

УДК 631.453:631.445.24:631.582

ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В БЕССМЕННЫХ ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И СЕВООБОРОТАХ

А. Ф. САФОНОВ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Фитотоксичность почвы является одной из причин низкой совместимости и самосовместимости зерновых культур. Надежным показателем токсичности почвы служит количество нормально проросших семян зерновых культур на почве или ее водной вытяжке. В то же время по содержанию водорастворимых фенольных соединений нельзя судить об уровне токсичности почвы.

Фитотоксичность почвы под озимой рожью в бессменных посевах и различных севооборотах проявляется сильнее, чем под озимой пшеницей и ячменем при тех же способах возделывания. Применение органических удобрений полностью не устраняет фитотоксичности, но значительно повышает накопление водорастворимых фенольных соединений.

Повышение эффективности факторов интенсификации земледелия непосредственно связано с благоприятным фитосанитарным состоянием почвы и, в частности, с отсутствием в ней токсических веществ.

В естественных фитоценозах поступающие в почву химические соединения довольно быстро перерабатываются гетеротрофными организмами, частично вновь поглощаются растениями либо минерализуются, поэтому их концентрация не достигает слишком больших величин. Кроме того, здесь действует эффект обратной связи: по мере ускорения роста растений увеличивается количество корневых выделений, которые, в свою очередь, начинают тормозить рост растений и тем самым снижают поступление новых ингибирующих веществ в почву [3].

В одновидовых агрофитоценозах исчезают целые группы микроорганизмов, разрушающих органическое вещество растительных выделений и остатков. В результате этого в почве накапливаются продукты преимущественно фенольной природы, не имеющие консументов в бактериаль-

ном ценозе [16]. Особенно важную роль в ингибировании роста растений играют водорастворимые простые фенолы, оксibenзойные и оксикоричные кислоты, которые поступают в почву в больших количествах при разложении более сложных фенольных соединений и могут поглощаться корнями растений [10].

Изменения состава почвенной микрофлоры и ее активности в значительной мере зависят от биологических особенностей культур и технологии их возделывания. Так, в бессменных посевах фитотоксичность почвы всегда выше, чем в севообороте [2, 4, 5, 9, 11, 12]. Кроме того, замечено, что более древние культуры (рис, кукуруза, картофель) меньше предрасположены к самоугнетению и почвоутомлению, чем значительно позже введенные в культуру (клевер, люцерна, и др.) [3]. Внесение удобрений снижает токсичность почвы как в бессменных посевах, так и в севообороте.

Имеющиеся сведения о фитотоксичности почвы и ее действии на растения чаще всего носят общий характер, что обусловлено трудностью вычленения этого фактора из многих других, влияющих на рост растений в полевых условиях. Кроме того, токсический эффект почвы определяют в условных кумариновых единицах (УКЕ) на основании учета особенностей прорастания кресс-салата на водных почвенных вытяжках. В связи со сказанным выше затрудняет использование получаемых в опытах данных для оценки фитосанитарного состояния плодородия почвы, необходимой при разработке научно обоснованных севооборотов. Поэтому основной задачей наших исследований было количественное выражение степени фитотоксичности почвы при бессменном возделывании культур и в севообороте на фоне внесения удобрений.

Методика

Исследования проводили в 1979—1985 гг. в трех полевых опытах кафедры земледелия Тимирязевской академии. В длительном опыте, заложенном в 1912 г., изучали фитотоксичность дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почвы под озимой рожью и ячменем в бессменных посевах и севообороте — пар — озимая рожь — картофель — ячмень с подсевом клевера — клевер — лен.

Варианты удобрения следующие: без удобрений (0); NPK; NPK+навоз; NPK+навоз+известь. Норма удобрений 100N150P 120K и 20 т навоза на 1 га. Известь вносили по полной гидролитической кислотности.

Влияние специализированных зерновых севооборотов изучали в учхозе «Михайловское» на дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах. В одном опыте чередование культур в севооборотах было следующим: 1 — озимая пшеница — ячмень — озимая рожь — викоовсяная смесь (П-Я-Р-ВО); 2 — озимая пшеница — озимая пшеница — овес — ячмень (П-П-О-Я); 3 — озимая пшеница — ячмень — озимая рожь — овес (П-Я-Р-О); 4 — озимая пшеница+познивный сидерат — ячмень — озимая рожь+познивный сидерат — овес (П+пс-Я-Р+пс-О); 5 — озимая пшеница + солома + познивный сидерат — ячмень — озимая рожь + солома + познивный сидерат — овес (П+с+пс-Я-Р+с-пс-О). Минеральные удобрения вносили из расчета 120N160P160K, солому — по 5 т на 1 га. В качестве познивного сидерата высевали белую горчицу.

В другом опыте учхоза исследования проводили в плодосменном севообороте — клевер — озимая пшеница — картофель — ячмень с подсевом клевера; в зерновом звене — озимая пшеница — ячмень; в зернопропашном звене — ячмень — картофель и в бессменных посевах озимой пшеницы и ячменя.

Фитотоксичность определяли с помощью биологических тестов — прорастивания на водной почвенной вытяжке или на почве семян зерновых культур. Пробы почвы отбирали из слоя 0—20 см в фазы весеннего кущения, колошения и перед уборкой зерновых культур. Для получения водной вытяжки почву заливали водой при соотношении 1 : 1 и настаивали в течение суток. Затем семена культур, из под которых была взята почва, раскладывали на середине полосы фильтровальной бумаги шириной около 20 см, заворачивали в рулон и ставили в стакан с почвенной вытяжкой из соответствующего варианта. Через 6—7 дней производили подсчет проросших семян, измеряли высоту проростков и длину корней. Контролем служила вода.

В другой серии лабораторных опытов прорастивание семян зерновых культур проводили на почве в растильнях, предварительно доведя ее влажность до 70 % ПВ. При этом подсчитывали только количество проросших семян.

Кроме того, фитотоксическое состояние почвы оценивали по содержанию в ней водорастворимых фенольных соединений, которые определяли с помощью реактива Фолина — Дениса спектрометрическим методом [1].

Результаты

Проращивание семян зерновых культур в лабораторных условиях на легкосуглинистой почве, взятой с делянок длительного полевого опыта, показало, что в течение вегетации фитотоксическое состояние почвы было неодинаковым (табл. 1). Так, в почве бесменного пара существенное ингибирование прорастания семян озимой ржи наблюдалось во 2-й и 3-й сроки определения. Одной из причин увеличения фитотоксичности почвы бесменного пара явилось повышение численности грибов в составе микробиоценоза [7], которые выделяли в среду физиологически активные соединения. Применение минеральных и органических удобрений способствовало снижению токсичности почвы, однако полного устранения ингибирующего эффекта не отмечено.

Снижение количества проросших семян наблюдалось также на почве, взятой из-под растений. Угнетающее действие почвы в вариантах с озимой рожью начинало проявляться в фазу колошения, а с ячменем — в фазу кущения, но календарно в одно и тоже время. Под озимой рожью почва обладала ингибирующим эффектом до конца вегетации, а под ячменем — только в начальный период роста растений. Кроме того, степень токсичности почвы в первом случае была выше, чем в последнем. Это обусловлено биологическими особенностями изучаемых культур.

Большее, чем в контроле, количество проросших семян в почве из-под ячменя свидетельствует о том, что при малых концентрациях физиологически активные вещества стимулируют рост растений.

Таблица 1

Фитотоксичность почвы (% проросших семян к контролю) в бесменном пару и под зерновыми культурами. Длительный опыт ТСХА

Вариант	Кущение			Колошение			Молочная зрелость		
	1984 г.	1985 г.	средняя	1984 г.	1985 г.	средняя	1984 г.	1985 г.	средняя
Бесменный пар									
0	108	92	100	71	79	75	74	35	54
NPК	108	95	102	81	100	90	90	69	80
NPК+навоз	103	96	100	67	66	66	70	63	66
Оз. рожь *									
0	105	92	98	75	48	62	54	67	60
	87	91	89	76	35	56	80	98	89
NPК	92	98	95	64	36	50	74	45	59
	105	96	100	60	81	70	72	102	87
NPК+навоз	108	103	105	62	51	56	64	61	62
	89	88	88	74	71	72	77	62	70
NPК+навоз+известь	100	86	93	76	40	58	80	57	68
	97	83	90	69	60	64	68	53	66
Ячмень									
0	76	96	86	105	102	104	89	97	93
	95	86	90	100	98	99	70	96	93
NPК	95	92	94	104	101	102	100	93	96
	70	86	78	109	98	103	104	92	98
NPК+навоз	105	100	102	102	94	98	103	96	99
	103	67	85	109	100	104	96	98	97
NPК+навоз+известь	95	95	95	105	107	106	104	103	104
	103	97	100	86	104	95	105	97	101

* В числителе — бесменные посева, в знаменателе — севооборот.

Фитотоксичность почвы под зерновыми культурами проявилась как в бессменных посевах, так и в севообороте. В бессменных посевах озимой ржи почва обладала сильным ингибирующим действием более продолжительное время, чем в севообороте. При бессменном возделывании ячменя токсичность ее была выражена слабее, чем при таком же возделывании озимой ржи. Однако в бессменных посевах ячменя отмечалось более широкое варьирование токсичности по годам, чем в севообороте.

Применение минеральных удобрений и навоза в вариантах с озимой рожью не устраняло фитотоксического эффекта почвы ни в бессменных посевах, ни в севообороте. В то же время в посевах ячменя раздельное и совместное внесение минеральных и органических удобрений приводило к снижению действия фитотоксических веществ до безвредного уровня.

Неоднозначное влияние удобрений на фитотоксичность почвы под различными культурами объясняется разными объемом корневых выделений и уровнем трансформации в первую очередь органического вещества. Более высокая биологическая активность почвы под озимой рожью, чем под ячменем [8], свидетельствует о большей подвижности физиологически активных соединений в первом случае. Вот почему, вероятно, почва с делянок озимой ржи ингибирует прорастание семян, однако на рост взрослых растений не оказывает заметного угнетающего действия. Следовательно, наличие в почве фитотоксических веществ указывает не только на возможность угнетения растений, но и на активность превращения в ней веществ.

Фитотоксичность среднесуглинистой почвы в зерновых севооборотах зависела от культуры (табл. 2). Так, почва под озимой рожью обладала более значительным ингибирующим эффектом, чем почва под другими культурами севооборота. Это обусловлено, с одной стороны, предшественником, которым в изучаемых севооборотах был ячмень, с другой — биологией самой ржи. Ячмень сильнее других зерновых культур поражается корневыми гнилями, меньше поставляет в почву растительных остатков и корневых выделений, что позволяет, считать его культурой с низкими биологическими возможностями к активизации почвенных процессов и плохим предшественником для озимых культур.

Т а б л и ц а 2

Фитотоксичность почвы (% проросших семян к контролю) в зерновых севооборотах

Севооборот	Кушение			Колошение			Молочная спелость		
	1984 г.	1985 г.	средняя	1984 г.	1985 г.	средняя	1984 г.	1985 г.	средняя
Оз. рожь									
П-Я-Р-ВО	96	54	75	100	59	80	103	98	100
П-Я-Р-О	94	69	82	99	75	87	99	97	98
П+пс-Я-Р+пс-О	92	82	87	98	60	79	100	93	96
П+с+ пс- Я -Р+с+ пс-О	89	64	76	95	63	79	97	90	94
Оз пшеница									
П-Я-Р-ВО	92	93	92	95	87	91	98	96	97
П-П-О-Я	89	94	92	93	97	95	96	94	95
П-Я-Р-О	90	94	92	93	97	95	95	94	94
П+пс-Я-Р+пс-О	93	92	92	96	92	94	100	90	95
П-ј- с+ пс- Я -Р+с+ пс-О	87	92	92	90	98	94	95	95	95
Ячмень									
П-Я-Р-ВО	99	104	102	97	106	102	98	106	102
П-П-О-Я	98	105	102	103	107	105	101	102	102
П-Я-Р-О	95	102	99	96	97	96	102	102	102
П+пс-Я -Р+пс-О	93	101	97	95	102	98	97	105	101
П+с+пс-Я-Р+с+пс-О	96	108	102	105	103	94	101	102	102

Фитотоксичность почвы (% проросших семян к контролю) бесменных посевов и севооборота в течение вегетационного периода и густота стояния растений. Среднее за 1979—1980 гг.

Вариант	Фитотоксичность почвы				Густота стояния растений	
	кущение	ВЫХОД в трубку	колоше-ние	молочная спелость	шт/м ²	%
Оз. пшеница						
Оз. пшеница бесменно	79	94	99	110	277	86,3
Оз. пшеница — ячмень	92	93	105	109	307	95,6
Плодосменный севооборот	93	96	98	103	321	100,0
Ячмень						
Ячмень бесменно	78	80	97	99	564	87,3
Оз. пшеница — ячмень	98	103	84	94	585	90,7
Плодосменный севооборот	92	92	98	95	645	100,0

Невысокая токсичность почвы в 1984 г. объясняется большим количеством осадков в июне и июле, которые способствовали вымыванию ингибирующих веществ из пахотного слоя.

Установленный токсический эффект почвы под озимой рожью как в бесменных посевах и плодосменном севообороте длительного опыта, так и в зерновых севооборотах полевого опыта в учхозе «Михайловское» свидетельствует, вероятно, о концентрации в почве промежуточных продуктов минерализации и гумификации органического вещества.

На почве из-под озимой пшеницы в течение всего периода вегетации наблюдалась устойчивая тенденция к угнетению прорастания семян, на почве из-под ячменя это отмечалось только в отдельных случаях.

Чередование зерновых культур не оказывало существенного влияния на фитотоксическое состояние почвы. Пожнивная сидерация и заплата соломы после уборки озимых культур были мало эффективными в данном отношении, поскольку их действие распространялось на яровые культуры, почва под которыми обладала слабым ингибирующим влиянием. Однако в отдельные годы в этих вариантах токсичность почвы даже несколько повышалась в результате ухудшения условий разложения растительных остатков.

В другом полевом опыте, проведенном в учхозе «Михайловское» на среднесуглинистой почве, были выявлены те же закономерности в изменении фитотоксичности, что и в длительном опыте (табл. 3). Однако здесь угнетающее действие почвы бесменных посевов ячменя было сильнее выражено и более продолжительно, чем на легкосуглинистых почвах.

Наряду с учетом количества проросших семян в последнем опыте измеряли высоту проростка и длину корней. Как показали результаты определения, высота проростков озимой пшеницы, выращенных на водной вытяжке из почвы бесменного посева, была несколько больше, чем в других вариантах. Наибольшие различия отмечались при обработке семян почвенной вытяжкой, полученной в фазу кущения. Видимо, на почвенной вытяжке бесменного варианта в данную фазу менее жизнеспособные семена вообще не прорастали, а на вытяжках из почвы плодосменного севооборота и зернового звена эти семена давали росток. В результате при вычислении средней высоты преимущественно получали первые.

По длине корней проростков озимой пшеницы варианты практически не различались.

Высота проростков ячменя, выращенных на вытяжках из почвы зернового звена, взятых в фазы всходов и кущения, была меньше, чем на вытяжке из почвы севооборота. Средняя длина корней одного проростка

**Содержание в почве водорастворимых фенольных соединений
(мг протокатеховой кислоты в 1 кг) при длительном применении удобрений
и севооборота. Средние данные за 3 года**

Срок определения, фаза	Бессменный пар	Оз. рожь		Ячмень	
		бессменно	севооборот	бессменно	севооборот
Без удобрений					
Кущение	1,07	1,56	1,92	2,15	1,64
Колошение	1,59	2,12	1,74	1,54	1,36
Перед уборкой	1,39	2,42	1,34	2,07	1,76
Среднее	1,35	2,03	1,67	1,92	1,59
NPK					
Кущение	1,56	2,85	2,40	2,50	2,03
Колошение	2,29	3,98	2,02	2,50	1,79
Перед уборкой	1,72	3,21	2,52	2,60	1,89
Среднее	1,86	3,35	2,31	2,53	1,90
NPK+навоз					
Кущение	1,99	3,83	3,60	3,31	2,70
Колошение	2,70	4,98	3,31	3,44	2,34
Перед уборкой	2,44	3,74	2,83	3,09	2,88
Среднее	2,38	4,18	3,25	3,28	2,64
NP K+ навоз;- известь					
Кущение	3,03	4,23	3,55	3,64	3,28
Колошение	4,89	5,50	3,62	3,37	2,79
Перед уборкой	3,88	4,29	4,06	3,12	3,01
Среднее	3,93	4,67	3,74	3,38	3,03

оказалась самой малой на почвенной вытяжке, взятой в фазы кущения и выхода в трубку, в варианте бессменного посева ячменя.

Анализ полученных данных показал, что для оценки фитотоксичности почвы более точным и устойчивым показателем является количество проросших семян, так как физиологически активные соединения, находящиеся в почвенной вытяжке в первую очередь воздействуют на прорастание зародыша.

Результаты подсчета густоты стояния растений в фазу весеннего кущения по вариантам полевого опыта полностью совпали с данными лабораторного определения фитотоксичности почвы.

Подобное варьирование густоты стояния растений озимой ржи в зависимости от фитотоксичности почвы отмечено и в длительном опыте. Так, в 1985 г. количество растений в бессменном посеве по вариантам удобрения составило (шт. на 1 м²): 0 — 132, NPK — 220, NPK + навоз — 164, NPK + навоз + известь — 128, а в севообороте — соответственно 200, 216, 224, 196. Густота стояния ячменя мало изменялась по вариантам опыта.

Таким образом, фитотоксические вещества почвы оказывают особенно большое влияние на полевую всхожесть семян и начальный рост зерновых культур, что необходимо учитывать при разработке севооборотов.

Среди физиологически активных веществ, ингибирующих рост растений, важная роль принадлежит фенольным соединениям, источником которых являются фитотоксические формы микроорганизмов. Кроме того, фенольные соединения могут входить в состав промежуточных продуктов распада и синтеза органического вещества почвы. Следовательно, накопление этих веществ в определенных условиях возделывания сельскохозяйственных культур будет способствовать торможению роста растений.

Содержание в почве длительного опыта водорастворимых фенольных соединений в основном увеличивалось к фазе колошения зерновых культур и снижалось к концу вегетации (табл. 4).

В почве под бессменным паром накопление лабильной фракции фенольных соединений во все сроки определения было меньше, чем под растениями. Отсюда следует, что растения, активизируя почвенные процессы, способствуют повышению содержания веществ фенольной природы. Озимая рожь по сравнению с ячменем вовлекает в круговорот большие объемы органического вещества, что повышает уровень подвижности фенольных веществ.

В почве под бессменными зерновыми культурами больше содержалось водорастворимых фенольных соединений, чем в севообороте. С одной стороны, это свидетельствует об увеличении токсичности почвы бессменных посевов, с другой — об активизации почвенной биоты, повышении содержания органического вещества и изменении его качественного состояния. Определение содержания гумуса в почве подтвердило вывод о том, что в бессменном посеве озимой ржи больше содержится органического вещества, чем в севообороте.

Применение минеральных удобрений отдельно и совместно с навозом и известью приводило к повышению содержания водорастворимых фенольных соединений. Наибольшее количество их отмечено в варианте совместного внесения минеральных удобрений и навоза на фоне известкования. Несмотря на то что содержание лабильной фракции фенольных соединений в вариантах с удобрениями увеличилось более чем в 2 раза по сравнению с контролем, усиления ингибирования прорастания семян в этих вариантах не обнаружено.

В почве вариантов с навозом и известью резко повышалась подвижность фенольных соединений без заметного повышения фитотоксического эффекта. Этот факт свидетельствует о том, что среди водорастворимых фенольных соединений, образование которых вызвано действием навоза и извести, мало токсических веществ.

Содержание водорастворимых фенольных соединений в почве зерновых севооборотов под озимой пшеницей мало различалось по вариантам опыта и было меньше, чем в почве плодосменного севооборота (табл. 5).

Запашка пожнивной горчицы отдельно или совместно с соломой не сказалась на подвижности фенольных веществ под озимой пшеницей, что свидетельствует о кратковременности действия данных органических удобрений, которое проявлялось только в первый год их применения (под

Таблица 5

Содержание водорастворимых фенольных соединений
(мг протокатеховой кислоты в 1 кг) в почве под озимой пшеницей и ячменем
в различных севооборотах. Средние данные за 2 года

Севооборот	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Восковая спелость	Среднее за вегетацию
Оз. пшеница					
Плодосменный	1,65	3,20	3,26	3,10	2,80
Оз. пшеница — овес	1,96	2,39	1,98	2,65	2,24
Оз. пшеница — ячмень	1,62	2,64	2,12	2,76	2,28
Оз. пшеница бессменно	1,22	2,75	2,23	2,28	2,12
П-Я-Р-ВО	1,50	2,08	2,42	2,24	2,06
П-Я-Р-О	1,31	1,91	2,65	2,16	2,01
П+пс-Я-Р+пс-О	1,48	2,40	2,60	1,98	2,12
П+с+пс-Я-Р+с+пс-О	1,42	2,10	2,43	2,13	2,02
Ячмень					
Плодосменный	2,28	1,97	1,56	2,24	2,15
Оз. пшеница — ячмень	2,28	1,68	1,41	2,42	1,95
Картофель — ячмень	2,88	2,33	1,64	2,68	2,38
Ячмень бессменно	3,22	1,84	1,62	2,60	2,32
П-Я-Р-ВО	1,99	2,17	1,15	2,02	1,83
П-Я-Р-О	1,69	1,60	1,14	1,70	1,53
П+пс-Я-Р+пс-О	2,46	1,98	1,43	2,09	1,99
П+с+пс-Я-Р+с+пс-О	3,22	3,32	1,64	2,38	2,64

ячменем). Наибольшее повышение содержания фенольных соединений в почве отмечено в варианте совместного внесения пожнивного сидерата и соломы.

При 100 % насыщении севооборота зерновыми культурами на фоне применения минеральных удобрений наблюдалось наименьшее накопление подвижных фенольных соединений под ячменем. В то время как при 75 % зерновых в севообороте этих веществ было больше. Еще более высокое содержание веществ фенольной природы отмечено в зернопропашном звене (картофель — ячмень).

Исследования, проведенное на среднесуглинистой почве в плодосменном и специализированных зерновых севооборотах, показали, что в почве под ячменем в период вегетации происходили некоторые изменения в накоплении водорастворимых фенольных соединений, но они не сказались на прорастании семян.

Таким образом, анализ многолетних данных позволяет заключить, что в дерново-подзолистых почвах под всеми зерновыми культурами присутствуют подвижные формы фенольных соединений, концентрация которых повышается к фазе выхода в трубку под озимыми и мало изменяется в течение вегетации под яровыми зерновыми культурами.

Основными факторами повышения содержания водорастворимых фенольных соединений являются преимущественно органические удобрения (навоз, зеленое удобрение, солома), более высокий уровень гумусированности почвы. Поступление органического вещества в почву способствует активизации почвенной биоты, усилению процессов минерализации и гумификации, что ведет к накоплению промежуточных продуктов его трансформации. Большая роль в накоплении лабильных фракций фенольных соединений принадлежит известкованию почвы.

В почве плодосмена подвижность фенольных веществ была выше, чем в зерновых севооборотах.

Все это свидетельствует о том, что накопление водорастворимых фенольных соединений в большей степени характеризует уровень биологической активности почвы и качественного состояния органического вещества, чем фитотоксичность почвы. Ингибируют рост растений, вероятно, другие фракции фенольных соединений, о степени разложения которых можно судить по содержанию их водорастворимых форм в почве.

Выводы

1. Токсичность дерново-среднеподзолистой почвы, связанная с накоплением различных физиологически активных соединений в период вегетации растений и последующего превращения растительных остатков, является одной из причин плохой совместимости и самосовместимости зерновых культур.

2. При обосновании степени насыщения севооборотов зерновыми культурами необходимо учитывать фитотоксичность почвы, определяемую по количеству нормально проросших семян на почве или ее водной вытяжке.

3. Количество водорастворимых фенольных соединений нельзя считать надежным показателем фитотоксичности почвы. Оно скорее свидетельствует об уровне трансформации органического вещества. Токсичность почвы обуславливается другими фракциями фенольных соединений.

4. Фитотоксичность почвы под озимой рожью в бессменных посевах и различных севооборотах проявлялась сильнее, чем под озимой пшеницей и ячменем при тех же способах возделывания.

5. В бессменных посевах зерновых, культур за счет более высокой фитотоксичности почвы густота стояния растений к фазе кущения была заметно меньше (на 20 и более процентов), чем в севообороте.

6. В зерновых севооборотах на среднесуглинистой почве в течение всей вегетации уровень фитотоксичности почвы был низким, накопление водорастворимых фенольных соединений незначительным.

7. Применение органических удобрений (навоза, поживного сидерата и соломы) не устраняет полностью фитотоксичности почвы, но значительно повышает накопление в ней водорастворимых фенольных соединений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. М.: Наука, 1980. — 2. Берестецкий О. А. Фитотоксины почвенных микроорганизмов. Л.: Колос, 1978, с. 7—30. — 3. Гродзинский А. М. Проблема химического взаимодействия растений в искусственных фитоценозах. — В сб.: Роль токсинов растительного и микробального происхождения в аллелопатии. Киев: Наукова думка, 1983, с. 3—9. — 4. Дзюбенко Н. Н., Крупа Л. И., Бойко П. И. Динамика накопления торомозителей в почве бессменной и севооборотной культуры. — В кн.: Взаимодействие растений и микроорганизмов в фитоценозах. Киев: Наукова думка, 1977, с. 70—77. — 5. Калмыкова Н. А., Подарь Л. П. Токсичность и микрофлора почвы в связи с бессменным возделыванием озимой пшеницы и подсолнечника. — В кн.: Плодородие и обработка почвы в севооборотах. Кишинев, 1980, с. 9—11. — 6. Куваева Ю. В. Содержание и состав фенольных кислот в некоторых почвах Нечерноземной зоны. — Почвоведение, 1980, № 1, с. 97—106. — 7. Лыков А. М., Емцев В. Т., Сафонов А. Ф. и др. Действие длительного применения удобрений и севооборота на биологическую активность почвы при возделывании зерновых культур. — Изв. ТСХА, 1984, вып. 1, с. 75—82. — 8. Лыков А. М., Сафонов А. Ф. Биологические показатели плодородия дерново-подзолистой почвы и урожайность зерновых культур при длительном применении удобрений и севооборота. — Изв. ТСХА, 1985, вып. 5, с. 3—11. — 9. Маренков Н. А. Биологическая активность почвы под кормовой свеклой в монокультуре и в звеньях прифермского севооборота. — Почвоведение, 1980, № 2, с. 96—102. — 10. Мороз П. А., Комиссаренко Н. Ф. Аллелопатическая активность некоторых фенольных соединений. — В сб.: Роль токсинов растительного происхождения в аллелопатии. Киев: Наукова думка, 1983, с. 118—122. — 11. Патыка В., Граб Г., Галкина Л. Изучение фитотоксических микроорганизмов в почве под покровом люпина желтого в Украинском Полесье. — В кн.: Микробиол. процессы в почвах и урожайность с.-х. культур. Вильнюс, 1978, с. 261—262. — 12. Трунова В. А. Данные по изучению токсичности почвы при возделывании культур бессменно и в севообороте. — Науч. тр. НИИСХ Центральной Черноземной полосы, 1979, т. 16, вып. 1, с. 107—111.
- Статья поступила 1 марта 1987 г.

SUMMARY

Investigations were conducted in 1979—1985 in field experiments of Farming Department of the Timiryazev Agricultural Academy on soddy-medium-podzolic light and medium loams. The results have shown that phytotoxicity of the soil is one of the factors causing low compatibility and self-compatibility of grain crops. The amount of grain crop seed that have germinated normally on the soil or on its water extract is a reliable sign of soil toxicity. At the same time, one should not judge the rate of soil toxicity from the amount of water soluble phenol compounds in the soil.

Phytotoxicity of the soil under winter rye grown as monoculture and in different rotations was higher than of that under winter wheat and barley grown in the same way. Application of organic fertilizers does not fully eliminate phytotoxicity, but increases considerably the accumulation of water soluble phenol compounds.