

УДК 631.461:631.445.9:632.954

**ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА МИКРОФЛОРУ СЕРОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ  
В ХЛОПКОВОМ СЕВООБОРОТЕ  
ПРИ ИХ СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ**

**Е. Н. МАКСИМОВА, Л. Г. МАЙОРОВА, В. Т. ЕМЦЕВ**  
(Кафедра микробиологии)

С каждым годом возрастает применение в сельском хозяйстве химических средств защиты растений. В связи с этим увеличивается общее загрязнение биосферы пестицидами, что обуславливает необходимость всестороннего изучения их поведения в окружающей среде, поскольку они являются физиологически активными веществами.

Важное значение при этом имеет исследование взаимодействия пестицидов с почвенной микрофлорой, от жизнедеятельности которой в основном зависят детоксикация загрязнений и плодородие почвы. Имеющиеся сведения по данному вопросу в литературе противоречивы. Одни авторы сообщают, что пестициды подавляют рост и развитие отдельных физиологических групп микроорганизмов и нарушенное равновесие восстанавливается через 5—30 сут [2, 3], однако другие указывают на длительное депрессирующее воздействие химических препаратов на микробиологическую активность почв. Систематическое применение ксенобиотиков может привести к перегруппировке и сокращению видов в структуре сообщества, что вызывает снижение устойчивости агроценоза к неблагоприятным факторам среды [1, 5]. Противоречивость литературных данных связана с различными химико-физическими свойствами препаратов, их дозами, особенностями почвенно-климатических условий и т. д.

Нами изучались стабильность и динамика микробоценоза сероземной почвы в хлопковом севообороте под воздействием пестицидов которана, Би-58 и бутифоса. Подобные исследования на сероземных почвах в хлопковых севооборотах проводились впервые, поэтому предстояло изучить комплексное воздействие пестицидов в течение всего вегетационного периода на почвенные микроорганизмы. Следует также отметить, что хлопчатник в Узбекистане является культурой, наиболее интенсивно обрабатываемой химическими средствами. Это и определило выбор объекта исследования.

Зная основные закономерности поведения почвенной микрофлоры при обработке препаратами, можно выделить из комплекса применяемых пестицидов наиболее токсичные для микробоценоза и сделать заключение о рациональном их использовании в хлопковых севооборотах.

### Объекты и методы

Почвенные образцы отбирали в 1982—1984 гг. в колхозе «Интернационал» Янгй-Юльского района Ташкентской области. В качестве условного (контроль) использовалось поле, где проводилась одна обработка пестицидами). Микробиологическим анализом были подвергнуты почвенные образцы, взятые из пахотного слоя 0—15 см. Определялись действие препаратов на микроорганизмы, использующие органический азот (среда МПА), принимающие участие в минерализации гумусовых веществ (автохтонная группа — среда НА), и анаэробные азотфиксаторы (среда Виноградского — *Cl. pasteurianum*, среда кукурузный затор — *Cl. acetobutylicum*) [4].

Микроорганизмы культивировали на питательных средах при температуре 28—30°. Результаты учитывали на 4—10-е сутки, повторность — 5-кратная. Обработку материала проводили с использованием метода математической статистики.

Для решения вопроса о влиянии повышенных концентраций препаратов на выживаемость отдельных групп микроорганизмов были поставлены лабораторные опыты. В питательные среды добавляли 100, 200, 500 и 1000-кратные производственные дозы пестицидов и глубинным способом высевали почвенную суспензию. Культивирование микроорганизмов проводили так же, как и в полевом опыте. Повторность 3-кратная.

Опыты проводили методом песчаной культуры [2] в Лаборатории физиологии растений Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева в 1982 г. Объектом исследований служили четыре сорта яровой пшеницы — Родина (СССР), Саратовская 29 (СССР), К-379 Ред 1499 (К-378 Red 1499, Индия) и Ролетта, США). Первые три сорта относятся к мягкой, а четвертый — к твердой пшенице.

### Результаты и их обсуждение

Как показали результаты микробиологического анализа (табл. 1), воздействие которана на микрофлору сероземной почвы несколько различалось по годам, что связано с условиями увлажнения. Так, в 1982 г. (засушливая весна) в течение 2—10 сут после внесения которана рост и развитие микроорганизмов автохтонной группы и *Cl. acetobutylicum* несколько угнетались, к 20-м суткам численность клеток микроорганизмов автохтонной группы в контроле и опыте выравнялась, а клеток *Cl. acetobutylicum* в опытном поле увеличилась.

В последующие годы гербицид не оказывал токсического воздействия на микробоценоз сероземов. Наблюдалась лишь некоторая де-

**Микробиологическая активность сероземной почвы  
при воздействии гербицида которана**

| Срок взятия образца после обработки, сут | Использующие органический азот          | Автохтонная группа | Анаэробные азотфиксаторы, тыс. клеток в 1 г абсолютно сухой почвы |                           |
|--|---|--------------------|---|---------------------------|
|  | млн. клеток в 1 г абсолютно сухой почвы |                    | <i>Cl. pasteurianum</i>   | <i>Cl. acetobutylicum</i> |
| 1982 г.                                  |   |                    |   |                           |
| 2-е                                      | $6,7 \pm 0,8$                           | $9,1 \pm 1,4$      |   | $14,2$                    |
|  | $5,9 \pm 1,3$                           | $3,3 \pm 0,4$      |   | $7,1$                     |
| 10-е                                     | $7,3 \pm 0,9$                           | $8,2 \pm 2,7$      | Не опр.   | $72,6$                    |
|  | $7,3 \pm 0,8$                           | $11,3 \pm 1,1$     |   | $15,3$                    |
| 20-е                                     | $4,9 \pm 0,2$                           | $11,3 \pm 2,3$     |   | $28,5$                    |
|  | $5,5 \pm 0,3$                           | $10,3 \pm 1,0$     |   | $724,0$                   |
| 1983 г.                                  |   |                    |   |                           |
| 5-е                                      | $10,1 \pm 0,4$                          | $54,5 \pm 0,7$     | $2688,2$  | $645,2$                   |
|  | $13,1 \pm 1,5$                          | $65,1 \pm 1,7$     | $2717,4$  | $2717,4$                  |
| 15-е                                     | $12,0 \pm 0,5$                          | $48,9 \pm 2,1$     | $659,3$   | $277,7$                   |
|  | $16,1 \pm 0,7$                          | $67,6 \pm 1,3$     | $274,3$   | $1428,6$                  |
| 1984 г.                                  |   |                    |   |                           |
| 5-е                                      | $6,3 \pm 0,4$                           | $87,4 \pm 1,7$     | $659,3$   | $145,2$                   |
|  | $7,5 \pm 0,3$                           | $114,4 \pm 8,1$    | $274,3$   | $645,2$                   |
| 15-е                                     | $6,8 \pm 1,0$                           | $38,6 \pm 3,2$     | $643,2$   | $274,3$                   |
|  | $7,7 \pm 2,8$                           | $45,7 \pm 6,3$     | $659,3$   | $1428,8$                  |

Примечание. Здесь и в табл. 2 числитель — контрольный вариант, знаменатель — опытный.

прессия роста и развития *Cl. pasteurianum*. Активность анаэроба *Cl. acetobutylicum* под действием которана резко возросла.

Данные о влиянии остатков которана на микрофлору согласуются с результатами, полученными на серо-коричневых почвах Таджикистана [6].

Из табл. 2 следует, что аэробная микрофлора сероземной почвы по сравнению с анаэробами менее чувствительна к воздействию инсектоакарицида БИ-58. Только после 2-й обработки препаратом в 1983 г. наблюдалось угнетение сапрофитов, учитываемых на МПА. В следующем году повторная обработка БИ-58 вызвала лишь временное (5 сут) изменение качественного состава сапрофитов. Анаэробные азотфиксаторы по-разному реагировали на внесение препарата. Так, численность *Cl. acetobutylicum* значительно возросла по сравнению с контролем, а *Cl. pasteurianum* — резко снизилась. Такое ингибирование роста данного вида продолжалось и после 2-й обработки.

Следовательно, препарат БИ-58 оказывал более длительное токсическое действие на анаэробный азотфиксатор *Cl. pasteurianum*, чем которан.

Результаты лабораторных исследований (табл. 3) показали большую устойчивость микроорганизмов к воздействию пестицидов. Однако физиологические группы микроорганизмов по-разному реагировали на присутствие препаратов в питательных средах. Так, которан даже в 1000-кратной производственной дозе не подавлял полностью развитие сапрофитов на МПА КАА, но при этом резко изменялся их качественный состав. Ингибирование анаэробов наблюдалось лишь при 100—500-кратных дозах которана.

Сходное действие на микроорганизмы сероземной почвы оказывал и дефолиант бутифос. Препарат в 200-кратной производственной дозе не только снижал численность микроорганизмов, но и, как которан,

**Микробиологическая активность сероземной почвы  
при воздействии инсектицида БИ-58**

| Срок взятия образца после обработки, сут | Использующие органический азот          | Автохтонная группа                    | Анаэробные азотфиксаторы, тыс. клеток в 1 г абсолютно сухой почвы |                           |
|--|---|---------------------------------------|---|---------------------------|
|  | млн. клеток в 1 г абсолютно сухой почвы |                                       | <i>Cl. pasteurianum</i>   | <i>Cl. acetobutylicum</i> |
| 1982 г.                                  |   |                                       |   |                           |
| 10-е                                     | $\frac{3,8 \pm 2,0}{44,5 \pm 14,9}$     | $\frac{29,6 \pm 3,9}{168,7 \pm 15,1}$ | Не опр.   | $\frac{6,5}{27,0}$        |
| 1983 г.                                  |   |                                       |   |                           |
| 1-я обработка                            |   |                                       |   |                           |
| 15-е                                     | $\frac{5,1 \pm 2,0}{4,5 \pm 1,8}$       | $\frac{8,3 \pm 0,6}{23,8 \pm 3,1}$    | $\frac{60,0}{2,5}$  | $\frac{6,0}{600,0}$       |
| 2-я обработка                            |   |                                       |   |                           |
| 15-е                                     | $\frac{15,8 \pm 2,3}{7,7 \pm 0,9}$      | $\frac{20,4 \pm 1,5}{51,5 \pm 1,7}$   | $\frac{60,0}{6,0}$  | $\frac{1,3}{25,0}$        |
| 1984 г.                                  |   |                                       |   |                           |
| 1-я обработка                            |   |                                       |   |                           |
| 15-е                                     | $\frac{12,7 \pm 0,9}{13,8 \pm 2,0}$     | $\frac{68,3 \pm 3,0}{70,8 \pm 2,7}$   | $\frac{250,0}{20,0}$  | $\frac{200,0}{1300,0}$    |
| 2-я обработка                            |   |                                       |   |                           |
| 15-е                                     | $\frac{12,7 \pm 0,9}{18,3 \pm 0,7}$     | $\frac{68,3 \pm 3,0}{64,7 \pm 2,5}$   | $\frac{250,0}{13,0}$  | $\frac{200,0}{1300,0}$    |

вызывал изменение качественного состава бактерий (увеличилась численность колоний неспорозоносных бактерий). При добавлении в среду для *Cl. pasteurianum* бутифоса в 100- и 200-кратных дозах привело к

Т а б л и ц а 3

**Численность микроорганизмов сероземной почвы при воздействии возрастающих доз пестицидов (количество клеток в 1 г абсолютно сухой почвы)**

| Доза препаратов | Микроорганизмы, использующие азот |                    | Анаэробные азотфиксаторы |  |
|-----------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------|--|
|                 | органический                      | минеральный        | <i>Cl. pasturianum</i>   | <i>Cl. acetobutylicum</i>                    |
| Которан         |                                   |                    |                          |  |
| Контроль        | $24,0 \cdot 10^4$                 | $320,0 \cdot 10^4$ | $2,6 \cdot 10^5$         | $2,6 \cdot 10^5$                             |
| × 100           | $2,1 \cdot 10^3$                  | $26,0 \cdot 10^3$  | $2,6 \cdot 10^5$         | 0  |
| × 200           | $5,6 \cdot 10^3$                  | $6,0 \cdot 10^3$   | $6,3 \cdot 10^2$         | 0  |
| × 500           | $2,7 \cdot 10^2$                  | $4,0 \cdot 10^2$   | $6,3 \cdot 10^1$         | 0  |
| × 1000          | $1,5 \cdot 10^2$                  | $27,0 \cdot 10^1$  | 0                        | 0  |
| БИ-58           |                                   |                    |                          |  |
| Контроль        | $29,0 \cdot 10^4$                 | $115,0 \cdot 10^4$ | $6,3 \cdot 10^5$         | $6,4 \cdot 10^5$                             |
| × 100           | $3,0 \cdot 10^3$                  | $52,0 \cdot 10^3$  | 0                        | 0  |
| × 200           | 0                                 | $15,0 \cdot 10^2$  | 0                        | 0  |
| × 500           | 0                                 | 0                  | 0                        | 0  |
| Бутифос         |                                   |                    |                          |  |
| Контроль        | $25,0 \cdot 10^4$                 | $114,0 \cdot 10^4$ | $2,6 \cdot 10^5$         | $2,6 \cdot 10^5$                             |
| × 100           | $8,6 \cdot 10^3$                  | $26,0 \cdot 10^3$  | $13,6 \cdot 10^2$        | $2,6 \cdot 10^1$<br>(бурное газообразование) |
| × 200           | $7,0 \cdot 10^3$                  | $18,0 \cdot 10^2$  | $2,6 \cdot 10^2$         | $2,6 \cdot 10^1$<br>(бурное газообразование) |
| × 500           | $6,0 \cdot 10^3$                  | $38,0 \cdot 10^2$  | $2,6 \cdot 10^2$         | 0  |
| × 1000          | $1,0 \cdot 10^3$                  | $19,0 \cdot 10^1$  | 0                        | 0  |

Микробиологическая активность сероземной почвы при воздействии бутифоса

| Срок взятия образца         | Использующие органический азот          | Автохтонная группа | Анаэробные азотфиксаторы, тыс. клеток в 1 г абсолютно сухой почвы |                           |
|-----------------------------|---|--------------------|---|---------------------------|
|                             | млн. клеток в 1 г абсолютно сухой почвы |                    | <i>Cl. pasteurianum</i>   | <i>Cl. acetobutylicum</i> |
| 1982 г.                     |   |                    |   |                           |
| За 2 сут до обработки       | 31,2±0                                  | 16,0±2,7           | Не опр.   | 0,6                       |
| Через 1 сут после обработки | 19,6±2,1                                | 56,6±7,3           |   | 6                         |
| 1983 г.                     |   |                    |   |                           |
| За 2 сут до обработки       | 6,1±0,8                                 | 12,7±0,6           | 0,2   | 25,0                      |
| После обработки:            |   |                    |   |                           |
| через 5 сут                 | 4,8±0,9                                 | 9,0±0,6            | 0,2   | 25,0                      |
| через 15 сут                | 9,6±1,2                                 | 36,9±2,9           | 0,2   | 25,0                      |
| 1984 г.                     |   |                    |   |                           |
| За 2 сут до обработки       | 1,7±0,1                                 | 56,1±4,6           | 1,3   | 200,0                     |
| После обработки:            |   |                    |   |                           |
| через 6 сут                 | 1,5±0,1                                 | 52,9±2,3           | 1,3   | 200,0                     |
| через 15 сут                | 1,6±0,1                                 | 72,5±1,5           | 1,3   | 200,0                     |

бурному газообразованию без накопления кислоты. Бутифос в дозе  $\times 500$  приостанавливал развитие *Cl. pasteurianum*.

БИ-58 в повышенных концентрациях оказался для микрофлоры более токсичным, чем которан и бутифос. 100-кратная доза инсектицида резко угнетала развитие сапрофитов на МПА, КАА и полностью ингибировала рост анаэробов.

Таким образом, в лабораторных опытах микроорганизмы отличались большой устойчивостью к возрастающим дозам препаратов в питательных средах. Подтвердился также вывод, полученный в полевых исследованиях, о большей токсичности БИ-58 по сравнению с котораном и бутифосом, причем группа анаэробных азотфиксаторов оказалась более чувствительной к воздействию препаратов.

Бутифос применялся для дефолнации хлопчатника как в опытных, так и в контрольных посевах, поэтому воздействие данного препарата изучалось лишь на опытном участке. Контролем служили почвенные образцы, взятые за 2 сут до обработки.

Как показали результаты исследований (табл. 4), этот препарат практически не угнетал развитие исследуемых групп микроорганизмов в почве (незначительное снижение численности микроорганизмов на МПА отмечалось в 1982 г. через 1 сут после обработки).

Бутифос стимулировал развитие автохтонной группы микроорганизмов за счет *Mycobacterium* и *Arthrobacter* и не влиял или увеличивал численность клеток *Cl. acetobutylicum*. Отсутствие негативного воздействия препарата на микрофлору связано с незначительным его попаданием в почву при обработке, а также меньшим токсическим действием по сравнению с другими пестицидами.

Таким образом, проведенные нами исследования комплексного воздействия пестицидов на микрофлору сероземной почвы показали, что производственные дозы изучаемых препаратов оказывали некоторый токсический эффект на ту или иную группу микроорганизмов, однако через 5—15 сут ингибирующее действие их существенно снижалось вследствие адаптации микроорганизмов к этим веществам.

Наибольшим длительным токсическим действием на рост и развитие *Cl. pasteurianum* обладал инсектоакарицид БИ-58. При повторных обработках посевов хлопчатника действие препарата было аналогичным.

Увеличение численности автохтонной группы микроорганизмов и анаэробного азотфиксатора *Cl. acetobutylicum* после обработок препа-

ратами дает основание предположить возможность их участия в биодеградации данных пестицидов в сероземной почве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Круглов Ю. В. Некоторые закономерности в реакции почвенной микрофлоры на пестициды. — Тр. ВНИИ с.-х. микробиологии, т. 49, 1980, с. 95—113. — 2. Миненко А. К. Биологическая активность супесчаной дерново-подзолистой почвы при систематическом применении гербицидов в севообороте. — Тр. ВНИИ с.-х. микробиологии, т. 39, 1983, с. 94—98. — 3. Рахимов Я. С., Казиев С. М. и др. Влияние многолетнего систематического применения которана на биологическую активность почвы. — Узб. биол. журн. № 3, 1982, с. 57—58. — 4. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. М.: Колос, 1979. — 5. Толкачев Н. З. Изменение корневой и ризосферной микрофлоры хлопчатника при систематическом применении гербицидов. — Тр. ВНИИ с.-х. микробиологии, т. 51, 1981, с. 68—73. — 6. Хамидова М. Д. Действие которана и БИ-58 на активность почвенной микрофлоры. — Тез. докл. конф.: Освоение целинных земель под орошение в Таджикистане. Душанбе, 1978, с. 56.

*Статья поступила 27 марта 1985 г.*

#### SUMMARY

The article generalizes the results of 3-year study of the effect of pesticides (cotoran, BI-58, butiphos) on microflora of grey soils under cotton. The longest toxic effect on grey soil microflora has been observed with the insecticide BI-58. Growth of the population of autochthonous microorganisms *a. Cl. acetobutylicum* under the application of the chemicals studied gives grounds to suppose that these groups of microorganisms can utilize the pesticides in their life process.