

Щур¹ А.В., Валько² В.П., Валько³ О.В.

¹ГУВПО «Белорусско-Российский университет»,

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

³Лицей ГУВПО «Белорусско-Российский университет»

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДОРОДИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ВИДАХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы биологической активности почвы в зависимости от различных способов обработки почвы и вносимых удобрений.

Ключевые слова: обработка почвы, почвенная биота, микрофлора почвы, ферментативная, биологическая, биохимическая активность, поллютанты, экология почвы, круговорот веществ, гумусообразование.

Введение

Многочисленные исследования указывают на тесную взаимосвязь между интенсивностью биологических процессов, составом и численностью микроорганизмов, а также содержанием органического вещества и биогенных элементов в почве. Почвенные микроорганизмы обладают мощным ферментативным аппаратом, выполняют многообразные функции в кругообороте всех биогенных элементов, участвуют в почвообразовании и поддержании почвенного плодородия. Поэтому биологическую активность почвы в этом случае следует рассматривать как одну из важнейших характеристик интенсивности микробиологических процессов.

По данным Н. Д. Ананьевой, Т. В. Балаян [1, 2], любое воздействие на почву значительно изменяет характер биологических процессов, протекающих в ней.

На биологическую активность почвы оказывают значительное влияние способы обработки и внесение различных видов удобрительных средств.

Внесение в почву удобрений не только улучшает питание растений, но и изменяет условия существования почвенных микроорганизмов, которые также нуждаются в минеральных элементах. На одном гектаре окультуренной почвы сухая масса микроорганизмов может достигать 6-9 ц. Поэтому в определенных условиях микрофлора почвы может выступать в роли конкурента растениям за доступные формы питательных веществ. Прямая конкуренция наиболее вероятна при низких концентрациях элементов питания в среде. Возможно, с фактором конкуренции связано то, что применение минеральных удобрений более эффективно на почвах с низкой биологической активностью. В то же время в литературе содержатся данные, свидетельствующие о положительном действии микрофлоры на поглощение ионов. Сообщается, что в присутствии микроорганизмов увеличивается количество железа, транспортируемого в побег проростков ячменя.

При благоприятных климатических условиях количество микроорганизмов и их активность после удобрения почвы значительно возрастают. Усиливается распад гумуса, а вследствие этого увеличивается мобилизация азота, фосфора и других элементов. Микроорганизмы почвы и ризосферы являются продуцентами витаминов, ферментов, антибиотиков и других физиологически активных веществ, а корневая система растений способна их усваивать.

Одной из острых проблем в аграрном секторе является ухудшение экологического

состояния пахотных земель, загрязнение сельскохозяйственных угодий токсическими веществами, снижение почвенного плодородия вследствие резкого уменьшения объема применения органических и минеральных удобрений. Ингибируется жизнедеятельность большинства микроорганизмов, включая их ферментативную активность. Рекомендуется вносить оптимальные дозы органических удобрений, что повышает биохимическую и микробиологическую активность почв, быстрее снижает количество остаточной нефти и других поллютантов по сравнению с внесением одних минеральных удобрений.

Обработка почвы, удобрения оказывают существенное влияние на качественный и количественный состав микрофлоры, поскольку микроорганизмы являются исключительно чувствительными реагентами на изменения в окружающей среде. Величина биомассы микроорганизмов – важный показатель, определяющий как интенсивность круговорота веществ в экосистеме, так и направленность почвообразовательного процесса.

Наибольшая суммарная микробная биомасса наблюдается в лесной почве (19,5 т/га), а наименьшая – в почве поля (6,5 т/га). Огородная почва занимает промежуточное положение по запасам микробной биомассы и составляет 10,5 т/га.

В структуре микробной биомассы доминируют грибы, причем, в почвах лесной и огородной преобладает биомасса мицелия грибов, а в почве пахотной – биомасса спор.

Внесение навоза и минеральных удобрений повышает общее содержание микробной биомассы, а известкование снижает общее содержание микроорганизмов и грибного мицелия [3, 7].

Интенсивность гумусообразования тесно связана с жизнедеятельностью этих микроорганизмов и максимальна в лесных почвах. Уменьшение количества и биомассы грибов в пахотных почвах, обусловленное изменением условий почвенной среды, является одной из важнейших причин уменьшения содержания гумуса и утраты почвой структуры, так как основное цементирующее звено – гуминовые кислоты – образуются при значительном участии грибов [3]. Авторами изучалось изменение численности основных групп почвенных микроорганизмов при различных способах обработки почвы и системах удобрений в севообороте [4, 5, 6].

Объекты и методы исследований

Полевые опыты проводились по общепринятым методикам [8] на опытном поле Гродненского государственного аграрного университета. Почва дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 40–60 см моренным суглинком. Агрохимическая характеристика была следующей: гумус – 1,94 %; P_2O_5 – 396 мг/кг; K_2O – 129 мг/кг; rNH_4Cl – 6,27; сумма поглощенных оснований – 16,2 м-экв. на 100 г почвы.

На фоне различных способов обработки почвы (вспашка, дискование) изучали эффективность различных видов органических и минеральных удобрений. Размер делянки – 80 м². Повторность опыта – четырехкратная.

В ходе исследований использовались следующие удобрения: органические – подстиличный навоз; минеральные – мочевины, двойной суперфосфат, хлористый калий; ассоциативные – азотобактерин.

Среди биологических индикаторов, характеризующих различные аспекты состояния почвенной биоты, ведущее место занимают почвенные микроорганизмы вследствие своей высокой лабильности, исключительно четкой способности реагировать на изменения, происходящие в почве. В настоящее время механизмы функционирования микробных сообществ в почвах выяснены еще не достаточно и требуют детализации количественно-качественных характеристик биогенности почв. Известно, что именно они обеспечивают стабильную устойчивость и продуктивность биогеоценозов.

Для определения численности микроорганизмов в почве применяли метод учета их на твердых питательных средах. Почву отбирали в 10 местах с каждой делянки. После тщательного перемешивания, удаления корешков и других посторонних включений отбирали средний образец в 10 г и переносили в колбу с 90 мл стерильной водопроводной воды. Взбалтывали 15 минут. Готовили разведения 1:100 для посева грибов на среду Чапека, 1:1000 – актиномицетов на крахмало-аммиачный агар (КАА) и 1:10 000 – бактерий на мясо-пептонный агар (МПА).

Высевали по 0,05 мл соответствующего разведения на две параллельные чашки. Учет бактерий проводили через двое суток, актиномицетов и грибов – через 7 суток. На КАА учитывали кроме актиномицетов и другие группы бактерий, усваивающие минеральный азот, на среде Чапека – дрожжи.

Численность микроорганизмов в значительной степени определяется метеорологическими условиями, но четкая корреляционная зависимость между ними выявляется в том случае, если один из этих факторов является лимитирующим (например, дефицит влаги). В засушливое летнее время, когда почва испытывает недостаток влаги, последняя выступает как основной экологический фактор, и все показатели почвы, независимо от фитоценотической разновидности, становятся очень сходными по всему комплексу микробиологических процессов. К осени, когда почва достаточно увлажнена, снова проявляются различия между почвами под разными растениями. Тайсон и Поуп установили, что термальный стресс, выражающийся в резком отклонении температурных условий от оптимальных, к которым были адаптированы популяции гетеротрофных бактерий, может приводить к количественным изменениям численности на уровне временного угнетения жизнедеятельности.

Результаты и обсуждение

Анализ результатов микробиологических исследований, показал, что в июле (в период засухи) численность всех групп микроорганизмов невысокая. Увеличение численности бактерий на фоне вспашки отмечается в вариантах РК + ас. уд. и навоз. Во всех остальных вариантах численность бактерий ниже по сравнению с контролем. На фоне дискования незначительное увеличение численности отмечено в вариантах NPK + ас. уд., навоз + ас. уд., навоз + NPK + ас. уд., а также чистый NPK и навоз. В вариантах РК + ас. уд. и навоз + NPK данный показатель ниже контрольного (рис. 1, 2). Однако в целом значительных изменений в численности бактерий по вариантам опыта не наблюдалось. В августе численность бактерий уменьшается практически на всех вариантах за исключением вариантов с ассоциативными удобрениями (навоз + NPK + ас. уд., навоз + ас. уд., NPK + ас. уд., РК + ас. уд.).

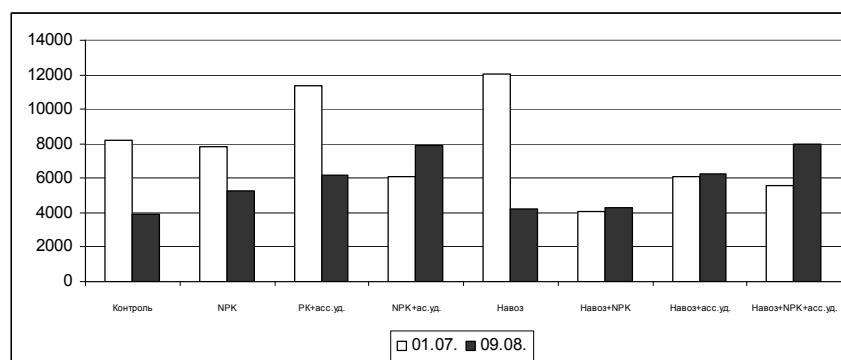


Рисунок 1. – Численность бактерий в почве, пелюшко-овес + райграс (вспашка)

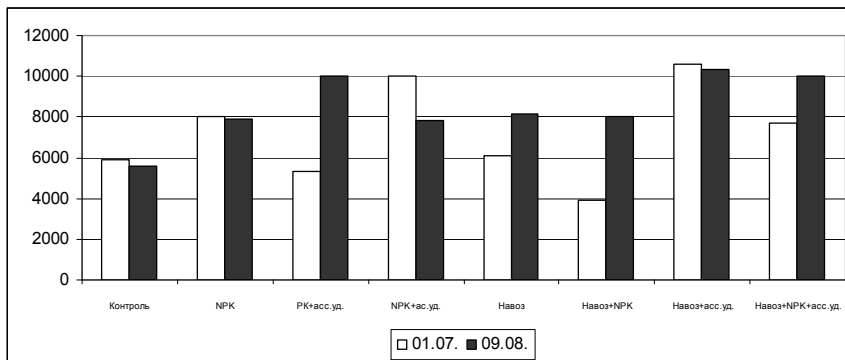


Рисунок 2. – Численность бактерий в почве, пелюшко-овес + райграс (дискование)

Рассматривая группу актиномицетов (рис. 3, 4), можно сказать о резком снижении их численности. В июле количество актиномицетов на фоне вспашки составило 133–346 тыс./г, на фоне дискования – 53–280 тыс./г. В августе, через месяц после уборки пелюшко-овса и райграса, отмечается резкое увеличение численности актиномицетов по всем вариантам. Особенно выделяются варианты NPK, навоз + NPK, навоз + NPK + ас. уд., а на фоне вспашки еще РК + ас. уд., NPK + ас. уд., навоз + ас. уд.

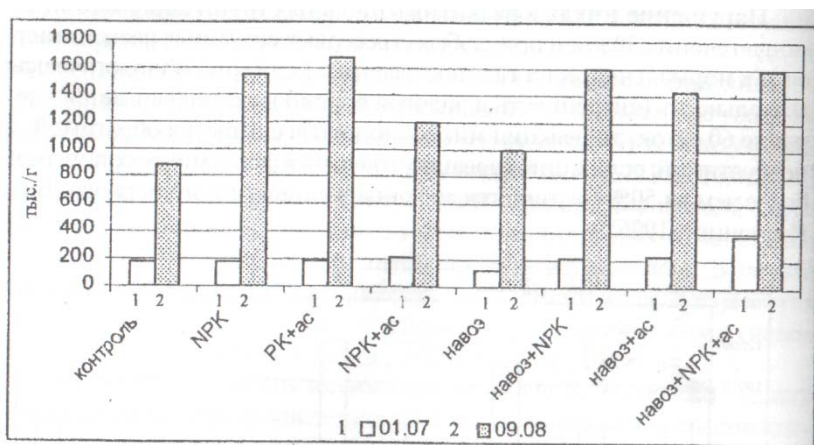


Рисунок 3. – Численность актиномицетов в почве, пелюшко-овес + райграс (вспашка)

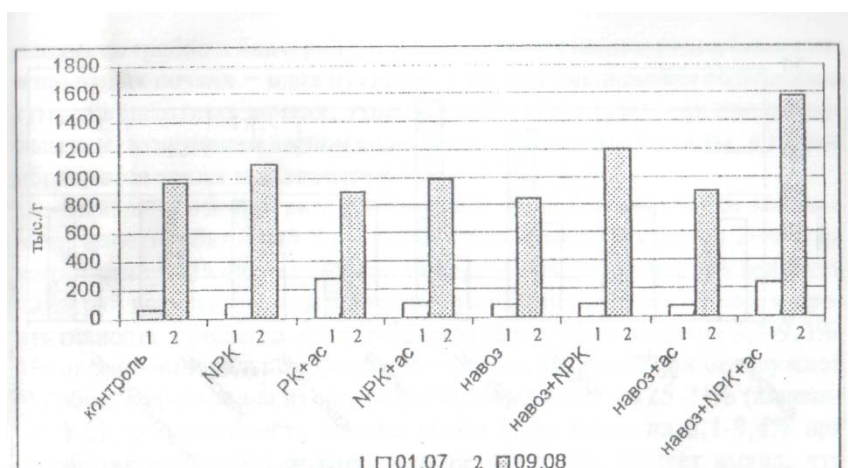


Рисунок 4. – Численность актиномицетов в почве, пелюшко-овес + райграс (дискование)

Численность грибов, аналогично другим группам микроорганизмов, определялась влиянием температуры и влажности в данный период. Если на фоне дискования можно проследить антагонистическое влияние ассоциативных удобрений (происходит снижение численности грибов в вариантах РК + ас. уд., NPK + ас. уд., навоз + ас. уд., навоз + NPK + ас. уд.), то на фоне вспашки наблюдается обратный эффект (рис. 5, 6).

Численность грибов в августе значительно увеличивается на вариантах с ассоциативными удобрениями. Внесение навоза с минеральными и ассоциативными удобрениями также способствовало увеличению их численности. Однако на контрольном варианте и варианте с навозом отмечается снижение численности грибов по сравнению с июлем.

Резюмируя вышесказанное, можно предположить, что в результате резкого отклонения температуры и влажности от оптимальных параметров данный микробный комплекс в июле находился в зоне стресса, то есть наблюдались количественные изменения численности и временное угнетение жизнедеятельности микроорганизмов, что сказалось на урожайности пелюшко-овса и райграса однолетнего.

Нарушение цикла в развитии отдельных групп микроорганизмов в течение 30 дней при любых стрессовых ситуациях расценивается как нормальное, естественное явление. Если микробиологическая деятельность (численность и видовой состав) восстанавливается в течение 60 суток, то реакция микробиоценоза считается обратимой, и необратимой, если ингибирование отдельных форм микроорганизмов более чем на 50 % сохраняется до конца вегетационного периода.

Восстановление за 30 дней произошло на вариантах с внесением ассоциативных удобрений. Бактерии обладали наибольшей чувствительностью к неблагоприятным условиям, а грибы – наибольшей устойчивостью. Самому сильному стрессу подверглись микроорганизмы в вариантах: контрольный (без удобрений) и с чистым навозом. Здесь в августе еще отмечалось снижение численности бактерий и грибов.

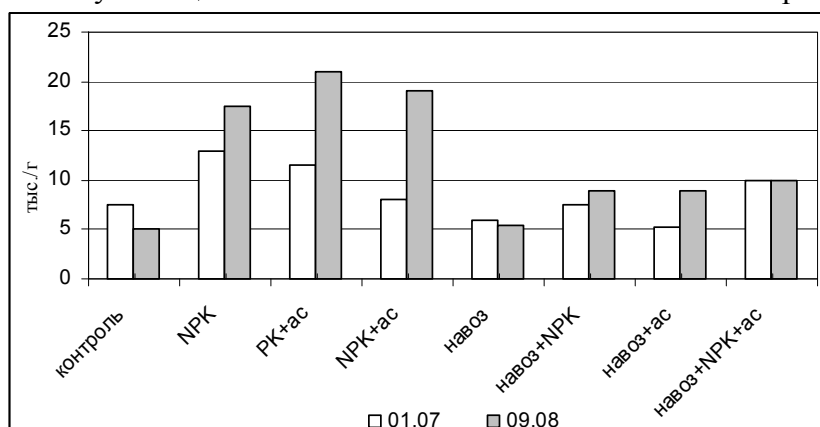


Рисунок 5. – Численность грибов в почве, пелюшко-овес + райграс (вспашка)

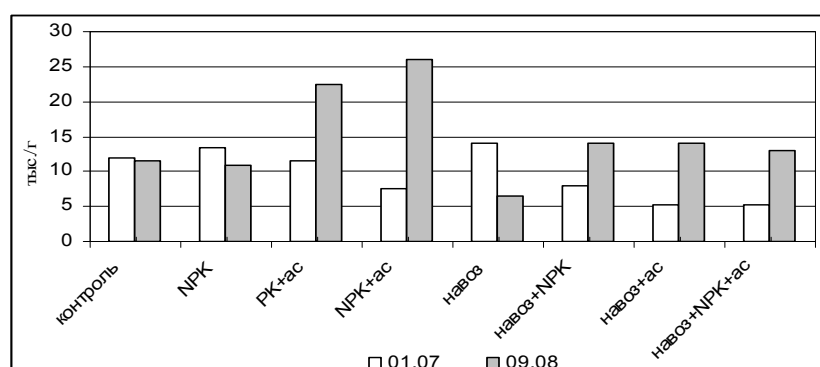


Рисунок 6. – Численность грибов в почве, пелюшко-овес + райграс (дискование)

Анализируя в целом результаты исследований по состоянию почвенной биоты, следует отметить, что антропогенное воздействие посредством удобрений, способов обработки оказывает значительное воздействие на биологические процессы.

Внесение навоза, а также комплексное внесение минеральных и органических удобрений создает оптимальные условия для жизнедеятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов, значительно увеличивает численность всех групп микроорганизмов.

Выявлено положительное влияние ассоциативных удобрений на комплекс биологических показателей почвы, устойчивость микробных сообществ к стрессу, вызванному неблагоприятными погодными условиями (дефицит влаги).

Видовой и количественный состав микроорганизмов не является постоянной величиной и может колебаться в значительных пределах. На этот показатель влияет целый ряд факторов, в том числе и агротехнических (удобрения, обработка почвы) (табл. 1).

Количество микроорганизмов в почве было различно и в течение вегетации. Так, максимальное содержание бактерий было во второй половине лета (июль), а наименьшее количество отмечалось весной (апрель). Примерно такая же динамика сезонного колебания численности была по актиномицетам и плесневым грибам.

Применение безотвальной обработки почвы имело преимущество перед вспашкой в повышении количества бактерий (6,6 %) и плесневых грибов (20,1 %) при всех системах удобрений. Содержание актиномицетов по безотвальной обработке, наоборот, было ниже (в среднем, на 14,5 %). Самое высокое количество микроорганизмов наблюдалось в почве целинного аналога (рис. 7).



Рисунок 7. – Влияние способов основной обработки почвы на количество микроорганизмов, млн шт./1 г воздушно-сухой почвы (в среднем за вегетацию)

Таблица 1 – Взаимосвязь удобрений и способов обработки почвы с численностью бактерий и урожайностью ячменя

Варианты	Численность бактерий, тыс. шт.		Урожайность, ц/га	
	Вспашка	Дискование	Вспашка	Дискование
	Среднее значение за 2 года	Среднее значение за 2 года	Среднее значение за 2 года	Среднее значение за 2 года
Без удобрений (контроль)	3416	3183	20,9	19,8
N ₈₀ P ₁₀ K ₁₀₀	3116	3316	32,6	29,8
P ₁₀ K ₁₀₀ + эпин	3983	4133	26,6	25,5
N ₈₀ P ₁₀ K ₁₀₀ + эпин	4850	5383	32,8	31,8
Навоз 20 т/га	2966	4533	27,5	27,8

Навоз + N ₄₅ P ₁₀ K ₄₀	3383	5816	31,2	32,8
Навоз + P ₁₀ K ₁₀₀ + эпин	3766	4733	30,5	32,6
Навоз + N ₄₅ P ₁₀ K ₄₀ + эпин	4400	5666	31,6	34,6
НСП _{0,5}	–	–	1,59	1,57

Исследования авторов подтверждают выводы многих специалистов, что в пахотных почвах происходит снижение содержания микроскопических грибов, что является одним из наиболее значимых нарушений почвенной биоты. Грибы являются основным разрушителем органического вещества (85 % органического вещества почвы разлагается совместным влиянием грибов и бактерий), и уменьшение их количества и биомассы в пахотных почвах – одна из главных причин уменьшения содержания гумуса в пахотных почвах, утраты почвой структуры, так как основным цементирующим звеном ее являются гуминовые кислоты, которые образуются также при значительном участии грибов.

Выявлена взаимосвязь удобрений и способов обработки почвы с численностью бактерий и урожайностью ячменя и клевера 2-го года пользования. На фоне внесения минеральных удобрений численность бактерий по вспашке и дискованию отличалась незначительно, и продуктивность ячменя на этом фоне по вспашке была выше на 3,1–9,3 %. На органо-минеральном фоне численность бактерий при бесплужной обработке превышала их численность по вспашке на 25–71 %, и урожайность ячменя также была выше на 5,1–9,4 % при обработке почвы без оборота пласта.

Примерно такая же закономерность сохраняется при рассмотрении взаимосвязей удобрений и способов обработки почвы с численностью бактерий и урожайностью клевера 2-го года пользования. Урожайность клевера на органо-минеральном фоне была выше при дисковании на 3,4–7,0 %, а численность бактерий – на 2,9–41,0 % по сравнению со вспашкой (табл. 3).

Таблица 3 – Взаимосвязь удобрений и способов обработки почвы с численностью бактерий и урожайностью клевера

Варианты	Численность бактерий тыс. шт.		Урожайность, ц/га			
	Вспашка	Дискование	Вспашка	Дискование	Вспашка	Дискование
	Среднее значение	Среднее значение	Среднее значение по клеверу 1-го года пользования		Среднее значение по клеверу 2-го года пользования	
Без удобрений (контроль)	2470	1850	90,0	83,0	73,2	70,5
N ₈₀ P ₁₀ K ₁₀₀	3350	2875	95,5	88,0	82,8	83,6
P ₁₀ K ₁₀₀ + эпин	3175	2775	93,1	89,0	78,9	81,8
N ₈₀ P ₁₀ K ₁₀₀ + эпин	3725	3825	96,2	90,2	81,7	82,1
Навоз 20 т/га	2850	2950	102,7	92,3	74,6	77,2
Навоз + N ₄₅ P ₁₀ K ₄₀	3475	4900	103,9	97,2	79,1	82,1
Навоз + P ₁₀ K ₄₀ + эпин	3375	4050	105,8	98,3	77,1	82,5
Навоз + N ₄₅ P ₁₀ K ₄₀ + эпин	4200	4325	103,2	96,1	85,6	84,9

Заключение

В результате проведенных исследований и обобщения данных других авторов

установлено снижение численности плесневых грибов на всех вариантах опыта в севообороте при обработке почвы с оборотом пласта (на 2,6–42,0 %) по сравнению с обработкой почвы без оборота пласта.

Уменьшение содержания микроскопических грибов является одним из наиболее серьезных нарушений в составе почвенной биоты.

Грибы – основные разрушители органического вещества и главные агенты процесса гумусообразования, так как основное цементирующее звено – гуминовые кислоты – образуются при значительном участии грибов. Это приводит к быстрой минерализации гумуса, изменению физической структуры почвы, снижению ее плодородия в целом и нарушению круговорота веществ. Особенно если учесть, что биомасса грибов составляет 85–90 % от суммарной биомассы микроорганизмов, а длина грибного мицелия достигает 600–900 м/г почвы. При вспашке грибы из мицелиальной формы переходят в спорую, тем самым нарушается связь литосферы с фитоценозами, которая осуществлялась через мицелий грибов.

Таким образом, следует сделать вывод, что вспашка эффективна только при применении минеральных удобрений.

Если в почве достаточно свежего органического вещества, то в этом случае рыхление почвы более эффективно, чем вспашка.

Этими данными, по-видимому, можно объяснить неоднозначность выводов многих исследователей относительно эффективности обработки почвы с оборотом пласта и без оборота.

Литература

1. Ананьева, Н. Д. Микробиологическая оценка почв в связи с самоочищением от пестицидов и устойчивостью к антропогенным воздействиям / Н.Д. Ананьева : автореф. дис. ... на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук [Институт физ.-хим.и биол. проблем почвоведения РАН]. – М., 2001.

2. Балаян, Т. В. Биологическая активность дерновоподзолистой почвы и урожай сельскохозяйственных культур/ Т.В. Балаян // Почвоведение. – 1993. – № 12.

3. Берестецкий, О. А. Влияние растительных остатков на почвенно-микробиологические процессы в полях севооборота / О. А. Берестецкий, Ю. М. Возняковская // Роль микроорганизмов в с.-х. производстве. – 1983. – Т. 53.

4. Валько, В. П. Особенности биотехнологического земледелия / В. П. Валько, А. В. Щур – Минск : БГАТУ, 2011. – 196 с.

5. Валько, В. П. Сельскому хозяйству – биогеоценологическую основу / В. П. Валько // Наука – производству : материалы 2-й Междунар. конф. – Гродно, 1998.

6. Валько, В. П. Влияние удобрений и способов обработки почвы на численность и групповой состав микробных сообществ в дерново-подзолистой супесчаной почве / В. П. Валько // Междунар. аграр. журн. – 2001. – № 7.

7. Гончаров, Н. Ф. Способы использования и биологическая активность почвы / Н. Ф. Гончаров, А. В. Попов, Н. Г. Митина // Совершенствование технологических средств и технологий возделывания с.-х. культур : материалы науч.-практ. конф., Курск, 1–4 февраля 1994. – Курск, 1995.

8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985.

Schur A.V., Valko V.P., Valko O.V.

SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY AS A MEASURE FERTILITY IN DIFFERENT WAYS
OF TREATMENT OF SOIL AND TYPES OF FERTILIZERS

This article discusses the biological activity of the soil, depending on the different ways of tillage and fertilizer inputs.

Key words: Soil, soil biota, soil microflora, enzyme-tive, biological, biochemical activity, pollutants, soil ecology, circularly gate substances humification.