариантах с внесением диурина в начальный период можно объяснить активацией микрофлоры вследствие поступления дополнительного органического вещества, образующегося в результате разложения сорняков.

Диурон не действовал отрицательно на продуктивность шалфея мускатного. Лишь при дозе 2 кг/га в условиях вегетационного опыта наблюдалась изреженность растений. Выход масла в опытных и контрольных вариантах практически был одинаковым.

Таким образом, в вегетационном опыте действие диурина на микрофлору почвы, продуктивность шалфея мускатного и выход эфирного масла было незначительным.

Таблица 4

Продуктивность шалфея мускатного при различных дозах диурина. Вегетационный опыт

Интенсивность дыхания почвы при различных дозах диурина (мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>·ч). Вегетационный опыт

Доза диурина, кг д. в. на 1 га	Количество дней после внесения			
	0	7	60	120
Без гербицида	14,2	24,4	30,7	31,6
0,5	26,9	31,7	27,0	27,2
1,0	19,4	27,8	33,3	24,3
2,0	24,3	31,2	20,5	34,6

Доза диурина, кг д. в. на 1 га	Урожай соцветий, г/сосуд		Выход масла, % на абсолютно сухой массу
	1976 г.	1977 г.	
Без гербицида	52,0	55,5	0,863
0,5	59,5	62,6	0,924
1,0	50,5	—	0,808
2,0	42,4	46,4	0,808

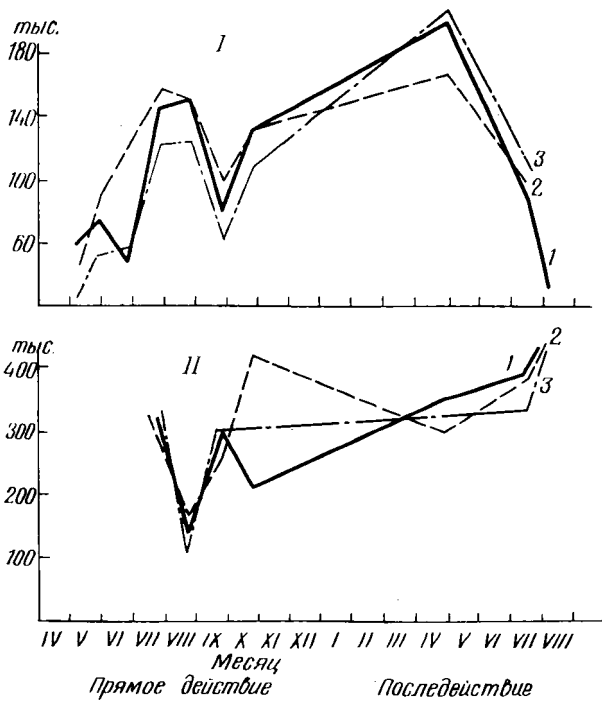


Рис. 2. Влияние диурона на развитие плесневых грибов (I) и целлюлозоразрушающих бактерий (II).  
1 — контроль; 2 и 3 — диурон соответственно в дозах 2 и 2,9 кг/га.

В условиях полевого опыта этот гербицид несколько влиял на развитие некоторых физиологических групп микроорганизмов в первый период после внесения (рис. 2, 3, 4). Наблюдалась тенденция к уменьшению количества нитрифицирующих бактерий и актиномицетов. Грибов становилось меньше из-за сокращения количества представителей родов *Penicillium* и *Aspergillus*, увеличивалась численность аммонификаторов. Через 1—2 мес после обработки диуроном численность микрофлоры восстанавливалась до уровня контроля или несколько превышала его.

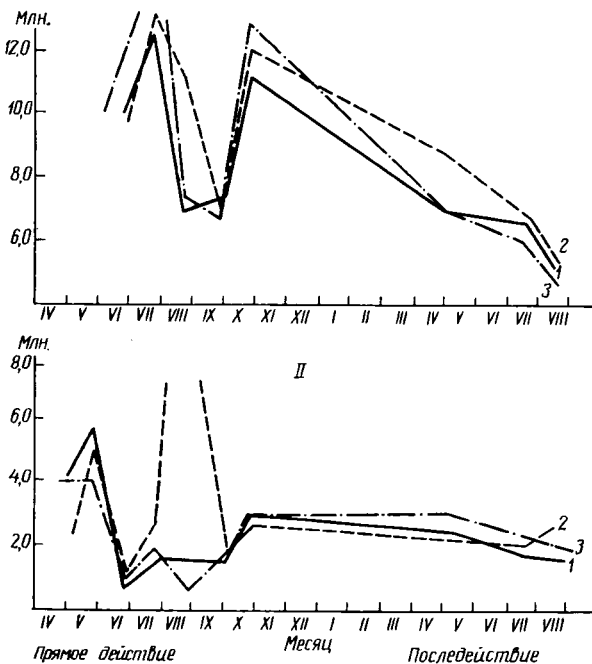


Рис. 3. Влияние диурона на развитие бактерий, растущих на КАА (вверху), и актиномицетов (II).  
Остальные обозначения те же, что на рис. 2.

Существенного отрицательного влияния диурона на развитие целлюлозоразрушающих бактерий и интенсивность разложения клетчатки не отмечалось во все сроки определения, за исключением весны 1976 г., что, возможно, было связано с метеорологическими условиями (табл. 5).

Действие диурона на интенсивность дыхания почвы было незначительным (табл. 6).

Внесение гербицида приводило к временному снижению биологической активности почвы вследствие угнетения некоторых групп микроорганизмов (табл. 7), однако в последующем она восстанавливалась до уровня контроля или несколько превышала его. Отрицательного последействия на этот показатель не наблюдалось.

Таким образом, испытанные дозы не вызвали длительных изменений в составе биоценоза почвы, что согласуется с данными многих исследователей.

Диурон не оказывал отрицательного влияния на динамику подвижных форм фосфора и калия. Сразу после внесения он снижал нитрификационную способность почвы, особенно при добавлении в качестве дополнительного источника азота  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Однако через месяц депрессирующее действие гербицида на процесс нитрификации снижалось (табл. 8).

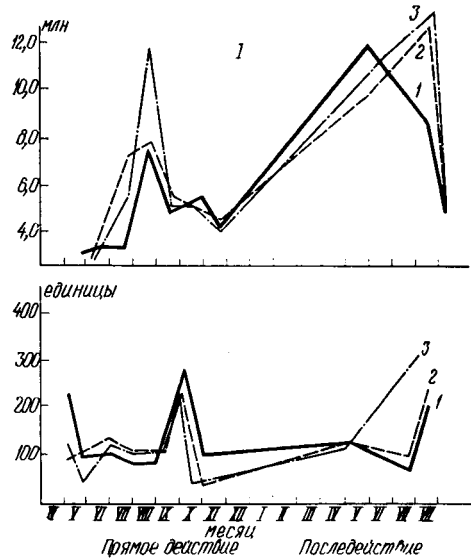


Рис. 4. Влияние диурона на развитие аммонифицирующих (I) и нитрифицирующих (внизу) бактерий.

Остальные обозначения те же, что на рис. 2.

Таблица 5

Целлюлозная активность почвы под шалфеем мускатным при различных дозах диурона в слое 0—30 см (% разложения ткани). Полевой опыт

Доза диурона, кг д. в. на 1 га	Прямое действие				Последствие		
	месяц определений						
	V	VI	VII	VIII	III	VI	VII
Без гербицида	25,6	18,9	6,5	13,9	5,8	17,8	1,5
2,0	10,1	15,8	10,0	12,6	5,8	19,0	4,5
2,9	13,5	24,6	12,6	19,6	4,7	13,0	4,1

Таблица 6

Интенсивность выделения  $\text{CO}_2$  почвой под шалфеем мускатным при различных дозах диурона (мг на  $1 \text{ м}^2$  за час)

Доза диурона, кг на д. в. на 1 га	Месяц определений			
	V	VI	VIII	IX
Без гербицида	61,4	42,3	57,3	66,1
2,0	60,6	55,2	48,5	62,4
2,9	60,9	57,8	43,0	62,0

Таблица 7

Биологическая активность почвы в слое 0—30 см под шалфеем мускатным при различных дозах диурана. Полевой опыт (мкг глютаминовой кислоты)

Доза диурана, кг д. в. на 1 га	Прямое действие				Последствие	
	месяц определений					
	IV	V	VII	IX	IV	VII
Без гербицида	131,0	227,0	156,6	53,5	140,4	95,6
2,0	126,6	201,7	177,0	81,3	156,1	114,7
2,9	114,4	167,3	208,1	96,6	146,2	96,0

Таблица 8

Нитрификационная способность почвы под шалфеем мускатным при различных дозах диурана (мг NO<sub>3</sub> на 100 г абсолютно сухой почвы). Полевой опыт

Доза диурана, кг д. в. на 1 га	Месяц определений					
	IV			V		
	до компостирования	после		до компостирования	после	
		H <sub>2</sub> O	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		H <sub>2</sub> O	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Без гербицида	2,34	7,50	25,2	2,47	14,2	30,3
2,0	1,9	7,0	16,8	2,71	7,4	38,2
2,9	1,91	6,2	9,7	2,71	12,1	43,9

Таблица 9

Содержание гумуса в слое почвы 0—30 см под шалфеем мускатным при внесении диурана (%). Полевой опыт

Доза диурана, кг д. в. на 1 га	1976 г.	1977 г.
Без гербицидов	3,31	2,64
2,0	3,41	2,71
2,9	3,46	3,05

По мнению ряда авторов [9], причиной падения биологической активности почвы под действием гербицидов является резкое снижение темпа развития сорняков и в связи с этим ограничение поступления в почву органического вещества, которое может привести к минерализации гумуса.

Определения, проведенные нами в конце вегетационного периода, показали, что в результате внесения диурана не снижалось содержание гумуса в почве (табл. 9).

В южном карбонатном черноземе Крыма диурон сохранялся в течение 13—14 мес (рис. 5). На 2-й год вегетации гербицид не оказывал

Таблица 10

Продуктивность шалфея мускатного при различных дозах диурана. Полевой опыт

Доза диурана, кг д. в. на 1 га	Урожай цвететий 1-го года		Урожай цвететий 2-го года		Содержание масла, % на абсолютно сухую массу цвететий
	ц/га	% к контролю	ц/га	% к контролю	
Без гербицида	8,8	100	140,3	100	0,176
2,0	12,1	172,7	134,3	95,7	0,279
2,9	9,1	103,4	141,1	100,6	0,219
	<i>m</i> =3,55		НСР <sub>05</sub> =18,5		

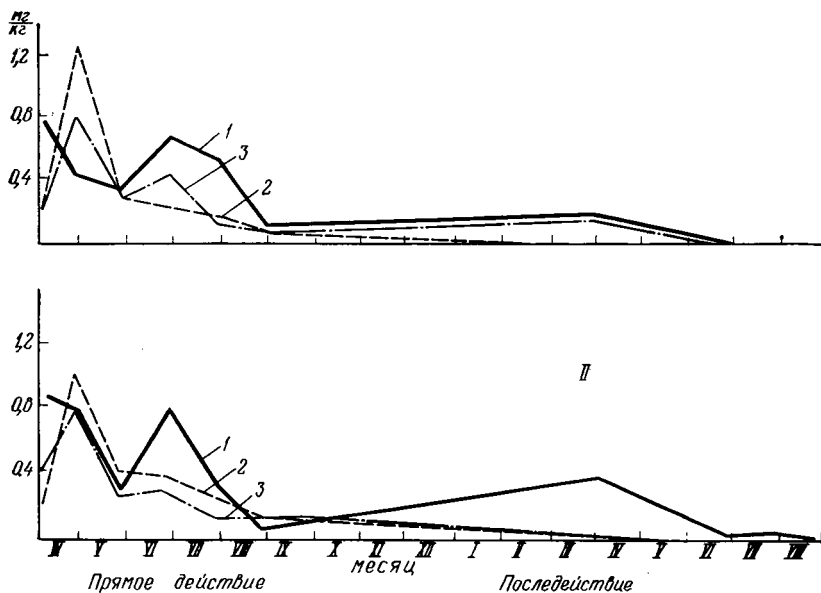


Рис. 5. Динамика содержания остаточных количеств гербицидов в почве при внесении диурана в количестве 2 кг/га (вверху) и 2,9 кг/га (II).

1 — слой почвы 0—10 см; 2 — 10—20 см; 3 — 20—30 см.

отрицательного влияния на растения. Продуктивность шалфея и выход масла (табл. 10) были на уровне контроля. Засоренность посевов снижалась на 60—70%.

### Выводы

1. В вегетационном и полевом опытах внесение диурана в дозах 0,5—2,9 кг/га не оказывало заметного угнетающего действия на шалфей мускатный в условиях Крыма. Наряду с этим засоренность в полевом опыте уменьшилась на 60—70%, в вегетационном — на 89—98%.

2. Диурон вызывал временное снижение биологической активности почвы, которое проявлялось лишь в начальный период после обработки. Угнетение микробиологической активности почвы вследствие изменений в составе биоценоза также было временным.

3. В южном карбонатном черноземе Крыма диурон сохраняется в течение 13—14 мес. Однако на 2-й год вегетации остатки гербицидов столь малы, что не оказывают влияния на продуктивность шалфея мускатного и выход эфирного масла.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян Э. А., Агароян А. Г. Влияние монурона, диурана и симазина на микрофлору почвы под виноградником. «Химия в сельск. хоз-ве», 1968, № 11, с. 50—51.
2. Воеводин А. В. Гербициды и микрофлора почвы. «Защита растений», 1977, № 3, с. 28—29.
3. Волынчук И. М. Влияние гербицидов на биологическую активность почвы. «Вестник с.-х. науки Казахстана», 1974, № 4, с. 84—86.
4. Гептнер В. А. Влияние диурана на микрофлору почвы и ила. «Химия в сельск. хоз-ве», 1977, № 3, с. 71—75.
5. Жогуадзе В. Д. Действие гербана на почвенную микрофлору. «Химия в сельск. хоз-ве», 1966, № 9, с. 41—45.
6. Захаренко В. А. Эффективное применение гербицидов на посевах хлопчатника. «Сельск. хоз-во за рубежом», 1976, № 8, с. 9—12.
7. Крыханов Л. И., Пашковская З. В. Влияние различных гербицидов на микрофлору и азотный режим почвы. Тр. Урал. НИИ сельск. хоз-ва, 1967, т. 7, с. 66—67.
8. Крафтс А. С. Химия и природа действия гербицидов. М., ИЛ, 1963.
9. Круглов Ю. В. Микрофлора почвы и гербициды. В кн.: Агронимическая микробиология. Л., «Колос», с. 204—227.
10. Манько Ю. П. Применение гербицидов линурона и монурона

на посевах кукурузы в условиях северной части лесостепи Украины. Автореф. канд. дис. Киев, 1968. — 11. Майер-Боден Г. Гербициды и их остатки. М., «Мир», 1972. — 12. Молчан А. П., Паденов К. П., Андреев А. С. Влияние гербицидов на микрофлору почвы. «Химия в сельск. хоз-ве», 1976, № 4, с. 47—48. — 13. Спиридонов Ю. Я., Схиладзе В. Ш., Спиридонова Г. С. Действие диурона и монурона в лугово-болотной почве влажных субтропиков. «Субтропические культуры», 1972, № 1, с. 150—155. — 14. Схиладзе В. Ш. Особенности пове-

дения диурона и монурона в почве при однократном и систематическом применении. Автореф. канд. дис., М., 1972. — 15. Урусбаев К. Влияние гербицидов на микрофлору почвы. Вестник с.-х. науки Казахстана. 1975, № 8, с. 45—48. — 16. Шкляр М. З., Воеводин А. В., Бешанов А. В. Действие гербицидов на почвенную микрофлору. «Агробиология», 1961, № 2, с. 222—225. — 17. Chandra P. e. a. "Weeds", 1960, vol. 8, N 4, p. 589—598. — 18. Martin I. P. "Residue Reviews", 1963, N 4, p. 96—129.

*Статья поступила 13 марта 1978 г.*

#### SUMMARY

The effect of diuron on the microflora, biochemical properties and feeding regime of the soil under clary sage was studied in greenhouse and field trials in the Crimea on southern calcareous black soil. Reducing weediness by 70%, a single treatment with diuron did not greatly destroy soil biocenosis as the depression did not last long. Diuron produced beneficial effect on the amount of nitrate nitrogen, did not contribute to humus decomposition in the soil, and its afteraction had no harmful effect on plant productivity and oil yield.