

метывание – молочная спелость» 1,5 млн. м² сутки/га, что обеспечивается при внесении 80 т/га навоза и N₁₂₀P₄₀K₉₀.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсуков, С.С. Густота стояния и фотосинтетическая деятельность / С.С. Барсуков // Кукуруза и сорго. – 1991. – № 3. – С. 13–14.
2. Барсуков, С.С. Фотосинтетическая деятельность и дозы удобрений / С.С. Барсуков // Химизация сел. хоз-ва. – 1992. – № 3. – С. 73–74.
3. Кушенов, Б.М. Густота посевов и продуктивность фотосинтеза / Б.М. Кушенов // Кукуруза и сорго. – 1995. – № 5. – С. 8–9.
4. Надточаев, Н.Ф. Возделывание кукурузы на зерно и силос в Беларуси / Н.Ф. Надточаев // Междунар. аграр. журн. – 2001. – № 6. – С. 22–24.
5. Надточаев, Н.Ф. Итоги многолетних исследований по технологии возделывания кукурузы в Полесском регионе / Н.Ф. Надточаев // Земледелие и растениеводство Белорусского Полесья: сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т земледелия и кормов, Полес. фил.; редкол. А.В. Сикорский [и др.]. – Мозырь, 2002. – С. 25–31.

УДК 631.8:631.427.22

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

А.А. Дудук, П.Л. Тарасенко, П.И. Мозоль, Н.И. Таранда

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь, 230008

Аннотация. В 2006-2007 годах на дерново-подзолистой почве на фоне обработки ее с использованием вспашки изучалось влияние минеральной, органической и органо-минеральной систем удобрений на биологическую активность почвы и урожайность картофеля. Дана сравнительная оценка биологической активности почвы при антропогенном вмешательстве и в природном агроландшафте. В среднем за два года для развития бактерий и плесневых грибов оптимальными оказались органическая и органо-минеральная системы удобрений, для актиномицетов – минеральная и органо-минеральная. Показатели численности исследованных групп микроорганизмов в целинном контроле были выше, чем в агрофитоценозе. Изучаемые системы удобрений не отличались достоверно между собой по влиянию на урожайность картофеля, но по сравнению с контрольным вариантом существенно повышали урожайность. Прибавка ее в 2006 году составила около 100 ц/га, в 2007 – около 160 ц/га.

Summary. Influence of mineral, organic and organic-mineral systems of fertilizers on biological activity of ground and productivity of a potato was studied in 2006-2007 on a background of its processing with use of plowing. The comparative estimation of biological activity of ground is given at anthropogenous intervention and in natural conditions. The organic and organic-mineral systems of fertilizers werethe best for the average of development of bacteria and mushrooms, optimum for actinomycetes-mineral and organic-mineral. Parameters of number of the investigated groups of microorganisms in the virgin control were higher than in agrophitoceno-

sis. Investigated systems of fertilizers did not differ authentically among themselves on influence on productivity of a potato but in comparison with control variant essentially raised productivity. The increase has made about 100 centners per hectar in 2006, about 160 centners per hectar in 2007.

Введение. Последние два-три десятилетия сельское хозяйство Беларуси, как и многих других стран, развивалось в направлении интенсификации преимущественно химико-технологическим путем. Это позволило удвоить потенциал плодородия пахотных почв и повысить в 2,8 раза урожайность сельскохозяйственных культур. В то же время в связи с экономическим кризисом, произошло значительное уменьшение количества ежегодно вносимых органических и минеральных удобрений, что привело не только к снижению продуктивности сельскохозяйственных угодий на 30-40%, но и к заметной потере потенциала плодородия почв. Процесс деградации плодородия почв начал проявляться на 70% пашни и 95% луговых угодий.

Общезвестно, что интенсивность антропогенной нагрузки влияет на агрофизические и биологические свойства почвы. Существует мнение, что сельскохозяйственное загрязнение биосферы за счет применения удобрений, пестицидов, регуляторов роста, выбросов техники составляет в среднем 25-30% всего техногенного загрязнения [1]. В значительной степени нейтрализация этого нежелательного процесса осуществляется различными видами микроорганизмов, которые не только переводят тяжело усваиваемые элементы питания растений в доступные формы, но и разлагают токсические органические соединения. Биологическая активность почвы коррелирует с ее плодородием, которое напрямую зависит от благоприятных или не очень благоприятных условий для развития микрофлоры [2, 3].

Внесение в почву удобрений улучшает питание не только растений, но и микроорганизмов, которые также нуждаются в элементах питания. Естественно, что при низких концентрациях их в среде микрофлора почвы может выступать в роли конкурента растениям за питательные вещества [4]. В то же время микроорганизмы почвы являются продуцентами витаминов, ферментов, антибиотиков, ростовых и других биологически активных веществ, которые способны усваиваться корневой системой растений [5]. Так как микроорганизмы способны оказывать влияние на плодородие почвы, участвуя в процессах образования гумуса, учет их жизнедеятельности может являться интегральной характеристикой агрохимических и других антропогенных воздействий на почву. Этот учет может вестись как путем измерения ферментативной активности почвы, которая в значительной степени обусловлена ферментами, образуемыми микроорганизмами, так и путем опре-

деления изменений, происходящих в численности их различных групп. В природе различные биоценозы являются саморегулирующимися устойчивыми системами, и только агробиоценозы могут подвергаться резким изменениям, которые зависят от вида возделываемой культуры, способов обработки почвы, климатических и почвенных условий, внесенных удобрительных средств. Поэтому изучение изменений численности микроорганизмов в почве исследуемых вариантов велось в параллели с определением их численности в почве целинного аналога, для чего был выбран участок, покрытый естественной растительностью, который не подвергался агротехническим воздействиям в течение длительного времени.

Цель работы. Изучить закономерности изменения биологической активности почвы при различных системах удобрений в агроландшафтах в сравнении с целинным аналогом и на основании выявленных закономерностей разработать рекомендации по оптимизации антропогенной нагрузки на почву и растения.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на опытном поле УО «ГГАУ» в 2006–2007 г.г. в условиях стационарного полевого мелколесного опыта в системе севопольного зерноотравнопропашного севооборота на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве с высоким уровнем окультуренности (пахотный горизонт – 23–25 см), имеющей следующую агрохимическую характеристику: рН 6,1–6,4, содержание гумуса 1,96–1,97%, P_2O_5 – 274–277, K_2O – 172–175 мг/кг почвы. Площадь деланки составляла 84 м². Повторность – четырехкратная. Почва целинного аналога содержит невысокие количества гумуса, фосфора и калия, имеет кислую среду (1,66%, 25 мг/кг P_2O_5 , 45 мг/кг K_2O , рН_{KCl} 4,64 в горизонте А₁ (0–11 см). Для посадки использовали сорт картофеля Скарб. Картофель размещался четвертой культурой в севообороте после однолетних трав, ячменя, овса с редькой масличной, высеянной пожнивно.

В исследованиях использовалась общепринятая агротехника возделывания картофеля, за исключением изучаемых систем удобрений. Органические удобрения в виде навоза ($N_{0,53}P_{0,31}K_{0,53}\%$) вносились осенью под вспашку, минеральные – весной под культивацию с боронованием. Вносимые удобрения рассчитывались на планируемую урожайность. На фоне отвальной обработки почвы изучались следующие системы удобрений:

1. Без удобрений (контроль)
2. Минеральная ($N_{130}P_{75}K_{240}$)
3. Органическая (85 т/га навоза)
4. Органо-минеральная (60 т/га навоза + $N_{50}P_{30}K_{40}$)

Отбор почвенных образцов для учета микрофлоры проводили при помощи почвенного бура в два срока – июнь-июль и август-сентябрь (в 2006 году пробы отбирались несколько раньше по времени, чем в 2007). С каждой делянки отбирали по десять образцов с гребней на глубину 0-20 см, после чего почва перетиралась, просеивалась с целью отбора корешков и камешков. После приготовления десятикратных разбавлений почвы (от 1/10 до 1/10000) учет микрофлоры проводили чашечным методом на твердых питательных средах [6]. Бактерии-аммонификаторы учитывали на чашках с МПА (мясо-пептонным агаром), актиномицеты – на КАА (крахмало-аммиачном агаре) и плесневые грибы на среде Сабуро с антибиотиками широкого спектра действия, препятствующими росту бактериальной микрофлоры. Чашки выдерживали в термостате при 30°C, так как при более высокой температуре плесневые грибы прекращают образование мицелия. Учет бактериальной микрофлоры проводили через двое суток, актиномицетов и грибов – через неделю. Некоторые колонии актиномицетов трудно отличить от бактериальных, поэтому нами учитывались в основном те, которые образуют воздушный мицелий, т.е. относящиеся к семейству Streptomycetaceae. При расчете численности микроорганизмов делали перерасчет их содержания на 1 г воздушно-сухой почвы, для чего в день посева отбирали среднюю навеску почвы весом 50 грамм, которую высушивали в течение недели на открытом воздухе.

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные результаты по численности разных групп микроорганизмов в почве представлены в таблице 1.

Пятым вариантом в таблице 1 представлена микрофлора в почве целинного аналога. В среднем за два года определений численность всех групп микроорганизмов в ней выше, чем в варианте с картофелем без использования удобрений. Вероятно, отрицательным фактором здесь было техногенное вмешательство человека в процессы, протекающие в почве путем обработки ее и возделыванием разных культур. Количество бактерий в контрольном варианте уменьшилось на 85%, актиномицетов – на 126% и грибов – около 61%.

Минеральные удобрения незначительно, на 17% усиливали развитие бактерий в почве по сравнению с контролем (вариант 1), сильнее стимулировали развитие актиномицетов (на 80%), грибов – на 43%. Для развития всех трех групп микроорганизмов оптимальной оказалась органо-минеральная система удобрений. Численность актиномицетов в почве возрастала в 2 раза, а грибов – в 2,1. Наиболее неблагоприятной для развития актиномицетов была чисто органическая система удобрений, где численность их в почве оказалась почти на уровне кон-

троля. Все эти три группы микроорганизмов в круговороте азота участвуют в одном процессе – в аммонификации азотсодержащих органических соединений, в меньшей степени – в денитрификации, но это уже в том случае, если в почве создадутся анаэробные условия.

Таблица 1 – Численность бактерий, актиномицетов и грибов в почве в зависимости от используемых систем удобрений картофеля (бактерии и актиномицеты – млн./ в 1г почвы, грибы – тыс./в 1г почвы)

№ п/п	Вариант	Первый срок		Второй срок		Среднее за 2 года
		2006 год	2007 год	2006 год	2007 год	
Бактерии						
1.	Без удобрений	3,0	2,1	1,2	4,9	2,8
2.	Минеральная	3,2	2,5	2,1	5,5	3,3
3.	Органическая	2,5	5,4	1,6	7,3	4,2
4.	Органо-минеральная	4,0	5,4	1,8	6,7	4,5
5.	Целинный аналог	4,3	8,7	1,4	6,5	5,2
Актиномицеты						
1.	Без удобрений	0,19	0,13	0,12	0,14	0,15
2.	Минеральная	0,27	0,26	0,27	0,27	0,27
3.	Органическая	0,16	0,16	0,20	0,20	0,18
4.	Органо-минеральная	0,20	0,37	0,29	0,34	0,30
5.	Целинный аналог	0,22	0,18	0,57	0,40	0,34
Плесневые грибы						
1.	Без удобрений	14	20	24	35	23
2.	Минеральная	27	31	35	39	33
3.	Органическая	24	30	34	58	37
4.	Органо-минеральная	42	29	72	47	48
5.	Целинный аналог	38	36	36	36	37

Как оказалось, от удобрений в некоторой степени зависит и засоренность посадок картофеля. Среди всех организмов, наносящих ущерб сельскому хозяйству, сорняки являются самой вредоносной группой. Ежегодно из-за засоренности посевов производство недополучает от 10-12 до 25-30% урожая. Рационально и своевременно используя обработку почвы можно на 50-60% снизить засоренность посевов малолетними и многолетними сорняками. Проведенный учет засоренности посадок картофеля на фоне применения в качестве основной отвальной обработки почвы показал, что по сравнению с контрольным вариантом увеличение засоренности посевов наблюдалось на всех фонах применения удобрений. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Засоренность посевов картофеля в зависимости от систем удобрений, штук/м²

Система удобрений	2006 год		2007 год		Среднее	
	до прополки	перед уборкой	до прополки	перед уборкой	до прополки	перед уборкой
Без удобрений	97	22	84	16	91	19
Минеральная	103	24	93	15	98	20
Органическая	118	27	116	23	117	25
Органо-минеральная	120	28	117	22	119	25

В среднем за два года количество сорных растений до проведения химической прополки составляло в контроле 91 штук/м², при применении органической системы – на 30% больше. После обработки гербицидами при учете накануне уборки число сорных растений было незначительным (в контрольном варианте – 19 штук/м², на фоне органической и органо-минеральной систем – на 31% больше), т.е., как видно из полученных данных, соотношение численности сорняков по вариантам сохранилось.

Полученные данные по продуктивности картофеля представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Урожайность картофеля в зависимости от систем удобрений, ц/га

№ п/п	Вариант	2006 год	2007 год	Средняя за 2 года
1.	Без удобрений	224	246	235
2.	Минеральная	319	387	353
3.	Органическая	316	388	352
4.	Органо-минеральная	316	398	357
	НСР ₀₉₅	16	17	

Анализируя полученные данные по урожайности картофеля в зависимости от различных систем удобрений, следует отметить, что все варианты удобрений по отношению к контролю дали существенную прибавку урожайности, которая в 2006 году составила 92-95 ц/га. В более благоприятном по погодным условиям 2007 году урожайность картофеля была выше как в контрольном, так и в удобренных вариантах. Прибавка от удобрений составляла по вариантам 141-152 ц/га. Существенных различий в урожайности между изучаемыми системами удобрений не установлено, отклонения находились в пределах НСР₀₉₅.

При возделывании картофеля важным показателем является не только количество урожая, но и его качество, которое определяется содержанием в клубнях крахмала (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание (%) и сбор крахмала (ц/га) в клубнях картофеля в зависимости от систем удобрений

Система удобрений	2006 год		2007 год		Среднее	
	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га
Без удобрений	15,48	34,8	15,21	37,4	15,35	36,1
Минеральная	14,77	47,1	13,13	50,8	13,95	48,95
Органическая	15,23	48,1	14,11	54,7	14,72	51,4
Органо-минеральная	14,86	47,0	14,06	56,0	14,08	51,5

Из представленных данных видно, что внесение как минеральных, так и органических удобрений несколько снизило содержание крахмала в клубнях, однако сбор крахмала с гектара значительно вырос.

Заключение. Важнейшим условием повышения эффективности и устойчивости земледелия является разработка мероприятий по повышению плодородия почв и продуктивности агробиоценозов. С 2003 года исследования проводятся в плодосменном севообороте на дерново-подзолистой связносупесчаной хорошо окультуренной подстилаемой моренным суглинком почве. Использование различных систем удобрений оказывало влияние на биологическую активность почвы, что выразилось в значительных изменениях численности бактерий, актиномицетов и грибов при их внесении. Численность бактерий и плесневых грибов была максимальной в вариантах с использованием под картофель органической и органо-минеральной систем удобрений, актиномицетов – на фоне минеральной и органо-минеральной систем. Средняя прибавка урожайности картофеля в 2006 году в удобренных вариантах составила около 100 ц/га, в 2007 году – около 160 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булавин, Л.А. Агроэкологические аспекты адаптивной интенсификации земледелия/ Л.А. Булавин. – Мн.: Бел.изд.тов-о «Хата», 1999. – 248 с.
2. Раськова, Н.В. Изменение биологической активности почв в процессе их окультуривания/Н.В. Раськова // Пути повышения эффективности удобрений и плодородия почвы в Нечерноземной зоне. – М.: МГУ. – 1986. – С.130-141.
3. Базиленская, М.В. Управление биологической активностью почв/ М.В.Базиленская // Земледелие. – 1989. – № 5. – С. 36-37.
4. Най, П.Х. Движение растворов в системе почва-растение/П.Х. Най, П.Г.,Тинкер. – М.: Колос, 1980. – 368 с.
5. Мишустин, Е.Н. Микробиология/ Е.Н. Мишустин, В.Т. Емцев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 368 с.
6. Методы изучения почвенных микроорганизмов и их метаболитов/ Н.К. Красильников; под ред. Н.А. Красильникова. – М.:Изд.МГУ, 1966. – 216 с.