

ЭКОЛОГО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИЕМОВ УЛУЧШЕНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

Я.К. Куликов, доктор биологических наук

Е.Е. Гаевский, ассистент

Белорусский государственный университет

г. Минск, Беларусь

Ключевые слова: *микроорганизмы, биологическая активность, оптимизация, дерново-подзолистая песчаная почва*

Введение

Повышение продуктивности сельскохозяйственных культур на низкоплодородных дерново-подзолистых песчаных почвах, занимающих более 20% площади пахотных земель Беларуси, невозможно без разработки новых приемов и методов их рационального использования. В связи с этим наиболее эффективные приемы использования таких почв должны быть основаны на максимальной интродукции биологических факторов, в частности почвенной микробиоты [1-3].

Поэтому актуальность изучения структуры микробиологического комплекса дерново-подзолистых песчаных почв в условиях их окультуривания обусловлена необходимостью накопления экспериментальных данных и создания научной базы, которая в перспективе будет использована для биологической диагностики почвенного плодородия с целью его улучшения. Следует также отметить, что сельскохозяйственные предприятия крайне нуждаются в научно-обоснованных рекомендациях по биологической оценке современного состояния дерново-подзолистых песчаных и рыхлосупесчаных почв для решения проблемы повышения их плодородия. Разработка таких рекомендаций позволит повысить продуктивность этих почв и достигнуть уровня экономической эффективности их использования, позволяющего снять вопрос о целесообразности вывода песчаных почв из сельхозоборота. Тем самым повысить уровень продовольственной безопасности страны [4,5].

Участие микроорганизмов в осуществлении протекающих в почве биохимических процессов и их способность к перестройке качественного состава и изменению активности под влиянием факторов окружающей среды делают очевидной возможность направленного воздействия на деятельность почвенной микрофлоры [6].

Результаты исследований, проведенных с дерново-подзолистыми песчаными и супесчаными почвами, показали, что применение торфяных добавок является результативным мелиоративным мероприятием по регулированию их микробиологической активности. Обогащение этих почв торфяными добавками коренным образом изменяет среду

обитания почвенных микроорганизмов, непосредственно влияют на их биохимическую активность. Повышение содержания глинистых веществ в супесчаных почвах обеспечивает существенное увеличение их биогенности и сравнительно быстрое образование устойчивых форм гумусовых соединений [7-9].

Данные по влиянию совместного внесения торфа и суглинка на микробиологическую активность и плодородие песчаных почв отсутствуют. В связи с этим целью данной работы является изучение возможности оптимизации структуры микробного комплекса дерново-подзолистой песчаной почвы и повышение ее биологической активности путем торфования и землевания, обеспечивающих формирование высокого почвенного плодородия.

Материал и методы исследования

Полевые опыты проводились на базе хозяйства «ПМК-АГРО» Борисовского района Минской области на дерново-подзолистой связнопесчаной почве.

Для анализа отбирали почвенные образцы, в которых определяли рН в солевой вытяжке, подвижный фосфор по Кирсанову, обменный калий по Масловой, сумму поглощенных оснований по методу Каппена-Гильковица, гумус по Тюрину, физическую глину по Качинскому [10].

Схема полевого опыта включает 5 вариантов, где на опытные деланки площадью 50 м² в четырехкратной повторности вносился суглинок из расчета 100, 200, 300 и 400 т/га, а также торфонавозный компост в дозе 200 т/га с соотношением навоза к торфу 1:1.

Вносимый легкий суглинок характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН 6,1; сумма поглощенных оснований – 4,3 м-экв/100 г почвы, подвижный фосфор – 229 мг/кг почвы, обменный калий – 330 мг/кг почвы, содержание меди – 1,0 мг/кг, цинка – 4,6 мг/кг, бора – 0,44 мг/кг. Содержание физической глины – 26%, содержание гумуса – 1,8%.

Для приготовления торфонавозного компоста нами использовался низинный торф с зольностью 30%, который характеризовался следующими показателями: рН 6,4; сумма поглощенных оснований – 19,6 м-экв/100 г почвы, подвижный фосфор – 991 мг/кг почвы, обменный калий – 1200 мг/кг почвы, содержание меди – 3,6 мг/кг, цинка – 14,4 мг/кг, бора – 2,7 мг/кг.

В торфонавозном компосте 70% влажности содержалось (в кг/т): органического вещества – 220, N_{общ} – 6, P₂O₅ – 2, K₂O – 5, CaO – 4,5, MgO – 1.

В первый год оптимизации песчаной почвы возделывалась пропашная культура (картофель). Это позволило уже в течение первого года оптимизации создать равномерное перемешивание минеральных и органических частиц пахотного горизонта. Во второй год оптимизации выращивался ячмень сорта Коралл. При выращивании зерновой культуры практически создается равномерный органоминеральный пахотный горизонт. В качестве фона вносили минеральные удобрения из расчета N₂₀P₄₀K₈₀ (картофель) и P₄₀K₈₀ (ячмень) в виде аммиачной селитры, простого суперфосфата и хлористого калия.

Обработку почвы, сроки посадки и уход за культурой в период вегетации проводили в соответствии с агротехническими требованиями, рекомендуемые для центральной части Беларуси.

Учет урожая проводили поделочно с использованием общепринятой методики. Во время уборки урожая проводили отбор образцов клубней и зерна с пяти вариантов в четырехкратной повторности, в которых определяли общий азот методом Кьельдаля, содержание протеина путем умножения общего азота на коэффициент 5,7, микроэлементы и тяжелые металлы на атомно-абсорбционном спектрофотометре по методу ЦИНАО [9].

Статистическая обработка урожайных данных проведена по Доспехову [11].

Изучение активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов дерново-подзолистой песчаной почвы проводилось методом аппликаций по методике Д.Г. Звягинцева [12]. В почву на глубину 50 см в вертикальном положении закладывались стеклянные пластинки размером 5-50 см, обернутые льняной тканью, предварительно взвешенной.

Опыт проводился в девятикратной повторности. Через определенное время (экспозиция от 30 до 80 дней) пластинки выкапывали, с них осторожно смывались частички почвы, ткань просушивали и повторно взвешивали. По разности веса ткани до и после экспозиции определялась интенсивность жизнедеятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

Учет численности микроорганизмов, определение дыхания почвы и активности ее гидролитических ферментов проводили по общепринятой методике [12].

Результаты и их обсуждение

В нашем опыте исходная дерново-подзолистая связнопесчаная почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: рН в КСІ – 5,1, сумма поглощенных оснований – 3,1 м-экв/100 г почвы, содержание подвижного фосфора – 64 мг/кг, обменного калия – 86 мг/кг, гумуса – 1,3%, физической глины – 9,4%, содержание микроэлементов: меди – 1,8 мг/кг, цинка – 2,4 мг/кг, бора – 0,34 мг/кг.

Обменная кислотность на контрольном участке за последние два года почти не изменилась и относится к кислым почвам (рН 5,2) в 2007 г. (табл. 1). В вариантах с внесением суглинка и торфонавозного компоста обменная кислотность постепенно уменьшалась, достигнув реакции среды, близкой к нейтральной, начиная с осени 2007 г. (рН 6,2).

Внесение торфонавозного компоста и суглинка положительно сказывается на увеличении суммы обменных оснований. В первый год после оптимизации (2006 г.) сумма обменных оснований возросла почти в два раза в вариантах с внесением суглинка 300 и 400 т/га. В 2007 г. в контрольном варианте сумма обменных оснований уменьшилась и достигла исходного значения до оптимизации песчаной почвы, а в других вариантах по сравнению с предыдущим годом наблюдалась тенденция к снижению, которое постепенно затухало по мере увеличения доз вносимого суглинка.

Предпосылки для увеличения содержания и благоприятного изменения в распределении гумуса по профилю почвы созданы улучшением всего комплекса факторов, который способствует более интенсивному развитию дернового процесса под влиянием торфования и землевания. Создаются благоприятные водно-воздушные условия, способствующие более интенсивному развитию и глубокому проникновению корней в глубь разрыхленного пахотного горизонта и накоплению растительных остатков в нем. Таким образом, усиливаются биологические факторы, которые определяют характер почвенных процессов в сторону преобладания дернового.

Таблица 1 – Влияние окультуривания дерново-подзолистой песчаной почвы на агрохимические свойства

Вариант опыта	pH _{ксл}	S, м-экв/100г	P ₂ O ₅ , мг/100г	K ₂ O, мг/100г	гумус, %	физическая глина, %
КАРТОФЕЛЬ, 2006 Г.						
1. Контроль (фон) **	5.0	4.1	6.8	9.1	1.4	9.6
2. Фон + 200 т/га компоста + 100 т/га суглинка	5.4	5.0	15.9	23.6	2.5	12.2
3. Фон + 200 т/га компоста + 200 т/га суглинка	5.6	6.1	18.3	25.4	3.1	12.9
4. Фон + 200 т/га компоста + 300 т/га суглинка	5.7	7.1	24.1	26.8	3.5	13.4
5. Фон + 200 т/га компоста + 400 т/га суглинка	6.0	7.6	26.0	30.6	3.7	13.6
ЯЧМЕНЬ, 2007 Г.						
1. Контроль (фон) ***	5.2	3.1	10.0	12.0	1.5	9.7
2. Фон + 200 т/га компоста + 100 т/га суглинка	5.6	4.5	15.0	24.0	2.8	14.3
3. Фон + 200 т/га компоста + 200 т/га суглинка	5.8	5.7	17.5	25.5	3.1	14.8
4. Фон + 200 т/га компоста + 300 т/га суглинка	5.9	6.8	22.8	34.2	3.6	15.3
5. Фон + 200 т/га компоста + 400 т/га суглинка	6.2	7.4	24.7	34.4	3.9	15.5

Примечание: *номера вариантов опыта те же в табл. 4

**фон – N₂₀P₄₀K₈₀,

***фон - P₄₀K₈₀

S – сумма обменных оснований

Действие оптимизации сказалось на увеличении содержания гумуса по всем вариантам опыта на второй год (табл. 1). Содержание гумуса составило 2,8-3,9%, при содержании на контроле – 1,5%, что говорит о высокой обеспеченности почвы гумусом. В предыдущем году (2006 г.) в оптимизированной почве содержание гумуса находилось в пределах 2,5-3,7%. Резкая дифференциация гумуса по вариантам опыта обусловлена дозами внесенного органического вещества и суглинка.

Колебания в содержании и составе гумуса возможны в дальнейшем, что связано с видом возделываемых культур, количеством и качеством возвращающихся в почву пожнивных остатков, степенью окисления органического вещества и с другими причинами. Можно полагать, что в условиях правильной агротехники содержание гумуса будет поддерживаться постоянно на оптимальном уровне. Лучшими вариантами опыта по оптимизации гумуса в почве следует считать варианты с дозами суглинка 300-400 т/га.

Внесение суглинка и торфонавозного компоста привело к изменению гранулометрического состава почвы, а именно к увеличению содержания физической глины. Благодаря этому, связанный песок трансформировался в связную супесь.

В условиях нашего опыта содержание подвижного фосфора в оптимизированной почве через два года немного снизилось по сравнению с первым годом вследствие нейтрализации реакции среды и образования прочносвязанных фосфатов, однако, сохранив оптимальный уровень. В отличие от содержания подвижного фосфора, содержание обменных форм калия в результате торфования и землевания песчаной почвы наоборот увеличивается по сравнению с предыдущим годом и находится на уровне оптимальных величин (25,5–34,4 мг/100 г почвы).

Внесение торфонавозного компоста и суглинка в дерново-подзолистую песчаную почву вызвало увеличение численности эколого-трофических групп микроорганизмов, принимающих участие в минерализации органического вещества (табл. 2). Например, общая численность бактерий, разрушающих подвижные органические соединения азота, увеличилась более чем в два раза, а количество спорообразующих бактерий и актиномицетов, осуществляющих минерализацию более стойких органических веществ, возросла в 3-4 раза.

Таблица 2– Изменение численности микроорганизмов в дерново-подзолистой песчаной почве под действием торфования и землевания, тыс./г. абс. сухой почвы

Вариант опыта	Бактерии, использующие органические источники азота		Актиномицеты	Микроскопические грибы
	Общая численность	Спорообразующие		
Картофель, 2006 г. (фон - N₂₀P₄₀K₈₀)				
Контроль (фон)	1650	460	820	310
Фон + 200 т/га компоста + 300 т/га суглинка	3640	1520	3310	760
Ячмень, 2007 г. (фон - P₄₀K₈₀)				
Контроль (фон)	1330	340	660	280
Фон + 200 т/га компоста + 300 т/га суглинка	3220	1350	2880	690

Высокая численность актиномицетов в окультуренной почве свидетельствует о достаточно глубокой минерализации азотсодержащих соединений и преобладании здесь окислительных процессов. Такая «согласованность» микробиологических показателей отражает взаимосвязь разных звеньев трофической цепочки в преобразовании органического субстрата.

Увеличение численности микроскопических грибов в песчаной почве под действием торфования и землевания также подтверждает высокий уровень минерализации органических соединений. Прокариоты, осваивая растительный субстрат, поступающий в почву, создают благоприятные условия для аэробных эукариот, которые, специализируясь на гидролитических процессах, осуществляют глубокую минерализацию органического вещества.

Наиболее существенные изменения численного состава микрофлоры почвы произошли в первый год ее оптимизации при возделывании картофеля. Интенсивное перемешивание компоста и суглинка с почвой в результате многократной обработки картофеля стимулировало развитие микроорганизмов, связанных с трансформацией органического вещества. На второй год оптимизации песчаной почвы при возделывании ячменя активность окислительных процессов в пахотном горизонте снижается и накопление минеральных соединений замедляется. Об этом свидетельствует уменьшение численности микроорганизмов данных физиологических групп.

Окультурирование песчаной почвы активизировало деятельность бактерий круговорота азота, что улучшает азотное питание растений (табл.3).

Таблица 3 – Изменение численности бактерий круговорота азота в дерново-подзолистой песчаной почве под действием торфования и землевания, тыс./г. абс. сухой почвы

Вариант опыта	Азотобактерии, % комочков обрастания	Аммонификаторы	Нитрификаторы	Денитрификаторы	Бактерии, потребляющие минеральный азот
Картофель, 2006 г. (фон - N₂₀P₄₀K₈₀)					
Контроль (фон)	12,5	3240	15,2	11,4	2120
Фон + 200 т/га компоста + 300 т/га суглинка	42,4	8270	30,6	5,5	6360
Ячмень, 2007 г. (фон - P₄₀K₈₀)					
Контроль (фон)	9,6	2640	10,3	7,8	1540
Фон + 200 т/га компоста + 300 т/га суглинка	34,5	6540	24,4	3,6	5680

Увеличение численности азотобактера, а также аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий обеспечивало активную минерализацию внесенного органического вещества, освобождение азота и превращение его в аммонийные и нитратные соединения. О накоплении в оптимизированной почве подвижного азота свидетельствует также активное развитие бактерий, потребляющих минеральный азот, численность которых увеличилась в 3 раза по сравнению с исходной почвой. Под ячменем активность развития бактерий круговорота азота в оптимизированной почве снижалась, однако продолжала оставаться на более высоком уровне по сравнению с контрольным вариантом.

Вместе с тем, в окультуренной почве наблюдается снижение численности денитрифицирующих бактерий, осуществляющих анаэробный процесс восстановления азотных соединений до молекулярного азота или аммиака, что обусловлено улучшением водно-воздушного режима этой почвы. Благодаря этому достигается более экономное использование растениями минерального азота.

При проведении комплексных почвенно-экологических исследований представляется необходимым изучение не только тех групп микроорганизмов, которые быстро осваивают субстрат и проводят его биотрансформацию до мономерных фрагментов (так называемые R-стратеги), но и тех крупных таксонов в микробном сообществе, которые участвуют в деполимеризации трудно- и медленно гидролизующих высокомолекулярных органических соединений класса полисахаридов.

Микроорганизмы данной группы способны фиксировать азот из атмосферы, используя в качестве единственного источника углеродного питания целлюлозу. Эти микроорганизмы, осуществляя разложение целлюлозы растительных остатков, способны обогащать почву азотом. В нашем опыте (табл. 4) более высокая интенсивность жизнедеятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов выявлена под картофелем. В данном случае от контроля к варианту с максимальной дозой суглинка образовался следующий ряд степени разложения клетчатки: 44,1; 51,3; 54,4; 57,6; 60,9%. Под ячменем степень разложения клетчатки уменьшилась и по вариантам опыта составила: 40,8; 45,7; 48,0; 50,6; 54,5%. С увеличением доз вносимого суглинка разложение ткани усиливалось и достигло максимальной величины на варианте, где суглинок применялся в дозе 400 т/га.

Разрушение целлюлозы, как показал опыт, особенно активно шло в верхнем горизонте (искусственно созданном в процессе оптимизации). В более глубоких слоях почвы активность целлюлозоразрушения заметно снижается. Снижение активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов с глубины более 30 см объясняется уменьшением запаса органических соединений и ухудшением воздушного режима почвы.

Более высокая активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов под картофелем объясняется тем, что эта культура требует многократной обработки почвы, в процессе которой достигается равномерное перемешивание органических и минеральных компонентов и происходит оптимизация ее воздушного режима.

Таблица 4 – Интенсивность разложения клетчатки в оптимизированной дерново-подзолистой песчаной почве в зависимости от глубины профиля

КАРТОФЕЛЬ, 2006 Г.				
Вариант опыта	Вес ткани до экспозиции, г	Вес ткани после экспозиции, г	Степень разложения ткани	
			г	%
На глубине 0-30 см				
1	16,97	9,49	7,48	44,1
2	17,03	8,29	8,74	51,3
3	16,35	7,46	8,89	54,4
4	16,21	6,87	9,34	57,6
5	15,93	6,23	9,70	60,9
На глубине 30-50 см				
1	12,42	10,41	2,01	16,2
2	12,83	9,91	2,92	22,8
3	12,77	9,45	3,32	26,0
4	11,84	8,49	3,35	28,3
5	12,16	8,46	3,70	30,4
ЯЧМЕНЬ, 2007 Г.				
Вариант опыта	Вес ткани до экспозиции, г	Вес ткани после экспозиции, г	Степень разложения ткани	
			г	%
На глубине 0-30 см				
1	17,13	10,14	6,99	40,8
2	16,89	9,17	7,72	45,7
3	16,21	8,43	7,78	48,0
4	15,48	7,65	7,83	50,6
5	15,67	7,13	8,54	54,5
На глубине 30-50 см				
1	12,46	10,72	1,74	14,0
2	12,07	9,63	2,44	20,2
3	11,56	8,85	2,71	23,4
4	11,73	8,68	3,05	26,0
5	12,11	8,65	3,46	28,6

Оптимизация дерново-подзолистой песчаной почвы под действием торфования и землевания повышала активность гидролитических ферментов (протеазы, уреазы, инвертазы), катализирующих реакции расщепления органических веществ (табл. 5). Повышение активности этих ферментов свидетельствует о возрастании интенсивности биохимического разложения протеиновых веществ, мочевины и углеводов. При этом, возрастала активность выделения оптимизированной почвой углекислого газа, что отражает увеличение скорости минерализации углеродсодержащих соединений. Следовательно, увеличение общего содержания микроорганизмов и повышение ферментативной активности оптимизированной песчаной почвы явилось одним из мощных биологических факторов, обеспечивающих формирование ее высокого плодородия.

Таблица 5 – Изменение биологической активности дерново-подзолистой песчаной почвы под действием торфования и землевания

Показатели биологической активности	Картофель		Ячмень	
	фон*	опыт**	фон	опыт
Протеолитическая, % разложения желатина	28	40	20	32
Уреазная, мг NH ₃ /10 г почвы	30	48	22	34
Инвертазная, мг глюкозы на 1 г почвы	36	52	28	40
Выделение почвой углекислого газа (дыхание), мг/100 г почвы	40	61	30	50

Примечание: фон* - исходная почва + NPK;
опыт** - фон + 200 т/га компоста + 300 т/га суглинка

Урожай картофеля на оптимизированной почве повышается на 76-126 ц/га, при урожайности на контроле – 110 ц/га, а продуктивность ячменя возрастает с 15 до 36 ц/га, или на 140%. Наиболее высокая урожайность этих культур отмечена в вариантах, где торфонавозный компост применялся совместно с суглинком в дозах 300 и 400 т/га. При этом в зерне ячменя и клубнях картофеля повышалось содержание протеина, а также таких микроэлементов как медь, цинк, марганец и железо.

Экономическая эффективность применения торфонавозного компоста и суглинка для оптимизации свойств дерново-подзолистой песчаной почвы определяется соотношением между стоимостью полученной дополнительной продукции растениеводства и затратами, обеспечивающими производство этой продукции и улучшение свойств почвы.

В 1-й год окультуривания песчаной почвы при возделывании картофеля и внесении торфонавозного компоста совместно с суглинком в дозе 100 т/га стоимость дополнительной продукции составила 1725 \$ США/га, а затраты на оптимизацию и уборку дополнительной продукции – 700 \$/га. Это обеспечило получение дополнительного дохода на сумму 1025 \$/га, или 1,5 \$ дохода на каждый 1 \$ затрат. При увеличении доз суглинка происходило увеличение стоимости дополнительной продукции картофеля. Однако в связи со значительным увеличением затрат на землевание отмечено уменьшение дополнительного дохода до 0,9 \$ на каждый 1\$ затрат.

Во 2-й год исследований при возделывании ячменя была определена экономическая эффективность последствий внесения торфонавозного компоста и суглинка в дерново-подзолистую песчаную почву и ее изменение в зависимости от величины доз компоста и суглинка. При внесении в почву компоста 200 т/га и суглинка 100 т/га получен дополнительный доход на сумму 100,5 \$ США/га или 9 \$ дохода на каждый \$ затрат. При увеличении доз суглинка наблюдали рост стоимости дополнительной продукции и собственно дохода. При этом наибольший доход получен в варианте с максимальной дозой суглинка.

Таким образом, коренное улучшение дерново-подзолистой песчаной почвы путем торфования и землевания стимулирует развитие микроорганизмов различных эколого-трофических групп и повышает активность гидролитических ферментов, что обеспечивает интенсивную минерализацию органических соединений и формирование высокого почвенного плодородия.

Заключение

Коренное улучшение дерново-подзолистой песчаной почвы под действием торфования и землевания достигается за счет повышения содержания физической глины и гумуса. Это обеспечивает оптимизацию ее агрохимических свойств: уменьшается обменная кислотность, увеличивается сумма обменных оснований, а также содержание подвижного фосфора и обменного калия.

Внесение торфоновозного компоста и суглинка в песчаную почву приводит к увеличению численности микроорганизмов различных эколого-трофических групп, принимающих участие в минерализации органического вещества, а также стимулирует развитие бактерий круговорота азота.

В условиях оптимизации песчаной почвы наблюдается повышение активности гидролитических ферментов (протеаза, уреазы, инвертазы), катализирующих реакции расщепления органических веществ. Повышается активность выделения окультуренной почвой углекислого газа, что отражает увеличение скорости минерализации углеродсодержащих соединений. Это свидетельствует об усилении роли биологических механизмов активной минерализации органических веществ в почве.

Торфование и землевание дерново-подзолистой песчаной почвы является эффективным агротехническим приемом, повышающим урожай картофеля на 76-126% и урожай ячменя на 81-140%. При этом, в зерне ячменя и клубнях картофеля возрастает содержание протеина и таких микроэлементов, как медь, цинк, марганец и железо.

Библиографический список

1. Кауричев, И.С. Почвоведение/ И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов// Москва, 1989. – 358 с.
2. Горбылева, А.И. Почвы Беларуси/ А.И.Горбылева, В.Б. Воробьев, М.М. Комаров// Минск, 2007. – 179 с.
3. Куликов, Я.К. Экологические основы оптимизации сельскохозяйственных угодий Беларуси/ Я.К. Куликов// Минск, 2000. – 280 с.
4. Козловская, И.П. Почвоведение с основами геоботаники/ И.П. Козловская// Минск, 2000. – 190 с.
5. Куликов, Я.К. Методические рекомендации по оптимизации почв для создания высокопродуктивных угодий// Я.К.Куликов, Н.П.Иванов., Н.К. Чертко // Минск,1993. – 31 с.
6. Иванов, Н.П. Оптимизация мелиорированных почв и их охрана / Н.П. Иванов, П.А. Ковриго, Я.К. Куликов// Минск,1986. – 20 с.
7. Малышев, Ф.А. Мелиорация легких почв суспензией торфа / Ф.А. Малышев// Минск: Наука и техника, 1989. – 160 с.
8. Куликов, Я.К. Влияние торфования дерново-подзолистых почв на их свойства и продуктивность культур // Я.К. Куликов, Н.П. Иванов, О.Ф. Борисенко // Минск: Агрехимия, 1994. –№3.– С. 70-73.

9. Гаевский, Е.Е. Влияние оптимизации дерново-подзолистой связнопесчаной почвы на продуктивность картофеля / Е.Е.Гаевский // Вестник БГУ, 2007. –Сер.2.– №3.– С. 77-83.
10. Ягодин Б.А., Практикум по агрохимии / Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин, Ю.П. Жуков// Москва, 1987. – 512 с.
11. Доспехов, Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных/ Б.А. Доспехов// Москва: Колос, 1972. – 351 с.
12. Звягинцев, Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии/ Д.Г.Звягинцев// Москва, 1991. – 448 с.

Summary

Ya. Kulikov, E. Gaevsky

ECOLOGICAL AND MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE METHODS OF SOD-PODZOLIC SANDY SOIL IMPROVEMENT

Adding of peat-manure compost and loam to the sandy soddy-podzolic soil had a positive impact on its agrochemical properties. As a result the number of microorganisms of different physiological groups and activity of hydrolytic enzymes increased. The number of bacteria of the nitrogen cycle increased significantly, what is important for increasing the fertility of sandy soils. Activation of biological processes in the optimized sandy soil stimulated the formation of high yields of potatoes and barley.

Поступила 9.10.2015