

А.В.Атрашкова, аспирантка  
Белорусский НИИ защиты растений  
УДК 632.954:631.445.2(476)

## Влияние пестицидов на микрофлору дерново-подзолистой почвы Беларуси

В полевом опыте изучено влияние интенсивной химической защиты посевов овса на основные группы почвенных микроорганизмов. Установлено, что производственные дозировки пестицидов (витавакс 200 ФФ, 34% в.с.к. 2,5 кг/т; регента 300 ЕС, 70 мл/га, парднера, 22,5% к.э. 1,5 л/га; гранита, 20% к.э. 1,0 л/га) вызывали незначительное увеличение численности целлюлозоразрушающих, аммонифицирующих, нитрифицирующих микроорганизмов и микроорганизмов, использующих минеральные формы азота. Наблюдалось временное ингибирование развития азотобактера, почвенных грибов и актиномицетов. К концу вегетационного периода численность изучаемых групп микроорганизмов восстанавливалась до контрольного значения.

Почва является одним из наиболее важных объектов окружающей среды. В ней сконцентрировано огромное количество живых организмов и продуктов их метаболизма. Она представляет собой универсальный биологический адсорбент и нейтрализатор разных соединений, в том числе и пестицидов, обладающих высокой биологической активностью. Избыточное накопление пе-

*The effect of the intensive chemical oat protection on the main groups of soil microorganisms was studied in the field experiment. It was determined that the production doses of pesticides (vitavax 200FF, 34% w.s.c. 2.5kg/t regent 300 EC, 70 ml/ha pardner, 22.5% c.e., 1.01 l/ha, granit, 20% c.e. 1.01 l/ha) increased the number of cellulose-destroying, nitrifying, ammonifying bacteria and microorganisms, using mineral forms of nitrogen. Temporal inhibition of azotobacter, fungi and actinomycetes was observed. By the end of the vegetation period the number of studied groups of microorganisms have restored to the control level.*

стицидов может привести к подавлению деятельности почвенной микрофлоры и снижению плодородия почвы.

В связи с этим целью наших исследований заключалась в изучении влияния пестицидов, применяемых для защиты посевов овса от сорняков, вредителей и болезней при интенсивной технологии возделывания, на микрофлору дерново-подзолистой почвы.

### Методика исследований

Исследования проводились на опытном поле БелНИИ защиты растений в полевом севообороте в 1997, 1999 г. В опыте возделывали овес сорта Альф, районированный в Беларуси. Повторность опыта четырехкратная, площадь делянок 25 м<sup>2</sup>. Полевой опыт заложен на дерново-подзолистой почве, среднеподзоленной, средне-суглинистой. Пахотный горизонт почвы имел следующую агрохимическую характеристику: рН — 4,78; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 28,8; K<sub>2</sub>O — 31,5. 1997 г. характеризовался обильным выпадением атмосферных осадков и умеренным температурным режимом, 1999 г. был засушливым с высоким температурным режимом почвы и воздуха. На посевах овса проводилась следующая химическая защита: протравливание семян витаваксом 200 ФФ, 34% к.с. (карбоксин, 17%+тирам, 17%), 2,5 кг/т; опрыскивание посевов инсектицидом регент 300 ЕС (д.в. фипронил), 70 мл/га, 2 обработки, гербицидом парднером (д.в. бромоксинил), 22,5% к.с., 1,5 л/га, фунгицидом гранит (д.в. бромуконзол), 20% к.с., 1,0 л/га. Остаточные количества пестицидов определяли, используя методы ГЖХ [1, 2].

Микробиологические исследования проводились в почвенных образцах, взятых с почвенного горизонта 0-15 см, в динамике: через 10, 20, 30, 40 дней после химических обработок и перед уборкой урожая овса. Отсчет суток для взятия почвенных проб проводился со дня первой обработки посевов пестицидом. Контролем служила почва, отобранная с делянок, не подвергавшихся обработке пестицидами.

Качественный и количественный анализ микрофлоры проводили по общепринятым в почвенной микробиологии методикам [3, 4, 5, 6].

Аммонифицирующие микроорганизмы определяли на МПА; нитрифицирующие микроорганизмы — на выщелоченном водном агаре с аммонийно-магниево-фосфорной кислотой; микроорганизмы, использующие минеральные формы азота и актиномицеты — на КАА; целлюлозоразрушающие микроорганизмы — на среде Гетчинсона; почвенные грибы — на СА, согласно методике; для обнаружения азотобактера использовались агаровые пластинки со средой Омелянского.

### Результаты исследований и их обсуждение

В фазу 2-3 листа — начало кущения обнаружено наличие остаточных количеств парднера и регента 300 ЕС в почве. В 1997 г. содержание парднера было следующим: через 2 часа после обработки — 0,55 мг/кг, на 7-е сутки — 0,50, на 21-е — 0,48 мг/кг; регента 300 ЕС: на 3-и сутки — 0,005 мг/кг, на 5-е — 0,002 мг/кг, на 10-е сутки препарата в почве не было обнаружено. В 1999 г. в почве обнаруживались лишь "следовые" количества этих препаратов. В фазу выметывания метелки регента 300 ЕС, а также гранита в почве обнаружено не было.

Применение пестицидов вызывало увеличение численности целлюлозоразрушающих, аммонифицирующих, нитрифицирующих микроорганизмов и микроорганизмов, использующих минеральные формы азота в условиях 1997 г. (табл. 1). Увеличение численности этих групп микроорганизмов, вероятно, связано с поступлением в почву дополнительных источников питания, образовавшихся после отмирания сорняков. Кроме того, уничтожение сорной растительности посредством применения гербицидов обеспечивает сохранение в почве элементов питания и продуктивной влаги [7].

Таблица 1. Влияние интенсивной химической защиты посевов овса на биологическую активность дерново-подзолистой почвы, 1997 г.

Микроорганизмы (на 1 г абс. сух. почвы)	Сутки после первой обработки				
	10	20	30	40	60
Аммонифицирующие бактерии, млн.	19,7	38,7	78,0	120,0	8,6
	17,2	56,2	126,0	130,0	9,0
Микроорганизмы, исп. мин. формы N, млн.	134,0	190,0	246,0	158,0	74,0
	202,0	218,0	312,0	190,0	80,0
Целлюлозоразрушающие бактерии, тыс.	87,0	116,0	162,0	210,0	44,0
	100,0	147,0	208,0	258,0	52,0
Нитрифицирующие бактерии, тыс.	7,0	8,8	11,0	13,6	3,2
	8,0	9,6	13,8	15,8	4,8
Актиномицеты, млн.	3,0	1,0	0,6	12,0	33,0
	2,2	1,0	0,4	10,0	30,0
Грибы, тыс.	68,0	86,0	112,0	130,0	21,0
	51,0	54,0	89,0	111,0	19,0
Азотобактер, % проросших комочков	100	100	90	80	85
	100	100	90	80	85

Примечание. В числителе — контроль,  
в знаменателе — интенсивная защита;  
\* — достоверная разница при t<sub>0,05</sub>

Таблица 2. Влияние интенсивной химической защиты посевов овса на биологическую активность дерново-подзолистой почвы, 1999 г.

Микроорганизмы (на 1г абс. сух. почвы)	Сутки после первой обработки				
	10	20	30	40	60
Аммонифицирующие бактерии, млн.	$\frac{11,6}{9,07}$	$\frac{12,5}{11,4}$	$\frac{19,7}{20,0}$	$\frac{10,3}{9,97}$	$\frac{6,2}{6,7}$
Микроорганизмы, исп. мин. формы N, млн.	$\frac{21,6}{18,2}$	$\frac{31,4}{29,6}$	$\frac{25,3}{24,0}$	$\frac{27,4}{28,6}$	$\frac{10,6}{12,2}$
Целлюлозоразрушающие бактерии, тыс.	$\frac{88,0}{72,0}$	$\frac{75,0}{84,0}$	$\frac{110,0}{132,0}$	$\frac{82,3}{95,0}$	$\frac{48,7}{51,0}$
Нитрифицирующие бактерии, тыс.	$\frac{1,1}{0,8}$	$\frac{0,9}{0,7}$	$\frac{2,0}{2,3}$	$\frac{1,6}{1,8}$	$\frac{0,8}{0,9}$
Актиномицеты, млн.	$\frac{6,5}{3,3}$	$\frac{8,9}{7,9}$	$\frac{15,4}{15,8}$	$\frac{20,7}{20,6}$	$\frac{36,6}{37,4}$
Грибы, тыс.	$\frac{86,0}{77,0}$	$\frac{70,3}{63,3}$	$\frac{96,3}{90,3}$	$\frac{80,7}{72,0}$	$\frac{32,3}{30,3}$
Азотобактер, % проросших комочков	$\frac{100}{87}$	$\frac{77}{72}$	$\frac{82}{80}$	$\frac{70}{71}$	$\frac{45}{50}$

Примечание. В числителе — контроль,  
в знаменателе — интенсивная защита;  
\* — достоверная разница при  $t_{0,05}$

В 1999 г. наблюдалось незначительное снижение отмеченных выше почвенных микроорганизмов (табл. 2), что, по нашему мнению, связано с высокой температурой почвы и воздуха, а также низкой влажностью.

Микроорганизмы, использующие минеральные формы азота, могут служить показателем интенсивности минерализации органического вещества в почве, поскольку при недостатке минерального азота они вообще не способны развиваться [8]. В наших исследованиях образцы почвы характеризовались высокой численностью этих микроорганизмов.

Азотобактер, среди свободно живущих азотфиксаторов, является самым энергичным накопителем азота. Достоверное снижение активности азотобактера при интенсивной защите овса наблюдалось только в 1999 г. в начале химических обработок, к концу вегетационного периода активность азотобактера восстанавливалась (табл. 2).

Почвенные грибы активно участвуют в процессах разложения растительных и животных остатков, в том числе труднорастворимых и молодоступных для бактерий, поэтому трудно переоценить их роль в формировании плодородия почвы. На делянках с химической защитой посевов овса снижалась численность почвенных грибов по сравнению с контрольными вариантами и лишь к концу вегетации овса она восстанавливалась (табл. 1, 2). Учитывая, что микроскопические грибы являются основными обитателями кислых почв [9], длительное их ингибирование может привести к потере почвой плодородия.

Под действием пестицидов изменялся также видовой состав почвенных грибов: в контроле преобладающими представителями были — *Mucor*, *Fusarium*, *Cladosporium*, в

вариантах с применением пестицидов — представители из рода *Penicillium*, *Aspergillus*, *Verticillium*.

Актиномицеты участвуют в разложении растительных и животных остатков в почве, в процессах образования и минерализации гумуса с высвобождением минеральных веществ, их деятельность связана также с азотным балансом почвы [10]. Хотя они и не очень требовательны к энергетическому материалу, но экологические условия оказывают существенное влияние на их количество и видовой состав [9]. Химическая защита посевов овса оказывала токсическое влияние на численность данной группы микроорганизмов в отдельные периоды исследований (табл. 1, 2). Однако к концу вегетационного периода численность актиномицетов достигала контрольных вариантов. Среди актиномицетов наиболее активными были: *Actinomeses globosus* (колонии темно-бурого цвета с воздушным мицелием темно-серого цвета), *Actinomeses globisporum* (колонии бесцветные и буреватые с беловато-воздушным мицелием), *Actinomeses candidus* (колонии бесцветные с хорошо развитым воздушным мицелием серого и серовато-палевого цвета, бархатистой).

Многие представители бактерий, актиномицетов и почвенных грибов продуцируют значительное количество ферментов. Образование широкого спектра внеклеточных протеаз распространено среди бактерий рода *Bacillus* (табл. 3).

После химических обработок посевов овса в 1,6 раза уменьшилась численность *B. mesentericus*, в 2,1 — *B. micoides*, в 2,7 — *B. cereus*, в 1,5 — *B. idosus* по сравнению с их численностью в контрольном варианте. К концу вегетационного периода химические обработки на численность и видовой состав бактерий (МПА) не оказывали токсического воздействия.

Таблица 3. Влияние интенсивной химической защиты посевов овса на численность и видовой состав бактерий (МПА), тыс./г почвы, 1999 г.

Вариант опыта	Количество дней после обработок			
	10		60	
	Контроль (без обработок)	Интенсивная защита	Контроль (без обработок)	Интенсивная защита
<i>Bacillus mesentericus</i>	138	82	95	110
<i>Bacillus megaterium</i>	96	101	116	125
<i>Bacillus mycoides</i>	160	73	120	117
<i>Bacillus cereus</i>	110	40	73	68
<i>Bacillus idosus</i>	32	21	25	21
<i>Bacillus brevis</i>	100	126	42	56

Примечание: \* – достоверность по критерию Стьюдента при  $t_{0,05}$

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Пестициды, используемые нами при химической защите посевов овса, не оказывали отрицательного действия на целлюлозоразрушающие, нитрифицирующие, аммонифицирующие микроорганизмы и микроорганизмы, использующие минеральные формы азота.

2. Изучаемые пестициды в отдельные периоды времени ингибировали развитие азотобактера, актиномицетов и почвенных грибов.

3. При соблюдении норм и сроков применения пестицидов при интенсивной технологии возделывания овса к концу периода вегетации происходило восстановление численности основных групп почвенных микроорганизмов в дерново-подзолистой почве.

### Литература

1. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справочник / Сост. М.А.Клисенко и др. – Москва: Колос, 1992. – Т.1 – 567 с.

2. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справоч-

ник / Сост. М.А.Клисенко и др. – Москва: Колос, 1992. – Т.2 – 416 с.

3. Литвинов М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов. – Ленинград: Наука, 1967. – 465 с.

4. Методы почвенной микробиологии и биохимии / И.В.Асеева, И.П.Бафила, Д.Г.Звягинцев – Москва: Изд-во МГУ, 1980 – 224 с.

5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г.Звягинцева. – Москва: Изд-во МГУ, 1991. – 303 с.

6. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. – Москва: Колос, 1983. – 275 с.

7. Державин Л.И. О состоянии засоренности посевов и меры борьбы с сорняками // Рациональное применение гербицидов с учетом засоренности полей: Сб. науч. тр. / ЦИНАО. – Москва, 1985. – С. 3-21.

8. Круглов Ю.В. Микрофлора почвы и пестициды. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 130 с.

9. Войнова-Райкова Ж., Ранков В., Ампова Г. Микроорганизмы и плодородие / Под ред. И.В.Плотниковой. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 120 с.

10. Зенова Г.М. Почвенные актиномицеты. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 80 с.