

*Глупый выращивает сорняки,
Умный выращивает культуру,
Мудрый выращивает здоровую почву.*

Китайская пословица

ЗДОРОВЬЕ ПОЧВЫ АГРОЦЕНОЗОВ КАК АТРИБУТ ЕЕ КАЧЕСТВА И УСТОЙЧИВОСТИ К БИОТИЧЕСКИМ И АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССОРАМ

М.С. СОКОЛОВ*, А.И. МАРЧЕНКО*, С.С. САНИН**,
Е.Ю. ТОРОПОВА***, ВА. ЧУЛКИНА, А.Ф. ЗАХАРОВ***

Высокое качество почвы агроценозов характеризуется оптимальным уровнем ее плодородия и здоровья. Почвенное здоровье предполагает безвредность почвы для человека, культивируемых растений, природной биоты и сопряженных сред, подавление вредных организмов и получение нормативно чистого урожая. Здоровая почва характеризуется супрессивностью (в отношении экономически значимых фитопатогенов, других вредных организмов) и самоочищающей способностью (в отношении ксенобиотических и природных поллютантов). Обсуждаются проблемы индикации и индукции почвенной супрессивности на примере защиты посевов пшеницы от корневых гнилей, практически повсеместно снижающих ее урожайность на 10—20%. Агроценологические регуляторы-индукторы почвенного здоровья включают в себя фитосанитарных предшественников, сбалансированное удобрение, сортовую агротехнику и мозаику устойчивых сортов, адаптивную систему обработки почвы, арсенал средств и методов биологической защиты растений. Демонстрируется высокая эффективность использования ярового рапса (как предшественника яровой пшеницы) в сравнении с «механическим» и «химическим» чистым паром.

Ключевые слова: здоровье и качество почвы, фитопатогены, индикаторы и индукторы супрессивности почвы, агроценоз.

Здоровье почвы агроценоза — неотъемлемая характеристика ее качества. Всемирные экологические форумы (Рио-де-Жанейро, 1992; Претория, 2002) обнажили и конкретизировали глобальную экологическую проблему биосферы Земли. Они акцентировали внимание мирового сообщества на всестороннем осмыслении таких важнейших ее аспектов, как: а) обеднение видового разнообразия и генофонда, б) истощение жизнеобеспечивающих

природных ресурсов — не возобновляемых и возобновляемых, в) ухудшение качества экосферы вследствие эмиссии отходов. Эти техногенные процессы негативно повлияли и на качество почвы агроценозов, в первую очередь на такую ее характеристику, как почвенное здоровье (Health soil).

Концепция «качества и здоровья» почвы предложена и сформулирована почвоведом в конце XX века [8, 19]. Здоровье почвы определяется как «...ее

* Научно-исследовательский Центр токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов ФМБА, Серпухов.

** внии фитопатологии РАСХН, Большие Вяземы, Московская обл.

*** Новосибирский Государственный аграрный университет.

способность в течение длительного времени функционировать в качестве компонента наземной экосистемы, обеспечивая ее биопродуктивность и поддерживая качество воды и воздуха, а также здоровье растений, животных и человека» [18]. Согласно этим представлениям потенциальная биопродуктивность качественной почвы определяется не только ее плодородием, но в значительной степени и ее здоровьем — атрибутом экологической устойчивости фитоценоза. Здоровая почва как паразитическая система [8] обладает уникальными биологическими свойствами — супрессивностью и самоочищающей способностью. Атрибуты здоровой почвы: а) безвредность для здоровья человека, почвенной и наземной биоты, б) незагрязненность биопродукции, а также сопряженных водной и воздушной сред, в) сохранение урожая от инфицирования и расширения вредными организмами.

Основные функции здоровой почвы реализуются посредством: 1) подавления или элиминирования супрессорами-антагонистами (фито)патогенной микробиоты, постоянно инфицирующей почву, 2) самоочищения от загрязняющих веществ путем их биотрансформации и/или разложения органотрофными микроорганизмами-деструкторами. Супрессивность почвы (*suppressivity of the soil*) — это атрибут почвенного здоровья, проявляющейся в подавлении и/или элиминировании отдельных вредных видов агроценоза (в первую очередь фитопатогенов) и обусловленный совокупным действием биологических, физико-химических и агрохимических свойств почвы. Важная роль в обеспечении супрессивности почвы принадлежит корневым экссудатам растения-эдификатора, ризосферным микроорганизмам и их метаболитам [6].

Оптимальные характеристики здоровья почвы (наряду с ее эффективным плодородием) — это важнейший фактор получения программируемого и экологичного (нормативно чистого)

урожая. Здоровая почва — это нормативно чистая почва, не содержащая техногенные радионуклиды, ксенобiotические и природные поллютанты, а также (фито) патогенные примеси (биоагенты) сверх допустимых санитарно-гигиенических, экологических и фитосанитарных нормативов. Здоровье почвы формирует аборигенная биота педоценоза, которая активно и непрерывно функционирует в широком диапазоне локальных экоресурсов педоценоза. Состояние здоровья почвы, его качественные и функциональные составляющие — самоочищающая способность, супрессивность, сбалансированное биоразнообразие, фунгистазис, бактериостазис и др. — оцениваются и контролируются современными микробиологическими, (био)химическими, фитопатологическими и молекулярно-генетическими методами

Повсеместно в мире недооценка здоровья почвы привела к широкому распространению высоковредоносных почвенных (корнеклубневых) болезней большинства возделываемых культур. Их возбудители — факультативные фитопатогены, преимущественно микромицеты К-стратеги (>80%), а также бактерии и фитонематоды. Заселение почвы фитопатогенами-токсипродукентами сопровождается порчей продуктов урожая. Очевидно, что только плодородные, здоровые почвы, характеризующиеся супрессивностью и оптимальным биоразнообразием, в состоянии обеспечить получение программируемого, экологичного (нормативно чистого) урожая.

Неэффективность традиционных мер защиты от почвенных фитопатогенов (на примере зерновых злаков). В зернопроизводящих районах России доминантные продуценты короткоротационных севооборотов представлены в основном несколькими сходными по биологии культурами (пшеница, ячмень). Это обусловило повсеместное распространение в подопных агроэкосистемах корневых (прикорневых) гнилей. Их возбудите-

ли — факультативные микромицеты *Bipolaris sorokiniana*, *Ophiobolus graminis*, *Rhizoctonia cerealis*, *Rh. solani*, *Pseudocercospora cherotrichoides*; *Pythium*, *Fusarium spp.* и др. Они широко распространены во всех зернопроизводящих зонах страны. Их вредоносность в отношении, например, основных интенсивных сортов озимой пшеницы, районированных в ЦЧО, оценивается ежегодно потерями ~10% урожая (табл. 1). В Западносибирском регионе, где в почве повсеместно высок инфекционный потенциал возбудителя *Bipolaris sorokiniana*, яровая пшеница фактически возделывается на инфекционном фоне, вследствие чего ее потенциальная урожайность снижа-

ется в среднем на 7,4 ц/га, или выше 20% (табл. 2). Особенно неблагоприятная ситуация сложилась на протяжении последних десятилетий в Новосибирской, Тюменской и Курганской областях. Здесь значительная часть почв агроценозов яровой пшеницы (30~40%) заселена возбудителем гельминтоспориозной корневой гнили существенно выше допустимых пределов (табл. 3).

Из-за отсутствия в педоэкосистеме абсолютного доминирования [6] современные системные фунгициды в отношении возбудителей корневых гнилей и мало эффективны (<60%), и сравнительно быстро вызывают у этих грибов фунгицидорезистентность, для

Таблица 1

Развитие корневых гнилей на сортах озимой пшеницы, районированных в ЦР РФ (ВНИИФ, 2006 г.)

Сорт	Количество растений, шт/м ²		Зимняя гибель, %	Интенсивность развития корневых гнилей, %		Урожайность, ц/га	Потери урожая, ц/га
	осень, фаза 21	весна, фаза 29		осень, фаза 21	весна, фаза 29		
Мироновская 808	394	320	19	5,5	18,0	64,5	7
Московская 39**	346	320	8	4,8	17,0	58,3	5
Памяти Федина*	338	272	20	7,0	16,0	65,4	5
Немчиновская 24*	344	192	44	4,5	16,0	73,4	5
Галина**	348	264	24	7,6	15,0	62,1	5
Московская 56	346	318	8	3,8	20,0	67,7	8
Московская 39**	364	324	11	2,6	21,0	60,7	8
Эристоспермум 677/02	344	310	10	2,8	20,0	66,0	8
Эристоспермум 257/01	376	353	6	3,8	20,0	65,3	8

П р и м е ч а н и е . *Сорт умеренно восприимчивый; ** сорт высоковосприимчивый.

Таблица 2

Фитосанитарное состояние почв агроценозов яровой пшеницы в хозяйствах Сибири и Зауралья по заселенности *Bipolaris sorokiniana* (обобщенные данные за 1976-2007 гг.)

Область, край	Объем обследованных площадей		Заселенность пахотных почв под яровую пшеницу, %		
	число хозяйств	тыс. га	ниже ПВ	выше ПВ в стадии	
				умеренной	высокой
Новосибирская	21	207,9	12,0	50,3	37,7
Омская	7	75,2	49,9	41,2	8,9
Кемеровская	3	15,6	17,6	71,4	11,0
Тюменская	2	3,8	9,9	51,5	38,6
Курганская	3	4,8	9,2	63,8	27,0
Алтайский	17	116,6	4,6	89,2	6,2
Красноярский	21	83,7	22,1	67,9	10,0

Пораженность пшеницы (%) и вредоносность основных фитопатогенов
в Западно-Сибирском регионе (2007 г.)

Область, край	Интервалы развития патогенов, %					Потери урожая, %
	септориоз листьев (<i>Septoria tritici</i> , <i>S.nodorum</i>)	септориоз колоса (<i>Septoria nodorum</i>)	бурая ржавчина (<i>Puccinia triticina</i>)	мучнистая роса (<i>Blumeria graminis</i>)	корневые гнили (<i>Bipolaris sorokiniana</i> , <i>Fusarium spp.</i> , <i>Ophiobolus graminis</i>)	
<i>Яровая пшеница (фаза 71–72)</i>						
Омская	30–80	1–10	до40	ед.	15–20	15–25
Кемеровская	50–100	1–5	40–80	ед.	10–15	25
Новосибирская	25–80	0–10	—	ед.	15–20	15–35
Алтайский	5–90	1–10	40–70	ед.	10–15	15–30
<i>Озимая пшеница (фаза 77–79)</i>						
Омская	50–80	1–15	до50	20–50	25–30	25
Кемеровская	50–90	1–30	50–80	ед.	10–15	25–30

устранения которой требуются специальные меры. Из-за полигенной природы признака вирулентности, присутствующего этим факультативным паразитам, а также разнообразия растений-хозяев селекция сортов зерновых, устойчивых к корневым гнилям, пока неэффективна (см. табл. 1). Поэтому успешно контролировать активность таких фитопатогенов возможно, лишь располагая комплексом специальных агротехнологических приемов, в котором ведущая роль должна принадлежать индукторам почвенной супрессивности.

Индикация почвенной супрессивности. До последнего времени поиск четких критериев феномена почвенной супрессивности (общей и специфической) не дал положительных результатов [20]. По нашему мнению, в качестве подобных критериев могут выступать, в первую очередь, важнейшие функциональные характеристики катаболизма почвенных микроорганизмов, такие как базальное, удельное и субстратиндуцированное дыхание (СИД). Как полагают [1], показатель СИД является более корректным критерием функционирования микробноты по сравнению с численностью общего пула микробного сообщества, оцениваемой прямым микроскопирова-

нием почвы. Априори можно допустить, что чем «здоровее» почва, тем выше показатели ее биоразнообразия (коэффициент Шеннона и др.). Так, для подзолистой почвы нами установлена высокая положительная корреляция связи индекса Шеннона с удельным дыханием и отрицательная — со степенью ее загрязнения ПАУ и ПХБ. В этих опытах для количественного определения эмиссируемого CO₂ хорошо зарекомендовал себя модифицированный метод мультисубстратреспирометрии [9]. Он позволяет оперативно и с приемлемым уровнем относительной погрешности (9-12%) оценивать традиционные характеристики почвенного микробного сообщества, основанные на показателях микробного дыхания. Полагаем, что в перспективе подобные критерии реально использовать в качестве зональных экологических индикаторов оценки здоровья почвы (для выделения в типичных зональных агроэкосистемах эталонных угодий и экологически устойчивых агроценозов со здоровыми почвами, при бонитировке почв сельскохозяйственных, селитебных, рекреационных территорий и иных целей).

Пока в практике для характеристики почвенной супрессивности используются коэффициенты парази-

ческой активности возбудителя (КПВ) [14] и супрессивной активности почвы (КСА = 1/КПВ). Их получают, оценивая степень поражения злаковой тест-культуры, высеянной в образцы почвы, инфицированной возбудителем обыкновенной корневой гнили.

Агротехнологические приемы как индукторы почвенной супрессивности. В естественных фитocenозах экспансия почвенных фитопатогенов постоянно сдерживается межвидовой борьбой. Она проявляется как конкуренция за компоненты пищи, антибиоз, паразитизм и хищничество. Исходя из стратегии долгосрочной биоценотической регуляции [13] в почве агроценоза следует создавать и поддерживать оптимум условий для функционирования сапротрофных микробов-антагонистов, что вполне реально при использовании индукторов супрессивности. В роли последних выступают фундаментальные и хорошо изученные экологические приемы земледелия и защиты растений — элементы современных агротехнологий. Индукторы супрессивности оказывают положительное действие на функционирование микроорганизмов-редуцентов и консорбентов системы триотрофа. В результате почва на определенный период приобретает антагонистические свойства в отношении фитопатогенов. При этом в ней активно размножаются автохтонные микробы-антагонисты (виды триходермы, пенициллы, аспергиллы, псевдомонады и др.). Почва становится временно супрессивной и вследствие обработки ее антигрибными микробиопрепаратами. В этом случае, а также при использовании других приемов-индукторов, явление именуется индуцированной (специфической) супрессивностью. Чаще всего она проявляется в отношении конкретной фитопатосистемы «хозяин о патоген». Развивающаяся при этом антагонистическая микробиота (конкурентная, ингибирующая, гиперпаразитарная, хищная) подавляет выживаемость и

паразитизм факультативных фитопатогенов в критические для них периоды онтогенеза (сапротрофная фаза). Следствием является снижение их вредоносности либо даже полная ее утрата.

Фитопатологические почвенные картограммы и нормирование почвенных фитопатогенов (на примере яровой пшеницы и возбудителя обыкновенной корневой гнили). Применительно к фитопатосистеме «яровая пшеница *B. sorokiniana*» почвы пахотных угодий лесостепи Западной Сибири классифицировали на три категории:

	КПВ	КСА
- высокосупрессивные	0,1÷0,2	5÷10
- среднесупрессивные	0,3÷0,9	1÷4,9
- кондуктивные (больные)	≥1	<1

По итогам их обследования составили разномасштабные фитопатологические почвенные картограммы (ФПК). Как оказалось, высокосупрессивные почвы в регионе отсутствуют, к среднесупрессивным отнесли преимущественно лугово-черноземные, к кондуктивным почвам — черноземы южный выщелоченный и южный. Разработаны пороги вредоносности этого патогена для пшеничных агроценозов региона — 10-60 конидий/г почвы. Варьирование этих регламентируемых показателей (ПВ, ЭПВ) зависит от восприимчивости сорта к патогену и степени супрессивности почвы конкретного поля [16].

ФПК уже в течение ряда лет оперативно составляются заинтересованными специалистами и используются в практике зерносеющих хозяйств Западной Сибири при проведении защитных мероприятий. На их основе разрабатываются агротехнологии для повышения супрессивности почв локальных агроценозов, принимаются обосно-

ванные решения о целесообразности обработок фунгицидами (или биопрепаратами) семян или посевов, либо об их отмене [17]. При этом достигается не только экономический, но что немаловажно, и экологический эффект. ФПК позволяют принимать аргументированные решения о необходимости срочного введения в агроэкосистему фитосанитарных культур и использовании иных индукторов супрессивности. Разработка подобных оперативных картографических материалов весьма актуальна и применительно к другим фитопатосистемам, локализованным в регионах с иными зональными типами почв. Возможно, что в ближайшей перспективе фитопатологи и почвоведы предложат для региональных агроэкосистем более экспрессные показатели почвенной супрессивности.

Эффективность индукторов почвенной супрессивности. Применительно к фитопатосистеме «яровая пшеница (ячмень) о *B. sorokiniana*» индукторы супрессивности в лесостепной зоне Западной Сибири условно ранжированы в следующий ряд: фитосанитарный предшественник > органическое удобрение (навоз 40-60 т/га под пропашной предшественник, сидераты, солома, стерня на эрозионно опасных участках) > биопрепараты (с учетом характеристики семян и свойств почвы) > минеральные Р- и/или ам-

монийные N-удобрения (локально при посеве) > регуляторы роста растений, индукторы устойчивости (с семенами при посеве) > приемы основной обработки почвы.

Очевидно, что сбалансированный севооборот — это кардинальное решение проблемы оздоровления почвы: элиминирования почвоутомления, а также подавления сорняков и вредителей. Напротив, введение «двух- и трехполки», а также насыщение севооборота зерновыми >60% — вынужденная, антиэкологичная мера! Севооборот как фактор оздоровления почвы при прекращении возделывания восприимчивых культур обеспечивает прерывание жизненного цикла всех почвообитающих групп вредных организмов. Необходимость и продолжительность выращивания фитосанитарных предшественников обусловлены длительностью выживания фитопатогена в почве и долей зерновых злаков в севообороте. Так, при насыщении агроэкосистемы зерновыми культурами до 40% инфекционный потенциал возбудителя *B. sorokiniana* не превышал ПВ. Радикальное оздоровление почвы севооборота достигалось при доле зерновых <25% [14]. Однако и при очень высоком насыщении зерновыми (50-66%) фитосанитарные предшественники яровой пшеницы способствовали существенному ($r=0,80\pm 0,12$)

Т а б л и ц а 4

Фитосанитарная и продукционная роль различных видов пара
(ОАО «Преображенское», Новосибирская обл., 2005 — 2008 гг.) [5]

Показатель	Виды пара		
	механический	химический	сидеральный
Заселенность почвы конидиями <i>Bipolaris sorokiniana</i> , экз/г почвы	70,0	45,0	22,5
Развитие корневых гнилей, %	15,7	11,7	8,2
Масса сорняков (всего), г/м ²	192	140	75
в т.ч. однодольных	76	56	45
двудольных	116	84	30
Число продуктивных стеблей, шт/м ²	355	441	521
Число зерен в колосе, шт.	21,0	23,0	21,0
Масса 1000 зерен, г	30,0	29,3	40,1
Биологическая урожайность, т/га	2,1	3,0	4,4

снижению численности и вредоносности патогена. Они влияли на формирование всех основных элементов структуры урожая: а) продуктивного стеблестоя, б) числа зерен в колосе, в) массы 1000 зерен. При этом урожайность возрастала с 16,4 до 25,9 ц/га, а прибыль — в 2 раза.

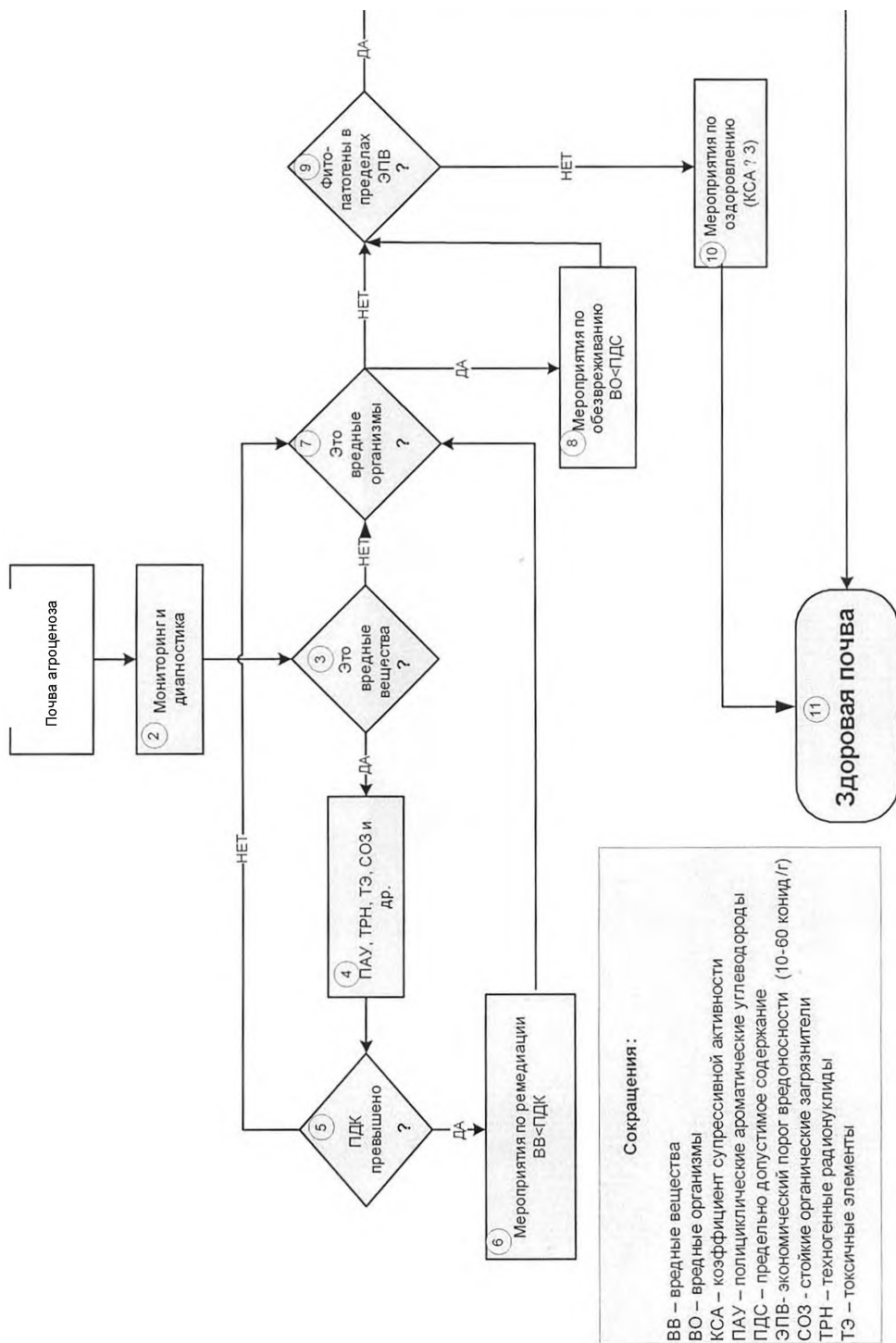
Для большинства зерносеющих регионов России лучшими сидеральными культурами являются бобовые и капустные — люпин, донник, фацелия, вико-овес, яровой и озимый рапс, горчица, редька масличная и др. [17]. Как видно из наших исследований [5], альтернативные механическому пару химический и особенно сидеральный пар показали высокую фитосанитарную и хозяйственную эффективность (табл. 4). Так, сидерат не только снижал развитие корневых гнилей (на 48%) и засоренность (на 61%), но и положительно влиял на густоту продуктивного стеблестоя и массу 1000 зерен. Это обеспечило повышение урожайности пшеницы более чем в 2 раза в сравнении с механическим паром. Подчеркнем, что только с помощью сидерального рапсового пара удалось обеспечить оптимальную (450-500 экз/м²) густоту продуктивного стеблестоя (см. табл. 4). При повторном возделывании яровой пшеницы последствие сидерального пара проявилось в снижении засоренности агроценоза (на 32%) и повышении урожайности (на 45%).

Солома как индуктор супрессивности (в сочетании с 10 кг/га стартового аммонийного N-удобрения) в условиях выщелоченного чернозема Новосибирской обл. оказалась универсальным, эффективным удобрительным средством, обеспечившим 30%-ю прибавку урожая зерна яровой пшеницы. При этом в 2-4 раза увеличилась численность микробов-антагонистов и интенсивность дыхания почвы, а развитие корневых гнилей снизилось в 3,5 раза [16]. В условиях ЕТС (Татарстан) удобрение яровой пшеницы соломой в сочетании с сидеральным паром (в звене

сидеральный пар — озимая рожь — яровая пшеница) также обеспечило не только максимальную урожайность культуры (39,3 ц/га) но и его наивысшую рентабельность (44%) [15].

Следует иметь в виду, что изменение системы основной обработки почвы с целью ресурсоэнергосбережения может приводить к серьезным фитосанитарным последствиям по всем биологическим группам вредных организмов. Особенно сильно почвозащитная обработка влияет на засоренность. Так, в лесостепи Западной Сибири посев яровой пшеницы по стерне без зяблевой вспашки (No-Till) в отсутствие гербицидов приводит к росту засоренности агроценозов до 3,9 раз (в среднем за два года — в 2,3 раза), росту поражения корневыми гнилями (на 10,7%) и повреждению внутрстеблевыми вредителями (в 2,2 раза), снижению густоты продуктивного стеблестоя (на 10,1%) и озерненности колоса (на 24%), а в конечном счете — и к потерям урожая (на 5 ц/га) [5]. Следовательно, при выборе системы обработки почвы под зерновые культуры определяющими критериями должны быть, кроме рентабельности (рассчитываемой за весь период ротации севооборота) и экологические показатели, включая состояние здоровья почвы.

Системный подход к оздоровлению кондуктивных и загрязненных почв агроценозов. Рациональное оздоровление больших и биоремедиация загрязненных почв агроценозов должны базироваться на системном подходе (рисунок). Эти мероприятия в полной мере можно реализовать лишь при наличии и соблюдении экологических, фитосанитарных или санитарно-гигиенических лимитов содержания вредных веществ или биоагентов, установленных для чистой, здоровой почвы [2, 3, 10-12]. При наличии нескольких официальных нормативов лимитирование вредных ингредиентов осуществляется по наиболее жесткому показателю.



Мероприятия по оздоровлению почвы агроценоза
 (принципиальная схема на примере патосистемы «пшеница — *Vipolaris sorokiniana*»)

Сдерживающим фактором реализации мероприятий по оздоровлению большинства зональных пахотных почв продолжает оставаться дефицит достоверных данных относительно порогов вредоносности как отдельных консорбиентов фитопатосистем, и тем более — комплексных порогов вредоносности фитопатогенов, фитофагов и сорняков [7]. Скорейшая их разработка — актуальнейшая задача, которую должны решать зональные и отраслевые НИУ РАСХН. Актуально также выделение в типичных природно-климатических зонах страны эталонных экологически устойчивых агроэкосистем с плодородными и здоровыми почвами.

Как полагает А.А. Жученко [4], немаловажно, что в отличие от пестицидов и сортов с вертикальной устойчивостью ключевая роль инструментов «агроценологической регуляции» динамики численности почвенных фитопатогенов в агроэкосистемах и индукторов их супрессивности, а также других нехимических факторов здоровья почвы заключается в предотвращении движущего отбора фитопатогенов и увеличения спектра их генотипической изменчивости.

Заключение

1. Качество почв агроценозов, кроме плодородия, в значительной степени определяется состоянием их здоровья. Здоровая почва характеризуется: а) безвредностью для человека, полезной и нецелевой биоты, б) экологичными сопряженными средами, в) сохранным (от вредных организмов) и экологичным урожаем. Экологическая устойчивость здоровой почвы и агроценоза в целом в значительной степени определяются состоянием и функциями почвенного микробного сообщества, его оптимальным,

сбалансированным разнообразием. Микробиота почв агроценоза обеспечивает самоподдерживаемую, саморегулируемую и самоочищающую способность почвы в отношении биотических и абиотических стрессоров.

2. В условиях повсеместного преваширования почвенных болезней важнейших с.-х. культур состояние здоровья почвы должно постоянно контролироваться в системе государственного агроэкологического мониторинга. Его база, наряду с инструментальными аналитическими методами, должна обязательно включать и системы зональных экологических индикаторов, позволяющих оперативно и с приемлемой точностью оценивать как традиционные, так и информативные функциональные характеристики педомикробиоценоза.

3. Здоровье почвы агроценозов должно поддерживаться и управляться проверенными фундаментальными приемами земледелия и защиты растений, индуцирующими ее супрессивность в отношении наиболее вредоносных фитопатогенов. Эти агроценологические регуляторы-индукторы включают: фитосанитарные предшественники, сбалансированное удобрение, сортовую агротехнику и мозаику устойчивых сортов, адаптивную систему обработки почвы, арсенал средств и методов биологической защиты растений. Успешное оздоровление (ремедиация) больных, загрязненных почв агроценозов осуществима лишь при реализации комплекса приемов земледелия и защиты растений, основанных на стратегии биоценологической регуляции и системном подходе. Необходимое условие его реализации — наличие нормативов загрязняющих веществ и порогов вредоносности почвообитающих биоагентов применительно к здоровой, чистой почве основных агрорегионов страны.

Библиографический список

Ананьева Н.Д., Сусьян Е.А. Развитие фундаментальных идей В.А. Ковды в почвенной микробиологии. В кн.: Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв. М.: Наука. С. 173-184.

Атлас радиоактивного загрязнения Европейской части России, Белоруссии и Украины. Колл. авторов / Под ред. Ю.А. Израэля. М.: Федеральная служба геодезии и картографии России. 1998.

ГОСТ 17.4.2.03-86 «Охрана природы. Почвы. Паспорт почв».

Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М., Агрорус. 2004.

Захаров А.Ф. Технологические приемы фитосанитарной оптимизации агроэкосистем яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири: Автореф. канд. дис. Новосибирск. Новосибирский ГАУ, 2008.

Звягинцев Д.Г. Некоторые концепции строения и функционирования комплекса микроорганизмов // Вестник МГУ. Сер.17. Почвоведение, 1978. №4. С. 48-56.

Зубков А.Ф. и др. Комплексная вредоносность сорняков, вредителей и болезней культур полевого севооборота Юго-Востока ЦЧП России, 2005.

Ковда В.А. Патология почв и охрана биосферы планеты (препринт). Пушино. ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1989. То же: Сб. научных трудов «Пространственно-временная организация и функционирование почв». Пушино, 1990. АН СССР. НЦБИ. С. 8-43.

Марченко С.А., Кожевин П.А., Соколов М.С. Функциональная реакция микробного сообщества почвы как индикатор загрязнения стойкими органическими загрязнителями // Агро XXI, 2008. № 7-9. С. 24~27.

Методы микробиологического контроля почвы. Методические рекомендации. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. 2005.

МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М.: Минздрав России. 1999.

СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. 2005.

Соколов М.С., Терехов В.И. Современная концепция биологической защиты растений // Агрохимия, 1995. №4.

Торопова Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири. Новосибирск. Новосибирский ГАУ, 2005.

Хузин В.Н., Хабибрахманов Х.Х. Влияние сидерата и соломы на урожай пшеницы // Агро XXI. 2008. С. 39-40.

Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Интегрированная защита растений: системы и технологии М.: Колос, 2008 (в печати).

Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Экологические основы интегрированной защиты растений. М.: Колос, 2007.

Doran J.W., Sarrantonio M., Liebig M.A. Soil health and sustainability // Advances in Agronomy, 1996. V.56. P. 1~54.

Karlen, D.L., Andrews S.S., Doran J.W. // Soil quality: Current concepts and applications. Advances in Agronomy, 2001. Vol. 74. PP. 1-39.

Janvier C, Villeneuve F., Alabouvette C, Edel-Hermann V., Mateille T., Steinberg C. Soil health through disease suppression: Which strategy from description to indicators? // Soil biology and Biochemistry, 2007. V. 39. P. 1-23.

Microbiological Methods for Assessing Soil Quality / Ed. By J. Bloem, D.W. Hopkins, A. Benedetti. CAB Publishing UK, USA, 2006.

Рецензент — д. с.-х. н. В.И. Глазко

SUMMARY

High quality of soil in agrocenoses should provide the optimal level of its fertility and health. Soil health suggests soil safety for humans, natural biota, and adjacent media, obtaining normatively pure harvest products, control and inhibition of pests. Healthy soil is characterized by suppressiveness (towards phytopathogenes of economical concern) and self-decontamination ability (in respect of xenobiotic and natural pollutants). By example of wheat protection from root rot (almost everywhere decreasing its yield by 10-20%) the problems of indication and induction of soil suppressiveness are discussed. Agrocenotic regulators-inducers of soil health include phytosanitary preceding crops, well-balanced fertilizer, varietal agricultural engineering and wide range of resistant crop varieties, adaptive soil processing system, and lots of means and methods of plant biological protection. High efficiency of using summer rape (as preceding crop of summer wheat) as compared to «mechanical» and «chemical» complete fallow was demonstrated.