

УДК 631.582.1:631.453

ИЗМЕНЕНИЕ УРОЖАЯ БЕССМЕННЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

С. А. ВОРОБЬЕВ, А. Ф. САФОНОВ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Сельскохозяйственные растения по-разному реагируют на бессменные посевы, однако урожай всех полевых культур при длительном возделывании на одном месте обычно бывает ниже, чем в севообороте. Предотвратить депрессию урожая при бессменных посевах в настоящее время не представляется возможным, хотя многие причины, вызывающие почвоутомление, в том числе и некоторые биологические, удается устранить или свести их вред к минимуму. Вместе с тем развитие некоторых групп почвенной микрофлоры в ущерб другим группам и накопление фитотоксических веществ (колинов), которые представляют собой сложный комплекс физиологически активных веществ, не поддаются контролю [8]. Колины, являясь продуктом жизнедеятельности растений и накапливаясь в почве, ингибируют процессы их роста и развития при повторных посевах.

В корневых выделениях наряду с минеральными обнаружены и органические соединения, среди которых преобладают органические кислоты, аминокислоты и сахара. В меньших количествах обнаружены амиды, олигопептиды, пуриновые и пиримидиновые основания, спирты, алкалоиды, глюкозиды, полифенолы, лактоны и др. [13, 21, 22, 24]. Следует отметить, что выделенные корневыми системами вещества, как правило, имеют невысокую активность в биотестах, поэтому могут оказывать на высшие растения лишь косвенное воздействие [7, 9]. Корневые выделения способствуют развитию ризосферных микроорганизмов и изменяют их биохимические свойства, увеличивая синтез витаминов [25].

Нарушение естественного соотношения основных групп микроорганизмов под бессменными культурами приводит к уменьшению численности бактерий и повышению численности грибов. Так, в бессменных посевах озимой пшеницы, озимой ржи, картофеля, люпина отмечено увеличение содержания микроскопических грибов, обладающих фитотоксическими свойствами. В почве севооборота видовой состав грибов более разнообразен, чем при бессменном посеве [16, 17, 18]. Под плодовыми деревьями в почвах накапливаются фитотоксические формы микроорганизмов, которые в определенных условиях образуют ингибиторы роста [2].

Содержание в почве физиологически активных соединений, синтезируемых микрофлорой, сравнительно невелико, но, обладая высокой активностью, они могут угнетающе действовать на растения [3]. Наиболее высокая активность водорастворимых ингибиторов отмечена в период интенсивного роста перед наступлением фазы формирования генеративных органов. Растения, выращиваемые бессменно, аккумулируют значительно больше ингибиторов, чем в севооборотах [4, 10, 11, 15].

При запахивании и последующем разложении растительных остатков образуются фенольные соединения, которые вызывают нарушение

биологического равновесия в почве [26, 28, 31, 32]. В то же время сжигание соломы, а также увеличение продолжительности гниения остатков растений способствуют снижению ингибирующего эффекта при бесменном посеве [27, 29, 30].

Таким образом, при бесменном возделывании полевых культур в почве накапливаются различные физиологически активные соединения, являющиеся продуктами жизнедеятельности растений и микроорганизмов. Большинство этих соединений водорастворимы и могут, очевидно, вымываться в нижние слои в условиях промывного водного режима почв. В связи с этим мы попытались выяснить, какую роль играют метеорологические условия в снижении фитотоксичности почвы под бесменными культурами.

Условия и методика постановки опытов

Полевые и вегетационные опыты проводили в 1973—1977 гг. на экспериментальной базе Тимирязевской академии «Михайловское». Почва опытного участка дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая на покровном суглинке.

В полевом опыте изучали два варианта: 1 — севооборот (клевер — озимая пшеница — картофель — ячмень с подсевом клевера), 2 — бесменные посевы с 1968 г. озимой пшеницы, ячменя, картофеля. Дозы удобрений под озимую пшеницу — $N_{200}P_{60}K_{120}$, ячмень — $N_{96}P_{120}K_{104}$, картофель — 30 т навоза и $N_{110}P_{110}K_{160}$. Озимая пшеница сорта Мироновская 808, ячмень — Московский 121, картофель — Лорх. Площадь делянок 200 м². Урожай учитывали сплошным способом.

Вегетационные опыты с ячменем проводили в весенней теплице с пленочным покрытием. Почву отбирали с полевого опытного участка. Масса абсолютно сухой почвы в сосуде составляла 4,1 кг. В каждый сосуд вносили по 0,4 г аммиачной селитры, двойного суперфосфата, калийной соли, что соответствовало норме внесения в расчете на 1 кг почвы пахотного слоя полевого опыта. Предполивная влажность почвы поддерживалась на уровне не ниже 70% ППВ.

Схема вегетационного опыта 1:1 — почва с севооборота, отбираемая ежегодно весной; 2 — почва с бесменного посева, отбираемая ежегодно весной; 3 — почва с бесменного посева, отбираемая осенью предыдущего года сразу после уборки ячменя; 4 — бесменное возделывание ячменя в вегетационном опыте с 1974 г.

Для вегетационных опытов 2 и 3 почву отбирали ежегодно весной с бесменного полевого участка ячменя. В опыте 2 изуча-

ли влияние промывных вегетационных поливов на урожай по схеме: 1 — без промывных поливов (контроль); 2 — один промывной полив в фазу выхода в трубку; 3 — один промывной полив в фазу колошения; 4 — два промывных полива в фазы выхода в трубку и колошения; 5 — один полив в фазу выхода в трубку со сбором промывной воды и последующим поливом ею растений по мере снижения влажности почвы; 6 — то же, что в варианте 5+ повторение в фазу колошения.

Количество воды для проведения промывных поливов в 2 раза превышало ее запас при ППВ и равнялось 2,2 л на сосуд. Промывную воду в вариантах 5 и 6 собирали в пустые вегетационные сосуды, обернутые плотной бумагой.

В вегетационном опыте 3 выясняли роль аминокислот различных биохимических групп как представителей водорастворимых соединений в угнетении бесменного ячменя. Испытываемые аминокислоты вносили в фазу выхода в трубку по 250 мг на сосуд в виде водных растворов.

Повторность полевого и вегетационного опытов 4-кратная. Данные об урожае обрабатывали методом дисперсионного и корреляционного анализов.

Период вегетации в 1973 г. характеризовался повышенной температурой воздуха, 1976 г. — пониженной по сравнению со средней многолетней. Температуры в мае, июле 1974 и 1975 гг. были близки к норме, в июне — превышали ее. Количество осадков в 1973 г. в мае составило 37 мм, июне — 32 мм, июле — 137 мм; в 1974 г. — соответственно 96, 50, 98; в 1975 г. — 36, 56, 104; в 1976 г. — 104, 140, 106 мм при норме 45, 68, 85 мм.

Результаты исследований

При возделывании озимой пшеницы, ячменя, картофеля в бесменных посевах урожайность была значительно ниже, чем в севообороте (табл. 1).

Депрессия урожаев бесменной озимой пшеницы по годам составляла 25—74%, ячменя — 12—50%, картофеля — 18—52%. Как видим, диапазон колебания урожая озимой пшеницы при бесменном возделывании по сравнению с севооборотом был шире, чем урожая яровых.

Таблица 1
Урожайность озимой пшеницы, ячменя, картофеля в севообороте и при бессменном посеве (ц/га)

Вариант	1973 г.	1974 г.	1975 г.	1976 г.	В среднем за 4 года
Оз. пшеница					
Севооборот	45,9	43,2	51,5	36,9	44,4
Бессменный посев	34,6	23,6	22,9	9,7	22,7
НСР ₀₅	18,2	17,9	7,9	5,8	—
Ячмень					
Севооборот	14,0	38,5	23,9	31,9	27,1
Бессменный посев	10,6	30,9	11,9	27,9	20,3
НСР ₀₅	7,7	17,4	8,0	4,5	—
Картофель					
Севооборот	27,5	74	494	115	239
Бессменный посев	226	36	296	62	155
НСР ₀₅	90	45	70	26	—

количества осадков часть водорастворимых веществ вымывается за пределы пахотного слоя и токсичность снижается. Так, в сентябре — октябре 1975 г. (начальный период роста и развития озимой пшеницы урожая 1976 г.) выпало 32 мм осадков (в другие годы около 100 мм и более), в результате урожай зерна озимой пшеницы в бессменном посеве составил только 26% урожая в севообороте. Наибольшая разница в урожайности ячменя по вариантам отмечена в 1975 г., когда в предшествующий осенне-весенний период выпало наименьшее количество осадков. Депрессия урожая бессменного картофеля меньше зависела от осадков, что, видимо, связано с технологией возделывания.

Значение накопления фитотоксических веществ при почвоутомлении под бессменными посевами изучали в вегетационном опыте.

Таблица 2
Урожай зерна ячменя в вегетационном опыте 1 (г сухого вещества на сосуд)

№ варианта	Вариант	1974 г.	1975 г.	1976 г.	1977 г.
1	Почва с севооборота, взятая весной	—	9,5	18,1	6,0
2	Почва с бессменного посева, взятая весной	9,1	7,0	18,0	4,7
3	Почва с бессменного посева, взятая осенью	—	—	10,7	8,8
4	Бессменное возделывание с 1974 г.	9,1	2,7	9,5	7,4

В среднем за 4 года урожайность озимой пшеницы в бессменном посеве была почти в 2 раза, ячменя — на 25%, картофеля — на 35% меньше, чем в севообороте.

Снижение урожая при бессменном возделывании в основном обусловлено биологическими причинами, так как существенных изменений агрофизических свойств почвы (объемной массы, структуры и ее водопрочности, влажности) не наблюдалось [5, 6].

Среди биологических факторов, вызывающих почвоутомление, важное место занимают фитотоксические вещества. Содержание их, вероятно, существенно изменяется во времени в результате происходящих в почве биологических, химических и физических процессов, интенсивность которых зависит от метеорологических условий, в частности, от осадков как в продолжение всей вегетации, так и в осенний и весенний периоды. С увеличением

количества осадков часть водорастворимых веществ вымывается за пределы пахотного слоя и токсичность снижается. Так, в сентябре — октябре 1975 г. (начальный период роста и развития озимой пшеницы урожая 1976 г.) выпало 32 мм осадков (в другие годы около 100 мм и более), в результате урожай зерна озимой пшеницы в бессменном посеве составил только 26% урожая в севообороте. Наибольшая разница в урожайности ячменя по вариантам отмечена в 1975 г., когда в предшествующий осенне-весенний период выпало наименьшее количество осадков. Депрессия урожая бессменного картофеля меньше зависела от осадков, что, видимо, связано с технологией возделывания.

Значение накопления фитотоксических веществ при почвоутомлении под бессменными посевами изучали в вегетационном опыте.

В вегетационном опыте, когда устраняются многие факторы, снижающие урожай, не удается предотвратить падение продуктивности ячменя при бессменном посеве. Так, данные об урожае зерна в 1-м и 2-м вариантах этого опыта (табл. 2) согласуются с данными, полученными в полевом опыте.

Однако при исключении воздействия на почву осадков в послеуборочный период (вариант 3) урожай ячменя в 1976 г. был меньше, а в 1977 г. больше, чем при отборе почвы весной (вариант 2). Это объясняется различным количеством осадков в период вегетации и в течение теплого времени осени и ранней весны в указанные годы. За вегетационный период 1975 г. выпало

всего 168 мм осадков, а они не могли существенно повлиять на концентрацию в пахотном слое почвы ингибирующих веществ, образовавшихся в результате жизнедеятельности растений и микроорганизмов. Поэтому почва, взятая сразу после уборки урожая, отличалась большей фитотоксичностью, чем оставшаяся в поле до весны. В полевых условиях осенние и весенние осадки способствовали снижению концентрации вредных веществ. Все это благоприятно отразилось на продуктивности растений в 1976 г.

За тот же период 1976 г. количество осадков составило 402 мм и они вызвали внутрпочвенный сток, способствующий вымыванию водорастворимых веществ.

Очевидно, вследствие этого почва к моменту уборки в данном году была менее токсичной, чем в предыдущем году. Дожди осенью и весной приводили к уменьшению содержания в ней питательных веществ, поэтому урожай в 1977 г. в варианте с почвой осеннего отбора был выше, чем на почве, отобранной весной.

Для варианта 4 почву брали с бессменного участка полевого опыта в 1974 г. и в последующие годы ее не заменяли, как это делалось в других вариантах. Повторное возделывание привело к резкому сокращению урожая. В 1976 г. механический состав почвы изменили путем добавления песка (сделали ее легкосуглинистой) и урожай заметно увеличился по сравнению с 1975 г., а в 1977 г. он превысил контроль.

Такое изменение продуктивности ячменя связано, на наш взгляд, с тем, что при поливе в легкосуглинистой почве отток и снижение концентрации водорастворимых веществ в зоне расположения активной части корневой системы идут быстрее, чем в среднесуглинистой, вследствие различия их адсорбционных и других физических свойств.

Степень угнетения растений при бессменном возделывании на почвах разных типов также неодинакова. В исследованиях с яблонями на серой лесной оподзоленной легкосуглинистой почве токсичность оказалась возросшей к 29-летнему возрасту деревьев, в то время, как на лугово-черноземной карбонатной пойменной легкосуглинистой — лишь к 70-летнему [1].

В полевых условиях в период вегетации инфильтрация воды наблюдалась или не всегда, или по годам опыта в различные периоды роста и развития растений. Кроме того, в поле на почву воздействуют также другие факторы, что затрудняет изучение роли осадков в снижении токсичности почвы.

Таблица 3
Влияние промывных поливов на продуктивность ячменя в вегетационном опыте 2 (г сухого вещества на сосуд)

№ варианта	1974 г.		1975 г.		1976 г.	
	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
1	9,1	14,9	7,0	11,6	18,0	24,0
2	10,9	12,1	7,4	13,6	10,9	15,4
3	11,5	13,3	7,2	11,8	16,3	23,0
4	12,0	14,0	9,5	9,1	11,2	15,1
5	9,7	14,6	9,5	11,5	12,9	17,2
6	12,6	14,5	10,0	12,1	15,0	18,8
НСР ₀₅	2,0	—	2,5	—	2,5	—

Таблица 4

Корреляционные отношения между количеством осадков в разные периоды и снижением урожая бессменных культур относительно севооборота

Период	Оз. пше-ница	Ячмень	Карто-фель
Апрель	0,26	0,86*	0,77*
Май	0,77*	0,57	0,82*
Июнь	0,57	0,84*	0,36
Июль	0,18	0,67	0,33
Август	0,46	0,77*	0,50
Сентябрь	0,79*	0,89*	0,37
Октябрь	0,70	0,90*	0,35
Апрель — август	0,06	0,85*	0,37
Сентябрь — октябрь	0,81*	0,57	0,50
Август — октябрь + апрель — май	0,45	0,95*	—

* Корреляционные отношения значимы на 5%-ном уровне.

Таблица 5

Влияние аминокислот на продуктивность
бесменного ячменя в вегетационном опыте 3
(г сухого вещества на сосуд)

Аминокислота	Зерно		Солома	
	г	%	г	%
1975 г.				
Контроль	7,0	100	11,6	100
Аланин	9,5	137	12,8	110
Глютаминовая	9,5	137	14,6	126
Нингидрин	7,1	101	10,5	90
Метионин	6,2	88	9,8	84
Цистеин	11,5	164	13,2	114
Фенилаланин	4,5	64	8,1	70
Аспарагиновая	9,8	140	12,3	106
Лейцин	2,6	37	7,7	66
Серин	8,7	124	14,9	128
НСР ₀₅	3,4	—	—	—
1976 г.				
Контроль	18,0	100	24,0	100
Аланин	15,5	86	17,7	74
Глютаминовая	14,9	83	22,0	92
Нингидрин	14,5	80	22,3	93
Метионин	15,2	84	22,4	93
Цистеин	14,7	82	20,5	85
Фенилаланин	13,6	75	19,9	83
Аспарагин	15,8	88	21,7	90
Валин	14,9	83	22,2	93
Лизин	14,9	83	21,8	91
Тирозин	14,1	78	18,8	78
Триптофан	15,0	83	20,0	83
НСР ₀₅	2,3	—	—	—

Аналогичным было действие поливов с последующим использованием промывной воды для увлажнения почвы тех же сосудов. Однако положительный эффект в этом случае был выше, чем в соответствующих вариантах без повторного использования промывной воды. Это объясняется тем, что с промывной водой в почву возвращались выведенные ранее элементы минерального питания, а концентрация токсических веществ значительно снижалась вследствие разбавления водой и процессов разложения и превращения (так как полив был растянут во времени) и они не оказывали заметного ингибирующего действия.

Одной из характерных особенностей вегетационных поливов в 1974 и 1975 гг. являлось их большее влияние на формирование зерна, чем на солому.

Таким образом, промывные вегетационные поливы способствовали снижению почвоутомления под бесменными культурами, что свидетельствует о важной роли водорастворимых колинов в этом процессе. Однако эффективность промывных поливов зависит от фитотоксического состояния почвы при возделывании растений, а также от срока полива. В засушливый год увеличивается содержание ингибиторов роста в корнях растений и почве, особенно к фазе формирования генеративных органов [12]. Поэтому наиболее благоприятно влияли на урожайность промывные поливы в фазу колошения с повторным использованием промывной воды для последующего увлажнения почвы.

Корреляционный анализ результатов полевого опыта (табл. 4) показал, что между количеством осадков в определенные периоды и урожаем бесменной культуры наблюдается существенная криволинейная зависимость. Она свидетельствует о том, что с увеличением до опреде-

В вегетационном опыте 2 проводили промывные поливы в разные фазы (табл. 3). Влияние их на урожай по годам было неодинаковым. Это, вероятно, связано со степенью фитотоксичности почвы к началу вегетации. Так, при одноразовом промывном поливе в фазу выхода в трубку урожай в 1974 и 1975 гг. незначительно повышался, а в 1976 г. — существенно снижался. В полевых условиях разница между урожаями в севообороте и бесменном посеве в 1974 и 1975 гг. была наибольшей, в 1975 г. — наименьшей. Это свидетельствует о том, что в первые два года почва бесменного посева была более токсичной, чем в последний год.

Промывной полив в фазу колошения способствовал повышению продуктивности растений в 1974 г. и не оказывал на нее существенного влияния в другие годы.

При проведении двух промывных поливов в фазу выхода в трубку и колошения наблюдалось увеличение урожая в 1974 и 1975 гг. и снижение в 1976 г.

ленного уровня количества осадков уменьшаются различия между урожайностью бессеменных посевов и севооборотом, а избыточное увлажнение ведет к увеличению этой разницы.

У озимой пшеницы урожай находился в корреляционной зависимости только от количества осадков, выпадавших в сентябре, сентябре — октябре, мае; у ячменя — от осадков в период наиболее интенсивного роста растений (июнь), а также в осенне-весенний период. Менее четко проявлялась подобная зависимость для картофеля. Статистически значимой была только связь урожая с осадками апреля и мая. Сопоставляя значимые корреляционные отношения, можно видеть, что большое влияние на урожай бессеменных зерновых культур оказывают осадки осенне-весеннего периода, а на урожай картофеля — весеннего.

Таким образом, результаты корреляционного анализа данных полевого опыта подтвердили, что фитотоксичность почвы бессеменных посевов зависит от метеорологических условий. Чем продолжительнее период между возделыванием культур, тем больше возможность снижения токсичности почвы вследствие вымывания и разложения. Например, урожайность бессеменных посевов озимой пшеницы подвержена большим колебаниям, чем урожайность яровых культур, потому что поле бессеменной озимой пшеницы свободно от возделывания менее месяца. Однако в случае более длительного перерыва при выпадении большого количества осадков имеется опасность вымывания легкоусвояемых питательных веществ, в первую очередь азота, и тогда растения могут испытывать недостаток в этом элементе [19].

Увеличение урожая бессеменных культур при периодическом промывном водном режиме указывает на то, что среди ингибиторов роста, накапливающихся в почве, имеются свободные водорастворимые вещества, которые являются продуктами жизнедеятельности растений и микроорганизмов. Состав органических веществ, выделяемых корнями растений, разнообразен. Количественная сторона процесса выделения определяется условиями питания, онтогенетическим состоянием растений и другими факторами. Так, с повышением уровня минерального питания масса выделенных растением продуктов обмена возрастает [24]. Разные группы органических соединений по-разному влияют на взаимодействие растений с почвой и микрофлорой. В то же время наличие любого вещества в достаточно высокой концентрации оказывает на живой организм угнетающее или даже токсическое воздействие [7].

Важное место среди продуктов корневых выделений и разложения занимают аминокислоты. По тормозящему действию они превосходят другие органические вещества, а отдельные чистые препараты аминокислот часто оказываются токсичными для роста изолированных корней [23]. Мы в течение двух лет изучали влияние на урожай бессеменного ячменя аминокислот, различных биохимических групп (табл. 5). Действие их на продуктивность растений в различные годы было неодинаковым. В 1975 г. под влиянием лейцина урожай ячменя снизился, под влиянием цистина — увеличился. Остальные аминокислоты не оказали на него существенного влияния, хотя большинство способствовало проявлению тенденции к увеличению урожая зерна. В 1976 г. все изучаемые аминокислоты снижали продуктивность растений на 14—25% и несколько повышали общую кустистость.

Полученные нами результаты подтверждают выводы других исследователей о том, что некоторые свободные аминокислоты (глутаминовая, аспарагиновая, треонин, серин, пролин, глицин, аланин, валин) могут оказывать как ингибирующее, так и стимулирующее действие [14]. Ингибирующее действие определяется, очевидно, потенциальной способностью микрофлоры и различных веществ химически или физически блокировать накапливающиеся в почве аминокислоты, которые больше влияют на формирование зерна, чем соломы. При накоплении

в тканях труднодезаминируемых аминокислот — валина, тирозина, фенилаланина — отмечается угнетение растений [20].

Таким образом, среди водорастворимых веществ, вызывающих угнетение растений бессменных посевов, могут быть аминокислоты. Источниками поступления их в почву являются продукты микробиологической деятельности и корневые выделения, количественный и качественный состав которых зависит от условий среды и онтогенетического состояния растений. Аминокислоты, образующиеся в процессе распада белков, далеко не всегда являются благоприятным материалом для повторного использования при синтезе белков. Многие из них являются конечными продуктами азотного обмена, так как ферментативные системы по их взаимопревращению развиты крайне слабо [24]. В условиях благоприятного режима питания свою потребность в минеральных элементах растительный организм почти полностью удовлетворяет за счет легко усваиваемых минеральных соединений, что непременно должно привести к чрезмерному накоплению в почве плохо используемых продуктов обмена, в том числе и аминокислот.

Заключение

При возделывании сельскохозяйственных культур бессменно урожайность снижалась как в условиях полевого, так и вегетационных опытов. Одной из причин этого, очевидно, является накопление в почве водорастворимых ингибирующих веществ.

Снижение урожайности бессменных культур по сравнению с урожайностью в севообороте было различным в годы опыта: у озимой пшеницы оно колебалось от 25 до 74%, у ячменя — от 12 до 50, у картофеля — от 18 до 52%. Это свидетельствует об изменении токсичности почвы по годам.

Установлено наличие корреляционной зависимости между депрессией урожайности бессменных культур и количеством осадков сентября, сентября — октября, мая — для озимой пшеницы; апреля, июня, августа, сентября, октября, апреля — августа, осенне-весеннего периода — для ячменя; апреля — мая — для картофеля. Эта корреляционная зависимость носит криволинейный характер и показывает, что с увеличением количества осадков в отмеченные периоды различие в урожайности между севооборотом и бессменным возделыванием уменьшается. Однако при обильном выпадении осадков снижение продуктивности бессменных посевов увеличивается, поскольку вместе с физиологически активными продуктами метаболизма в нижние слои почвы вымываются и элементы минерального питания.

Влияние метеорологических условий на бессменную озимую пшеницу наиболее заметно проявляется в осенний и ранневесенний периоды вегетации, когда растения более чувствительны к токсическим веществам. Если осенью и в момент отрастания озимой пшеницы весной не происходит оттока ингибирующих веществ из ризосферы корней, продуктивность растений резко падает, несмотря на улучшение условий роста в последующем.

Вероятность снижения фитотоксичности почвы под бессменным ячменем выше, чем под озимой пшеницей, так как в первом случае поле бывает свободным в течение более продолжительного периода.

Вымывание продуктов метаболизма зависит не только от количества осадков, но и от механического состава почвы.

Отсутствие корреляционной зависимости между урожаем картофеля при бессменном возделывании и количеством осадков в осенний период, очевидно, можно объяснить улучшением воздушного режима почвы при междурядных обработках.

К фитотоксическим веществам в почве под бессменными культурами относятся некоторые аминокислоты, выделяемые корневой системой растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берестецкий О. А. Токсикоз почв под многолетними плодовыми насаждениями. — Почвоведение, 1971, № 7, с. 56—64.
2. Берестецкий О. А. Микроорганизмы как фактор токсичности почв под многолетними плодовыми насаждениями. — Почвоведение, 1975, № 4, с. 92—97.
3. Берестецкий О. А. Роль микроорганизмов в аллелопатии. — В сб.: Проблемы аллелопатии. Киев, «Наукова думка», 1976, с. 4—5.
4. Бойко П., Дзюбенко Н., Сигарева Д. и др. Некоторые биологические факторы плодородия почвы в севообороте и бессменных посевах. В сб.: Земледеліе. Киев, «Урожай», 1976, т. 43, с. 28—38.
5. Воробьев С. А., Сафонов А. Ф. Водопотребление и продуктивность растений в специализированных звеньях севооборота Центральных районов Нечерноземья. — Вестн. с.-х. науки, 1976, № 8, с. 17—26.
6. Воробьев С. А., Сафонов А. Ф. Агрегатный состав и водопропускность почвы под полевыми культурами в севообороте и бессменных посевах. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 5, с. 56—62.
7. Гродзинский А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев, «Наукова думка», 1965.
8. Гродзинский А. М. Проблема почвоутомления и аллелопатия. — В сб.: Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. Киев, «Наукова думка», 1974, вып. 5, с. 3—9.
9. Гродзинский А. М. Роль корневых систем в химическом взаимодействии растений. — В сб.: Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. Киев, «Наукова думка», 1974, вып. 5, с. 10—14.
10. Дзюбенко Н. Н., Сигарева Д. Д., Бойко П. И. Влияние предшественников на динамику колинов и фитонематод в севообороте. — В сб.: Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. Киев, «Наукова думка», 1973, вып. 4, с. 38—44.
11. Дзюбенко Н. Н., Крупа Л. И., Сигарева Д. Д., Бойко П. И. К вопросу о почвоутомлении под полевыми культурами. — В сб.: Физиолого-биологические основы взаимодействия растений в фитоценозах. Киев, «Наукова думка», 1975, вып. 4, с. 40—44.
12. Дзюбенко Н. Н., Крупа Л. И., Бойко П. И. Динамика накопления тормозителей в почве бессменной и севооборотной культуры. — В кн.: Взаимодействие растений и микроорганизмов в фитоценозах. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 70—77.
13. Иванов В. П. Растительные выделения и их значение в жизни фитоценозов. М., «Наука», 1973.
14. Иванов В. П., Неуструева С. Н., Чурюканова Л. В., Нечипоренко Г. А., Кириллина В. И. Содержание свободных аминокислот в корнях и корневых выделениях основных сельскохозяйственных культур в разные фазы их роста и развития. — В сб.: Проблемы аллелопатии. Киев, «Наукова думка», 1976, с. 56—57.
15. Мочалов Ю. М. Содержание фитотоксических форм бактерий в дерново-слабоподзолистой почве при выращивании люпина в севообороте и в монокультуре. — В сб.: Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. Киев, «Наукова думка», 1975, вып. 6, с. 102—105.
16. Мочалов Ю. М. Содержание фитотоксических форм бактерий в темно-каштановой почве при выращивании озимой пшеницы и сахарной свеклы в севообороте и бессменно. — В сб.: Проблемы аллелопатии. Киев, «Наукова думка», 1976, с. 112—113.
17. Надкержничный С. П. К вопросу о распространении микроскопических грибов — токсинообразователей в дерново-среднеподзоленной почве под некоторыми сельскохозяйственными культурами. — В сб.: Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. Киев, «Наукова думка», 1974, вып. 5, с. 97—100.
18. Надкержничный С. П. Фитотоксические свойства и видовой состав микроскопических грибов темно-каштановой почвы при выращивании озимой пшеницы в севообороте и монокультуре. — В сб.: Проблемы аллелопатии. Киев, «Наукова думка», 1976, с. 113—114.
19. Никитишин В. и др. Вымывание азота при интенсивном применении удобрений. — В сб.: Почвоведение и агрохимия, Пушкино, 1977, с. 141—145.
20. Ратнер Е. И., Ухина С. Ф. О некоторых особенностях обмена азотистых веществ в корнях различных растений на примере усвоения ими экзогенных аминокислот. — Физиология растений, 1965, т. 12, вып. 5, с. 814—824.
21. Рахтеенко И. Н., Минько И. Ф., Кауров И. А., Будкевич Т. А. Аминокислотный состав корневых выделений некоторых сельскохозяйственных растений. — В кн.: Взаимодействие растений и микроорганизмов в фитоценозах. Киев, «Наукова думка», 1977, с. 97—103.
22. Ремпе Е. Х., Грюнберг. Качественный и количественный состав корневых выделений стерильных растений кукурузы. — С.-х. биол., 1970, № 5, с. 703—707.
23. Смирнов А. М. Рост и метаболизм изолированных корней в стерильной культуре. М., «Наука», 1970.
24. Сытник К. М., Книга Н. М., Мусатенко Л. И. Физиология корня. Киев, «Наукова думка», 1972.
25. Тевелева М. Роль корневых выделений во взаимоотношениях почвенных микроорганизмов и высших растений. — В сб.: Микробный синтез биологически активных соединений. Минск, 1976, с. 56—62.
26. Джумалиева Д. и др. Физиология активности и идентификация на ячмю феноли ингибиторы в почватах и следственных остатках при монокультурно отглеждане на пшеницата. — Растениеведни науки, 1977, т. 14, вып. 2,

c. 3—9. — 27. Collins A. — Big Farm Manag., 1977, july, p. 21—24. — 28. Duran I., McCalla T. — U. S. Department of Agr., 1977, vol. 57, p. 1—7. — 29. Gliemeroth G., Niklas W. L. — Acker-Pflanzenbau, 1976, Bd 143, H. 1, S. 51—65. — 30. Kimber R. W. Z. — Plant. a. Soil, 1973,

vol. 38, N 2, p. 347—361. — 31. Kuwatsuka Shozo, Shindo Haruo. — Soil Sci. a. Plant Nut., 1973, vol. 19, N 3, p. 219—227. — 32. Ridky K. — Roste Vyroba, 1976, r. 22, c. 5, s. 525—535.

Статья поступила 5 февраля 1979 г.

SUMMARY

Field and greenhouse experiments were conducted on the Timiryazev Academy training farm "Michailovskoje" in 1973—1977. It has been found that one of the factors causing the suppression of continuously grown plants is the accumulation of water-soluble inhibitory substances in the soil. The amount of these substances varies greatly due to washing out by rain during the growing period and in the fall and in spring. A correlation between the yields of field crops under continuous cultivation compared to rotation and the amount of precipitation in different periods of the year has been discovered.

Amino acids secreted by the root system of plants contribute to the accumulation of phytotoxic substances in the soil under continuous crops.