

Эффективным способом борьбы с болезнями является возделывание устойчивых сортов. Улучшение фитосанитарного состояния агроэкосистем при возделывании устойчивых сортов связано с ограничением трофических связей фитопатогенов, а затем уже с ограничением их размножения и выживания.

Заключение. Проведенные исследования позволили определить распространенность и вредоносность пыльной головни в посевах ярового ячменя и оценить устойчивость сортов и линий отечественной и зарубежной селекции к возбудителю. Из 103 сортов и линий ярового ячменя пыльной головней в 2013-2014 гг. поразились только 4 сорта (Кинельский 61, Земляк, Омский голозерный 2, Черноградский 35). Распространенность болезни составила 0,5%. Сорта Субмедикум 2149/02, Поволжский 22, Нутанс 553, Маргрет, Илек 16 сочетали полевою устойчивостью к возбудителю пыльной головни с высокой продуктивностью, что позволяет их использовать в процессе селекции. Сорта Волгарь, Поволжский 65, Агат, Казак, Поволжский 16 рекомендуются для использования в производстве. Полученные результаты представляют практический интерес для работников сельского хозяйства при выборе сортов ярового ячменя для возделывания в условиях Самарской области, а также для селекционеров при подборе и комплексном изучении исходного материала.

Библиографический список

1. Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.agroatlas.ru> (дата обращения: 07.08.2015).
2. Глуховцев, В. В. Селекция ярового ячменя в Среднем Поволжье: монография. – Самара, 2005. – 232 с.
3. Глуховцев, В. В. Селекция ячменя в условиях Среднего Поволжья // Селекция, семеноводство и технология возделывания зернофуражных культур: мат. Международной науч.-практ. конф. – Ульяновск: Ульяновский НИИСХ, 2008. – С. 19-27.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (сорта растений) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gossort.com> (дата обращения: 09.09.2015).
5. Ершова, Л. А. Селекция ячменя на устойчивость к болезням и вредителям / Л. А. Ершова, В. А. Горшкова // Селекция, семеноводство и технология возделывания зернофуражных культур: мат. Международной науч.-практ. конф. – Ульяновск: Ульяновский НИИСХ, 2008. – С. 187-190.
6. Жичкина, Л. Н. Устойчивость сортов ячменя к каменной головне в лесостепи Заволжья // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. IX Международной науч.-практ. конф. – Барнаул: РИО АГАУ, 2014. – Кн. 2. – С. 92-93.
7. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2013 году и прогноз развития вредных объектов в 2014 году / под ред. Д. Н. Говорова, А. В. Живых. – М., 2014. – 336 с.

УДК 631.46:631.51:633.11 «321»

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Марковская Галина Кусаиновна, канд. биол. наук, проф. кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

446442, Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: galina-markovskaya@yandex.ru

Мельникова Наталья Александровна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

446442, Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: melnikova-agro@mail.ru

Нечаева Елена Хамидулловна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

446442, Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: EXNechaeva@yandex.ru

Ключевые слова: микроорганизмы, актиномицеты, ферменты, полифенолоксидаза, пероксидаза.

Цель исследований – мониторинг состояния почвенного плодородия и биологической активности почв. Исследования биологической активности почвы проводились в посевах яровой пшеницы опытного поля кафедры «Земледелие, почвоведение, агрохимия и земельный кадастр» в течение 2011-2013 гг. Изучены три варианта основной обработки почвы в севооборотах с чистым и сидеральным паром: вспашка на 20-22 см; рыхление на 10-12 см; без осенней механической обработки. Выделение и учет численности микроорганизмов в почве проводили методом посева почвенной болтушки на стерильные твердые питательные среды в три срока по методике Й. Сеги. Дыхание почвы в полевых условиях определялось по методике В. И. Штатнова в два срока. Активность ферментов пероксидаза и полифенолоксидаза определяли методом А. Ш. Галстян, А. И. Чундеровой. Изучено влияние почвенных микроорганизмов на процесс поддержания и воспроизводства плодородия почв при разработке новых технологий в земледелии. Представлены данные о влиянии основной обработки почв на численность различных групп почвенных микроорганизмов (миктомицеты, бактерии, актиномицеты), интенсивность процесса дыхания и

выделения углекислого газа из пахотного слоя почвы, а также уровень изменения её ферментативной активности; определён условный коэффициент гумификации. Возрастание численности почвенных микроорганизмов в посевах яровой пшеницы зависит от способа обработки почвы и в меньшей степени от предшественников. Изучение активности ферментов класса оксидоредуктаз и расчет условного коэффициента гумификации позволяет судить об интенсивности гумусообразования и увеличении данных показателей в вариантах с рыхлением и вспашкой.

Проблемы накопления гумуса и его роль в плодородии почвы интересовали ученых с давних времен. В настоящее время остается много вопросов, касающихся процессов гумификации растительных остатков, влияния различных агротехнических приемов на гумусообразование. Особенно актуальными эти вопросы становятся в связи с экологизацией земледелия и внедрением нулевых обработок почвы, способных, по мнению ряда отечественных и зарубежных ученых, остановить потери основного органического вещества почвы – гумуса [3, 6, 8]. В настоящее время при разработке новых агротехнических приемов весьма перспективно биологическое направление в изучении проблем сохранения плодородия почвы. По мнению ряда ученых, активность почвенных ферментов является более устойчивым и чувствительным показателем при оценке биологической активности почв [2, 5].

Цель исследований – мониторинг состояния почвенного плодородия и биологической активности почв.

Задача исследований – изучить влияние основной обработки почвы на численность различных групп почвенных микроорганизмов, интенсивность выделения углекислого газа из пахотного слоя, на изменение ферментативной активности почвы.

Материалы и методы исследований. Исследования биологической активности почвы проводились в посевах яровой пшеницы опытного поля кафедры «Земледелие, почвоведение, агрохимия и земельный кадастр» в течение 2011-2013 гг. Изучались три варианта основной обработки почвы в севооборотах с чистым и сидеральным паром на фоне рекомендуемой органо-минеральной системы удобрения: 1) вспашка на 20-22 см; 2) рыхление на 10-12 см; 3) без осенней механической обработки.

Почва опытного поля – чернозем типичный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый. Этот подтип черноземной почвы занимает свыше 20% всей территории Самарской области и преобладает в лесостепи Заволжья. Почва имеет реакцию среды (рН) близкую к нейтральной, среднее содержание гумуса и сравнительно большую поглотительную способность. По своим физико-химическим свойствам она вполне отвечает требованиям успешного возделывания ведущих полевых культур.

Выделение и учет численности микроорганизмов в почве проводили методом посева почвенной болтушки на стерильные твердые питательные среды в три срока по методике Й. Сеги (1983). Дыхание почвы в полевых условиях определялось по методике В. И. Штатнова (1987) в два срока. Активность ферментов пероксидаза и полифенолоксидаза определяли методом А. Ш. Галстян, А. И. Чундеровой и выражали в мг пурпургаллина на 1 г почвы.

Результаты исследований. Важную роль в создании плодородия почвы играет численность основных групп микроорганизмов, которые, будучи катализаторами обмена веществ, объективно отражают характер биохимических процессов [5].

Изучение динамики численности микромицетов в течение вегетационного периода показало, что наибольшая их численность по всем изучаемым вариантам опыта зафиксирована осенью в третий срок определения (табл. 1). Это объясняется тем, что плесневые грибы относятся к психрофильной группе микроорганизмов и активизируются даже при низких температурах. Кроме того, в это время в почве содержится большое количество свежего органического вещества, которое осталось после уборки предшественника.

Таблица 1

Численность микромицетов в посевах яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы (тыс. КОЕ/1 г а.с. почвы)

Основная обработка почвы	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем за вегетацию
		1 срок	2 срок	3 срок	
Предшественник сидеральный пар					
Вспашка на 20-22 см	0-30	13,08	10,07	38,43	20,53
Рыхление на 10-12 см	0-30	14,70	6,96	29,55	17,07
Без осенней основной обработки	0-30	17,16	6,34	41,71	21,74
Предшественник чистый пар					
Вспашка на 20-22 см	0-30	8,25	1,52	41,63	17,13
Рыхление на 10-12 см	0-30	32,68	1,82	28,04	20,85
Без осенней основной обработки	0-30	32,38	3,87	21,02	19,09

Во второй срок определения, в середине вегетации, наблюдается резкое снижение численности плесневых грибов по всем вариантам опыта, что связано с уменьшением запасов свежего органического вещества в почве, а также с её иссушением.

В почве под сидеральной культурой (по сравнению с чистым паром) численность микромицетов в среднем за вегетацию была несколько выше. В зависимости от способов обработки почвы не обнаружено значительных различий в численности микромицетов. Однако способы обработки почвы привели к неравномерному распределению микромицетов по слоям почвы.

В первом варианте с чистым паром наблюдалось увеличение численности микромицетов от верхнего к более глубоким слоям, наиболее заселенным оказался слой 20-30 см, где по мнению В. Р. Вильямса в условиях некоторого дефицита кислорода складываются благоприятные условия для синтеза гумусовых веществ. В варианте с безотвальным рыхлением наибольшее число грибов отмечено в слое 5-10 см. Вариант без осенней механической обработки характеризуется неравномерным заселением слоев почвы микромицетами. Большее их число определялось в верхнем наиболее аэрированном слое 0-5 см, где происходят аэробные процессы, приводящие к ускоренному разложению растительных остатков до конечных продуктов: воды и углекислого газа. Ранее в грибной микрофлоре отмечалось преобладание грибов рода *Penicillium* [3, 4], тогда как в последние годы прослеживается тенденция смены состава микробиоты, наблюдается преобладание грибов рода *Aspergillus*, в основном вида *Aspergillus flavus*.

Изучение динамики численности бактериальной микрофлоры в течение вегетационного периода (табл. 2) показало, что весной активность бактерий, несмотря на наличие влаги в почве, сравнительно невелика. Это объясняется большей требовательностью бактерий к условиям теплообеспеченности почвы.

Таблица 2

Численность бактерий в посевах яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы
(млн. КОЕ/1 г а.с. почвы)

Основная обработка почвы	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем за вегетацию
		1 срок	2 срок	3 срок	
Предшественник сидеральный пар					
Вспашка на 20-22 см	0-30	1,24	4,76	5,99	4,00
Рыхление на 10-12 см	0-30	1,46	2,50	6,62	3,53
Без осенней основной обработки	0-30	1,21	2,26	7,34	3,60
Предшественник чистый пар					
Вспашка на 20-22 см	0-30	1,31	2,19	8,14	3,88
Рыхление на 10-12 см	0-30	3,87	2,25	7,26	4,46
Без осенней основной обработки	0-30	5,90	2,50	14,87	7,76

Во второй срок определения не наблюдается резкого возрастания численности, что связано с депрессией численности бактерий, причина которой, вероятно, иссушение почвы. К концу вегетации отмечено резкое увеличение их количества по всем изучаемым вариантам опыта. Анализ полученных результатов показал, что вид пара оказал существенное влияние на количество бактерий. По чистому пару численность бактериальной микрофлоры (в отличие от микромицетов) была выше, чем по сидеральному пару. Это объясняется тем, что микромицеты, обладая более мощным ферментативным аппаратом и способностью выделять антибиотики, являются антагонистами бактерий. Способ обработки почвы не вызвал достоверного влияния на численность бактерий, однако и в первый и во второй сроки определения нулевая обработка привела к резкому обеднению слоя почвы 20-30 см.

Аналогичные результаты описываются и в работах Г. Д. Звягинцева [5], где он пришел к выводу, что в условиях низкой влажности, когда большинство бактерий неактивны, микробный активный комплекс представлен в основном мицелиальными прокариотами, т.е. актиномицетами.

Актиномицеты – это микроорганизмы, широко распространенные в почвах [1, 3]. Они представлены в трофических цепях наземных экосистем, участвуют в разложении различных природных полимеров, взаимодействуют с бактериями, грибами, животными и растениями, продуцируют биологически и биохимически активные соединения (экзоферменты, антибиотики) и меланины [4].

Изучение динамики численности актиномицетов (табл. 3) показывает, что в течение весенне-летнего периода численность их в несколько раз увеличивается по всем вариантам опыта, в отличие от микромицетов, у которых в летний период наблюдается резкая депрессия численности. Это говорит о том, что актиномицеты устойчивы к высушиванию и способны жить в анаэробных условиях [2]. В этот период наибольшая численность актиномицетов наблюдалась в вариантах с вспашкой и без осенней основной обработки почвы. Напротив, в среднем за вегетацию в варианте без осенней основной обработки почвы численность актиномицетов несколько ниже, чем в двух других вариантах.

Таблица 3

Численность актиномицетов в посевах яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы
(млн. КОЕ/1 г а.с. почвы)

Основная обработка почвы	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем за вегетацию
		1 срок	2 срок	3 срок	
Предшественник сидеральный пар					
Вспашка на 20-22 см	0-30	1,72	16,12	10,62	9,49
Рыхление на 10-12 см	0-30	2,56	8,89	12,65	8,03
Без осенней основной обработки	0-30	2,81	10,94	9,44	7,73
Предшественник чистый пар					
Вспашка на 20-22 см	0-30	2,71	8,12	14,84	8,56
Рыхление на 10-12 см	0-30	6,10	6,53	15,10	9,24
Без осенней основной обработки	0-30	2,66	10,17	6,93	6,59

Определение почвенного дыхания позволяет судить о напряженности окислительных процессов, протекающих, прежде всего, с участием микроорганизмов и определяющих режим органического вещества почвы. В исследованиях (табл. 4) более высокий уровень почвенного дыхания наблюдался во второй срок, так как в послеуборочный период в почву поступило большое количество свежего органического вещества. В среднем за вегетацию интенсивность почвенного дыхания несколько выше в вариантах с отсутствием механической обработки почвы и неглубокой заделкой растительных остатков.

Таблица 4

Интенсивность дыхания почвы в посевах яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы
(мг CO₂/м²)

Обработки почвы	Сроки определения		В среднем за вегетацию
	1 срок	2 срок	
Предшественник сидеральный пар			
Вспашка на 20-22 см	191,80	233,44	212,32
Рыхление на 10-12 см	204,68	239,04	221,86
Без осеней обработки	214,77	229,33	222,05
Предшественник чистый пар			
Вспашка на 20-22 см	210,9	213,65	212,28
Рыхление на 10-12 см	200,20	238,30	219,25
Без осеней обработки	205,80	222,24	214,02

Микроорганизмы почвы являются активными продуцентами ферментов – катализаторов белковой природы. При оценке биологической активности почв определяется ее ферментативная активность. Наиболее интересны в почве ферменты класса оксидоредуктаз. К оксидоредуктазам относят ферменты, катализирующие окислительно-восстановительные реакции: каталазы, дегидрогеназы, пероксидазы, полифенолоксидазы и др. [6, 7]. Полифенолоксидазы осуществляют процессы окисления с помощью кислорода воздуха, пероксидазы – за счет кислорода перекиси водорода, образующейся в почве за счет жизнедеятельности микроорганизмов, а также действия оксидаз. Несмотря на то, что лигнины отличаются устойчивостью к разложению по сравнению с другими компонентами растительных остатков, они быстро гумифицируются в почве под действием микробных оксидаз – полифенолоксидаз и пероксидаз. Так как лигнины представляют один из наиболее важных источников углеродсодержащих соединений, то полифенолоксидазная и пероксидазная активности могут служить одним из биохимических индикаторов круговорота углерода в почве [5, 8]. В среднем за вегетацию активность фермента пероксидаза была заметно выше в вариантах с рыхлением и без осенней основной обработки почвы по сравнению со вспашкой, как в чистом, так и в сидеральном паре (табл. 5).

Таблица 5

Активность фермента пероксидазы в посевах яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы
(мг/100 г почвы)

Основная обработка почвы	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем за вегетацию
		1 срок	2 срок	3 срок	
Предшественник сидеральный пар					
Вспашка на 20-22 см	0-30	0,504	0,465	0,643	0,537
Рыхление на 10-12 см	0-30	0,701	0,618	0,677	0,665
Без осенней основной обработки	0-30	0,666	0,653	0,739	0,686
Предшественник чистый пар					
Вспашка на 20-22 см	0-30	0,824	0,870	0,681	0,791
Рыхление на 10-12 см	0-30	0,695	1,150	0,749	0,864
Без осенней основной обработки	0-30	0,644	2,849	0,626	1,373

Показатели активности фермента полифенолоксидаза, напротив, возрастают в вариантах с вспашкой по сравнению с двумя другими вариантами опыта. Это является свидетельством направленности почвенных процессов, связанных с синтезом гумусовых молекул (табл. 6).

Таблица 6

Активность фермента полифенолоксидаза в посевах яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы (мг/100г почвы)

Основная обработка почвы	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем за вегетацию
		1 срок	2 срок	3 срок	
Предшественник сидеральный пар					
Вспашка на 20-22 см	0-30	1,702	0,585	1,365	1,217
Рыхление на 10-12 см	0-30	1,561	0,645	1,214	1,140
Без осенней основной обработки	0-30	1,345	0,578	1,008	0,976
Предшественник чистый пар					
Вспашка на 20-22 см	0-30	2,054	0,367	1,412	1,276
Рыхление на 10-12 см	0-30	1,448	0,342	2,697	1,495
Без осенней основной обработки	0-30	1,560	0,263	1,291	1,038

В последние годы появились работы, свидетельствующие о связи полифенолоксидазы с синтезом гумуса, а пероксидазы – с его минерализацией. Оба этих процесса протекают одновременно, и, следовательно, темпы накопления гумуса в почве определяются соотношением активностей указанных ферментов. Отношение активности полифенолоксидазы к активности пероксидазы, выраженное в процентах, условно названо коэффициентом гумификации (К), который позволяет судить об интенсивности этого процесса (табл. 7).

Таблица 7

Коэффициент гумификации (К)

Основная обработка почвы	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем за вегетацию
		1 срок	2 срок	3 срок	
Предшественник сидеральный пар					
Вспашка на 20-22 см	0-30	3,387	1,321	2,084	2,263
Рыхление на 10-12 см	0-30	2,294	1,067	1,810	1,723
Без осенней основной обработки	0-30	2,017	0,887	1,364	1,423
Предшественник чистый пар					
Вспашка на 20-22 см	0-30	2,491	0,417	2,078	1,662
Рыхление на 10-12 см	0-30	2,092	0,355	3,346	1,931
Без осенней основной обработки	0-30	2,436	0,171	2,049	1,552

В годы исследований в вариантах с вспашкой и рыхлением коэффициент гумификации выше, чем в варианте с отсутствием основной осенней обработки почвы.

Заключение. Изучение влияния основной обработки почвы на численность различных групп почвенных микроорганизмов показало отсутствие летней депрессии численности у актиномицетов, в отличие от других групп микроорганизмов. Выявлена повышенная активность ферментов полифенолоксидаза и пероксидаза в вариантах с вспашкой, что является свидетельством интенсивности процессов гумусообразования при глубокой заделке растительных остатков в почву. Установлено, что процесс разложения растительных остатков до конечных продуктов (CO₂ и H₂O) усиливается в поверхностных слоях почвы, о чем свидетельствует повышенное выделение углекислого газа в вариантах с рыхлением и без осенней основной обработки почвы.

Библиографический список

1. Звягинцев, Д. Г. Биология почв : монография / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – М. : МГУ, 2005. – 445 с.
2. Кочмин, А. Г. Эффективность ресурсосберегающих приемов возделывания озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2014. – №4. – С.12-19.
3. Коваленко, М. В. Влияние основной обработки почвы на её биологическую активность и урожайность подсолнечника в условиях лесостепи Заволжья // Материалы международной научно-практической конференции. – Уфа : БашИнком, 2011. – С. 261-265.
4. Марковская, Г. К. Сравнительное изучение различных способов основной обработки почвы и их влияние на микробиоту почвы на посевах озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Заволжья / Г. К. Марковская, Ю. В. Степанова // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2011. – №4. – С.32-37.
5. Михайловская, Н. А. Взаимосвязь активности оксидаз с содержанием различных фракций органического вещества в дерново-подзолистой супесчаной почве // Вести Национальной Академии Наук Беларуси. – 2011. – №1. – С. 37-43.
6. Наумов, В. Д. Активность микроорганизмов в зависимости от системы содержания почвы в орошаемом саду / В. Д. Наумов, Ф. Н. Рыкалин // Известия Самарской ГСХА. – 2010. – №4. – С.72-78.
7. Ткачук, О. А. Роль агротехнических приемов в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях черноземных почв Среднего Поволжья / О. А. Ткачук, Е. В. Павликова, А. Г. Кочмин // Нива Поволжья. – 2014. – №2(31). – С.2-8.