

Биологическая и микробиологическая активность чернозёма южного в зависимости от погодных условий, предшественников и фона питания

Н.А. Максютов, д.с.-х.н., профессор, Н.А. Зенкова, к.с.-х.н., ФГБНУ Оренбургский НИИСХ

Биологическая активность почвы заметно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. Её эффективность во многом зависит от увлажнения почвы, температуры, содержания нитратного азота и других факторов. При благоприятных погодных условиях процесс разложения почвенных микроорганизмов проходит очень интенсивно и может удваиваться через каждые 20–60 минут [1].

Материал и методы исследования. Исследование проводилось в длительном стационарном опыте по изучению севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур с 1990 г. в ОПХ им. Куйбышева Оренбургского НИИСХ. Изучали 16 видов шестипольных севооборотов, основой которых являются чистые, почвозащитные и сидеральные пары.

Исследование проводили на двух фонах питания – удобренном и без удобрений. Под пары вносились $P_{80}K_{40}$ кг д.в. и 42 т навоза на 1 га, под непаровые предшественники – $N_{40}P_{40}$ кг д.в. на 1 га.

Почва опытного участка – чернозём южный карбонатный малогумусный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое почвы 3,2–4,0%, общего азота – 0,2–0,31%, общего фосфора – 0,14–0,22%, подвижного фосфора – 1,5–2,5 мг, обменного калия – 30–38 мг на 100 г. почвы, рН почвенного раствора – 7,0–8,1. Наименьшая влагоёмкость в слоях почвы 0–100, 0–150 см составляет 297 мм (27,1%) и 389 мм (25,4%) соответственно.

Биологическую активность почвы изучали методом льняных полотен «аппликации». Тканевые полосы закладывались на глубину пахотного слоя посева [2].

Микробиологическую активность определяли в пахотном слое почвы путём посева разбавленной почвенной суспензии на питательные среды и последующего подсчёта колоний микроорганизмов: сапрофитных бактерий – на МПА, грибов, целлюлозоразрушающих бактерий и азотобактера соответственно на средах Чыпыка, Гетчинсона, Этби [3].

Результаты исследования. Важную роль в микробиологических процессах почвы играют

агротехнические приёмы, а предшественникам отводится первостепенное значение. Однако их влияние на биологическую активность почвы во многом зависит от сложившихся погодных условий. Это подтверждается результатами учёта степени разложения льняных полотен, который показывает не только активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, но и степень мобилизации азота в почве [4].

В засушливые годы в связи с дефицитом осадков в период вегетации зерновых культур, воздушной и почвенной засухой, микробиологические процессы в почве в значительной степени были подавлены. Несмотря на это, биологическая активность почвы заметно проявлялась в зависимости от вида предшественника и фона питания (табл. 1).

Наиболее интенсивно микробиологические процессы в почве проходили в севооборотах с чёрным, сидеральным и почвозащитным парами, тогда как в беспаровых севооборотах и бессменных посевах биологическая активность была значительно ниже. По-видимому, это явление можно объяснить действием и последствием паров, так как они более активизируют биологические процессы в почве. Это в первую очередь связано с лучшим увлажнением почвы в паровых полях.

Из зернопаровых севооборотов наибольшая биологическая активность почвы наблюдалась в севообороте при возделывании твёрдой пшеницы по озимой ржи по чёрному пару. Остальные предшественники твёрдой и мягкой пшеницы в этом отношении несколько уступали.

Самые лучшие показатели биологической активности почвы в беспаровых севооборотах отмечались при возделывании твёрдой пшеницы по гороху, что объясняется обогащением почвы им биологическим азотом.

Кукуруза как предшественник твёрдой пшеницы несколько уступала гороху по микробиологической активности.

Наиболее низкая биологическая активность почвы была при бессменном возделывании твёрдой и мягкой пшеницы и в севообороте при их чередовании. По-видимому, это является одной из причин снижения урожайности при бессменном возделывании яровой пшеницы.

В результате дефицита осадков и влаги в пахотном слое почвы в засушливые годы, а также высокой температуры биологическая активность почвы слабо зависела от фона питания. Хотя следует отметить, что почти по всем предшественникам на удобренном фоне она была несколько выше.

Вследствие выпадения осадков в весенне-летний период во влажные годы микробиологические процессы в почве проходили интенсивно. В отличие от засушливых лет, на эти процессы существенное влияние оказывали не только предшественники, но и фон питания.

Более активно микробиологические процессы в почве протекали в зернопаровых севооборотах с чёрным, сидеральным и почвозащитным парами. Самый высокий процент разложения льняного полотна (58,2%) отмечен в посевах твёрдой пшеницы по озимой ржи, пар чёрный в этом отношении

1. Биологическая активность почвы под посевами яровой твёрдой и мягкой пшеницы в зависимости от предшественника и фона питания

Предшественник	Культура	Степень разложения льняного полотна, %			
		в засушливые годы	во влажные годы	среднее	
				за годы	по фонам питания
Озимая рожь по чёрному пару	твёрдая пшеница	9,0	58,2	33,6	27,7
		6,0	35,5	20,8	
Пар чёрный	твёрдая пшеница	7,4	56,4	31,9	27,9
		7,2	40,5	23,9	
Пар почвозащитный	твёрдая пшеница	6,5	52,9	29,3	24,8
		6,3	33,3	19,8	
Пар сидеральный	твёрдая пшеница	6,6	46,8	26,7	25,0
		5,4	41,1	23,2	
Твёрдая пшеница по чёрному пару	мягкая пшеница	6,7	48,6	27,7	22,3
		6,8	27,9	16,9	
Кукуруза на силос (чередование)	твёрдая пшеница	2,5	32,8	17,7	14,5
		2,3	20,3	11,3	
Яровая пшеница (чередование)	твёрдая пшеница	1,2	25,0	13,1	11,4
		1,0	18,1	9,6	
Горох (чередование)	твёрдая пшеница	3,1	33,2	18,2	18,5
		3,4	34,4	18,9	
Бессменный посев	твёрдая пшеница	1,2	23,8	12,5	11,7
		1,0	20,7	10,9	
Бессменный посев	мягкая пшеница	1,3	27,9	14,6	11,9
		0,9	17,4	9,2	

Примечание: над чертой – удобренный фон, под чертой – неудобренный

уступал. Ещё ниже этот показатель наблюдался при возделывании твёрдой пшеницы по почвозащитному и сидеральному парам.

Биологическая активность почвы в последствии паров на посевах мягкой пшеницы была существенно меньше, чем в их действии на твёрдую пшеницу.

Как и в засушливые годы, беспаровые севообороты и бессменные посева твёрдой и мягкой пшеницы по активности почвенной микрофлоры в 1,5–2,0 раза уступали зернопаровым севооборотам [5].

Следует отметить, что во влажные годы прослеживается та же закономерность, что и в засушливые. Предшественники твёрдой пшеницы, горох и кукуруза имели более высокую биологическую активность почвы, чем зерновые её предшественники.

Заметную роль в активизации почвенной микрофлоры в условиях хорошего увлажнения сыграли удобрения. Это можно объяснить тем, что, несмотря на дефицит нитратного азота в почве, микробиологические процессы проходили в основном за счёт минерального питания, главным образом азотного. Более эффективная биологическая активность почвы на удобренном фоне согласуется с урожайностью яровой твёрдой и мягкой пшеницы. Она была на этом фоне по многим предшественникам существенно выше, чем по неудобренному.

Микробиологическая активность почвы является основным фактором её образовательного процесса и необходимым звеном круговорота веществ в природе. В соответствии с климатическими условиями, растительным покровом и физико-химическими свойствами почвы формируется сообщество микроорганизмов, характерное для конкретного почвенного тела. Так, по данным И.Л. Клевенской и соавторов [6], из микробиологических особенностей, отличающих южные чернозёмы от других подтипов чернозёмов, прежде всего следует отметить сравнительно небольшую численность микроорганизмов, уменьшающуюся с глубиной. Это происходит вследствие малого (4–5%) накопления гумуса южными чернозёмами из-за степной растительности, неспособной дать большое количество органического вещества по причине сухости климата.

Способность микроорганизмов хорошо сохраняться при неблагоприятных условиях и быстро восстанавливать популяцию в благоприятных обуславливает стабильность почвы как биологической системы. Микробиологическое сообщество находится в постоянном развитии, изменяясь во времени и пространстве. Происходит перегруппировка микрофлоры, меняется характер и интенсивность биохимических процессов в зависимости от создаваемых условий.

Согласно работам многих исследователей, зелёная масса сидерата является энергетической пищей

для бактерий, актиномицетов, грибов. По данным Н.М. Нурмухаметова [7], использование донника на зелёное удобрение оказывает положительное влияние на развитие почвенной микрофлоры, особенно аэробных аммонификаторов, актиномицетов, бактерий, разлагающих органофосфаты, азотобактера.

Наше исследование показало, что чернозём южный обладает довольно высокой биогенностью. При этом отмечена биологическая разнокачественность пахотного слоя, которая выражается в общей тенденции постепенного снижения численности микроорганизмов по мере углубления в почву.

Угнетение численности микронаселения с глубиной может быть следствием ухудшения воздушного режима и накопления каких-либо токсических веществ в нижней толще почвы, скорее всего, продуктов неполного распада растительных остатков.

Наиболее активен верхний слой почвы 0–20 см – зона размещения основной массы корней и растительных остатков.

Учёт численности микроорганизмов проводился в период с середины мая до конца июня, когда складывались наиболее благоприятные факторы для жизнедеятельности микроорганизмов.

В нашем исследовании численность почвенной микрофлоры довольно сильно колебалась по годам, что обусловлено характером увлажнения пахотного слоя почвы. Во влажные годы, когда за период вегетации выпала двойная норма осадков, численность сапрофитных бактерий, микроскопических грибов, целлюлозоразрушающих бактерий, азотобактера была значительно выше, чем в засушливые (табл. 2).

В посевах твёрдой и мягкой пшеницы отмечалась дифференциация пахотного слоя по активности почвенного населения. Наибольшая численность микроорганизмов была в слое 0–20 см.

В результате проведённого исследования зафиксировано уменьшение численности всех групп микроорганизмов в слое 20–30 см. Это связано с видом основной обработки. Под твёрдую пшеницу с осени проводилась плоскорезная обработка почвы на глубину 25–27 см. При безотвальных приёмах обработки оборот пласта не происходит, что является причиной несколько худшей воздухопроницаемости почвы и вызывает угнетение аэробных групп микроорганизмов, особенно грибов.

Самую высокую биогенность пахотного слоя (0–30 см) обеспечила сидерация. За годы исследований внесение зелёного удобрения повысило численность микроскопических грибов в слое почвы 0–30 см под посевами твёрдой пшеницы в среднем во влажные и засушливые на 9,0 тыс. шт. на 1 г почвы в сравнении с контролем.

По данным О.Г. Павловой [8], грибы в Оренбургской области представлены в основном видами *Mucor mucedo* (класс *Zygomycetes*), *Acremonium niger*

2. Микробиологическая активность в пахотном слое почвы в зависимости от вида пара в действии в посевах яровой твёрдой и последействии мягкой пшеницы

Вид пара	Культура	Годы	Группы микроорганизмов и их численность			
			сапрофитные бактерии, млн/г	микроскопические грибы, тыс/г	азотобактерии, %	целлюлозоразрушающие бактерии, %
Чёрный кулисный (к) +42 т на 1 га навоза	яровая твёрдая пшеница	влажные засушливые	96,6 69,6	77,1 64,0	78,0 45,8	49,3 46,7
	яровая мягкая пшеница	влажные засушливые	64,3 58,0	62,8 57,3	71,6 22,6	30,3 28,9
Сидеральный	яровая твёрдая пшеница	влажные засушливые	101,6 73,6	79,1 73,6	83,7 52,9	52,0 49,3
	яровая мягкая пшеница	влажные засушливые	66,0 57,3	63,3 62,0	69,3 30,3	28,9 27,6

Примечание: в действии паров изучалась яровая твёрдая пшеница, в последействии – яровая мягкая пшеница

и *Penicillium glaucus* (класс *Ascomycetes*), *Alterenaria* (класс *Deuteromycetes*).

Численность сапрофитных бактерий под влиянием сидерации в среднем за годы увеличилась на 11,6 млн шт. на 1 г почвы по сравнению с контролем.

В наших условиях целлюлозоразрушающие бактерии представлены в основном видами порядка *Cytophagaceae*: образующие микроцисты – *Sporocytophaga* и необразующие микроцисты – *Cytophaga*, количество которых (% комочков почвы, дающих зоны обрастания на безазотистой среде) также было на 5,3% выше под твёрдой пшеницей по сидеральному пару, чем по чёрному.

Аналогичная картина наблюдалась и по азотобактеру, численность которого под действием зелёного удобрения повысилась на 12,8% по сравнению с контролем.

Под посевами мягкой пшеницы отмечалась та же закономерность снижения жизнедеятельности микронаселения с увеличением глубины.

Навоз и сидерат в последействии на количественный состав микрофлоры почвы, под второй культурой севооборота были равноценны [9].

Выводы.

1. Влияние предшественников и удобрений на биологические процессы почвы заметно проявляется во влажные годы;

2. Чёрный, почвозащитный и сидеральный пары активизируют микробиологические процессы в почве не только в действии на посевах твёрдой пшеницы, но и в последействии на посевах мягкой;

3. Степень разложения льняного полотна как в засушливые, так и во влажные годы за счёт обогащения почвы горохом биологическим азотом на обоих фонах питания была одинаковой. Результаты такого положения подтверждаются и

равной урожайностью твёрдой пшеницы за 24 года на удобренном и неудобренном фонах;

4. Одной из причин снижения урожайности яровой мягкой и твёрдой пшеницы в бессменных посевах явилось затухание биологической активности в сравнении с зернопаровыми севооборотами;

5. Действие донникового сидерата на микробиологическую активность и количественный состав микрофлоры почвы под посевами твёрдой пшеницы эффективнее действия навоза, что является основным фактором более высокой её урожайности;

6. Зелёное удобрение повышает количество сапрофитных бактерий, микроскопических грибов, целлюлозоразрушающих бактерий и азотобактера только под первой культурой севооборота.

Литература

1. Лошаков В.Г., Емцов В.Т., Нице Л.К. и др. Биологическая активность почвы в специализированном зерновом севообороте при использовании пожнивного сидерата и соломы в качестве удобрения // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 1986. Вып. 4. С. 10–17.
2. Рекомендации НИИСХ Юго-Востока. Саратов, 1973. 185 с.
3. Телер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М., Колос, 1972. 199 с.
4. Максютов Н.А., Жданов В.М., Абдрашитов Р.Р. Повышение плодородия почвы, урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала: монография. Оренбург, 2012.
5. Кошеваров Ю.А. Эффективность возделывания яровой твёрдой пшеницы в короткоротационных зернопаровых, беспаровых севооборотах и бессменном посеве на чернозёмах южных Оренбуржья: дисс. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2001. 173 с.
6. Клевенская И.Л., Наплекова Н.Н., Гантимурова Н.И. Микрофлора почв Сибири. Новосибирск: Наука, 1970.
7. Нурмухаметов Н.М. Солома и сидераты – важное средство повышения микробиологической активности почвы // Земледелие. 2001. № 6. С. 14.
8. Павлова О.Г. Почвозащитная влагосберегающая технология основной обработки и ухода за паром под озимую пшеницу на южных чернозёмах Оренбуржья: дисс. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2000.
9. Кошеварова Е.В. Влияние сидерации на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: дисс. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2012. 167 с.