

МОДЕЛИ ПРОГНОЗА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Н.Н. Семененко, Е.В. Каранкевич
Институт мелиорации, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Для более рационального использования торфяных почв, сохранения и повышения их плодородия необходимо знать закономерности развития и тенденции трансформации их свойств под влиянием антропогенных факторов, уметь воздействовать на эти изменения. Учет состояния генетического потенциала почв конкретного поля позволяет существенно снизить удельные затраты на получение растениеводческой продукции, сохранить и/или повысить их плодородие. Решение этой задачи особенно актуально при ведении земледелия на антропогенно-преобразованных торфяных почвенных комплексах Полесья.

После осушения и в результате сельскохозяйственного использования в торфяных почвах за счет их уплотнения, минерализации органического вещества и эрозии уменьшается мощность торфяного слоя, изменяются генетические свойства. Процесс трансформации этих почв протекает постоянно. По мере «сработки» торфяного слоя его мощность в почвенном профиле уменьшается, а затем начинает припахиваться торф подпахотного слоя. В результате дальнейшей минерализации и сельскохозяйственного использования мощность торфяного становится меньше мощности пахотного слоя и начинает вовлекаться в оборот (путем припашки) подстилаящая минеральная порода. На месте торфяных начинают формироваться почвы торфяно-минеральные, минеральные остаточно-торфяные и минеральные постторфяные [1-10]. В связи с этими процессами за последние 40-50 лет использования торфяных почв Беларуси произошла существенная трансформация их фонда. В настоящее время из 901 тыс. га бывших торфяных, используемых в сельском хозяйстве, образовалось около 200 тыс. га органо-минеральных почв разной степени эволюции [11]. По прогнозу в перспективе площади этих почв могут достигнуть 350-460 тыс. га [1,2,4 и др.].

Проведенные в Институте мелиорации исследования показывают [12,13 и др.], что генетический потенциал антропогенно-преобразованных торфяных почв в настоящее время реализуется недостаточно. Происходит это из-за не полного учета особенностей этих почв, прежде всего, при размещении посевов сельскохозяйственных культур в полях севооборотов и применении удобрений.

Анализ литературных источников показывает [1-10,12-16], что по мере «сработки» торфа наряду с трансформацией морфологического строения почвенного профиля торфяных почв также существенно снижается содержание в них органического вещества, изменяется его состав, ухудшаются водно-физические, химические и биологические свойства, плодородие и производительная способность [17]. В ряде литературных источников [1,10,12 и др.] представлены данные по реперным участкам изменения содержания некоторых показателей химического состава торфяных почвах разных стадий эволюции. Однако в этих и других работах не приводятся формализованные статистически доказанные закономерности зависимости изменения химического состава от минерализации и снижения содержания органического вещества в торфяных почвах, что имеет важное значение для прогноза трансформации плодородия этих почв разной стадии эволюции. Такие данные могут быть объективным критерием при разработке рекомендаций по более эффективному использованию антропогенно-преобразованных торфяных почвенных комплексов в земледелии и при применении удобрений, а также служить одним из диагностических признаков при идентификации этих почв. В связи с планируемым введением в сельскохозяйственный оборот вновь осваиваемых мелиоративных объектов результаты подобных исследований имеют научное и практическое значение.

Цель исследования – установить закономерности трансформации химического состава торфяных почв за длительный период влияния антропогенных факторов и на этой основе разработать модели его прогноза и диагностические критерии торфяных почв различных стадий эволюции,

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для выполнения поставленных целей важно, чтобы объекты исследования находились в одном природном массиве (однородный ботанический состав торфа и грунтовых вод, подстилаящей породой и др.). Методической основой проводимых исследований служит системный подход, сущность которого состоит в том, что изучаются не изолированные почвенные образования, а целый ряд почв, сформировавшихся в идентичных условиях. Для проведения наших исследований на болотном массиве «Хольче» Лунинецкого района Брестской области площадью более 25 тыс. га на землях ПОСМ-

Зил НАН Беларуси подобраны участки: неосушенный (заповедник) с мощностью торфа 75-85 см и осушенные бывшие маломощные торфяники, на месте которых в результате использования под пашней в течение почти 50 лет образовались комплексы с торфяными, торфяно-минеральными, минеральными остаточно-торфяными и минеральными постторфяными почвами с различным содержанием органического вещества. Исходное состояние мощности торфа этих почв в 1956 г. до осушения составляло 65-85 см., т.е. было аналогичным с заповедником. Объектами исследований также являются участки старопахотной (50 лет в культуре) агроторфяной почвы, исходное состояние их оценивалось как среднемощный торфяник. Все почвы подстилаются песком. Ботанический состав торфа – преимущественно осоковый. Подобранные объекты исследований, включающие в общей сложности 17 участков, охватывают широкий спектр почв, содержание органического вещества (ОВ) в которых колеблется от 84,6 до 4,8%. На объектах исследований отобрано 45 смешанных почвенных проб. Для достижения удовлетворительной представительности смешанной пробы каждая из них составлялась из 5 индивидуальных. Для более объективной оценки влияния антропогенного воздействия на эволюцию агроторфяных почв пробы отбирались из 2-х слоев – 0-20 и 21-40 см. Все анализы по определению химического состава почв выполнялись в 3-х кратной повторности после мокрого озаления (Гинзбург и др., 1971). При выполнении аналитических работ за основу взяты известные методические подходы определения валового химического состава [18] в модификации авторов статьи для торфяных почв. Корреляционно-регрессионный анализ полученных результатов исследований проводили с использованием компьютерной программы Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Приведенные в таблице 1 результаты исследований показывают, что торфяные почвы разной стадии эволюции (название почвам дано в соответствии с новой классификацией) [9] значительно различаются по количественному и качественному составу химических элементов в слое почвы 0-20 см и, особенно, 21-40 см. Так, в пахотном слое почвы (0-20 см) содержание общего азота колеблется в пределах от 3,60% (ОВ=82,5%) до 0,16% (ОВ=4,8%); P_2O_5 – 0,71-0,09; K_2O – 0,17-0,05; CaO – 1,49-0,01; MgO – 0,65-0,02; Na_2O – 0,076-0,015; Fe_2O_3 – 3,74-0,64%. В подпахотном слое (21-40 см) исследуемых почв содержание общего азота колеблется в пределах от 3,40% (ОВ=79,8%) до 0,07% (ОВ=4,4%); P_2O_5 – 0,52-0,05; K_2O – 0,14-0,05; CaO – 1,58-0,01; MgO – 0,63-0,03; Na_2O – 0,09-0,02; Fe_2O_3 – 3,60-0,57%. Химический состав торфяно-болотной неосушенной почвы (заповедник) отличается от агроторфяной почвы (ОВ=82,5%) более высоким содержанием азота и меньшим – фосфора, калия и магния. В целом с уменьшением содержания органического вещества в пахотном слое почв снижается содержание в них валовых форм азота, фосфора, калия, кальция, магния и железа.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа зависимости изменений концентрации элементов питания в почве от содержания в ней органического вещества (ОВ) в слое 0-20 см показывают, что между азотом, калием, кальцием и содержанием ОВ в почве установлены тесные зависимости ($R^2=0,80-0,99$), описываемые соответствующими уравнениями регрессии. В целом более слабая связь между содержанием в почвах ОВ и концентрацией фосфора, магния и железа. В то же время в слое почвы 0-20 см связь этих показателей более тесная ($R^2=0,63-0,66$), чем для слоя 21-40 см ($R^2=0,46-0,66$). Изменение содержания этих элементов в слое 0-20 см, наряду с содержанием ОВ, существенно зависит от уровня применения удобрений, известкования почв доломитовой мукой по отдельным почвам и (важным для динамики железа) окислительно-восстановительным потенциалом. Концентрация оксида натрия как в слое 0-20, так и в 21-40 см, исчисляется сотыми долями процента и практически не зависит от содержания ОВ в почве ($R^2=0,02-0,15$).

На основании данных корреляционно-регрессионного анализа полученных зависимостей изменения показателей химического состава почвы от содержания в ней ОВ разработаны (табл. 2,3) модели прогноза химического состава торфяных почв разных стадий эволюции для пахотного (0-20) и подпахотного (21-40 см).

В настоящее время при почвенных исследованиях антропогенно-преобразованных торфяных почв используют преимущественно данные содержания органического вещества, их физические свойства и характеристики морфологического строения профиля [7-9]. По нашему мнению для более точной идентификации торфяных почв различных стадий эволюции целесообразно бы имеющиеся диагностические признаки этих почв дополнить данными химического состава. На основании приведенных и дополнительных результатов исследований рассчитаны в соответствии с новой классификацией [9] ориентировочные диагностические критерии химического состава торфяных почв разных стадий эволюции для слоя 0-20 см (табл. 4).

Таблица 1

Химический состав торфяных почв разных стадий эволюции

Почва	Выборка	Слой, см	Содержание, % на сухую массу*							
			ОВ	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃
1. Торфяно-болотная неосушенная (заповедник)	3	5-20	83,7	3,82	0,32	0,07	1,94	0,23	0,08	4,90
	3	21-40	88,5	3,37	0,17	0,04	2,24	0,23	0,03	2,88
2. Агроторфяная маломощная	15	0-20	82,5	3,60	0,54	0,17	1,49	0,53	0,04	3,74
	15	21-40	79,8	3,40	0,44	0,14	1,58	0,59	0,04	3,60
3. Агроторфяная маломощная	6	0-20	67,1	3,30	0,54	0,14	1,03	0,56	0,05	3,15
	6	21-40	52,6	2,32	0,52	0,12	0,69	0,46	0,02	3,40
4. Дегроторфозем торфяно-минеральный	3	0-20	39,8	1,90	0,71	0,12	0,76	0,65	0,08	3,42
	3	21-40	50,8	2,66	0,66	0,12	0,82	0,63	0,04	2,96
5. Дегроторфозем минеральный остаточно-торфяный	3	0-20	19,7	0,77	0,17	0,08	0,51	0,64	0,02	2,83
	3	21-40	19,3	0,91	0,21	0,07	0,22	0,21	0,03	2,91
6. Дегроторфозем минеральный остаточно-торфяный	3	0-20	15,1	0,71	0,14	0,06	0,18	0,20	0,02	2,48
	3	21-40	12,9	0,56	0,15	0,03	0,17	0,19	0,09	2,14
7. Дегроторфозем минеральный остаточно-торфяный	3	0-20	10,8	0,54	0,14	0,07	0,28	0,32	0,15	2,18
	3	21-40	11,2	0,38	0,10	0,04	0,15	0,20	0,09	1,59
8. Дегроторфозем минеральная постторфяный	3	0-20	4,8	0,16	0,09	0,05	0,01	0,02	0,04	0,64
	3	21-40	4,4	0,07	0,05	0,05	0,01	0,03	0,06	0,57

* – Среднее из выборки определений

Таблица 2

**Модели прогноза химического состава торфяных почв
разной стадии эволюции (слой 0-20 см)**

№ п/п	Показатели	Модели зависимости химического состава (y) от содержания органического вещества (x = 2,5 – 87,5%)	Коэффициент детерминации, R ²
1	Азот	$y = 0,046x - 0,02;$	0,98
2	P ₂ O ₅	$y = 0,007x + 0,10;$	0,64
3	K ₂ O	$y = 0,0015x + 0,05;$	0,97
4	CaO	$y = 0,017x + 0,03;$	0,95
5	MgO	$y = 0,19\ln(x) - 0,17;$	0,63
6	Fe ₂ O ₃	$y = 0,029x + 1,70$	0,66

Таблица 3

**Модели прогноза химического состава подпахотного слоя торфяных почв
разной стадии эволюции (слой 0-20 см)**

№ п/п	Показатели	Модели зависимости химического состава (y) от содержания органического вещества (x = 4,4 -88,5%)	Коэффициент детерминации, R ²
1	Азот	$y = 0,04x - 0,05;$	0,98
2	P ₂ O ₅	$y = 0,005x + 0,12;$	0,46
3	K ₂ O	$y = 0,0012x + 0,04;$	0,80
4	CaO	$y = 0,02x - 0,21;$	0,94
5	MgO	$y = 0,007x + 0,07;$	0,54
6	Fe ₂ O ₃	$y = - 0,0005x^2 + 0,069x + 1,09;$	0,66

Таблица 4

**Ориентировочные диагностические признаки химического состава торфяных почв
разных стадий эволюции (слой 0-20 см)**

Почвы	Содержание в сухой массе, %					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
Агроторфяные (ОВ более 50,1, %)	2,51-4,10	0,51-0,75	0,13-0,18	0,91-1,60	0,61-0,75	3,20-4,10
Агроторфяно-минеральные (ОВ 50,0 – 20,1, %)	0,81-2,50	0,21-0,50	0,09-0,12	0,51-0,90	0,46-0,60	2,60-3,10
Дегроторфозем минеральный остаточно-торфяный (ОВ 20,0 – 5,1, %)	0,51-0,80	0,10-0,20	0,06-0,08	0,10-0,50	0,21-0,45	1,80-2,50
Дегроторфозем минеральный постторфяный (ОВ менее 5%)	0,10-0,50	0,05-0,09	0,03-0,05	0,01-0,09	0,01-0,20	0,50-1,70

ВЫВОДЫ

1. После осушения и сельскохозяйственного использования торфяно-болотной почвы в течение 50 лет на её месте образовались торфяные почвенные комплексы различных стадий эволюции, которые существенно различаются показателями химического состава в слое 0-20 и, особенно, 21-40 см.

2. В антропогенно-преобразованных торфяных почвах, используемых в сельском хозяйстве, в сравнении с торфяно-болотной (заповедник) снижается мощность органогенного слоя, содержание органического вещества и азота, возрастает содержание фосфора, калия, кальция и магния как в слое 0-20 см, так и в 21-40 см. Между содержанием ОВ в почвах и содержанием в них азота, калия и кальция установлены тесные связи (R²=0,80-0,99), описываемые соответствующими уравнениями

регрессии; слабее связь ($R^2=0,63-0,66$) с оксидами магния, фосфора и железа, изменения в содержании которых вероятно зависят от применения удобрений и внесения доломитовой муки.

3. На основании установленных зависимостей трансформации химического состава от содержания органического вещества разработаны модели прогноза и ориентировочные диагностические критерии химического состава торфяных почв разных стадий эволюции, которые можно использовать при проведении почвенных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайко, С.М. Эволюция почв мелиорируемых территорий / С.М. Зайко, В.С. Аношко. – Минск: Университетское, 1990. – 288 с.
2. Зайко, С.М. Прогноз изменения осушенных торфяно-болотных почв республики / С.М. Зайко, П.Ф. Вашкевич, А.В. Горблюк // Современные проблемы сельскохозяйственной мелиорации: доклады Междунар. конф. – Минск: БелНИИМил, 2001. – С. 104 – 107.
3. Зайко, С.М. Изменение морфологии и водно-физических свойств осушенных торфяных почв / С.М. Зайко, П.Ф. Вашкевич // Почвенные исследования и применение удобрений: сб. науч. тр. – Минск, 2001. – Вып. 26 – С.45-57.
4. Бамбалов, Н.Н. Роль болот в биосфере / Н.Н. Бамбалов, В.А. Ракович. – Минск: Беларуская наука, 2005. – 285 с.
5. Трансформация торфяно-болотных почв юго-западной части Республики Беларусь под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования (на примере Брестской области) / Н.Н. Смяян [и др.] // Известия Академии аграрных наук РБ. – 2000. – №3. – С. 54-57.
6. Цытрон, Г.С. Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси / Г.С. Цытрон. – Минск, 2004. – 124 с.
7. Методические указания по диагностике и классификации почв, образовавшихся после сработки торфа (для целей крупномасштабного картографирования) // Под ред. Н. И. Смяяна [и др.]. – Минск, 1991. – 8 с.
8. Методические указания по полевому исследованию и картографированию антропогенно-преобразованных почв Беларуси. – Минск, 2001. – 19 с.
9. Смяян, Н.И. Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси / Н.И. Смяян, Г.С. Цытрон. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2007. – 220 с.
10. Азаренок, Т.Н. Эволюция почв и почвенного покрова юга Слуцкой равнины и северной части полесской низменности под влиянием антропогенных факторов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03 / Т.Н. Азаренок; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2008. – 21 с.
11. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. – Минск, 2001. – 182 с.
12. Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше / В.И. Белковский [и др.]. – Минск: Хата, 2002. – 281с.
13. Лихацевич, А.П. Мелиорация земель в Беларуси / А.П. Лихацевич, А.С. Мееровский, Н.К. Вахонин. – Минск, 2001. – 308 с.
14. Петухова, Н.Н. Геохимия почв Белорусской ССР / Н.Н. Петухова. – Минск: Наука и техника, 1987. – 231 с.
15. Слагада, Р.Г. Изменение физических свойств и состава торфяных почв в процессе их сельскохозяйственного использования / Р.Г. Слагада // Мелиорация переувлажненных земель. – 2006. – №1 (53). – С.119 -127.
16. Усачева, Л.Н. Оценка степени деградации осушенных торфяных почв по биологическому критерию / Л.Н. Усачева, Н.В. Шорох // Мелиорация переувлажненных земель. – 2006. – №1(55). – С.119-129.
17. Внутрихозяйственная качественная оценка (бонитировка) почв республики Беларусь по их пригодности для возделывания основных сельскохозяйственных культур: методические указания. – Минск, 1998. – 25 с.
18. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

FORECASTING MODELS OF PEAT SOILS CHEMICAL COMPOSITION IN POLESYE UNDER THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS

N.N. Semenenko, E.V. Karankevich

Summary

The results of investigations of peat soils transformation regularity in Polesye under the anthropogenic factors influence are presented in the article. Forecasting models of chemical composition and diagnostic signs of peat soils of different evolution stages were elaborated on this data.

Поступила 15 апреля 2010 г.