

[illegible]

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Материалы Второй международной научно-практической  
конференции

18-21 августа 2014 года, г. Томск, Россия

Томск-2014

Материалы Второй международной научно-практической конференции (18-21 августа 2014 года, г. Томск, Россия). – Томск: изд-во ООО «РГ «Графика», 2014. – 234 с.

ISBN 978-5-906094-19-3

В сборнике представлены материалы конференции, посвященной проблемам изучения и использования торфяных ресурсов Сибири. Тематика данной конференции охватывает широкий круг теоретических и практических вопросов. В работах изучены аспекты образования и развития болот, рассмотрены особенности ландшафтной структуры растительного покрова, проведена оценка степени ее деградации после прохождения торфяных пожаров, выполнена характеристика ресурсов болот и оценка направлений их комплексного освоения. Исследованы физико-химические свойства торфа и выполнена оценка их трансформации при использовании торфяных месторождений. Большое внимание уделяется геоэкологическим исследованиям ресурсов болот, в том числе представлена проблема накопления металлов в торфяной залежи. Большой блок вопросов посвящен использованию торфа и продуктов его переработки в различных отраслях хозяйственной деятельности. Сборник материалов конференции будет интересен широкому кругу специалистов в области природопользования, студентам, аспирантам.

Все материалы представлены в авторской редакции.

Ответственная за выпуск: к.г.-м.н. Харанжевская Ю.А.

включении защитных функций растений в ответ на действие внешнего загрязнителя.

Выводы. Предложен способ рекультивации с применением композиционного материала на основе торфа в сочетании с культурой микроорганизмов-деструкторов нефти, который позволяет сформировать устойчивый травяной покров на нефтезагрязненных землях, достичь степени деградации нефти в почве свыше 90 % и увеличить выход биомассы растений в 6–8 раз, чем в фоновой нефтезагрязненной почве, а также снизить степень токсикации растений с 91,3 до 44,6 % по зеленой массе.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ.....</b>                                                                                                                                                          | <b>8</b>  |
| <i>Котова З.П., Евсеева Г.В., Дубина-Чехович Л.С., Котов С.Е.</i> Особенности создания многолетних агроценозов на осушенных торфяниках Карелии .....                                   | 8         |
| <i>Лиштван И.И.</i> Физико-химические свойства торфа и их трансформация при использовании торфяных месторождений .....                                                                 | 12        |
| <i>Лиштван И.И.</i> О перспективах комплексного освоения торфяных ресурсов в Республике Беларусь.....                                                                                  | 29        |
| <i>Прейс Ю.И.</i> Особенности временной и пространственно-временной динамики болот зоны сезонного промерзания Западной Сибири .....                                                    | 33        |
| <i>Ракович В. А., Бамбалов Н. Н., Гайдукевич О. М., Коврик С. И., Курзо Б. В., Наумова Г.В., Соколов Г.А., Томсон А.Э.</i> Комплексное использование торфа и сапропеля в Беларуси..... | 37        |
| <b>СЕКЦИЯ 1. ГЕНЕЗИС, РАЗВЕДКА И ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ТОРФА.....</b>                                                                                                                      | <b>41</b> |
| <i>Гашкова Л.П.</i> Особенности ботанического состава торфяной залежи осушенных участков Иксинского болотного массива .....                                                            | 41        |
| <i>Кашинская Т. Я., Макаренко Т. И.</i> К вопросу о выборе технологий освоения торфяных месторождений для получения продукции на основе гуминового комплекса торфа.....                | 45        |
| <i>Лыткин И.И.</i> Влияние гидромелиораций, внесения удобрений и извести на химические свойства и плодородие торфяных почв .....                                                       | 49        |
| <i>Малолетко А.А., Гашкова Л.П.</i> Изменение свойств торфяной залежи после осушительной мелиорации и торфодобычи на торфяном месторождении «Темное» .....                             | 54        |
| <i>Никонова Л.Г., Головацкая Е.А.</i> Разложение растительных остатков сфагновых мхов в торфяной залежи олиготрофных болот.....                                                        | 58        |
| <i>Пухова О.В., Петров Н.А.</i> Усовершенствование технологической схемы добычи торфяного сырья сорбционного назначения .....                                                          | 63        |

|                                                                                                                                                                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Хахимов И.Р.</i> Оценка степени деградации низинного болота на Томь-Обском междуречье после прохождения торфяных пожаров .....                                                                                                                       | 66        |
| <i>Цыганов А.Р., Томсон А.Э., Боголицын К.Г., Ракович В.А., Соколова Т.В., Стригуцкий В.П., Пехтерева В.С., Селянина С.Б., Парфенова Л.Н., Труфанова М.В.</i> Влияние геоклиматических условий на особенности формирования торфяных месторождений ..... | 70        |
| <b>СЕКЦИЯ 2. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ .....</b>                                                                                                                                                                                 | <b>75</b> |
| <i>Беленко А. А.</i> Морфологическая дифференциация почвенного профиля в условиях влияния болот в пределах разных геоморфологических уровней... 75                                                                                                      |           |
| <i>Богуш А.А., Бобров В.А., Леонова Г.А., Краснобаев В.А., Прейс Ю.И., Мальцев А.Е.</i> Особенности концентрирования ZN, CU И AG в торфянике верхового Выдринского болота (Южное Прибайкалье) .....                                                     | 81        |
| <i>Бурнашова Е.Н., Мартынов М.С.</i> Применение ANAMMOX-процесса в системах очистки сточных вод «CONSTRUCTED WETLANDS» .....                                                                                                                            | 85        |
| <i>Головацкая Е.А.</i> Запасы углерода в эвтрофных болотных экосистемах и скорость аккумуляции углерода болотами в голоцене .....                                                                                                                       | 92        |
| <i>Грифинштейн Т.И.</i> Болотные комплексы в структуре ландшафтов Тымского бассейна .....                                                                                                                                                               | 96        |
| <i>Дюкарев Е. А.</i> Исследование суточного хода температуры торфяной почвы 102                                                                                                                                                                         |           |
| <i>Ермоленко Е. М.</i> Ландшафтная структура и хозяйственное использование торфяных месторождений Шегарского района Томской области .....                                                                                                               | 105       |
| <i>Завалишин Н.Н.</i> Методы моделирования динамики биотического круговорота в экосистемах болот бореальной зоны .....                                                                                                                                  | 110       |
| <i>Иванова Е.С.</i> Геохимические особенности участков Кандинского болота Томской области .....                                                                                                                                                         | 115       |
| <i>Коротков В.Н., Романовская А.А.</i> Оценка выбросов парниковых газов от торфоразработок в Российской Федерации за период с 1990 по 2012 год.....                                                                                                     | 120       |

Таблица 2. Степень токсикации растений нефтью к фону и площадь зарастания экспериментальных участков в условиях полевого мелкоделяночного опыта

| Вариант опыта                                         | Площадь зарастания, м <sup>2</sup> | Степень токсикации по выходу биомассы, % |       |          |       |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|-------|----------|-------|
|                                                       |                                    | 1-й укос                                 |       | 2-й укос |       |
|                                                       |                                    | зеленая                                  | сухая | зеленая  | сухая |
| 1. Фон – почва                                        | 0,8                                | —                                        | —     | —        | —     |
| 2. Почва + нефть                                      | 0,1                                | 94,1                                     | 91,7  | 91,3     | 85,5  |
| 3. Почва + нефть + композиционный материал            | 0,3                                | 83,3                                     | 78,2  | 79,5     | 73,3  |
| 4. Почва + нефть + культура                           | 0,5                                | 73,3                                     | 69,0  | 65,7     | 56,0  |
| 5. Почва + нефть + композиционный материал + культура | 0,7                                | 53,1                                     | 53,4  | 44,6     | 32,5  |

Внесение торфа с его естественной микрофлорой способствует ускорению разложения нефти в почве до 72,4 %. Заметный положительный эффект применения торфа в качестве сорбирующего материала, предотвращающего миграцию нефти, а также как дополнительного источника питания для растений наблюдается в увеличении выхода биомассы более чем в 2 раза по сравнению с нефтезагрязненной почвой.

Введение в загрязненную почву микроорганизмов–деструкторов нефти положительно сказывается на активизации процесса разрушения нефти (степень деградации 80,7 %), что приводит к снижению степени угнетения растений, характеризующееся приростом выхода биомассы в 4–5 раз.

Внесение в почву композиционного материала с использованием культуры микроорганизмов–деструкторов нефти более эффективно оказывает влияние на процессы разложения нефти (степени деградации 93,3 %), что приводит к снижению негативного воздействия загрязнителя на процессы развития растений, о чем свидетельствует увеличение выхода биомассы в 6–8 раз по сравнению с нефтезагрязненной почвой.

Можно отметить, что содержание влаги в растениях, выросших на более загрязненных почвах, несколько выше влажности растений на почвах с меньшими уровнями загрязнения, что, на наш взгляд, свидетельствует о

сезона был произведен второй укос биомассы, а также оценена площадь зарастания участков травяной растительностью (табл. 1, 2).

Таблица 1. Степень деградации нефти и выход биомассы травяных культур в условиях полевого мелкоделяночного опыта

| Вариант опыта                                         | Степень деградации, % | Выход биомассы, 10 <sup>-3</sup> кг |          |           |          |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------|-----------|----------|
|                                                       |                       | 1-й укос                            |          | 2-й укос  |          |
|                                                       |                       | зеленая                             | сухая    | зеленая   | сухая    |
| 1. Фон – почва                                        | –                     | 145,0±5,0                           | 55,4±2,1 | 155,5±5,0 | 49,5±1,7 |
| 2. Почва + нефть                                      | 55,7                  | 8,5±0,7                             | 4,6±0,4  | 13,6±0,9  | 7,2±0,8  |
| 3. Почва + нефть + композиционный материал            | 72,4                  | 24,2±1,5                            | 12,1±1,1 | 31,8±1,8  | 13,2±0,9 |
| 4. Почва + нефть + культура                           | 80,7                  | 43,0±2,0                            | 17,2±1,0 | 53,4±2,2  | 21,8±1,1 |
| 5. Почва + нефть + композиционный материал + культура | 93,3                  | 68,0±2,4                            | 25,8±1,9 | 86,1±3,2  | 33,4±1,3 |

Общая численность микроорганизмов в очищенной нефтезагрязненной почве находится на уровне их численности в контроле, что свидетельствует о восстановлении микробиоценоза почвы. Количество углеводородо-кисляющих микроорганизмов в вариантах 2–5 в 30 раз превышает их число в контроле, что можно связать с остаточным содержанием нефти в почве.

Степень токсикации растений рассчитывали по формуле:

$$T = 100 - \frac{m_i}{m_0} \cdot 100,$$

где  $T$  – степень токсикации растений, %;  $m_i$  – масса растений  $i$ -го варианта опыта, кг;  $m_0$  – масса растений фонового варианта опыта, кг.

Степень токсикации растений и площадь зарастания экспериментальных участков приведены в табл. 2. Как следует из приведенных данных, уровень загрязнения почвы в 100 ПДК (ПДК = 50 мг/кг) существенным образом влияет на характер развития растений. Выход биомассы снизился в 11–17 раз по сравнению с незагрязненной почвой. Просматривается корреляция между увеличением остаточной концентрации нефти в почве, снижением степени ее деградации и уменьшением выхода биомассы травяных культур.

*Козел Н.В., Ракович В.А., Серебренникова О.В., Стрельникова Е.Б., Прейс Ю.И., Аверина Н.Г.* Поиск новых индикаторов функционального состояния болотных экосистем Беларуси и Западной Сибири..... 123

*Курьина И.В.* Морфометрические показатели простейших как источник дополнительной информации о палеотермическом режиме формирования болот в голоцене..... 127

*Сапонова А.И., Ларина Г.В., Илакова А.И.* Региональные особенности распределения Cu, Zn, Pb и Cd в образцах гуминовых кислот торфа Алтайской горной области ..... 130

*Сивков Ю.В.* Водно-физические свойства выработанных торфяных почв ..... 134

*Синюткина А.А.* Структурно-динамическое состояние антропогенно-нарушенного болота (на примере болота «Темное») ..... 138

*Фильков А.И., Гладкий Д.А.* Программный комплекс прогноза пожаров на торфяниках ..... 143

*Харанжевская Ю.А., Шевчук К.Р.* Расчет испарения с верхового болота в бассейне реки Гавриловка ..... 147

**СЕКЦИЯ 3. ФИЗИКА И ХИМИЯ ТОРФА, ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ** ..... 151

*Leena Larva, Riitta Korhonen* A pilot study of the influence of the Finnish peat sauna to the climacteric symptoms..... 151

*Алексеева Т.П., Бурмистрова Т.И., Сысоева Л.Н., Трунова Н.М.* Исследование некоторых свойств органоминеральных удобрений, содержащих в составе активированный торф ..... 152

*Белоусов Н.М., Лычева Т.В., Касимова Л.В.* Эффективный метод обогащения рационов крупного рогатого скота селеном с использованием «Гумитона» ..... 155

*Бурмистрова Т.И., Алексеева Т.П., Сысоева Л. И., Трунова Н.М.* Формирование лабильного органического вещества в процессе биологической рекультивации при использовании торфяных препаратов ..... 160

|                                                                                                                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Дудкин Д. В., Федяева И. М.</i> Химическая переработка торфа ХМАО-ЮГРЫ в препараты гуминовой природы .....                                                                                                 | 165 |
| <i>Ерофеевская Л.А., Александров А.Р., Куприянов Б.Е., Кондратьева Н.И.</i> Торфоминеральные композиции в очистке нефтезагрязненных территорий Якутии .....                                                   | 169 |
| <i>Жиякова Т.П., Грицан А.А., Удинцев С.Н.</i> Применение препаратов на основе глубокой переработки торфа и растительных компонентов в свиноводстве .....                                                     | 172 |
| <i>Касимова Л.В., Донькин А.Е., Кодралева О.С.</i> Применение гуминового удобрения из торфа «Гумостим» при выращивании огурца в закрытом грунте.....                                                          | 178 |
| <i>Касимова Л.В., Долькин А.Е., Плужников И.И., Криушин Н.В.</i> Изучение эффективности применения гуминового удобрения «Гумостим» в посевах яровой мягкой пшеницы в полевом опыте ГНУ Пензенского НИИСХ..... | 183 |
| <i>Касимова Л.В., Гаага С.Г.</i> Перспектива применения верхового торфа для снижения токсичности жидкой фракции переработки органических отходов мяскокомбината.....                                          | 187 |
| <i>Копаница Н.О., Ковалева М.А.</i> Возможность применения торфа в строительстве.....                                                                                                                         | 192 |
| <i>Кравец А.В.</i> Влияние гуминовых стимуляторов из торфа на рост и развитие кормовых бобов .....                                                                                                            | 195 |
| <i>Маслов С.Г., Воронова О.А., Короткова Т.А.</i> Каталитическая активность гуминовых и фульвокислот в процессе хранения .....                                                                                | 199 |
| <i>Мисников О.С., Иванов В.А.</i> Гидрофобная модификация минеральных дисперсных материалов продуктами переработки торфа.....                                                                                 | 202 |
| <i>Наумова Г.В., Жмакова Н.А., Макарова Л.Л., Овчинникова Т.Ф.</i> Препарат фунгицидного и бактерицидного действия из сфагнового торфа .....                                                                  | 206 |
| <i>Савельева А.В., Юдина Н.В., Мальцева Е.В.</i> Получение модифицированных торфяных гуминовых препаратов, обогащенных биофильными элементами .....                                                           | 210 |

почвенно-климатических условий и стоимости мероприятий по рекультивации проблема поиска оптимальных и адаптированных к конкретным условиям методов остается весьма актуальной.

Интенсификации процесса очищения почвы можно добиться с помощью биотехнологических приемов, основанных на внесении микроорганизмов, потребляющих в качестве источника питания углеводороды нефти. Имобилизация на торфяных носителях микроорганизмов-деструкторов нефти, интродуцируемых в почву с целью интенсификации процесса очищения, защищает их от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды.

Заключительным этапом рекультивации нефтезагрязненных земель является биологический, который выполняется после завершения биотехнологического этапа и заключается в подготовке почвы, внесении удобрений, подборе и высеве многолетних трав и травосмесей, устойчивых к загрязнению.

Применение композиционного материала на основе торфа и микроорганизмов-деструкторов нефти для очистки нефтезагрязненных почв позволило достичь за один вегетационный период степени деструкции нефти до 67,8 % в условиях полевого мелко-деляночного опыта.

Целью данной работы явилась оценка эффективности рекультивации нефтезагрязненных земель по фитопродуктивности высеянной травяной растительности и степени деградации загрязнителя во втором вегетационном периоде.

В начале второго вегетационного периода на опытных делянках были отобраны образцы почвы для оценки степени деградации нефти методом ИК–спектроскопии и учета численности микроорганизмов, внесены элементы минерального питания и произведен высеv травяных культур (костер безостый, лисохвост и овсяница). Через полтора месяца вегетации был произведен первый укос травяной биомассы, в конце вегетационного

- повышению урожайности яровой пшеницы сорта Иргина на 41%, а урожайности ярового ячменя сорта Ача – на 52%;
- увеличению сбора белка с гектара с урожаем пшеницы на 49%, с урожаем ячменя – на 42%;
- снижению зараженности семян пшеницы нового урожая с 70% до 60%, семян ячменя – с 96% до 91 %.

#### Литература

1. Защитно-стимулирующие и адаптогенные свойства препарата ГУМИ – биоактивированной формы гуминовых кислот. Эффективность его использования в сельском хозяйстве. – Уфа, 2000. - 102 с.
2. Гороя А.И., Орлов Д.С., Щербенко О.В. Гуминовые вещества. Киев: Наукова Думка, 1995. – 303 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 191 – 347.
4. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере/ О.Д.Сорокин. – Новосибирск, 2004. – 162 с.

#### РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ТОРФА И МИКРООРГАНИЗМОВ-ДЕСТРУКТОРОВ НЕФТИ

Цыганов А.Р., Томсон А.Э., Самсонова А.С., Сосновская Н.Е., Соколова Т.В., Навоша Ю.Ю., Пехтерева В.С.

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

[nature@ecology.basnet.by](mailto:nature@ecology.basnet.by)

На современном уровне развития нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности не представляется возможным исключить ее воздействие на окружающую среду, поэтому возникает необходимость разработки новых и совершенствование существующих технологий рекультивации нефтезагрязненных почв. В связи с разнообразием

*Сваровская Л.И., Юдина Н.В., Лоскутова Ю.В.* Трансформация органического вещества липидной фракции торфа при биодеструкции ..... 214

*Серебренникова О.В., Стрельникова Е.Б., Дучко М.А., Аверина Н.Г., Козел Н.В.* Особенности состава органических соединений торфов верховых болот Беларуси и Западной Сибири ..... 217

*Соколова И.В., Чайковская О.Н., Нечаев Л.В., Вершинин Н.О., Неволлина К.А., Назарова А.И.* Использование эксиламп для изучения фотопроцессов в водных средах с участием гуминовых веществ ..... 221

*Тереженко Н.Н., Кравец А.В.* Использование глубокой биотехнологической переработки торфа для получения стимулятора роста растений ..... 226

*Цыганов А.Р., Томсон А.Э., Самсонова А.С., Сосновская Н.Е., Соколова Т.В., Навоша Ю.Ю., Пехтерева В.С.* Рекультивация нефтезагрязненных земель с применением композиционного материала на основе торфа и микроорганизмов-деструкторов нефти ..... 230

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

### ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ АГРОЦЕНОЗОВ НА ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНИКАХ КАРЕЛИИ

Котова З.П., Евсеева Г.В., Дубина-Чехович Л.С., Котов С.Е.

ГНУ Карельская государственная сельскохозяйственная опытная станция

Россельхозакадемии, п. Новая Вилга, Карелия, Россия

[kgshos@onego.ru](mailto:kgshos@onego.ru)

Общая площадь болот в Карелии составляет около 3,5 млн га, или 30% общей площади территории, при этом осушенные торфяные почвы составляют 52 % от общего мелиоративного фонда республики. Значимость торфяных почв определяется не только их широким распространением, но и главным образом их более высоким потенциальным природным плодородием по сравнению с малоплодородными минеральными почвами. В связи с этим большое внимание ученые и практики уделяют освоению и использованию органогенных почв с целью получения максимальной отдачи.

Научными исследованиями Карельской ГСХОС за период 1962-2005 гг. было охвачено более двадцати осушенных болотных массивов общей площадью более 8 тыс. га (30% от всех осушенных болот). Они были сгруппированы по кислотности и степени разложения торфа. Для каждой группы были разработаны системы известкования, внесения минеральных удобрений, системы земледелия, основанные на всестороннем учете особенностей органогенных почв и разработанных технологических мероприятий по окультуриванию и сельскохозяйственному использованию с учетом сохранения и накопления органического вещества торфа. Исследования показали, что важным фактором улучшения большинства осушенных болот является известкование и фосфоритование. Наиболее эффективны для кислых торфяных почв дозы извести от 8 до 10 т/га  $\text{CaCO}_3$ , которые обеспечивают полную и длительную нейтрализацию кислотности (Павлова и др., 2005).

повлиял на увеличение урожайности ячменя, которая возросла по сравнению с контролем на 52%. Урожайность пшеницы возросла на 41%.

Таблица 2. Влияние «Адаптоверма» на урожайность пшеницы и ячменя

| Вариант опыта     | Ячмень (сорт Ача) |                     |                     | Пшеница (сорт Иргина) |                     |                     |
|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
|                   | Урожайность, ц/га | Содержание белка, % | Масса 1000 зерен, г | Урожайность, ц/га     | Содержание белка, % | Масса 1000 зерен, г |
| Контроль          | 29,8              | 12,01               | 46,4                | 18,4                  | 17,86               | 30,8                |
| «Адаптоверм»      | 45,4              | 11,2                | 51,7                | 26,0                  | 18,51               | 31,7                |
| НСР <sub>05</sub> | 3,6               | 1,06                | 4,4                 | 2,3                   | 0,46                | 1,4                 |

Анализируя качество полученного зерна нужно отметить, что содержание белка в зерне пшеницы возросло с 17,86% в контроле до 18,51% в опытном варианте. Содержание клейковины также возросло с 27,96% до 29,05%. Увеличение содержания белка позволило достоверно увеличить сбор белка с площади посевов с 162 кг/га в контроле до 241 кг/га в варианте с применением «Адаптоверма».

Качество белка в зерне ячменя не отличается от показателей в контрольном варианте, но значительное увеличение урожайности ячменя под воздействием «Адаптоверма» позволило достоверно увеличить сбор белка с площади посевов с 179 кг/га в контроле до 255 кг/га в опытном варианте.

Анализ общей пораженности семян нового урожая корневыми гнилями показал уменьшение количества возбудителей в семенах. Семена пшеницы контрольного варианта показали 70%-ю пораженность, а семена в опытном варианте только 60%. Семена ячменя в контроле были заражены на 96%, а в варианте с применением «Адаптоверма» – на 91%.

Таким образом, результаты полевых испытаний показали, что применение нового жидкого органического удобрения «Адаптоверма», полученного в результате глубокой биотехнологической переработки торфа и органических отходов, способствует:

Таблица 1. Влияние предпосевной обработки семян «Адаптовермом» на биометрические показатели растений пшеницы и ячменя, содержание пигментов фотосинтеза в листьях и запасов влаги в зеленой массе

| Вариант опыта     | Влажность, % | Площадь флагового/подфлагового листа, см <sup>2</sup> | Сухая масса 10 растений, г | Хлорофилл а, мг/г сухой массы | Хлорофилл в, мг/г сухой массы | Σ каротиноидов, мг/г сухой массы |
|-------------------|--------------|-------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Пшеница           |              |                                                       |                            |                               |                               |                                  |
| Контроль          | 63,98        | 10,6 ± 0,7                                            | 12,53                      | 6,00                          | 2,02                          | 2,29                             |
| «Адаптоверм»      | 65,92        | 12,3 ± 0,8                                            | 13,44                      | 6,71                          | 2,40                          | 3,87                             |
| НСР <sub>05</sub> | 5,97         | —                                                     | 2,56                       | 2,49                          | 0,85                          | 0,87                             |
| Ячмень            |              |                                                       |                            |                               |                               |                                  |
| Контроль          | 65,57        | 8,2 ± 0,4                                             | 17,13                      | 3,05                          | 1,04                          | 1,04                             |
| «Адаптоверм»      | 70,67        | 9,8 ± 0,5                                             | 20,28                      | 7,16                          | 2,35                          | 3,70                             |
| НСР <sub>05</sub> | 4,87         | —                                                     | 5,57                       | 3,73                          | 1,38                          | 1,25                             |

Различия в результатах учета корневых гнилей на растениях яровых зерновых в опытных и контрольных вариантах оказались не столь значительными. Было отмечено незначительное снижение количества корневых гнилей на пшенице в фазу кущения и на ячмене в фазу выметывания.

Анализ структуры урожая показал тенденцию к увеличению высоты растений в опытных вариантах (табл. 2). Кроме того, у пшеницы возросла озерненность колоса с 22 шт. в контроле до 23,5 шт. в варианте с «Адаптовермом». У ярового ячменя озерненность возросла еще заметнее: с 15,3 шт. в контроле до 16,7 шт. в опытном варианте. Предпосевная обработка семян зерновых культур «Адаптовермом» способствовала значительному возрастанию массы 1000 зерен, особенно у ячменя (с 46,4 г в контроле до 51,7 г в опытном варианте). У пшеницы масса 1000 зерен под воздействием «Адаптоверма» также возросла с 30,8 г в контроле до 31,7 г в опыте. Такие показатели позволили увеличить урожайность яровых зерновых в опытных вариантах по сравнению с контролем. Наиболее заметно «Адаптоверм»

Другим значимым фактором, определяющим урожайность трав на осушенных торфяниках, является обеспеченность растений основными элементами питания: фосфором, калием, азотом. С целью получения высоких урожаев многолетних трав для каждого конкретного объекта была разработана научно-обоснованная система удобрений на основе картограмм и рекомендаций. Результатами исследований установлено, что торфяники, имеющие повышенную кислотность (рН 2,9-4,4), эффективно отзываются не только на известкование, но и на внесение фосфоритной муки. Практика многих совхозов показала, что внесение фосфоритной муки в дозе 1-1,5 т/га под покровную культуру (однолетние травы) или непосредственно при залужении многолетними травами способствовало увеличению содержания фосфора с 0,007 до 0,065-0,08 г Р<sub>2</sub> О<sub>5</sub> в 1 кг почвы. Последствие фосфоритной муки проявлялось в течение 5-6 лет, что позволяло получать на этих почвах стабильные урожаи сена – 4,5-5,0 тонн с гектара при ежегодном внесении только азотно-калийных удобрений. В процессе исследований было выявлено, что фосфоритование способствует окультуриванию торфяника, но полностью заменить им известкование осушенной торфяно-болотной почвы нельзя. Внесение известковых материалов способствует снижению токсичного влияния алюминия на растения и резко снижает его содержание в торфе с 30,2-35 до 1,34-1,44 мг/100 г. Внесение извести и фосфорных удобрений улучшает фосфатный режим торфяника за счет хорошего закрепления фосфора почвой, слабой его подвижности и незначительного выноса с урожаем трав. Однако уже на третий год снижается последствие фосфоритной муки и проявляется эффективное действие суперфосфата, внесенного в качестве весенней подкормки трав (Павлова 1985).

Многолетние опыты по изучению эффективности азотных удобрений в различных дозах (30-90 кг д.в./га) на осушенных низинных торфяниках показали, что эти удобрения не способствовали значительному повышению урожайности многолетних трав. Урожай сена 5-5,5 т/га можно получить на низинном торфянике и без применения азота. По результатам научных

исследований, проведенных в 2002-2005 гг., отмечена высокая продуктивность злаковых травостоев, созданных на низинном торфянике без внесения минерального азота (Голубева и др., 2006).

При освоении осушенных торфяно-болотных почв в республике широко используется ускоренное залужение, основным преимуществом которого является быстрое создание культурного травостоя. Многолетние исследования Карельской ГСХОС и практика внедрения результатов в производство на осушенных болотах Карелии показали, что наиболее перспективными при залужении торфяно-болотных массивов различных типов являются двух-трехвидовые травосмеси, состоящие из тимopheевки луговой, овсяницы луговой, овсяницы тростниковой, ежи сборной, костреца безостого и двукосточника тростникового. Так, при залужении осушенного низинного торфяника площадью 140 га были высеяны несколько травосмесей. На высоких участках осушенного болота, не подтопляемых грунтовыми водами, высеивали травосмесь в составе тимopheевки луговой (10 кг/га), овсяницы луговой (10 кг/га) и ежи сборной (8 кг/га). На низких участках с близким стоянием грунтовых вод высеивали две травосмеси: 1) тимopheевка луговая (10 кг/га) + овсяница луговая (10 кг/га) + двукосточник тростниковый (8 кг/га); 2) тимopheевка луговая (15 кг/га) + овсяница тростниковая (15 кг/га). Эти травостои при внесении  $N_{60} P_{60} K_{90}$  в первый год пользования обеспечили урожай: в первом укосе на сено – 4,4 т/га и во втором укосе на силос – 12 т/га зеленой массы. В сумме за два укоса продуктивность кормового поля осушенного болота составила 4,5 тыс. кормовых единиц. В последующие годы урожайность трав в первом укосе достигала 5,5-6 т/га сена и во втором – 13-15 т/га зеленой массы, что определяло высокую продуктивность агроценоза равную 5,5-5,6 тыс. кормовых единиц с гектара (Павлова, 1988).

Одновременно с новыми, вновь освоенными болотами в Карелии в середине 80-х годов XX века значительная работа проведена по рекультивации старых осушенных торфяно-болотных почв. Здесь особую

на тонну семян. Полевой опыт проводили по минеральному фону (мочевина  $N_{45}$ ).

Эффективность применения «Адаптоверма» оценивали по полевой всхожести; биометрическим показателям, проанализированным в фазу цветения; показателям структуры урожая пшеницы и урожайности пшеницы, качественным показателям зерна (содержание белка и клейковины); зараженности посевов корневыми гнилями в фазу кущения и фазу цветения; результатам фитоанализа корневых гнилей на семенах нового урожая.

Определение количества пигментов фотосинтеза проводили во флаговом листе в фазу цветения у пшеницы и в подфлаговом листе в фазу выметывания у ячменя. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа с помощью пакета прикладных программ Snedecor [4]. В таблицах данные представлены в виде среднего арифметического из трех биологических повторностей.

Погодные условия всего вегетационного периода 2012 г. отличались высоким накоплением суммы эффективных температур от средней многолетней. ГТК – 0,87 характеризует вегетационный период в целом как засушливый и теплый.

Предпосевная обработка семян «Адаптовермом» показала различное действие на ячмень и пшеницу уже в самом начале вегетации. Полевая всхожесть пшеницы в опытном варианте оказалась ниже, чем в контрольном, тогда как всхожесть ячменя, обработанного «Адаптовермом», превысила показатели в контрольном варианте на 3%. Учет оводненности вегетирующих растений в фазу цветения показал, что растения опытных вариантов больше оводнены (на 2-5%), что косвенно указывает на развитие более обширной корневой системы.

Измерение биометрических показателей в фазу цветения показали возрастание площади листа и сухой массы растений пшеницы и ячменя в опытных вариантах (табл. 1). Возросло количество как зеленых, так и желтых пигментов в опытных растениях, особенно значительно в растениях ячменя.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛУБОКОЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТОРФА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТИМУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ

Терещенко Н.Н., Кравец А.В.

ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, г. Томск, Россия

ternat@mail.ru

Одним из наиболее перспективных методологических подходов к решению задачи повышения устойчивости сельскохозяйственных растений к неблагоприятным почвенно-климатическим и биологическим факторам является производство и применение органических удобрений и биопрепаратов, обладающих одновременно свойствами стимулятора роста растений и средства защиты от фитопатогенных агентов различной природы.

Торф, являясь, с одной стороны, естественным источником гуминовых веществ и разнообразных биологически-активных соединений различной природы, а с другой – возобновляемым природным ресурсом, представляет собой перспективное сырье для получения биопрепаратов адаптогенного ряда [1,2].

Многолетние исследования процессов глубокой биотехнологической переработки торфа и органических сельскохозяйственных отходов позволили авторам разработать новое жидкое органическое удобрение «Адаптоверм», способствующее повышению устойчивости зерновых культур к условиям засухи и высокой инфекционной нагрузке, формируемой возбудителями корневых гнилей.

Полевые опыты проводили на серой оподзоленной почве на стационаре СибНИИСХиТ в п. Лучаново. Исследования проводились на яровых зерновых культурах: пшенице сорта Иргина и ячмене сорта Ача. Закладку полевого опыта осуществляли по методике Б.А. Доспехова [3]. Схема полевого опыта включала контрольный вариант (без обработки) и опытный вариант с предпосевной обработкой семян зерновых культур жидким органическим удобрением «Адаптоверм» при норме расхода 10 л препарата

важность представляет подбор трав для создания высокоурожайных и высокобелковых агроценозов. Такие травостои были созданы учеными опытной станции на осушенных торфяно-болотных массивах северной части Карелии: Коко-Гид и Коко-Салми в Лоухском районе. Эти торфяники расположены в суровых агроклиматических условиях, где за летний период почвы полностью не оттаивают и травостои ежи сборной с тимopheевкой луговой вымерзают, изреживаются и часто вытесняются щучкой дернистой. Зимостойкость многолетних трав в условиях мерзлоты зависит от их устойчивости к низким температурам в течение всего года. Было выявлено, что наиболее устойчивы к таким условиям кострец безостый, лисохвост луговой и двукисточник тростниковый, которые выдерживают температуру -21-30°С на глубине узла кущения. Травосмеси в составе: тимopheевка луговая (20 кг/га) + двукисточник тростниковый (5 кг/га); тимopheевка луговая (10 кг/га) + овсяница луговая (8 кг/га) + двукисточник тростниковый (5 кг/га) в данных условиях выращивания обеспечили уже в первый год пользования урожайность сена 3,5 т/га.

Практика показала, что на осушенных торфяных почвах посев многолетних трав можно начинать сразу после схода снега при оттаивании верхнего слоя торфа и заканчивать в сроки, установленные для посева озимых культур, т.е. не позднее 10-15 августа. Лучшими сроками залужения осушенных торфяников является весенне-летние (до III декады июля). При ранневесеннем сроке сева уже в середине августа формируется урожай трав 8-9 тонн зеленой массы с гектара. Проведя уборку трав в это время и подкормив травостой минеральными удобрениями в дозе  $P_{60}K_{60}$ , можно ускорить отрастание трав, усилить их кущение и тем самым создать хорошие условия для перезимовки.

Таким образом, исследования, проведенные на осушенных торфяниках, позволили выявить наиболее эффективные травосмеси с учетом особенностей минерального, водно-воздушного и температурного режимов

осушенных торфяных почв и эколого-биологических особенностей растений, что обеспечит стабильно высокую продуктивность агрофитоценозов.

#### Литература

1. Павлова Р.С. Карельская государственная сельскохозяйственная опытная станция: 70 лет истории развития кормопроизводства Карелии (1935-2005 гг.) / Р.С. Павлова, Т.В. Кулаковская, В.И. Козлов, Г.В. Евсеева. - Петрозаводск-2005. - 183 с.
2. Павлова Р.С. Подбор трав и травосмесей для создания культурных сенокосов на осушенных землях /Р.С. Павлова.- Сб. науч. тр. «Пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур в условиях Северо-Запада РСФСР». - Петрозаводск, 1985. - С. 42-47.
3. Голубеква О.А. Создание продуктивных агрофитоценозов многолетних трав на торфяных почвах Карелии/ О.А. Голубева, Г.В. Евсеева, К.Е. Яковлева// Кормопроизводство. – 2006. - № 12. – С.6-7.
4. Павлова Р.С. Опыт освоения и залужения торфяно-болотных почв /Р.С. Павлова.- Сб. науч. тр. «Интенсивные технологии – на поля Карелии». – Петрозаводск. - 1988. – С. 15-18.

#### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОРФА И ИХ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Лиштван И.И.

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Белоруссия

[nature@ecology.basnet.by](mailto:nature@ecology.basnet.by)

Торфяные месторождения как природные образования широко распространены на земном шаре, являясь медленно возобновляемыми природными комплексами. Время их образования исчисляется тысячелетиями. Прирост торфа не превышает 1 мм в год или примерно 1 т на гектар [1-5].

Торфяные залежи имеют большую биологическую продуктивность, а их роль в образовании органического вещества на Земле и выделении

поглощения гербицида 2-метил-4-хлорфеноксиуксусной кислоты (МСРА) при увеличении концентрации ГК указывает на то, что взаимодействие МСРА с ГК происходит также за счет образования комплексов. При изучении фотолиза гербицида анализ хроматографических данных, полученных на приборе «Finnigan» (модель *Trace DSQ*, США), показал, что в присутствии ГК (10 мг/л) под действием УФ-излучения в течение 60 мин. растворов МСРА ( $2 \cdot 10^{-3}$  М) происходит полная трансформация исходного токсиканта и снижение концентрации фотопродуктов как под действием ХеВг\* эксилампы, так и КгСл\* эксилампы [2]. Изучение фотохимических свойств гуминовых кислот позволяет предположить, что их сложное влияние (фотосенсибилизация и фотостабилизация) на фотопроцессы с участием экотоксикантов связано как со сложной структурой этих соединений, обусловленной различными типами ММВ, так и со свойствами триплетных состояний этих важнейших природных объектов.

#### Литература

1. Sosnin E.A., Oppenlander T., Tarasenko V.F. Applications of capacitive and barrier discharge excilamps in photoscience // J. Photochem. Photobiol. C: Reviews. 2006. V. 7. P.145–163.
2. Чайковская О.Н., Соколова И.В., Каретникова Е.А., Мальков В.С., Кузьмина С.В. Спектральное и хроматографическое исследование фототрансформации гербицидов в воде // Журн. прикл. химии. 2009. Т.82. № 3. С. 404–409.

присутствии экотоксикантов различного строения) чрезвычайно актуально, так как позволяет выяснить влияние оптических излучений естественного и техногенного происхождения на биосферу.

Сложная и во многих случаях являющаяся предметом дискуссий структура ГК может приводить к зависимости фотопревращений с их участием от характеристик используемого источника. Использование импульсных лазерных источников излучения позволяет селективно возбуждать определенные электронные состояния изучаемых соединений и изменять длительность импульса возбуждения. К недостаткам лазерных источников излучения следует отнести сложность техники, что приводит к большим эксплуатационным затратам и требует высокой квалификации обслуживающего персонала. Как для научных исследований, так и для промышленного использования требуются простые и надежные источники облучения с большим ресурсом работы. Такими источниками являются эксилампы, которые, имея узкий спектр излучения, так же, как и эксиплексные лазеры, позволяют селективно возбуждать исследуемые молекулы. Эксилампы начинают все шире использоваться в научных и прикладных целях, в том числе и в задачах, связанных с охраной окружающей среды [1].

В качестве источников излучения для фотохимических исследований нами использовались: 1) импульсная эксиплексная лампа барьерного разряда на рабочих молекулах  $KrCl^*$  с параметрами  $\lambda_{изл} \sim 222$  нм,  $\Delta\lambda = 5-10$  нм,  $W_{пик} = 18$  мВт/см<sup>2</sup>,  $f = 200$  кГц, длительность импульса 1 мкс; 2) импульсная эксиплексная лампа барьерного разряда на рабочих молекулах  $HeBr^*$  с  $\lambda_{изл} \sim 283$  нм. Облучение проводили при комнатной температуре в кварцевой кювете с длиной оптического пути 1 см на расстоянии 1 ч 10 см. Время облучения лампами составляло 1-32 мин, что соответствует энергии от 0,1 до 10 Дж/см<sup>2</sup>.

Широкое применение гербицидов в сельскохозяйственном производстве привело к значительному загрязнению ими биосферы. Изменения в спектрах

кислорода аналогична или выше роли леса. Моховые торфяные месторождения поглощают до 40% парниковых газов. Если в состав географического ландшафта входят торфяные месторождения, они оказывают решающее влияние на водный баланс территории и определяют сток многих речных систем. Общеизвестна исключительно высокая роль торфяных месторождений в формировании местного климата и создании специфических условий для функционирования биологического разнообразия животного и растительного мира. Вот почему многие экологи выступают в защиту торфяных болот, требуют ограничений в их освоении. Разработка торфяных месторождений в общем процессе природопользования должна быть не только рациональной, но и биосферно-совместимой. Главное здесь – не допустить разбалансирования биосферных процессов и круговорота веществ и энергии на региональных уровнях. Экологические приоритеты должны в обязательном порядке иметь верховенство над экономическими подходами, особенно теперь, при реконструкции мелиоративных систем и разработке торфяных месторождений.

Торф в естественном состоянии удерживает большое количество влаги разных категорий [1-5]. В засушливый период торфяные месторождения способны длительное время поддерживать уровень грунтовых вод на прилегающих суходольных территориях. В начальной стадии засухи иссушение торфяного месторождения идет интенсивно, в дальнейшем этот процесс затухает, и залежь способна в течение длительного периода удерживать большие запасы воды. При осушении торфяные месторождения утрачивают свойственные им в естественном состоянии функции аккумуляторов влаги и регуляторов поверхностного стока, что резко сказывается на климатических условиях, водном и тепловом балансе района их размещения. Сокращается число видов растений и снижается их биовидохимическая продуктивность, в том числе лекарственных, кормовых, богатых витаминами растений.

В разных странах имеются большие площади выбывших из эксплуатации торфяных месторождений, ведется активная работа по их использованию под сельскохозяйственные и охотничьи угодья, лесопосадки, водохранилища, в целях повторного заболачивания [2-5]. При выборе направлений использования выбывших из эксплуатации залежей необходимо учитывать следующие природные факторы: режим водно-минерального питания, характер подстилающего грунта, взаимосвязь с окружающей средой, геоморфологические условия залегания месторождений, свойства придонных слоев торфа. Обычно имеется несколько групп (более 10) торфяных месторождений, различающихся геоморфологическими условиями залегания. На основе их анализа предложены критерии для определения направлений использования торфяных залежей после выработки торфа (сельско-, водо- и лесохозяйственное, биоресурсное, многоцелевое).

Состав и свойства торфа изменяются в широких пределах, что определяется многообразием растений-торфообразователей, уровнем распада органического вещества и условиями торфонакопления. В связи с этим, для оценки качества торфа как сырья многоцелевого использования следует применять комплекс общетехнических, агрономических, химических и физико-химических показателей. Сводить все многообразие свойств торфа лишь к видовой характеристике и степени разложения нельзя из-за широкой вариабельности свойств одноименных видов торфа различных месторождений при одинаковой степени разложения и совпадении ведущих и подчиненных растений-торфообразователей [2-6].

Определение наиболее приемлемых характеристик и их использование для оценки качества торфа существенно упрощаются при наличии установленных связей между признаками состава и свойств торфа. Были получены и проанализированы корреляционные связи между 35 признаками торфа в пределах типов, отдельных видов и месторождений. Для надежных связей получены уравнения парной регрессии. Наиболее характерные из них включены в табл. 1.

Гуминовые вещества, являющиеся наиболее широко распространенным органическим материалом на нашей планете, имеют нерегулярную структуру, которая до сих пор точно неизвестна. Гуминовые кислоты (важнейшая фракция ГВ) – это ароматические оксикарбоновые кислоты, в которых конденсированные ароматические ядра, включающие кислород, азот и серу, имеют боковые цепи и функциональные группы и соединены между собой ослабленными связями (участками неароматического характера). Лабильная структура гуминовых кислот (ГК), включающая линейные полисопряженные фрагменты, стабилизируется межмолекулярными взаимодействиями (ММВ). Именно этими особенностями, обуславливающими способность к саморегулированию и стабилизации структуры, объясняются представления о том, что гуминовые вещества относятся к микрогетерогенным термодинамическим системам и в определенных условиях регулируются окружающей средой, поэтому смесь природных ГК, включающая очень реакционные компоненты, может быть устойчива в течение длительного времени. Очевидно, в стабилизации ГК существенную роль играют ММВ, обусловленные наличием полярных групп и особенностями углерод - углеродных связей в циклах и линейных структурах.

Световое воздействие, однако, может нарушить эту природную стабилизацию гуминовых веществ и привести к различным типам эффективных взаимодействий ГВ с окружением, в том числе и с ксенобиотиками, присутствующими в водных средах. Присутствие ГК в таких средах приводит к эффективному поглощению световой энергии, в результате чего происходят многочисленные фотофизические и фотохимические процессы. Фотохимические свойства ГК изучены мало, хотя и известно, что они могут поглощать свет и переносить световую энергию к другим компонентам водных растворов, в ряде случаев сильно влияя на фотолиз экотоксикантов. Исследование фундаментальных закономерностей фотопревращений гуминовых кислот в водных средах (в том числе в

генетическим кодом, а идет по принципу естественного отбора – остаются самые устойчивые к биоразложению структуры. Это стохастическая, вероятностная смесь молекул. Их стохастический характер – способ природы уберечь их: они не могут быть порезаны ферментами. ГВ – это хаос, но хаос организованный. У них уникальные биологические и химические свойства. ГВ полифункциональны, биосовместимы, нетоксичны. Однако ГВ еще слабо изучены. Время жизни таких веществ исчисляется сотнями и тысячами лет. Они окрашивают почвы, речные и болотные воды в коричневый цвет. Болотные воды имеют ряд специфических особенностей: они в значительной степени обогащены органическим веществом гумусовой природы, почти не содержат растворенного кислорода, имеют низкую минерализацию. Болотные воды по окислительно-восстановительным условиям представляют собой неравновесную систему, для которой характерны ассоциации окислителей ( $O_2$ ,  $Fe^{3+}$ ) и восстановителей (растворенные гуминовые кислоты и  $Fe^{2+}$ ). Наличие большого количества ГВ специфической природы объясняет отсутствие в болотных водах баланса между катионной и анионной составляющими.

Гуминовые вещества выполняют в биосфере множество важных функций: аккумулятивную, транспортную, регуляторную, протекторную, физиологическую и ряд других. ГВ – одна из наиболее сложных для изучения групп природных соединений и их многочисленные функции изучены еще недостаточно. Известно, что данные органические вещества в значительной степени компенсируют отрицательный эффект антропогенного воздействия, в качестве примера можно упомянуть снижение содержания подвижных форм некоторых тяжелых металлов, а также регуляцию влияния кислых атмосферных осадков. ГВ действуют многообразно: как сорбенты, как катализаторы на процессы гидролиза, как солубилизирующие агенты, влияют на микробиологические процессы, выступают как фотосенсибилизаторы и тушители.

Таблица 1. Уравнения регрессии для оценки взаимосвязей между признаками торфа

| Коррелирующие признаки |           | $r_{xy}$ | Тип торфа | Уравнения регрессии  | Ошибка уравнений | Объем совокупности |
|------------------------|-----------|----------|-----------|----------------------|------------------|--------------------|
| y                      | x         |          |           |                      |                  |                    |
| 1                      | 2         | 3        | 4         | 5                    | 6                | 7                  |
| pH                     | $Ca^{2+}$ | 0.67     | Низинный  | $y = 0.0085x + 4.2$  | $\pm 0.4$        | 104                |
| pH                     | $Ca^{2+}$ | 0.59     | Верховой  | $y = 0.0175x + 2.87$ | $\pm 0.31$       | 133                |
| $Q_6^r$                | $C^r$     | 0.76     | Низинный  | $y = 87.2x + 469$    | $\pm 126$        | 149                |
| $Q_6^r$                | $C^r$     | 0.85     | Верховой  | $y = 100.8x - 278$   | $\pm 210$        | 143                |
| ГК                     | R         | 0.48     | Низинный  | $y = 0.192x + 33.2$  | $\pm 4.5$        | 148                |
| ГК                     | R         | 0.75     | Верховой  | $y = 0.48x + 14.1$   | $\pm 8.3$        | 139                |
| ГК                     | BP+ЛГ     | -0.71    | Низинный  | $y = 54.9 - 0.035x$  | $\pm 3.6$        | 139                |
| ГК                     | BP+ЛГ     | -0.77    | Верховой  | $y = 47.4 - 0.66x$   | $\pm 6.5$        | 139                |
| CaO                    | $Ca^{2+}$ | 0.81     | Низинный  | $y = 0.0212x + 0.42$ | $\pm 0.65$       | 134                |
| CaO                    | $Ca^{2+}$ | 0.82     | Верховой  | $y = 0.0199x + 0.14$ | $\pm 0.18$       | 140                |
| $\Sigma K^{n+}$        | $Ca^{2+}$ | 0.90     | Низинный  | $y = 1.13x + 41.6$   | $\pm 29.2$       | 134                |
| $\Sigma K^{n+}$        | $Ca^{2+}$ | 0.95     | Верховой  | $y = 1.14x + 12.5$   | $\pm 4.8$        | 134                |
| $P_{<250}$             | R         | 0.46     | Низинный  | $y = 0.42x + 48.1$   | $\pm 10.6$       | 119                |
| $P_{<250}$             | R         | 0.80     | Верховой  | $y = 0.91x + 32.7$   | $\pm 11.0$       | 119                |

Примечания.  $Ca^{2+}$  - мг-экв на 100 г сухого вещества;  $Q_6^r$  – теплота сгорания, ккал/кг;  $C^r$  – углерод, % на орг. массу; ГК – гуминовые кислоты, % на орг. массу; BP+ЛГ – водорастворимые и легкогидролизуемые соединения, % на орг. массу; R – степень разложения, %; CaO – % от сухого вещества;  $K^{n+}$  – сумма катионов, мг-экв на 100 г сухого вещества;  $P_{<250}$  – фракции < 250 мкм, % от содержания всех фракций.

На основании анализа корреляционных связей можно сделать ряд общих заключений. Если в верховом торфе большинство свойств определяется степенью биохимического распада исходного вещества, то в низинном на тесноту таких связей существенно влияет состав неорганической части. Достоверных связей между признаками в верховом торфе больше, чем в низинном. Весьма тесные связи обнаруживаются в пределах отдельных месторождений. Так как одноименные растительные группировки могут различаться по общей минерализации и химическому

составу субстрата в зависимости от географической зональности, то теснота связей между признаками торфа внутри видов мало отличается от характера взаимосвязей в пределах типов.

Анализ корреляционных связей между компонентами неорганической части позволяет отнести кальций к группе основных признаков торфа, где он ответственен, главным образом, за кислотность среды. Из показателей элементного состава наибольшее число связей с другими свойствами образуют углерод и кислород, находящиеся в тесной обратной связи. Число достоверных связей углерода с другими свойствами в верховом торфе больше, чем в низинном и переходном.

Как известно, основными группами органических соединений торфа являются битумы (Б), водорастворимые (ВР) и легкогидролизуемые (ЛГ) соединения; гуминовые вещества – гуминовые (ГК) и фульвовые кислоты (ФК), гиматомелановые кислоты; целлюлоза, негидролизуемый остаток (НГ). Выход этих веществ для различных видов и типов торфа варьируется в широких пределах (табл. 2) [3].

Таблица 2. Групповой состав органической массы торфа, %

| Тип торфа  | Кол-во обр. | Битумы бензолные       | ВР+ЛГ всего, в том числе РВ |                         | ГК                       | ФК                       | Ц                      | НГ                      |
|------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
|            |             |                        | ВР+ЛГ                       | РВ                      |                          |                          |                        |                         |
| Низинный   | 361         | <u>4.2</u><br>1.2-12.5 | <u>25.2</u><br>9.2-45.8     | <u>13.6</u><br>4.3-26.9 | <u>40.0</u><br>18.6-55.5 | <u>15.5</u><br>5.0-27.9  | <u>2.4</u><br>0.0-9.0  | <u>4.2</u><br>1.2-12.5  |
| Переходный | 126         | <u>6.6</u><br>2.2-13.7 | <u>23.9</u><br>6.9-51.5     | <u>13.9</u><br>4.3-33.1 | <u>37.8</u><br>11.7-52.5 | <u>15.7</u><br>18.6-55.5 | <u>3.6</u><br>0.0-15.9 | <u>11.4</u><br>1.9-14.3 |
| Верховой   | 376         | <u>7.0</u><br>1.2-17.7 | <u>35.8</u><br>9.0-33.1     | <u>21.6</u><br>4.1-2.4  | <u>24.7</u><br>4.6-49.9  | <u>16.6</u><br>10.0-30.4 | <u>7.3</u><br>0.7-20.7 | <u>7.4</u><br>0.0-21.1  |

Примечания. числитель – среднее значение признака свойства торфа; знаменатель – пределы его изменения; РВ – редуцирующие вещества; Ц – целлюлоза; НГ – негидролизуемый остаток.

Если по минимальному содержанию битумов типы торфа практически не различаются, то по максимальному количеству их можно расположить в ряд: низинный < переходный < верховой. Наибольшее количество водорастворимых и легкогидролизуемых соединений обнаружено также в верховом торфе, благодаря чему он пригоден для гидролизного

Можно отметить, что разнообразие тритерпенов в торфах нативных участков верховых болот Беларуси существенно выше по сравнению с осушенными участками. Это может быть объяснено частичным разрушением отдельных структур при осушении и накоплением наиболее устойчивых соединений. В то же время в торфах Западной Сибири такая тенденция отсутствует. Это может быть следствием более высокой влажности климата Западной Сибири, поздними сроками оттаивания, особенно осушенных участков болот и, в результате, малой скоростью происходящих биохимических процессов.

Таким образом, проведенное исследование верховых торфов ненарушенных и осушенных участков болот Беларуси и Западной Сибири показало, что наибольшим качественным и количественным изменениям при осушении подвержены циклические изопреноиды, производные хлорофилла и каротиноиды. Некоторые различия в изменении химического состава торфов Беларуси и Западной Сибири могут быть обусловлены их разным ботаническим составом и влиянием климата на болотные экосистемы при осушении.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСИЛАМП ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФОТОПРОЦЕССОВ В ВОДНЫХ СРЕДАХ С УЧАСТИЕМ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

Соколова И.В., Чайковская О.Н., Нечаев Л.В., Вершинин Н.О., Неволлина

К.А., Назарова А.И.

Томский государственный университет, г. Томск, Россия

[sokolova@phys.tsu.ru](mailto:sokolova@phys.tsu.ru)

Гуминовые вещества (ГВ) – это основная органическая составляющая почвы, воды, а также твердых горючих ископаемых. Огромный источник гуминовых веществ – торф, огромные запасы которого имеются в Томской области. Они образуются при разложении растительных и животных остатков под действием микроорганизмов и абиотических факторов среды. В отличие от фотосинтеза образование гуминовых веществ не направляется

болота их содержание в торфе увеличилось в несколько раз, так же, как токоферолов и стероидов. При этом содержание в осушенном торфе дитерпенов существенно снизилось.

Сопоставление изменений, произошедших с химическим составом органических соединений в торфах при осушении болот в Беларуси и Западной Сибири, показывает наличие общих тенденций и региональных особенностей в изменении состава и содержания отдельных групп соединений. В результате осушения залежей содержание в торфе большинства органических соединений не изменяется или незначительно снижается, за исключением циклических изопреноидов, содержание которых в той или иной степени увеличивается. Наиболее заметен рост содержания в осушенных верховых болотах Беларуси сесквитерпенов и стероидов, в торфах Сибири – стероидов и тритерпенов.

Молекулярно-массовое распределение ациклических соединений (*n*-алканов, жирных кислот и их эфиров, а также *n*-алкан-2-онов) в нативных и осушенных торфах Беларуси и Западной Сибири несколько различается вследствие региональных особенностей торфообразования и, главным образом, состава исходного растительного сырья.

В составе стероидов верховых торфов Беларуси и Западной Сибири много общего: преобладают производные стигматана; соединения со структурой эргостана также обнаружены во всех образцах. Производные ланостана более характерны для торфов осушенных участков болот.

Среди пентациклических изопреноидов в торфах Беларуси резко доминируют производные олеана, более широким набором соединений они представлены в торфах ненарушенных участков. В торфах Западной Сибири наряду с производными олеана обнаружено значительное количество производных гопана. Общим для исследованных верховых торфов Беларуси и Западной Сибири является присутствие значительных количеств Д-фриедеолеан-14-ена (тараксерена), Д-фриедеолеан-14-ен-3-она (тараксерона) и олеан-12-ен-3-она.

производства. Торф относится к сильно гумифицированным природным соединениям, что делает эффективной его переработку с целью получения разнообразных продуктов и материалов, в том числе и различных видов органических и органоминеральных удобрений.

В целом, по данным группового состава торфа можно заключить, что из большого разнообразия природных ресурсов, требующих комплексного подхода к освоению, торф как горючее молодое ископаемое занимает особое место по сложности своего состава и наличию широкого класса органических соединений (битумов, углеводов, гуминовых веществ), представляющих интерес для химической промышленности, сельского хозяйства, энергетики, машиностроения, буровой техники, подземного выщелачивания руд, защиты металлов от коррозии, окраски древесины, охраны окружающей среды и поглощения тяжелых металлов, нефтепродуктов, радионуклидов, медицины и т.д.

Каким бы сложным по составу и свойствам торф ни был, все же основные его признаки можно свести в стройную систему корреляционных уравнений и номограмм. Высокие значения парных и множественных коэффициентов корреляции свидетельствуют о причинной связи основных признаков состава и свойств торфа. В общей корреляционной матрице можно выделить две группы признаков, показатели которых тесно коррелируют друг с другом. Между признаками этих групп тесных связей не обнаруживается, что свидетельствует об их генетической независимости.

Первую группу признаков составляют показатели степени обуглероженности торфа – дисперсность, содержание углерода, степень разложения, теплота сгорания, содержание водорастворимых и легкогидролизуемых соединений, гуминовых веществ. Показатели этой группы имеют между собой тесные корреляционные связи, причем свойства изменяются в пределах типов – от древесных к моховым видам торфа.

Вторая группа признаков – кислотность, содержание катионов, оксидов кальция, общая зольность – отражает условия генезиса торфа,

определяющиеся водно-минеральным режимом питания. Значения всех показателей этой группы увеличиваются от верхового к низинному торфу и от моховых к древесным видам.

В совокупности показатели этих групп характеризуют особенности торфа, а также отражают его специфические свойства и структуру. Включение их в качестве аргументов уравнений регрессии обеспечивает получение надежных зависимостей для определения элементного и группового составов органической массы, состава золы, содержания катионов, показателей дисперсности, качественных характеристик продуктов переработки (табл. 3).

Таблица 3. Уравнения множественной регрессии для определения состава и свойств торфа

| Характеристика торфа        |      |                  | Уравнения регрессии                        | Ошибка уравнений $\pm m_y$ | Коэффициент корреляции |
|-----------------------------|------|------------------|--------------------------------------------|----------------------------|------------------------|
| y                           | x    | z                |                                            |                            |                        |
| R                           | P<10 | pH               | $y = 1.79x + 10.4z - 60.7$                 | 6.0                        | 0.88                   |
| A <sup>d</sup>              | P<10 | Ca <sup>2+</sup> | $y = 1.62 - 0.01x + 0.06z$                 | 1.0                        | 0.94                   |
| Q <sub>6</sub> <sup>r</sup> | Cr   | Ca <sup>2+</sup> | $y = 109.1x - 0.069z - 754.8$              | 104                        | 0.87                   |
| C <sup>r</sup>              | P<10 | pH               | $y = 0.22x + 1.0z + 47.6$                  | 1.07                       | 0.77                   |
| N <sup>r</sup>              | P<10 | pH               | $y = 1.28 \cdot 10^{-2} x + 0.56z - 0.49$  | 0.19                       | 0.91                   |
| CaO                         | P<10 | Ca <sup>2+</sup> | $y = 3.1 \cdot 10^{-2} x + 0.25z - 0.68$   | 0.36                       | 0.34                   |
| Б                           | P<10 | Ca <sup>2+</sup> | $y = 0.31x - 0.032z - 0.08$                | 1.20                       | 0.89                   |
| BP+ЛГ                       | Cr   | Ca <sup>2+</sup> | $y = 0.246 - 3.74x - 0.046z$               | 2.37                       | 0.95                   |
| ГК                          | Cr   | Ca <sup>2+</sup> | $y = 2.97x + 0.095z - 142.9$               | 3.25                       | 0.91                   |
| pH                          | P<10 | Ca <sup>2+</sup> | $y = 3.77 - 0.23 \cdot 10^{-1} x + 0.017z$ | 0.35                       | 0.90                   |
| Ca <sup>2+</sup>            | P<10 | pH               | $y = 0.88x + 46.1z - 154.6$                | 18.0                       | 0.89                   |
| ΣK <sup>n+</sup>            | P<10 | Ca <sup>2+</sup> | $y = 29.6 + 1.39z - 0.65x$                 | 17.8                       | 0.95                   |
| P <sub>&lt;250</sub>        | P<10 | pH               | $y = 1.57x + 6.62z - 9.29$                 | 4.6                        | 0.8                    |
| P <sub>&lt;10</sub>         | Cr   | Ca <sup>2+</sup> | $y = 2.94x - 0.048z - 140.3$               | 3.0                        | 0.85                   |
| P <sub>&lt;1</sub>          | P<10 | pH               | $y = 0.495x - 0.607z + 2.66$               | 1.2                        | 0.93                   |

Примечание. P<sub><10</sub>, P<sub><1</sub> – фракции <10 и <1 мкм, % от содержания всех фракций; N<sup>r</sup> – азот, % на гор. массу

Приведенные в табл. 3 уравнения представляют теоретический интерес для дальнейшего рассмотрения проблем химии и генезиса торфа и могут

групповому составу липидов близок нативным, но в нем повышена доля жирных кислот.

Таблица. Содержание отдельных групп органических соединений в торфах

| Болото                                | Червенское, Беларусь |           | Темное, Западная Сибирь |           |
|---------------------------------------|----------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| Участок                               | Нативный             | Осушенный | Нативный                | Осушенный |
| Содержание в торфе, мкг/г сухой массы |                      |           |                         |           |
| n-Алканы                              | 12,65                | 14,42     | 14,36                   | 26,89     |
| Арены                                 | 0,18                 | 0,12      | 0,15                    | 0,12      |
| Жирные кислоты                        | 3,25                 | 5,17      | 13,29                   | 6,18      |
| Эфиры жирных кислот                   | 0,48                 | 0,44      | 1,43                    | 2,17      |
| n-Алкан-2-оны                         | 1,09                 | 1,36      | 3,18                    | 2,22      |
| n-Альдегиды                           | 0,24                 | 0,34      | 1,42                    | 5,03      |
| Ациклические изопреноиды              | 2,54                 | 3,02      | 5,34                    | 11,33     |
| Сесквитерпены                         | 0,13                 | 0,13      | 1,20                    | 1,82      |
| Дитерпены                             | 0,13                 | 0,15      | 0,39                    | 3,30      |
| Стероиды                              | 0,32                 | 0,23      | 1,21                    | 3,27      |
| Тритерпены                            | 11,81                | 9,05      | 13,83                   | 10,44     |
| Токоферолы                            | 0,19                 | 0,29      | 0,25                    | 1,93      |
| Фенилфосфаты                          | 0,02                 | 0,05      | 0,09                    | 0,05      |

В верховых торфах ненарушенного участка западносибирского болота Темное в максимальном количестве среди всех органических соединений присутствуют n-алканы, в осушенном преобладают тритерпены. Содержание ароматических УВ во всех изученных образцах торфа не превышает 0,5 % от общего содержания липидов.

Среди циклических изопреноидов в верховых торфах Беларуси доминируют пентациклические структуры. В образце осушенного торфа содержание большинства групп органических соединений выше, чем в торфе нативного участка. Исключением являются n-алканы, арены и токоферолы, количество которых не изменилось. Наиболее заметно увеличение содержания в торфе осушенного верхового болота Беларуси циклических изопреноидов – стероидов и сесквитерпенов (в 5 и 9 раз, соответственно).

Среди циклических изопреноидов в верховых торфах Сибири, как и Беларуси, доминируют пентациклические структуры. В результате осушения

в Минской области (Беларусь), а также торфов, отобранных на участках болота Темное юга Томской области (Западная Сибирь).

Углеводороды (УВ) и кислородсодержащие органические соединения выделяли из торфов экстракцией 7 %-м раствором метанола в хлороформе при 60 °С, их анализ осуществляли методом газовой хромато-масс-спектрометрии с использованием магнитного хромато-масс-спектрометра DFS фирмы «Thermo Scientific» (Германия). Тетрапиррольные и каротиноидные пигменты концентрировали экстракцией ацетоном и анализировали с помощью жидкостного хроматографа высокого давления Shimadzu Prominence LC 20 (Япония) с хроматографической колонкой Nucleodur C18 Gravity.

Проведенное исследование показало, что среди растительных пигментов в нативных торфах Беларуси присутствуют только феофитины *a* и *b*. В торфах осушенных участков содержание феофитинов выше. Кроме них, в осушенных торфах зафиксировано наличие каротиноидов – лютеина и неоксантина. В отличие от торфов Беларуси, в нативных торфах Западной Сибири присутствуют лютеин, неоксантин и более широкий набор хлорофилловых пигментов – феофитины, феофорбид и сами хлорофиллы *a* и *b*. В торфе осушенного участка отмечено очень большое количество неоксантина, но при этом не содержится хлорофиллов и лютеина, а количество феофитинов и феофорбида ниже, чем в образце естественной залежи.

Во всех исследованных торфах идентифицированы представители *n*-алканов, аренов, жирных кислот и их эфиров, алканолов, альдегидов, ациклических, а также би-, три-, тетра- и пентациклических изопреноидов, токоферолов и трифенилфосфатов (таблица). Доминирующими классами органических соединений в нативных верховых торфах Беларуси являются *n*-алканы и тритерпены, их содержание составляет около 70 % от общей суммы идентифицированных соединений. Образец торфа осушенного участка по

широко применяться для оценки качества торфа как сырья для многих производств [6-10]. Основные корреляционные зависимости использованы при разработке промышленной классификации торфяного сырья.

С современных коллоидно-химических позиций торф – полуколлоидно-высокомолекулярная полифракционная гидрофильная система с признаками полиэлектролитов и микромозаичной гетерогенности [1]. К таким системам неприменимо в чистом виде понятие гетерогенности, и в связи с этим неприменимы и классические представления, объясняющие адсорбционные и электрокинетические явления.

Дисперсность или фракционный состав торфа – важнейший показатель его физических и технологических свойств. Практически любая операция при добыче, сушке и переработке торфа связана с изменением его дисперсности, т.е. фракционного состава. Существенно меняется соотношение фракций при переработке торфа в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ) и электролитов. В этих условиях удельные энергозатраты на переработку могут быть снижены на 50 – 70%.

Существенно изменяется дисперсность торфа в пахотном горизонте торфяно-болотных почв. Связано это с процессами минерализации органического вещества, с ветровой и водной эрозией, а также с механическим воздействием на почву при культуротехнических работах.

Для оценки структуры торфа следует использовать показатели фракционного состава, содержания суммарных фракций, а не удельную поверхность, так как фазовые явления в торфе выражены слабо. Между содержанием суммарных фракций, включая и область фракций < 1 мкм, имеется тесная корреляционная связь, что обеспечивает возможность расчета всех фракций по данным одной, например, по содержанию фракции < 250 мкм.

Во всех видах торфа основу агрегатного состава представляют структуры переплетения остатков растений-торфообразователей, надмолекулярные комплексы продуктов распада (в основном гуминовых

веществ) и индивидуальных веществ органических и минеральных составляющих, находящихся в равновесии с водным раствором низко- и высокомолекулярных веществ. Неорганические соединения представлены в торфе нерастворимыми минералами разной природы, адсорбционными образованиями минералов с гуминовыми веществами, неорганическими компонентами торфяной воды (макро- и микроэлементами), ионообменными гетерополярными органоминеральными производными. Основная кинетическая единица торфяных систем – проницаемые для молекул воды и ионов агрегаты-ассоциаты макромолекул сосуществующих компонентов. Упорядоченные участки продуктов распада и целлюлозы, или зародыши новой фазы, наряду с агрегатами битумов, ориентированными участками трудно- и легкогидролизуемых веществ и нерастворимыми неорганическими соединениями, труднопроницаемыми для молекул воды и ионов. По мере высушивания и осушения упорядоченность структуры торфа, а следовательно, и его гетерогенность возрастают.

В торфе при определении направления использования следует учитывать наличие макро- и микроструктуры. Древесные, травяные и моховые неразложившиеся остатки образуют легкодеформируемые структуры переплетения, степень развития которых определяется в основном уровнем биохимического распада исходных растений. Микроструктуры торфа формируют надмолекулярные образования органических и минеральных соединений. Если эти соединения объединены в ассоциаты (агрегаты), то они выделяются во внутри- и межагрегатные структуры разной компактности. Наличием таких структур определяются деформационные, упругокинетические и реологические характеристики торфа и особенности внутри- и межагрегатных связей, в основе которых лежат взаимодействия между активными функциональными группами посредством водородных связей, межмолекулярных и ионных сил. Основные закономерности в структурообразовании торфа зависят от его ботанического состава, степени разложения и условий торфообразования, химического состава среды. К

микроорганизмов в их образование. Повышение доли хризенов подтверждает роль микробиологического фактора в их происхождении.

#### Литература

1. Добровольская Т.Г., Полянская Л.М., Головченко А.В., Смагина М.В., Звягинцев Д.Г. Микробный пул в торфяных почвах // Почвоведение. 1991. № 7. С. 69-77.
2. Юдина Н.В., Буркова В.Н., Опалинская А.М. Антиоксиданты в органическом веществе растений – торфообразователей и торфов Западной Сибири //ХТТ. 1991. №4. С.42 – 46.

#### ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ТОРФОВ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ БЕЛАРУСИ И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Серебренникова О.В.<sup>1,2</sup>, Стрельникова Е.Б.<sup>1</sup>, Дучко М.А.<sup>1</sup>, Аверина Н.Г.<sup>3</sup>,  
Козел Н.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт химии нефти СО РАН, Томск, Россия, ovs49@yahoo.com

<sup>2</sup>Томский политехнический университет, Томск, Россия

<sup>3</sup>Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск,  
Беларусь,  
averina@ibp.org.by

Нарушение торфяной залежи при антропогенном воздействии, в частности, при осушении болот, приводит к количественному и качественному изменению компонентного состава различных видов торфа, однако работы по изучению происходящих при этом изменениях состава органических соединений торфов не проводились.

Целью настоящего исследования является характеристика химического состава битуминозных компонентов торфов естественных и осушенных участков верховых болот на территории Беларуси и Западной Сибири.

Исследование состава органического вещества проведено для торфов нативных и осушенных участков болота Червенское (Галое), расположенного

КОЕ/г. Создание анаэробных условий с применением углекислого газа увеличивает численность гетеротрофов на порядок, что стимулирует биодеструктивные процессы. Сравнительный анализ состава ОВ липидной фракции торфа показал, что при активном размножении микроорганизмов увеличивается содержание водорастворимых фракций – полисахаридов (0,6-4,3 мас%) и полифенолов (3,6-30,3 мас%). Содержание липидов во всех вариантах опыта изменилось незначительно. При неизменном содержании липидов в разных условиях эксперимента в результате биодеструкции ОВ содержание n-алканов снижается от 2,0 до 0,9 мас%, антиоксидантная активность увеличивается на 80 %. Вопрос о происхождении полициклоароматических соединений (хризена, перилена) и тетрапиррольных пигментов в современных осадках до сих пор остается спорным. Одним из возможных путей их возникновения являются анаэробные процессы биодеструкции ОВ группой сульфатредуцирующих бактерий (СРБ).

Судя по величине общепринятых геохимических параметров распределения углеводов (УВ) n-строения в липидах из модельной колонки с СРБ коэффициент нечетности  $CPI$  уменьшился в 4-9 раз. В составе микробиаально преобразованных липидов, выделенных из торфов, содержание УВ с числом атомов углерода  $C_{15}$ - $C_{17}$  увеличивается и снижается доля высокомолекулярных ( $C_{25}$ - $C_{29}$ ). Значения биомаркера  $C_{17}/C_{27}$  в модельном и контрольном варианте увеличиваются в 2-20 раз. В модельных образцах возрастают значения отношений  $Pg/C_{17}$  и  $Ph/C_{18}$ , что подтверждает наличие активных процессов биодеструкции углеводов.

Следовательно, отмеченные изменения в динамике микробиологических процессов оказывают влияние на состав и свойства липидной фракции торфов. При неизменном содержании липидов в разных условиях эксперимента отмечено снижение содержания алканов и повышение их антиоксидантной активности. Динамика накопления антиоксидантов [2] свидетельствует о вкладе гетеротрофных и сульфатредуцирующих

торфяным системам применимо правило динамического дисперсионного равновесия: компактноагрегированное состояние  $\rightleftharpoons$  гель  $\rightleftharpoons$  золь  $\rightleftharpoons$  истинный раствор [11, 12].

Гидрофильность торфа обусловлена наличием в структуре его компонентов активных функциональных групп, способных связывать молекулы воды за счет водородных связей и межмолекулярных сил. Гидрофобные компоненты торфа (в основном битумы) термодинамически и агрегативно неустойчивы и в объеме торфяной массы сосуществуют с другими составляющими торфа.

По существующим представлениям мерой гидрофильности веществ и тел служит энергия связи молекул воды с их центрами сорбции. Эта энергия эквивалентна удельной теплоте смачивания. Если ее величина для дисперсных тел с жестким скелетом меньше энергии образования пленки воды ( $116 \cdot 10^{-7}$  Дж/см<sup>2</sup>), то эти тела относятся к гидрофобным, и наоборот. По данным сорбционных исследований, условная удельная поверхность торфа составляет 250 – 400 м<sup>2</sup>/г. Теплота смачивания торфа находится в пределах 105-134 Дж/г. Удельная теплота смачивания  $(400 - 500) \cdot 10^{-7}$  Дж/см<sup>2</sup>, что в несколько раз выше граничного значения гидрофильности и доказывает принадлежность торфа к гидрофильным системам.

Сорбция воды в торфе проходит во всем объеме ассоциатов. Емкость моносорбции включает воду, связанную с функциональными группами за счет водородных связей, и воду ближней гидратации ионов. Сорбция на вторичных, третичных и последующих центрах приводит к образованию "островков" сорбированной воды и объема воды полисорбции. Это физико-химически связанная вода. Ее содержание в низинном торфе составляет  $49,6 \pm 1,2\%$ , а в верховом  $46,7 \pm 1,5\%$ . Объем полисорбции соответствует примерно трем объемам моносорбции. Однако для основной массы воды в торфе характерны слабые формы связи. Это осмотическая, иммобилизованная, внутриклеточная, структурно захваченная и капиллярная категории влаги.

Наличие в торфе гидрофильных полукolloидов, стабилизированных гидрофобных включений, а также растворов и дисперсий высокомолекулярных соединений придает ему специфические свойства, отличающие его от типичных коллоидных гетерогенных систем. Невысокий отрицательный заряд торфяных ассоциатов (до  $-18$  мВ) мозаичен, дискретен, размещен как на внешнем контуре, так и внутри влагонасыщенной частицы и состоит из суммы элементарных зарядов, образовавшихся в результате диссоциации функциональных групп и отщепления от них поглощенных ионов.

Торф относится к типу природных сорбентов и ионообменных материалов [1, 3]. Известны теоретические и прикладные работы по получению из торфа углеродных сорбентов широкого назначения, а также ионообменных материалов для поглощения из водных растворов ионов и радионуклидов цезия и стронция, образовавшихся при дезактивации различных материалов, загрязненных радиоактивностью в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Основные обменные катионы торфа:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ . Роль обменных центров выполняют в основном функциональные кислотные группы. С увеличением pH емкость обмена торфа увеличивается и достигает 400-500 мг-экв/100 г сухого вещества при  $\text{pH} = 8,5$ . Основная форма связи катионов в торфе – гетерополярное взаимодействие. Интегральная энергия активации обмена ионов в торфе изменяется от 12,6 до 29,3 кДж/моль, что связано с наличием в ближнем окружении катионов молекул воды.

Процессы ионного обмена сопровождаются изменением физико-химических свойств торфа, что используют в различных технологиях для регулирования качественных параметров исходного сырья, готовой продукции и режимов ее получения [4-10]. Это же характерно и для торфяных почв при внесении минеральных удобрений. Обмен ионов в торфе проходит в эквивалентных количествах и является обратимым. Поглощение катионов тем сильнее, чем выше их валентность, обмен катионов одной и той

ранних стадиях диагенеза. Особый интерес вызывает отсутствие в гумусовом ОВ низкомолекулярных ароматических углеводородов, преобладание хризена, перилена и их производных. Возможно, хризен- и другие производные образуются при биodeградации тритерпенов как продукты метаболизма.

Целью модельных экспериментов являлось выяснение устойчивости к микробному воздействию ОВ липидной части торфа и происхождение отдельных групп соединений, в частности, ароматических углеводородов.

Моделирование процессов микробиологического преобразования ОВ проведено в колонках, заполненных торфом Карбышевской залежи Томской области. Микробиальное воздействие на преобразование ОВ проводили посредством инкубации торфяной колонки естественной микрофлорой и с внесением сульфатредуцирующих бактерий в течение трех месяцев при комнатной температуре. Анаэробные условия в колонках создавали методом продувания аргоном или углекислым газом. По окончании эксперимента выделяли липиды и анализировали их на содержание водорастворимых полисахаридов, полифенолов, углеводородов и антиоксидантов [2]. Нормальные алканы липидной фракции анализировали методом тонкослойной хроматографии и методом ГЖХ. Содержание полисахаридов и полифенолов определялось в навеске обезжиренного торфа экстракцией водой при температуре  $98^{\circ}\text{C}$ .

Результаты и обсуждение. Торфы разной глубины залегания различались степенью разложения и зольностью (9,2-18,6 %мас). Значения pH по вертикальному профилю залежи изменялись незначительно (6,5-6,7). Максимальное содержание липидов и хризенов отмечено в торфе на глубине 75-100 см. Экспериментальное моделирование показало широкий диапазон численности гетеротрофных микроорганизмов от 12 до 90 млн КОЕ/г торфа. Культивирование в анаэробных условиях, созданных с применением продувки аргоном, приводит к резкому снижению их численности до 0,2 млн

устойчивые комплексы. Модифицированные ГК торфа оказывают стимулирующее действие на рост корневой системы, что позволяет рекомендовать полученные препараты в качестве стимуляторов роста.

#### Литература

1. Гуминовые препараты и технологические приемы их получения / Г.В.Наумова, Р.В. Кособокова, Л.В. Косоногова, Г.И.Райцина и др. // Сб. Гуминовые вещества в биосфере. – М.: Наука, 1993. – С.178-189.
2. Томсон А.Э. Окислительно-гидролитическая деструкция торфа – эффективный метод его химической переработки / А.Э.Томсон, Г.В.Наумова // Природопользование. Вып.22. – 2012. – С. 83 – 89.
3. Агрохимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин – М.: Агропромиздат, 1991 – 288 с.

#### ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЛИПИДНОЙ ФРАКЦИИ ТОРФА ПРИ БИОДЕСТРУКЦИИ

Сваровская Л.И., Юдина Н.В., Лоскутова Ю.В.

ФГБУН Институт химии нефти СО РАН, Томск, Россия

[sli@ipc.tsc.ru](mailto:sli@ipc.tsc.ru)

Показано влияние динамики роста группы гетеротрофной микрофлоры и сульфатредуцирующих бактерий на состав и свойства липидов низинного торфа. Результатом микробиологических процессов является значительное изменение количества водорастворимых фракций – полисахаридов и полифенолов. При неизменном содержании липидов в разных условиях эксперимента происходит снижение концентрации алканов и повышение антиоксидантной активности липидов.

Торфяные почвы характеризуются высокой численностью основных групп биоценоза: бактерий, актиномицетов, грибковых и дрожжевых культур. Специфические условия позволяют им интенсивно развиваться в торфах, залегающих на разных глубинах в интервале 0,5-7,0 м [1]. Роль микробиологических процессов в трансформации органического вещества (ОВ) торфов несомненно значительна, но изучена недостаточно, особенно на

же валентности тем интенсивнее, чем больше их атомная масса, меньше ионный потенциал, а также энергия гидратации и энергия активации самодиффузии молекул воды в ближнем окружении иона. Обмен ионов в торфе протекает без заметных тепловых эффектов ( $\Delta H < 4,19$  кДж/моль), что объясняется диффузионной природой процесса. Изменение энергии Гиббса ( $\Delta G$ ) отрицательно, так как в обычных условиях процесс направлен в сторону поглощения катионов из раствора и приводит к образованию более устойчивых гетерополярных органоинеральных комплексов. Изменение энтропии положительно и не превышает 41,9 Дж/(моль.град). Это означает, что регулирование структуры торфа посредством ионообменных процессов – термодинамически выгодный цикл.

Основные направления использования торфа и торфяных месторождений связаны с удалением влаги [12]. Как известно, в естественном торфе на 1 часть сухого вещества приходится 4-6, а иногда и больше частей воды. Вода в основном слабосвязанная и подлежит переносу под действием различных градиентов. При этом эффективность переноса, механизм испарения зависят от структуры материала, его способности деформироваться по мере десорбции влаги и направленного воздействия на поверхностные явления. Было установлено, что "толщина" смачивающих пленок, общее содержание связанной влаги зависят от заряда агрегатов торфа. На энергию связи в торфе и количество различных ее категорий также влияет катионный состав, причем его действие коррелирует со способностью катионов изменять структуру торфа и обеспечивать его переход от коагуляционной структуры первого ряда, через компактно-коагулированное состояние к коагуляционной структуре второго ряда, разрушение которой сопровождается появлением крупноблочных агрегатов.

С увеличением pH в торфе растет содержание связанной влаги, т.е. с изменением pH в торфе меняется соотношение категорий связанной воды, что сказывается на ее подвижности в материале. Так, величина коэффициента диффузии ( $a_m$ ) воды в торфе в диапазоне  $2 \approx 9,5$  изменяется

примерно на два порядка. При этом низким значениям pH соответствует большее значение  $a_m$ , но меньшее значение термической подвижности  $\delta$ . И, наоборот, с ростом pH величина  $a_m$  снижается, а  $\delta$  - растет [2].

Как известно, при неизотермическом влагопереносе в состоянии равновесия в торфе самопроизвольно устанавливается циркуляция дисперсионной среды по схеме: термодиффузионный поток пара (ТДП) + термоток связанной влаги (ТСВ) + термокапиллярный поток влаги (ТКП)  $\rightleftharpoons$  диффузионный поток влаги (ДПВ) + пленочное течение влаги под действием градиента расклинивающего давления (ПРД). Наиболее интенсивно диффузионные процессы протекают в среде, менее связанной действующими силами, где скорость диффузионных процессов максимальна, т.е. в объеме влаги, расположенной непосредственно у границ раздела жидкость – газ, или где ТСВ больше ДПВ. В результате в зависимости от толщины "смачивающих" пленок во внешней сфере торфяных агрегатов ТСВ может формироваться как в слоях непосредственно у границы жидкость – газ (тонкие пленки), так и внутри смачивающих пленок влаги (толстые пленки, капиллярная влага). Вынос ионов влагой из торфа тем выше, чем больше ТСВ. В результате при неизотермическом влагопереносе в торфе происходит разделение ионов по направлениям миграции. Перенос катионов пленками воды совпадает с направлением потока связанной влаги, а миграционный поток анионов имеет преимущественно противоположное направление. Для направленного регулирования процессов переноса влаги, ионов в торфе широкие возможности открывает применение ПАВ. Установлено, что анионные ПАВ снижают диффузию влаги в торфе, а катионные ее увеличивают, что используют на практике для восстановления гидрофильных свойств торфа пониженной влажности (при тушении торфяных пожаров, создании противодиффузионных экранов, при необходимости регулирования фильтрации воды через слои торфа).

Деформационные, упругокINETические и реологические характеристики торфа весьма чувствительны к механическим

Медь, как и другие микроэлементы, потребляется растениями в очень малых количествах и играет большую роль в окислительно-восстановительных процессах, обладая способностью переходить из одновалентной формы в двухвалентную и обратно. Она является компонентом ряда окислительных ферментов, повышает интенсивность дыхания, влияет на углеводный и белковый обмен растений. Недостаточная обеспеченность растений медью отрицательно сказывается на водоудерживающей и водопоглощающей способности растений. Чаще всего недостаток меди наблюдается на торфяно-болотных почвах и некоторых почвах легкого механического состава [3].

Анализ полученных данных показал, что механохимическая активация ГК с сульфатом меди при увеличении концентрации способствует возрастанию в 1,4 раза кислородсодержащих групп, что обусловлено процессом окисления ГК и формированием прочного комплекса с ионами меди. Полученный композит ГК является носителем ионов меди, а также обеспечивает их биодоступность для растений.

Стимулирующее влияние гуминовых препаратов наблюдали при проращивании семян озимой пшеницы сорта Самурай, разработанный в Курской области ООО «Защитное». Семена не являлись генномодифицированными образцами. Установлено, что гуминовые препараты стимулируют проращивание семян пшеницы, причем максимальное количество проростков отмечено при использовании ГК, обогащенных фосфатом натрия. Гуминовые препараты, содержащие ионы калия, также способствуют увеличению степени прорастания и развитию корневой системы на 20-25%.

Таким образом, установлено, что процесс механоактивации в присутствии реагентов, содержащих биофильные элементы, приводит к увеличению общей кислотности гуминовых кислот торфов. Исключение составляют образцы с  $K_2CO_3$  и  $KNO_3$ , что обусловлено протеканием восстановительных процессов. Отмечено, что ГК с ионами меди образуют

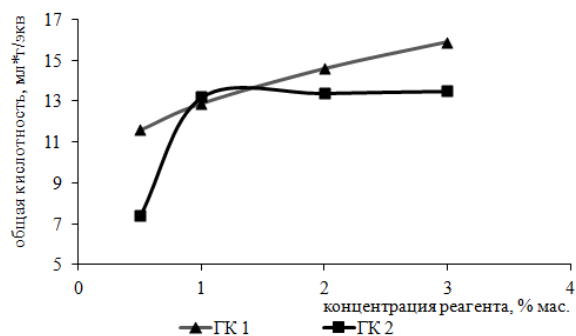


Рисунок 1. Зависимость общей кислотности механоактивированных ГК от концентрации: ГК 1 – ГК +  $\text{MgSO}_4$ , ГК 2 – ГК +и  $\text{KCl}$

С увеличением концентрации  $\text{KCl}$  идет резкое увеличение общей кислотности от 7,8 до 13,2 в области концентраций (0,5 -1%). В промежутке концентрации от 1 до 3 % существенных изменений в показателе общей кислотности не наблюдается. Окислительно-восстановительные свойства механоактивированных ГК взаимосвязаны с суммарным содержанием кислых ионогенных групп. В нейтральной среде все модифицированные ГК проявляют окислительные свойства (табл. 2). Добавление минеральной компоненты, содержащей калий, усиливает окислительные свойства гуминовых препаратов, что обеспечивает более высокую биодоступность водорастворимого калия. Введение фосфата натрия при механоактивации ГК в основном способствует увеличению ионогенных групп в результате окислительных процессов.

Таблица 2. Влияние механоактивации на окислительно-восстановительные свойства ГК

| Образец                              | Содержание АО – $\text{IKl} \cdot 10^{-1}$<br>мкмоль/л*мин | Суммарное содержание<br>кислых ионогенных групп в<br>ГК, мг- экв /г |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| ГК                                   | 2.31                                                       | 10.5                                                                |
| ГК МА                                | 3.05                                                       | 10.6                                                                |
| ГК + 3% $\text{KCl}$ / МА            | 6.3                                                        | 13.6                                                                |
| ГК + 3% $\text{K}_2\text{CO}_3$ / МА | 5.44                                                       | 9.8                                                                 |
| ГК + 3% $\text{KNO}_3$ / МА          | 4.22                                                       | 8.6                                                                 |
| ГК+3% $\text{Na}_3\text{PO}_4$ / МА  | 4.15                                                       | 12.6                                                                |
| ГК + 1% $\text{CuSO}_4$ /МА          | -                                                          | 12.0                                                                |
| ГК+ 3% $\text{CuSO}_4$ /МА           | -                                                          | 14.4                                                                |

(диспергирование, вибрация), температурным и химическим (добавление ПАВ, электролитов, высокомолекулярных соединений) воздействиям, что позволило сформулировать основные научные положения физико-химической механики торфа, обеспечивающей регулирование процессов образования, деформации, течения и разрушения пространственных структур в различных технологических операциях (добыча, переработка, формование, сушка).

Торф в естественном состоянии - вязкопластичное реологическое тело. Особенности деформирования торфа зависят от степени развития и прочности пространственных структур. При малых концентрациях сухого вещества ( $c < 10\%$ ) торфяные дисперсии можно отнести к классу жидкообразных структурированных, а при  $c > 10\%$  - к твердообразным условно-пластичным системам с коагуляционной структурой. Такие структуры образуют обломки структур – переплетения растений-торфообразователей, а также агрегаты (ассоциаты) продуктов распада.

Для проведения реологических исследований смесей торфа и других сыпучих материалов разработаны и освоены новые оригинальные методики и приборы.

Рассмотренные выше представления о структуре и свойствах торфа положены в основу новых технологий его добычи, переработки и использования. Уже четко определены следующие направления использования торфа: энергетическое, сельскохозяйственное, химико-технологическое, медицинское, природоохранное [4-8].

В разных странах торф получил самое широкое применение в сельском хозяйстве для производства органических и органоминеральных удобрений, гуминовых мелиорантов, биостимуляторов, удобрительных смесей, питательных грунтов, торфяных горшочков, торфяных субстратов и гранулированных торфоминеральных удобрений. Созданы теоретические основы для построения наукоемких технологий преобразования торфяного сырья в новые виды органических и органоминеральных удобрений,

мелиорантов почв и питательных смесей, в том числе и смесей для борьбы с опустыниванием земель. Изучены процессы взаимодействия торфа с полужидким навозом и птичьим пометом, динамика биохимических и микробиологических режимов при компостировании смесей, взаимодействии их с минеральными добавками. Создана специальная технология, позволяющая производить полнокомпонентные органоминеральные удобрения, мелиоранты почв и другие органогенные материалы целевого назначения с заданными свойствами.

В работе проанализированы основные свойства торфа и его компонентный состав, установлены корреляционные связи между основными признаками торфа, выделены две группы показателей, определяющих природу торфа и его структуру. Трансформация физико-химических свойств торфа при использовании торфяных месторождений приводит к изменению агрофизических показателей торфа, гранулометрического состава, гидрофильности, компактности агрегатов, энергии меж- и внутриагрегатных связей, механизма переноса энергии и влаги, изменяется диффузионный и капиллярный потоки влаги, теплопроводность в торфяных системах.

Изменение этих свойств особенно усиливается при неправильном сельскохозяйственном использовании торфяных месторождений, что интенсифицирует минерализацию органического вещества, уменьшает роль капиллярных явлений в формировании структуры торфа, приводит к развитию ветровой и водной эрозии.

Не менее актуальной нерешенной общеевропейской проблемой является сохранение органогенного слоя торфяных месторождений, мощность которого под воздействием процессов усадки, минерализации и дефляции ежегодно уменьшается на  $1 \approx 2$  см. Истощение торфяного слоя вызывает ряд негативных процессов и явлений на прилегающих к мелиорированным болотам землях и приводит к нарушению экологического равновесия в природной среде: падению уровня грунтовых вод, пересыханию малых рек, выпадению ценных растительных ассоциаций, ухудшению

Методом потенциометрического титрования определено содержание кислых ионогенных групп. На дифференциальных кривых титрования наблюдалось три четких перегиба в области pH 10÷11 (фенольные гидроксилы), pH 6,5÷9,5 (карбоксильные группы при ароматическом кольце), pH 2,5÷6,5 (карбоксильные группы при углеводородных цепочках). Количество функциональных групп в исходных и модифицированных образцах ГК изменяется в ряду  $ArOH > ArCOOH > AlkCOOH$  (табл. 1).

Механоактивация ГК в присутствии биофильных реагентов приводит к увеличению содержания функциональных групп. Общая кислотность после механоактивации изменяется в ряду:  $GK + KCl / MA > GK + K_2CO_3 / MA > GK / MA > GK_{исх} > GK + Na_3PO_4 / MA > GK + KNO_3 / MA$ . Отмечено, что наибольшей общей кислотностью обладают механоактивированные ГК с хлоридом калия и с карбонатом калия.

Установлено влияние концентрации солей  $MgSO_4$  и  $KCl$  (0,5, 1, 2, 3%) в процессе механоактивации ГК (рис.1). С увеличением концентрации  $MgSO_4$  повышается содержание кислых ионогенных групп, что способствует увеличению общей кислотности.

Таблица 1. Содержание функциональных групп в модифицированных гуминовых кислотах с биофильными элементами

| Образец                                                                                                                                                               | Содержание, мг-экв/г |         |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------|----------|
|                                                                                                                                                                       | Ar–OH                | Ar–COOH | Alk–COOH |
| ГК исх.                                                                                                                                                               | 5.6                  | 3.3     | 1.6      |
| ГК МА                                                                                                                                                                 | 5.0                  | 3.4     | 2.2      |
| ГК + 3%KCl / МА                                                                                                                                                       | 6.6                  | 4.2     | 2.8      |
| ГК + 3%K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> / МА                                                                                                                            | 6.6                  | 3.8     | 2.2      |
| ГК + 3%KNO <sub>3</sub> / МА                                                                                                                                          | 4.8                  | 2.4     | 1.4      |
| ГК+3%Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> / МА                                                                                                                             | 6.6                  | 2.4     | 0.8      |
| ГК + 1% CuSO <sub>4</sub> /МА                                                                                                                                         | 7.2                  | 4       | 0.8      |
| ГК+ 3% CuSO <sub>4</sub> /МА                                                                                                                                          | 8.0                  | 4.8     | 1.6      |
| <i>Примечание: Ar–OH - фенольные гидроксилы, Ar–COOH - карбоксильные группы при ароматическом кольце, Alk–COOH - карбоксильные группы при углеводородных цепочках</i> |                      |         |          |

Как показали производственные испытания, оксидат сфагнового торфа может быть использован для защиты растений от патогенов, что позволит снизить пестицидную нагрузку и получить более чистую овощеводческую продукцию.

#### ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ, ОБОГАЩЕННЫХ БИОФИЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Савельева А.В., Юдина Н.В., Мальцева Е.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, Томск, Россия

[anna@ipc.tsc.ru](mailto:anna@ipc.tsc.ru)

Гуминовые кислоты (ГК), содержащиеся во всех природных средах, включая природные воды, почвы, торфы, сапропели и угли, выполняют важные экологические функции в биосфере. Интерес к исследованию ГК, обладающих свойством аккумулировать питательные вещества и микроэлементы и связывать в прочные комплексы ионы металлов, постоянно возрастает [1, 2].

Для эффективного использования ГК, как в растениеводстве, так и в промышленности, необходимо перевести эти вещества в растворимое состояние и повысить их реакционную активность. В настоящее время наиболее эффективным методом переработки природного сырья может служить механохимическая активация.

Цель данной работы – исследование влияния минеральных добавок при механоактивации на химический состав и свойства гуминовых кислот.

В качестве объектов исследования выбраны ГК верхового торфа Томской области со степенью разложения 10%, зольностью 5 %. С целью изменения состава и свойств ГК применен метод механоактивации (МА) в лабораторной мельнице активаторе АГО-2С. Модифицирующими реагентами служили соли, содержащие биофильные элементы (К, Na, N, P, Mg), а также соли тяжелых металлов ( $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ).

микроклимата, увеличению эвтрофикации вод в реках и озерах. Снижение уровня грунтовых вод на территориях, прилегающих к мелиорированным болотам, часто приводит к снижению плодородия песчаных почв, ранее использовавшихся под пашню, и появлению вторично развеваемых песков.

При интенсивном развитии процессов минерализации водорастворимые продукты разложения торфа попадают в водоприемники и загрязняют воду, которую потребляет население далеко за пределами мелиоративных объектов. По рекам Припять и Днепр в Черное море с осушенных болот ежегодно поступает около 1.5 млн т минеральных и до 700 тыс. т агрессивных водорастворимых органических веществ.

Сформированные в результате освоения торфяных месторождений ландшафты характеризуются однообразием, не способствуют сохранению биоразнообразия и поэтому нуждаются в значительном преобразовании. Особую ценность для общеевропейских и общепланетарных биосферных процессов имеют болотные и пойменные ландшафты. Однако в связи с развитием мелиорации, добычей полезных ископаемых, строительством дорог, поселков и коммуникаций торфяные месторождения испытывают большую антропогенную нагрузку. Многие из них прекратили выполнение своих биосферных функций.

В заключение следует отметить, что освоение торфяных месторождений для нужд сельского хозяйства, промышленности, энергетики, охраны окружающей среды, медицины, химической технологии в последние годы приобретает особую актуальность, что подтверждается разработкой и принятием Государственной программы по торфу и сельскохозяйственному освоению переувлажненных земель [4]

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лиштван И. И., Базин Е. Т., Гамаюнов Н. И., Терентьев А. А. Физика и химия торфа. М.: Недра. 1980. 304 с.

2. Косов В. И., Беляков А. С., Белозеров О. З., Гогин Д. Ю. Торф, ресурсы, технологии, геоэкология. М.: "Наука". 2007. 451 с.

3. Томсон А. Э., Наумова Г. В. Торф и продукты его переработки. Минск: Белорусская наука. 2009. 328 с.

4. Лиштван И. И. Торфяные и сапропелевые ресурсы как основа Государственной программы "Торф". Энергетическая стратегия. 2008. № 2. С. 10.

5. Косов В. И., Золотухин А. П. От геоэкологии до нанотехнологий. СПб.: изд. политехн. ун-та. 2010. 365 с.

6. Лиштван И. И., Гаврильчик А. П., Фалюшин П. Л. Твердые горючие ископаемые Беларуси и практическое использование. // ХТТ. 2006. № 1. С. 1.

7. Лиштван И.И. Исследование физических, химических свойств торфа и его биологической активности. // ХТТ. 2002. № 2. С. 5.

8. Лиштван И. И. Физико-химия, переработка и использование твердых горючих ископаемых Беларуси, развитие работ по охране окружающей среды. "Наука Беларуси в XX столетии". Минск: Белорусская наука. 2001. С. 527.

9. Лиштван И.И. Твердые горючие ископаемые в решении проблем энергетики сельского хозяйства и охраны окружающей среды. // Торф и бизнес. 2006. № 2 (4), С. 12.

10. Лиштван И. И., Гаврильчик А. П., Фалюшин П. Л. Твердые горючие ископаемые Беларуси и их практическое использование. // ХТТ. 2006. № 1. С. 1.

11. Лиштван, И. И., Круглицкий, Н. Н., Третинник, В. Ю. Физико-химическая механика гуминовых веществ. Минск. Наука и техника. 1976. 264 с.

12. Абрамец, А. М., Лиштван, И. И., Чураев, Н. В. 1992. Массоперенос в природных дисперсных системах. Минск. Наука и техника. 1992. 288 с.

Таблица 3. Влияние оксидата сфагнового торфа на рост грибной культуры *Fusarium oxysporum* и бактериальной культуры *Ervinia caratavora*

| Препарат                       | Концентрация<br>препарата | Торможение роста колоний, % к<br>контролю |                           |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|
|                                |                           | <i>Fusarium<br/>oxysporum</i>             | <i>Ervinia caratavora</i> |
| Оксидат<br>сфагнового<br>торфа | 0,01                      | 1,7                                       | 23,1                      |
|                                | 0,05                      | 20,3                                      | 73,5                      |
|                                | 0,10                      | 48,9                                      | 87,5                      |
|                                | 0,20                      | 83,1                                      | 97,8                      |

Установлено, что оксидат сфагнового торфа в концентрации 0,2 % подавляет развитие чистых культур грибной инфекции на 83,1 %, а бактериальной – на 97,8 %, т.е. обладает ярко выраженной фунгицидной и бактерицидной активностью.

Производственные испытания препарата, проведенные в тепличном комбинате МОУСП Старо-Борисов при выращивании томатов сорта Раиса, показали высокую эффективность применения нового гуминового препарата для защиты растений томатов от бактериозов, табл. 4.

Таблица 4. Эффективность применения оксидата сфагнового торфа против бактериоза томатов

| Вариант опыта               | Концентрация<br>препарата, % | Дата наблюдения |      |       |       |       |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------|------|-------|-------|-------|
|                             |                              | 16.06           | 7.07 | 16.07 | 17.08 | 27.08 |
| Пораженность бактериозом, % |                              |                 |      |       |       |       |
| Оксидат<br>сфагнового торфа | 0,2                          | 0,8             | 2,0  | 4,3   | 5,0   | 5,8   |
| Азофос (эталон)             | 0,4                          | 1,0             | 3,3  | 4,8   | 7,8   | 11,8  |
| Контроль (без<br>полива)    | –                            | 3,8             | 8,3  | 11,0  | 14,5  | 16,3  |
| НСР <sub>0,5</sub>          |                              | 0,7             | 1,1  | 3,0   | 2,6   | 3,9   |
| Биологическая активность, % |                              |                 |      |       |       |       |
| Оксидат<br>сфагнового торфа | 0,2                          | 78,9            | 75,9 | 60,9  | 65,5  | 64,4  |
| Азофос (эталон)             | 0,4                          | 73,7            | 60,2 | 56,4  | 46,2  | 27,6  |

Примечание: Даты обработки растений: 1-й – 9.06; 2-й – 16.06; 3-й – 7.07; 4-й – 16.07; 5-й – 22.07.

4,5 раза больше, чем из фульвокислот. Следует отметить также существенный вклад фракции пектинов в образование свободных фенольных соединений в оксидатах. Возможно, фенольные соединения находятся в пектиновом комплексе в форме фенолгликозидов.

Таким образом, окисление торфа приводит к обогащению оксидатов свободными фенольными соединениями, которые образуются в результате деструкции гуминовых кислот, негидролизуемого остатка, пектинов и фульвокислот. Установлено, что в результате окислительной деструкции природных полимеров торфа образуются, главным образом, фенолкарбоновые кислоты. Так, в оксидатах общее содержание фенольных соединений составляет 4,0 % от ОВ, а на долю этих кислот приходится до 2,2 % от ОВ, что составляет более 50 % от их общего содержания в препарате.

Состав и содержание фенолкарбоновых кислот в опытном образце нового оксидата представлены в табл. 2.

Таблица 2. Содержание фенолкарбоновых кислот в оксидате сфагнового торфа

| Кислота         | Содержание в препарате |         |
|-----------------|------------------------|---------|
|                 | % от суммы кислот      | % от ОВ |
| Ванилиновая     | 6,9                    | 0,15    |
| п-оксибензойная | 33,8                   | 0,75    |
| м-оксибензойная | 2,5                    | 0,05    |
| Сиреневая       | 8,2                    | 0,18    |
| Кумаровая       | 36,6                   | 0,81    |
| Феруловая       | 0,9                    | 0,02    |
| Протокатеховая  | 0,9                    | 0,02    |
| Салициловая     | 9,7                    | 0,22    |
| Сумма           | 100,0                  | 2,20    |

Следовательно, оксидат сфагнового торфа содержит широкий спектр фенолкарбоновых кислот, многие из которых обладают фунгицидными и бактерицидными свойствами.

Результаты опытов, проведенных совместно с Институтом защиты растений НАН Беларуси на чистых культурах возбудителей грибной (*Fusarium oxysporum*) и бактериальной (*Ervinia caratavora*) инфекции, представлены в табл. 3.

## О ПЕРСПЕКТИВАХ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ ТОРФЯНЫХ РЕСУРСОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Лиштван И.И.

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Белоруссия

[nature@ecology.basnet.by](mailto:nature@ecology.basnet.by)

В Республике Беларусь постоянно отмечается высокое научное и важное прикладное (народно-хозяйственное и геоэкологическое) значение освоения торфяных месторождений для решения топливно-энергетических, сельскохозяйственных, химико-технологических, природоохранных проблем социально-экономического развития страны.

Торфяные месторождения Беларуси, а их более 9 тыс., занимают около 14% территории республики (2,4 млн га) с геологическими запасами около 4,0 млрд т, (слайд 4). Их освоение, как национального достояния страны, должно быть приоритетным, экологически обоснованным и соответствовать основным задачам социально-экономического развития страны. Именно эти направления и определяют важность Государственной программы "Торф" на 2008-2010 годы и на период до 2020 года, утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь в соответствии с Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 "Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства" и предусматривают увеличение доли использования в республике местных топливно-энергетических ресурсов (а это в основном древесные и торфяные ресурсы) в производстве электрической и тепловой энергии (в 2015 году до 30%).

Важную роль в использовании и охране торфяных месторождений сыграло Постановление Совета Министров Республики Беларусь: «О схеме рационального использования и охраны торфяных ресурсов на период до 2010 года» (25 ноября 1991 г. № 440). В настоящее время разрабатывается новая схема на период до 2030 года.

Для развития торфяной отрасли важным является и постановление «О некоторых вопросах добычи торфа и оптимизации особо охраняемых природных территорий». Этим постановлением предписывается в установленном порядке исключать из особо охраняемых территорий земельные участки восьми торфяных месторождений площадью 3350 га из 108 807 га, охраняемых на этих месторождениях и являющихся сырьевыми базами действующих торфопредприятий. Организации Минэнерго разрабатывают на 43 торфяных месторождениях 10 тыс. га, а 43 тыс. га перспективных земель для добычи торфа требуют официального отвода. В целом промышленные запасы торфа оцениваются в 600 млн т. При объемах ежегодной добычи примерно в 5 млн т обеспеченность ресурсами составит 120 лет, без учета ежегодного прироста запасов, так как торф медленно возобновляемый природный ресурс.

Важную роль в обеспечении сельского хозяйства и других отраслей экономики необходимыми материалами и продуктами имеют сапропелевые ресурсы пресноводных водоемов и залегающих под торфом. Общие запасы составляют 4 млрд м<sup>3</sup>.

В настоящее время определены ресурсы торфяного сырья для производства продукции при комплексном освоении торфяных месторождений и возможные объемы его производства из 1 т торфа. Эффективность мелиорации увлажненных земель в Республике Беларусь оценивается высоко. На мелиорированных почвах производится более 30% растениеводческой продукции и около 65-70% травяных кормов. Некоторые виды торфяной и сапропелевой продукции и объемы производства представлены в докладе.

Основные направления развития научных и прикладных работ по торфу предусматривают:

- оценку торфяных ресурсов по качественным показателям сырья и распределение их по целевым фондам;

является конституционной составляющей гуминовых веществ, лигнина и других высокомолекулярных соединений, а их превращения в низкомолекулярные фенольные соединения связаны с глубокой химической деструкцией.

Для обогащения гуминового препарата свободными фенольными соединениями использовали метод окисления торфа в присутствии катализаторов, что позволяет получить целевые продукты с содержанием низкомолекулярных фенольных соединений до 2,5 %.

Торф является многокомпонентным природным продуктом, включающим, кроме гуминовых веществ, битумы, пектины, целлюлозу, лигнин, поэтому представлялось важным изучить вклад его отдельных органических компонентов в образование свободных фенольных соединений при окислении. В этих целях из сфагнового торфа со степенью разложения 20–25 % были выделены фракции гуминовых кислот, фульвокислот, пектинов и негидролизуемого остатка (лигнина). В результате окисления отдельных фракций торфа получены оксидаты, в составе которых определено содержание свободных фенольных соединений (табл. 1).

Таблица 1. Влияние отдельных компонентов сфагнового торфа на выход фенольных соединений при его окислении

| Наименование компонента | Содержание фенольных соединений |                         |
|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                         | мг/мл раствора                  | мг/1 г компонента по ОВ |
| Гуминовые кислоты       | 6,72                            | 67,2                    |
| Лигнин                  | 3,072                           | 39,82                   |
| Фульвокислоты           | 1,536                           | 13,65                   |
| Пектины                 | 3,072                           | 37,69                   |

Установлено, что наибольший вклад в сумму фенольных соединений оксидата торфа вносят гуминовые кислоты, учитывая, что из их фракции выход фенольных соединений в 2 раза больше, чем из фракции лигнина и в

межотраслевой перенос технологии и применение ее в производстве огнетушащих порошков, получении антислеживающих добавок для бутадиен-нитрильных каучуков, фторопластов, а также некоторых видов минеральных удобрений.

Разработанный метод достаточно хорошо адаптируется в технологический процесс производства гипсового вяжущего материала. Эксперименты, по обжигу двуводного гипса с торфяными гидрофобизаторами полностью подтверждают это предположение. Применение разработанного метода с оптимизацией количественного состава торфяных добавок, позволило получить гидрофобно-модифицированное гипсовое вяжущее обладающее низкой сорбционной способностью по водяному пару и марочной прочностью.

#### ПРЕПАРАТ ФУНГИЦИДНОГО И БАКТЕРИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ИЗ СФАГНОВОГО ТОРФА

Наумова Г.В., Жмакова Н.А., Макарова Л.Л., Овчинникова Т.Ф.

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

[zhmakova@mail.ru](mailto:zhmakova@mail.ru)

Разработка и использование экологобезопасных средств защиты растений – одна из важных и актуальных задач современного растениеводства.

Сфагновый торф, как известно, содержит фенольные соединения, значительный научный и практический интерес представляло изучение возможности получения на его основе эффективных средств защиты растений от грибных и бактериальных инфекций. Фенольные соединения в сфагновом торфе присутствуют в виде таких природных полимеров, как гуминовые вещества и лигнин, но также в виде низкомолекулярных свободных соединений. Последние представлены ароматическими альдегидами, аминами, флавонолами, катехинами, фенолкарбоновыми кислотами и др. соединениями. Однако значительно большая их часть

- развитие торфодобывающих и торфоперерабатывающих производств для нужд энергетики, сельского хозяйства, химической технологии, охраны окружающей среды, глубокой переработки органического вещества торфа и сапропеля;

- строительство горно-химического комбината по глубокой комплексной переработке (включая термобioхимическую) торфа (т.м. «Славное»);

- увеличение использования торфа и сапропеля, продуктов их переработки в сельском хозяйстве, повышение эффективности освоения торфяных месторождений в качестве сельскохозяйственных земель;

- развитие особоохраняемых территорий на торфяных месторождениях с учетом запасов, состава, свойств торфа и гидрологии торфяных месторождений и торфяных болот;

- оценку фактической роли охраняемых торфяных земель в минимизации воздействия хозяйственной деятельности на ландшафтное и биологическое разнообразие и оценку воздействия освоения торфяных месторождений на окружающую среду;

- разработку в срок до 2016 года новой «Схемы рационального использования и охраны торфяных месторождений и торфяных болот на период до 2030 года, включая их распределение по целевым фондам».

Учитывая изложенное и зная возможности торфа и сапропеля в получении разнообразных продуктов и материалов для нужд энергетики, сельского хозяйства, охраны окружающей среды, химической технологии, бальнеологии и др. в Республике Беларусь разработаны и действуют специальные программы по проблемам изучения и комплексного использования торфяных и сапропелевых ресурсов:

- Минприроды совместно с Минэнерго принять меры по выполнению Постановления Совета Министров Республики Беларусь № 734 от 17.06.2011 г. «О некоторых вопросах добычи торфа и оптимизации системы особоохраняемых территорий», принятого по предложению Минприроды;

- разработать проект и осуществить на т/м «Славное» строительство горно-химического комбината по глубокой комплексной переработке торфа, в качестве инновационного проекта (начало работ - 2014 год);

- включить в программу освоения месторождений полезных ископаемых и развития минерально-сырьевой базы Республики Беларусь на 2011-2015 годы и на период до 2020 года торфоразведочные работы по инвертизации запасов торфа и оценке перспектив использования торфяных месторождений с нераспределенными запасами торфа;

- проработать вопрос о формировании проекта научно-технической программы Союзного государства Беларуси и России, направленной на развитие комплексного использования торфа и торфяных месторождений;

- рассмотреть вопрос в части расширения и повышения эффективности применения комплексных гуминовых микроудобрений «Элегум», гуматов кали и др. гуминовых препаратов, кормовых добавок на основе сапропелей, гранулированных торфоминеральных удобрений, торфяных почв в сельском хозяйстве Республики Беларусь;

- разрабатывать предложение о предании статуса и установлении режима особо охраняемым природным территориям на торфяных месторождениях и торфяных болотах с учетом запасов, вида, состава и свойств торфа и гидрологии сопредельных территорий;

- обеспечить увеличение объема финансирования Института природопользования НАН Беларуси на закупки оборудования для развития материально-исследовательской базы по оценке и управлению качественными показателями продуктов комплексной глубокой переработки торфа и сапропеля;

- проработать вопрос о возможном проведении Международного торфяного конгресса в Республике Беларусь (предложено и одобрено Президиумом НАН Беларуси).

В заключение позвольте еще раз подчеркнуть, что Республика Беларусь располагает значительными торфяными и сапропелевыми ресурсами,

окружающего воздуха), а также в процессе поглощения цементным зерном углекислого газа. Но в таком случае его содержание должно быть минимальным - ниже чем основных химических элементов цементного клинкера (Ca, Si, O, Fe, Mg, Al). Анализ относительного изменения содержания элементов по линии сканирования (3 мкм) позволил установить, что количество углерода в приповерхностном слое при переходе от одного минерального зерна к другому увеличивается от 3 до 9 раз. Причем интенсивность распределения углерода сопоставима по величине с основными элементами клинкера – кальцием, кремнием и алюминием.

Таким образом, результаты электронно-микроскопических исследований подтверждают факт нанесения углеродсодержащего материала на поверхность минеральных частиц. Необходимо обратить внимание на то, что наличие битумных пленок на цементных частицах не приводит к их слипанию (что проявляется у нефтяных битумов), а, наоборот, повышает сыпучесть порошка.

Несмотря на высокие качественные характеристики полученного модельного гидрофобно-модифицированного цемента, применение данного метода в представленном виде в промышленности крайне проблематично по ряду причин технологического и экономического характера.

Для применения разработанного метода в промышленном производстве необходима его адаптация под существующие технологические процессы, либо их минимальное изменение. Также требуется приведение количественного состава цемента в соответствие с требованиями стандартов качества, действующих в строительной отрасли. Наиболее приемлемым подходом будет являться получение на основе разработанного принципа гидрофобно-модифицирующих концентратов, введение которых в минимальных дозировках (не более 0,3...0,5%) можно осуществлять в шаровую мельницу при помоле компонентов цемента. В этом случае будет наблюдаться побочный положительный эффект сокращения времени помола, за счет увеличения размоловоспособности шихты. Также возможен

цемента. Обнаружение органических пленок на поверхности обрабатываемого минерального материала является достаточно сложной научно-технической задачей. На настоящий момент об их формировании можно судить только по косвенным показателям – водоотталкивающему (в том числе и по отношению к водяному пару) эффекту в гидрофильном минеральном материале и появлению углерода на его поверхности.

Для теоретической оценки толщины покрытия на частицах был изготовлен модельный образец гидрофобно-модифицированного цемента по методике, позволяющей обеспечить формирование его водоотталкивающих свойств только за счет жидких битумных компонентов, распределенных по их поверхности. Начальная концентрация гидрофобного компонента равнялась 3 %. Используя экспериментальные данные, была рассчитана толщина битумной пленки на частицах цемента. Исходя из материального баланса компонентов смеси, принимая шаровидную форму частиц, зная их средний диаметр, и при условии формирования на их поверхности сплошного покрытия, толщина пленки должна составлять 12 нм. Полученное расчетное значение толщины пленки очень близко к размеру агрегатов асфальтеновых комплексов - 2,2...10 нм. При условии внесения меньшего количества органической добавки толщина пленки будет уменьшаться, однако наименьшая концентрация, при которой начинает проявляться эффект гидрофобизации, составляет 0,5 % (ожидаемая расчетная толщина пленки – около 2 нм).

Для создания объективной целостной картины образования сплошных пленочных покрытий на минеральном материале был проведен ряд экспериментов с использованием растрового электронного микроскопа JSM-7001F с катодом Шоттки (термополевая эмиссия). О наличии органической пленки на поверхности цементных зерен свидетельствует чрезвычайно высокое содержание углерода, который изначально не входит в состав цементного клинкера и гипса. Причем можно допустить попадание углерода на поверхность минеральных частиц с органической пылью (например, из

а перспективы их комплексного использования весьма значительны в энергетике, сельском хозяйстве, промышленности, охране окружающей среды, бальнеологии, медицине.

## ОСОБЕННОСТИ ВРЕМЕННОЙ И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ БОЛОТ ЗОНЫ СЕЗОННОГО ПРОМЕРЗАНИЯ

### ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Прейс Ю.И.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,

г. Томск, Россия

[preisyui@rambler.ru](mailto:preisyui@rambler.ru)

Изучение и использование торфяных ресурсов основано на знаниях о закономерностях развития болотообразовательного процесса, определяющих стратиграфию и свойства торфяных отложений. Хорошо изучены закономерности эндогенного развития болот, как саморазвивающихся экосистем, и их отклик на глобальные изменения климата голоцена, сходные в различных регионах Голарктики. Менее изучен региональный отклик болот, зависящий от типа климата и особенностей преломления его на ландшафтных уровнях разного масштаба.

Доклад посвящен особенностям временной и пространственно-временной динамики болот зоны сезонного промерзания Западной Сибири, обусловленным, прежде всего, палеокриогенными процессами в периоды похолоданий голоцена. Многократное и широкое распространение этих процессов, вызвавших значительные нарушения динамики болот, их стратиграфии и процесса торфонакопления, требуют создания новой парадигмы о закономерностях развития болотообразовательного процесса в регионах с континентальным климатом.

В начале доклада дается анализ особенностей работы методик реконструкции динамики палеогидрологического режима и датирования торфяных отложений в условиях континентального климата, акцентируется

внимание на необходимости учета высокой вероятности искажения данных реконструкций и значительных ошибок датирования, в связи с наличием перерывов торфонакопления, влиянием резких колебаний уровней болотных вод. Предлагается методика более объективных расчетов скорости прироста и аккумуляции торфа, его органического вещества и C, учитывающая перерывы торфонакопления, с использованием в качестве аналогов: соответствующих показателей соседних слоев торфа, отлагавшихся в благоприятных условиях, и данных датирования палеостратиграфических рубежей болот района исследования, а для комплексных пунктов опробования и данных их синхронизации.

Затем рассматривается системно-эволюционный методический подход поиска и определения вида палеокриогенных процессов в подстилающих почво-грунтах и торфяных отложениях, основанный на выявлении нарушений закономерностей аутогенного развития болот, комплексе индикаторов современных и палеокриогенных процессов в криолитозонах Западной и Средней Сибири и в возрасте их проявлений в голоцене.

Основная часть доклада посвящена характеристике и распространению различных видов палеокриогенных процессов в разных подзонах лесной зоны в периоды похолоданий голоцена, выявленных по данным детальных комплексных палеоэкологических исследований и датирования по  $^{14}\text{C}$  36 разрезов ключевых участков болот средней, южной тайги, подтайги и лесостепи и на основании анализа стратиграфических разрезов из многочисленных литературных источников и фондовых материалов геологической разведки торфяных месторождений. На основании полученных данных обосновывается наличие в Западной Сибири климатогенного типа болотообразовательного процесса, для которого характерны: автохтонное заболачивание дренированных элементов мезо- и микрорельефа минерального ложа; мезо- и олиготрофное заболачивание богатых почво-грунтов; значительная автономность развития и блоковый характер торфонакопления на фациальном и внутрифациальном уровнях;

гидрофобных покрытий – является торф, разведанные мировые запасы которого составляют около 500 млрд тонн, в том числе в Российской Федерации – около 186 млрд тонн (37 % от мировых запасов).

Органическое вещество торфа отличается чрезвычайно широким спектром групп химических соединений. Основным качественным показателем торфяного сырья, влияющим на групповой химический состав и характеризующим величину биохимического распада при накоплении в условиях высокой влажности и недостатке кислорода, является степень разложения. Кроме характеристик нативного торфа, его природная гидрофобность может снижаться или повышаться при глубокой химической переработке. Одним из направлений переработки является термическое воздействие, которое приводит к изменению химического состава компонентов органического вещества торфа, а именно, к увеличению содержания битумов.

Наиболее технологичным решением является осуществление этого процесса без перехода к анаэробным условиям в диапазоне температур от 453 до 493 °К. При таком подходе отпадает необходимость герметизации реакторной установки, так как процесс будет осуществляться в обедненной кислородом среде. Для этого, кроме компонентов шихты, дополнительно может вноситься инертный отошающий агент.

В качестве исходного сырья для получения модификатора применялся верховой сосново-пушицевый торф с изначальным содержанием экстрагируемых органическим растворителем соединений не менее 4 %. В результате проведенных операций органические частицы приобретали свойство органического носителя гидрофобных соединений. Следующим этапом являлось механическое внесение органических частиц в обрабатываемый материал (портландцемент) в концентрации 0,5...3 % и температурная активация полученной композиционной смеси. В результате активации смолистые продукты разложения извлекались из органических частиц торфа и сорбировались в виде пленок на минеральных частицах

## Литература

1. Мозгов Н.Е. Стимуляторы роста животных. М.: Знание, 1960. - 254 с.
2. Butyagin Yu. P.. Sov. Sci. Rev. B, Chem., 1989, p. 1, 14.

## ГИДРОФОБНАЯ МОДИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ТОРФА

Мисников О.С., Иванов В.А.

Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия,  
[oleg.misnikov@gmail.com](mailto:oleg.misnikov@gmail.com)

Большинство органических и минеральных дисперсных материалов, применяемых в промышленном производстве, обладают отрицательным свойством – потерей сыпучести (слеживаемостью) при хранении или длительной транспортировке. Слеживаемость обусловлена физическими и химическими процессами на поверхности частиц, приводящими к их фазовым контактными взаимодействиям. Зачастую присутствие водяных паров в окружающей среде ускоряет этот процесс. Это особенно актуально при хранении минеральных вяжущих строительных материалов (цемент, гипс, известь) и композиционных составов на их основе (сухие строительные смеси), минеральных удобрений, огнетушащих порошков. Сверхнормативное ухудшение физико-химических характеристик минеральных дисперсных материалов происходит в условиях высокой относительной влажности воздуха.

Известными способами защиты от вредного воздействия жидкой и парообразной влаги является хранение гигроскопичных материалов в сухих помещениях в герметичной полиэтиленовой таре, а также обработка их частиц изолирующими покрытиями или опудривание порошкообразными антислеживающими составами. В этом случае изолирующая защитная пленка, антислеживающий жидкий или твердый материал должны обладать высокой водоотталкивающей способностью – гидрофобностью. Одним из природных органических материалов – потенциальное сырье для получения

частые смены водных режимов и растительных сообществ, катастрофический, с потерей сукцессионных связей, характер смен растительных сообществ; катастрофическая олиготрофизация; резко выраженный пульсирующий характер аккумуляции торфа; перерывы аккумуляции торфа в результате перехода болот в субаквальное (многолетнемерзлое), а затем - в гипераквальное (талое) состояние; возвраты и псевдовозвраты на более минеротрофную стадию развития.

Особенности пространственно-временной динамики болот рассматриваются на микро- и мезоландшафтном уровнях. Приводятся данные, подтверждающие определяющее влияние дифференциации микрорельефа на формирование комплексных микрорельефов, через исходную неоднородность водных режимов, а разнотипного характера комплексов, через преломление климата элементами микрорельефа, обуславливающее разное физическое состояние (талое-мерзлое) почво-грунтов или торфяных отложений. Дается характеристика различных типов комплексов, стратиграфия и динамика которых зависят от строения микрорельефа дна. Делаются выводы о криогенной обусловленности региональной особенности распространения гетеротрофных (аапа) комплексов, типичных для северной тайги Голарктики, вплоть до подтайги и преимущественно термокарстовом генезисе вторичных озер не только в средней, но и в южной тайге.

Для мезоландшафтного уровня приводятся данные по стратиграфии и динамике Иксинской болотной экосистемы, на основании которых предлагается разделить региональный «нарымский» тип олиготрофных болот на классический, предбореально-бореального возраста, с аутогенным характером развития, и новый, атлантико-суббореального возраста, с климатически обусловленными нарушениями развития, для которого характерны: разновременность, разнотипность заболачивания многочисленных, мелкоконтурных генетических центров; дискретная поэтапная олиготрофизация растительного покрова, имеющая

катастрофический, площадной или сетчатый характер; преобладание комплексных фаций уже на ранних стадиях развития; разнообразие комплексов по стратиграфии, динамике и генезису; преобладание на олиготрофной стадии развития комплексов с разнотипными торфяными отложениями; блоковый характер торфонакопления и стратиграфии торфяных отложений; двуслойность торфяных залежей; наличие торфов с вторично измененными свойствами; многократные перерывы аккумуляции торфа; длительное проявление в морфологии и фациальной структуре болот элементов рельефа минерального ложа.

В связи с блоковым характером торфонакопления и разновозрастностью слоев торфа, залегающих на одной глубине, предлагается новый методический подход построения пространственно-временной модели болотных экосистем и приводятся результаты опробования этого подхода для Иксинской болотной экосистемы на основе данных детальной геологической разведки и датированных торфяных разрезов в виде серии карто-схем палеофитоценозов по семи хроносрезам. Согласно полученной модели, преобладал автохтонный характер заболачивания, инициация его олиго- и мезотрофного типа происходила при похолоданиях, а эвтрофного – при влажных потеплениях климата, активное заболачивание началось в период похолодания 4300 лет назад (л.н.), а формирования основной площади болота произошло в периоды похолодания около 3000 л.н. и последующего потепления около 2600 л.н. Таким образом, делается вывод, что в условиях континентального климата глобальному заболачиванию, как водоразделов, так и в целом Западно-Сибирской равнины, способствовали процессы многократного формирования и деградации многолетней мерзлоты, а также значительная дифференциация рельефа, создающая сочетание благоприятных условий для заболачивания в понижениях рельефа в периоды потеплений, а повышений – в периоды похолоданий.

пробы 397-М1).

Наибольшей каталитической активностью обладают образцы ГК1 и ФК1, наименьшей – ГК3 и ФК3. Такие изменения в поведении ГК и ФК в процессе ЭВ  $O_2$ , по-видимому, связаны с разной молекулярной структурой, зависящей от типа сырья.

В результате исследования изучено влияние гуминовых и фульвокислот на процесс электровосстановления кислорода. Анализ полученных данных показал, что результаты исследований образцов ГК-2 и ГК-3 незначительно отличаются, а результаты образцов ФК-2 и ФК-3 отличаются в 2 раза. В результате эксперимента установлено, что образец ГК-1 проявляет большую активность, которая превышает активность образца ФК-3 в три раза. Такие существенные изменения в поведении ГК и ФК в процессе электровосстановления кислорода, по-видимому, связаны с разной молекулярной структурой, зависящей от типа исходного сырья.

Показано, что все исследованные гуминовые вещества обладают достаточно высокой активностью. Предполагается, что данная активность обусловлена эффектом взаимодействия кислорода с центральным ионом металла. Очевидно, в данном случае ион металла, взаимодействуя с кислородом на поверхности электрода, оказывает каталитическое влияние на данный процесс. Об эффекте взаимодействия и каталитическом влиянии говорит и сдвиг потенциала волны электровосстановления кислорода в отрицательную область при добавлении образцов в раствор.

Установлено, что активность гуминовых кислот в процессе хранения увеличивается. Анализ результатов показал, что активность всех образцов увеличивается в 2 раза, за исключением образцов ГК-2 и ГК-3, результаты которых увеличиваются в 1,5 раза.

Установлено, что активность фульвокислот в процессе хранения увеличивается. Анализ результатов показал, что активность всех образцов увеличивается в 2 раза, за исключением образца ФК-1. Здесь произошло увеличение в 2,5 раза.

Экспериментальные исследования в данной работе проводились на вольтамперометрическом анализаторе «Анализатор АОА» (ООО «НПП Полиант» г. Томск, Россия) в комплекте с персональным компьютером. Методика основана на использовании вольтамперометрического метода, в частности, процесса электровосстановления кислорода (ЭВ  $O_2$ ), по которой вещества, имеющие восстановительную природу, реагируют с кислородом и его активными радикалами на поверхности индикаторного электрода. Увеличение тока ЭВ  $O_2$  по своему абсолютному значению свидетельствует о том, что исследуемые вещества реагируют с кислородом или его активными радикалами, сами окисляясь при этом. Степень увеличения тока ЭВ  $O_2$  являлась показателем каталитической активности исследуемых веществ.

В процессе проведения работы были выделены образцы гуминовых и фульвокислот, проведены исследования их каталитических свойств в процессе хранения. Полученные нами данные представлены в таблице.

Таблица. Суммарная каталитическая активность исходных образцов

| №    | Изменение антиоксидантной активности в процессе хранения |          |          |          |          |          |
|------|----------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|      | Даты исследования                                        |          |          |          |          |          |
|      | 29.06.11                                                 | 17.02.12 | 27.02.12 | 28.03.12 | 11.04.12 | 20.04.12 |
| ГК-1 | 3,17                                                     | 3,80     | 4,15     | 4,42     | 4,99     | 5,45     |
| ГК-2 | -                                                        | -        | -        | 3,25     | 3,72     | 3,92     |
| ГК-3 | -                                                        | -        | -        | 2,94     | 3,18     | 3,40     |
| ФК-1 | 2,35                                                     | 2,79     | 3,06     | 3,41     | 3,75     | 3,96     |
| ФК-2 | -                                                        | -        | -        | 2,73     | 2,86     | 2,94     |
| ФК-3 | -                                                        | -        | -        | 1,06     | 1,44     | 1,71     |
| №    | Изменение антиоксидантной активности в процессе хранения |          |          |          |          |          |
|      | Даты исследования                                        |          |          |          |          |          |
|      | 30.04.12                                                 | 11.05.12 | 17.05.12 | 24.05.12 | 29.05.12 | 01.02.13 |
| ГК-1 | 5,86                                                     | 6,02     | 6,35     | 6,48     | 6,76     | < 1      |
| ГК-2 | 4,26                                                     | 4,57     | 4,85     | 5,13     | 5,29     | < 1      |
| ГК-3 | 3,70                                                     | 3,97     | 4,28     | 4,49     | 4,69     | < 1      |
| ФК-1 | 4,29                                                     | 4,52     | 4,85     | 4,96     | 5,01     | < 1      |
| ФК-2 | 3,35                                                     | 3,52     | 3,95     | 4,00     | 4,16     | 3,64     |
| ФК-3 | 2,00                                                     | 2,20     | 2,50     | 2,63     | 2,70     | 2,45     |

Исследованные образцы условно подразделялись на три группы: ГК-1 и ФК-1 (шифр пробы 932); ГК-2, ФК-2 (шифр пробы – 933.2) и ГК-3, ФК-3 (шифр

## КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА И САПРОПЕЛЯ В БЕЛАРУСИ

Ракович В. А., Бамбалов Н. Н., Гайдукевич О. М., Коврик С. И., Курзо Б. В.,  
Наумова Г. В., Соколов Г. А., Томсон А. Э.

Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси,

г. Минск, Беларусь

[mire4@tut.by](mailto:mire4@tut.by)

Использование торфа и сапропеля в сельскохозяйственном производстве обусловлено большим разнообразием их природы, богатым составом органического вещества, благоприятными водно-физическими, физико-химическими и биологическими свойствами.

Многолетними исследованиями сотрудников Института, направленными на изучение фундаментальных свойств торфа и других каустобиолитов, создана теоретическая основа для разработки наукоемких технологий преобразования торфяного и сапропелевого сырья с целью повышения его агрономической и биологической ценности, производства различных видов органических и органо-минеральных удобрений, мелиорантов почв, питательных грунтов и субстратов, ростостимулирующих и других ценных материалов, столь необходимых в сельском хозяйстве.

Торф является богатым источником биологически активных соединений различной химической природы, однако наибольший интерес для получения биологически активных препаратов представляют его гуминовые вещества, которыми может быть представлено более 50 % органической массы.

Работами нашего института, благодаря исследованиям В.Е. Раковского и его научной школы, еще в конце прошлого века было установлено, что гуминовые вещества можно активизировать в процессе химической переработки торфа. Это явилось научной основой для разработки целого ряда регуляторов роста растений («Оксидат торфа», «Гидрогумат», «Оксигумат»), которые испытаны на многих сельскохозяйственных культурах нашего региона и за его пределами. В зависимости от вида культуры применение биологически активных гуминовых препаратов в малых дозах (от 2 до 5 л/га),

позволяет повысить урожайность выращиваемых культур на 15–30 % и значительно улучшить качество получаемой продукции. Так, в овощах снижается содержание нитратов на 20–50 %, в зерне повышается содержание клейковины, в картофеле – крахмалистость.

По разработкам нашего института в Беларуси (ОАО «Зеленоборское» Смолевичского района) организовано импортозамещающее промышленное производство комплексных гуминовых микроудобрений «ЭлеГум» производительностью 450 000 л/год.

Отмечена высокая эффективность применения микроудобрений «ЭлеГум» в некорневые подкормки озимой пшеницы в фазу начала кущения – осенью, также в стадию первого узла и в фазу выхода флагового листа. В сравнении с фоновым вариантом некорневые подкормки озимой пшеницы микроудобрением «ЭлеГум Бор–Медь» обеспечили прибавку урожайности зерна 5,4 ц/га, «ЭлеГум Медь–Марганец» – 6,0 ц/га, «ЭлеГум Цинк–Марганец» – 4,2 ц/га и «ЭлеГум Медь–Цинк» – 4,3 ц/га.

Предпосевная обработка семян «ЭлеГум Медь–Марганец» и «ЭлеГум Бор–Марганец» при возделывании ячменя обеспечивала повышение урожайности зерна в среднем на 2,4–4,2 ц/га.

В полевых опытах было установлено, что предпосевная обработка семян озимой пшеницы микроудобрением «ЭлеГум–Медь–Марганец» в дозе 3,0 л/т обеспечила прибавку урожайности зерна 4,–4,8 ц/га.

Удобрения включены в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, и поставляются сельскохозяйственным предприятиям АПК, а также фермерским хозяйствам, садоводам и огородникам как импортозамещающая и эффективная альтернатива иностранным аналогам.

Таким образом, получение биологически активных препаратов на основе торфа относится к ресурсосберегающим, эффективным методам его переработки, позволяя получать разнообразную гамму ценных продуктов.

6. Патент № 2514659 Стимулятор роста растений, обогащенный кальцием, способ его получения и способ обработки семян. / Касимова Л.В., Кравец А.В., Николаева Д.Л. - Опубл.20.02.2014.

## КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГУМИНОВЫХ И ФУЛЬВОКИСЛОТ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Маслов С.Г., Воронова О.А., Короткова Т.А.

ФГАОУ ВО НИ ТПУ, ИПР, Томск, Россия

[maslovsg@tpu.ru](mailto:maslovsg@tpu.ru)

Использование гуминовых веществ в сельском хозяйстве является одним из главных направлений комплексного использования торфяных месторождений, которыми так богата наша страна. Гуминовые вещества существенно стимулируют процессы роста живых организмов и способствуют повышению урожая сельскохозяйственных культур и продуктивности животных [1]. Применение гуминовых стимуляторов роста не только повышает скорость роста животных организмов, но и изменяет баланс расхода питательных веществ, увеличивая ту его часть, которая используется для накопления биомассы организмов.

Известно, что гуминовые и фульвокислоты проявляют каталитические свойства [2], но изменение этих свойств в процессе хранения не проводилось.

Целью данного исследования является анализ изменения антиоксидантной активности гуминовых и фульвокислот в процессе хранения.

Экспериментальная часть данной работы заключалась в определении влажности и зольности торфов, получении гуминовых и фульвокислот, определении их антиоксидантной активности. В качестве образцов использованы два вида торфов с различной степенью разложения; гуминовые и фульвокислоты, выделенные из ряда торфов: верховой сфагнум-фускум со степенью разложения 5% и магелланикум – 15 %.

Следует обратить внимание на то, что «Гумостим» не всегда положительно влияет на рост кормовых бобов. Так, во второй укос практически все представленные в таблице показатели меньше контрольных. В то время как использование гуминового препарата, обогащенного кальцием, приводит в оба срока укосов к значительному превышению морфометрических показателей кормовых бобов по сравнению с контролем.

Таким образом, обе исследованные концентрации нового препарата «Гумостим» с кальцием показали лучшие результаты при измерении морфометрических показателей по сравнению с контролем. Предпосевная обработка семян кормовых бобов гуминовыми препаратами из торфа позволит повысить биомассу кормовых бобов, а также их семенную продуктивность. Полученные данные свидетельствуют о необходимости проведения более масштабных полевых испытаний.

#### Литература

1. Попов А.И. Гуминовые вещества. Свойства, строение, образование./Под ред. Е.И. Ермакова. – СПб.: изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. 248 с.
2. Дурынина Е. П., Егоров В. С. Агрохимический анализ почв, растений, удобрений. М.: изд-во МГУ, 1998. 113 с.
3. Малиновский В. И. Физиология растений. Учеб. пособие. – Владивосток: изд-во ДВГУ, 2004. 106 с.
4. Кравец А.В. Влияние гуминового препарата с кальцием на начальный рост кормовых бобов в лабораторном опыте // Сборник научных докладов XVI международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии», 2013г. Новосибирск Часть I. С. 105-106.
5. Патент РФ № 2213452. Способ получения стимулятора роста растений. / Касимова Л.В. - Опубл. 10.10.03.

Исследованиями установлено, что торф содержит целый комплекс фенольных соединений, при этом большинство фенолов торфа связано в лигно-гуминовый комплекс, частичную деструкцию которого можно осуществить при окислении торфяного сырья. Этим способом были разработаны новые средства защиты растений от патогенов, обладающие фунгицидными и бактерицидными свойствами, консерванты плющеного зерна и зеленых кормов, используемые при их силосовании, которые позволили заменить зарубежные аналоги, не уступая им по качеству. В настоящее время организовано производство консерванта «Гумоплюс», широко используемого на практике в хозяйствах Беларуси.

Исследование антиоксидантных свойств гуминовых и фульвокислот явилось научной основой для разработки биологически активных кормовых добавок для улучшения обмена веществ и снятия оксидативного стресса. Применение кормовых добавок позволяет повысить продуктивность сельскохозяйственных животных и их иммунитет.

Многие гуминовые препараты, разработанные в Институте, были многосторонне исследованы фармакологами, физиотерапевтами, бальнеологами, дерматологами и др., что позволило существенно расширить диапазон их применения. Так, на основе препарата «Оксидата торфа+» разработана серия косметологической продукции в виде мыла, кремов, гелей, шампуней, экстрактов для ванн.

Лечебные торфяные и сапропелевые грязи прошли комплекс токсиколого-гигиенических испытаний, разрешены и выпускаются для лечебных целей, используются в лечебных заведениях и курортах республики, а также реализуются через аптечную сеть. Их различные лекарственные формы применяются для лечения хронических дерматозов (псориаза, нейродермита, экзем, трофических язв, тромбофлебита), в комплексной терапии опорно-двигательного аппарата, ревматоидных артритов, язвенной болезни желудочно-кишечного тракта, дыхательных

путей, заживлении ожогов, гнойных ран и эрозий при фонофорезе, электрофорезе, ультрафиолетовом облучении.

Торф используется также в качестве твердого топлива, перспективные запасы его оцениваются в 3,3 млрд т. Последние исследования показали возможность получения качественной гранулированной продукции топливного назначения из торфа небольшой степени разложения и отходов сельского хозяйства.

Разработанные в институте сорбционные материалы на основе торфа используются для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на воде и почве, снижения концентрации токсичных веществ в воздухе животноводческих помещений, мясоперерабатывающих предприятий, в почвенных объектах и др.

Полученные в институте обширные сведения по вещественному составу сапропеля дают возможность типизации современного осадконакопления и районирования территории республики по характеру лимногенеза. Предложен новый способ и технологические схемы освоения месторождений сапропеля в малых озерах и залегающих под торфом. Запатентован скреперный ковш для осуществления добычи сапропеля канатным скреперованием с низкими удельными энергозатратами. Разработаны методические подходы по энергетической и геолого-экономической оценкам целесообразности освоения месторождений сапропеля разных типов и условий залегания.

В институте проводятся работы по реализации международного проекта устойчивого производства биомассы, а также топлива на ее основе, посредством внедрения новой концепции управления повторно заболоченными торфяными месторождениями.

Применение комплексной переработки торфа и сапропеля в ближайшем будущем открывает большие возможности существенного удешевления производства и расширения перечня новых видов продукции глубокой химико-технологической переработки.

биологических повторностей растений. Статистическую обработку данных проводили с применением методов параметрической статистики.

Полученные данные свидетельствуют о том (табл.), что гуминовые препараты увеличивают высоту растений (на 3-14%), количество листьев и сухую массу (на 7-10 и 19-40% соответственно). Увеличивается количество генеративных органов (цветов и бутонов) на 15-79%, что свидетельствует о повышении семенной продуктивности опытных растений. Так же, как и в лабораторном опыте, в полевых условиях выделился вариант с применением «Гумостима» с кальцием в концентрации 0,001% при анализе показателей первого укоса. При анализе морфометрических данных второго укоса немного лучшим оказался вариант с обработкой семян «Гумостимом» с кальцием в концентрации 0,0001%. То есть, обе испытанные концентрации «Гумостима» с кальцием показали положительный эффект.

Таблица. Влияние предпосевной обработки гуминовыми препаратами из торфа на морфометрические показатели кормовых бобов

| Вариант                          | Высота растений, см | Сухая масса 1 растения, г | Количество листьев, шт. | Количество генеративных органов, шт. | Суммарная сухая масса варианта, г |
|----------------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 укос                           |                     |                           |                         |                                      |                                   |
| 1. Контроль (вода)               | 25,88±1,52          | 2,14±0,28                 | 8,88 ±0,46              | 8,62±1,87                            | 17,12                             |
| 2. «Гумостим» 0,001%             | 26,75±1,45          | 2,01±0,24                 | 9,5 ± 0,46              | 12,62±3,47                           | 16,08                             |
| 3. «Гумостим» с кальцием 0,001%  | 29,60±2,59          | 2,92±0,39                 | 9,8 ±0,67               | 15,4±2,57                            | 29,20                             |
| 4. «Гумостим» с кальцием 0,0001% | 28,0±2,75           | 2,55±0,40                 | 9,61 ±0,68              | 13,33±3,64                           | 22,95                             |
| 2 укос                           |                     |                           |                         |                                      |                                   |
| 1. Контроль (вода)               | 54,43±5,03          | 2,28±0,18                 | 7,57±0,53               | 14,14±3,05                           | 15,96                             |
| 2. «Гумостим» 0,001%             | 46,29±7,78          | 1,66±0,71                 | 7,14±0,75               | 10,29±3,95                           | 11,62                             |
| 3. «Гумостим» с кальцием 0,001%  | 52,22±3,07          | 3,09±0,37                 | 7,89±0,41               | 16,22±3,49                           | 27,81                             |
| 4. «Гумостим» с кальцием 0,0001% | 53,52±5,79          | 3,19±0,48                 | 8,32±0,72               | 18,59±5,00                           | 28,71                             |

роста и развития надземных органов и корней растений. Потребность в нём проявляется и в фазе прорастания, и в течение всего периода активного роста [2]. Кальций используется в растительных клетках как вторичный посредник для контролирования многих процессов (закрытие устьиц, тропизм, рост пыльцевых трубок, акклиматизация к холоду, экспрессия генов, фотоморфогенез). Недостаток кальция вызывает прекращение образования боковых корней и корневых волосков, приводит к набуханию пектиновых веществ, что вызывает ослизнение клеточных стенок и разрушение клеток [3].

Предварительные лабораторные испытания по влиянию гуминового препарата с кальцием на начальный рост кормовых бобов показали положительное воздействие. Обработка концентрацией препарата 0,001% увеличила всхожесть бобов на 4% (с 96% в контроле до 100%). Кроме того, на 28% увеличилась вегетативная масса растений[4].

Цель данной работы – выявить влияние нового гуминового препарата с кальцием на рост кормовых бобов в полевом мелко-деляночном опыте.

Объект исследования - новый стимулятор роста растений гуминовый препарат с кальцием, полученный смешиванием препарата «Гумостим» (гумат аммония из торфа) [5] с хлоридом кальция двухводным, взятых в эквивалентных соотношениях по карбоксильным группам [6]. Концентрацию полученного препарата измеряли по действующему веществу – гуминовым кислотам. Препарат представляет собой жидкость тёмно-коричневого цвета со специфическим запахом. В опытах использовали семена кормовых бобов *Vicia faba* L. сорта Сибирские. Схема опыта включала контроль (обработка водой), обработку «Гумостимом» в концентрации 0,001% и обработку гуминовым препаратом с кальцием в концентрациях 0,001 и 0,0001%. Семена кормовых бобов в количестве 10 штук замочили в опытных растворах на 2 часа, затем высадили в поле на серую лесную почву (стационар Лучаново). Растения срезали для морфометрических измерений в конце июля и начале сентября. Данные в таблице являются средними арифметическими из 8-10

## СЕКЦИЯ 1. ГЕНЕЗИС, РАЗВЕДКА И ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ТОРФА

### ОСОБЕННОСТИ БОТАНИЧЕСКОГО СОСТАВА ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ ОСУШЕННЫХ УЧАСТКОВ ИКСИНСКОГО БОЛОТНОГО МАССИВА

Гашкова Л.П.

ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии

Томск, Россия

[gashkova-lp@rambler.ru](mailto:gashkova-lp@rambler.ru)

В настоящее время многие осушенные болота Томской области никак не используются и представляют потенциальную опасность возгорания сухого торфа. Осушение участков Иксинского болотного массива привело к изменению гидрологического режима этих территорий, что оказало влияние на состояние экосистемы болота. Целью данной работы было оценить изменения, произошедшие со времени осушения в различных фитоценозах одного болотного массива и степень восстановления болота по ботаническому составу торфяной залежи и современному состоянию растительности.

Объектами исследования являются три участка Иксинского болота, расположенного в междуречье Икса-Шегарка южнее трассы Томск – Бакчар. Растительный покров участков представлен верховыми болотными фитоценозами. Точка 1 расположена на осоково-сфагновой топи за пределами осушительной сети. Точка 2 – осушенное сосново-кустарничково-сфагновое мелкопочковатое болото. Точка 3 – осушенный грядово-мочажинный комплекс.

В точке 1 мощность торфа составляет 120 см. Анализ ботанического состава торфяной залежи показал, что в этой точке преобладает комплексный верховой торф (рисунок 1). В составе всех слоёв присутствует *Sphagnum balticum* (Russow.) С.Е.О. Jensen В нижних слоях залежь сложена древесно-осоковым низинным торфом, в составе которого присутствует *Betula nana* L., *Carex dioica* L., *Eriophorum polystachyon* L. и *Sph. balticum*. На глубине

50-60 см обнаружен слой торфа, резко отличающийся от соседних и по ботаническому составу, и по внешнему виду. В его составе одновременно снижается доля *Sph. balticum*, *Sphagnum jensenii* Lindb., исчезает *Sphagnum majus* (RusSph.) C.JenSph., появляются *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Sphagnum magellanicum* Brid. и *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr., что говорит о снижении обводнённости болота в период образования этого слоя и может свидетельствовать о влиянии осушения. В более верхних слоях постепенно увеличивается доля топяных мхов и *Scheuchzeria palustris* L., и максимальное их содержание наблюдается на глубине 10-20 см, что свидетельствует о максимальном увлажнении в период формирования этого слоя, по сравнению как с верхними, так и с более нижними слоями.

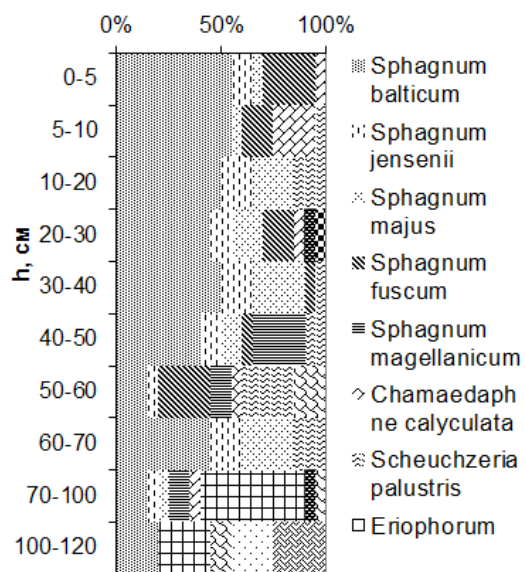


Рисунок 1. Стратиграфия торфяной залежи в точке 1

В этот период растительный покров окончательно восстановился и приблизился по своему составу к естественному состоянию до осушения. В верхних слоях появляется *Sph. fuscum*, причём в самом верхнем слое его доля достигает до 25%, хотя в очёсе этого вида мха нет, что, вероятно, свидетельствует о прошедшем засушливом периоде. В очёсе точки 1

3. Белькевич, П.И. Торфопластики — новый строительный материал / И.П. Белькевич // Торфяная промышленность. — 1962. — № 5. — С. 10–12.

4. Белькевич, П.И. Торф как активный наполнитель пресспорошковых пластмасс / П.И. Белькевич, Б.В. Якобсон // Изв. АН БССР. Сер. хим. наук. — 1966. — № 3. — С. 128–130.

5. О возможностях получения металлуглеродных катализаторов на основе модифицированных торфов / П.И. Белькевич [и др.] // Хим. твердого топлива. — 1982. — № 6. — С. 112–115.

6. Ермак, А.А. Кровельные и изоляционные материалы на основе торфобитумного вяжущего / А.А. Ермак, С.М. Ткачев, А.В. Зубова // Перспективы получения асфальтобетона на основе торфобитумного вяжущего: материалы международной НТК «Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов». — Гродно, 2000. — С. 36–37.

## ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ СТИМУЛЯТОРОВ ИЗ ТОРФА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КОРМОВЫХ БОБОВ

Кравец А.В.

ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, г. Томск, Россия  
[kravets@sibmail.com](mailto:kravets@sibmail.com)

Гуминовые препараты увеличивают урожайность, массу плодов и ускоряют сроки созревания различных сельскохозяйственных растений. Гуминовые вещества стимулируют все биохимические процессы в организме растений не только на начальном этапе прорастания семян и образования корневой системы, но и в процессе дальнейшего роста и развития растений. Они изменяют проницаемость клеточных мембран, повышают активность ферментов, содержание хлорофилла и продуктивность фотосинтеза, а также стимулируют дыхание, синтез белков, сахаров, аминокислот и витаминов [1]. С другой стороны, биогенный элемент кальций необходим для нормального

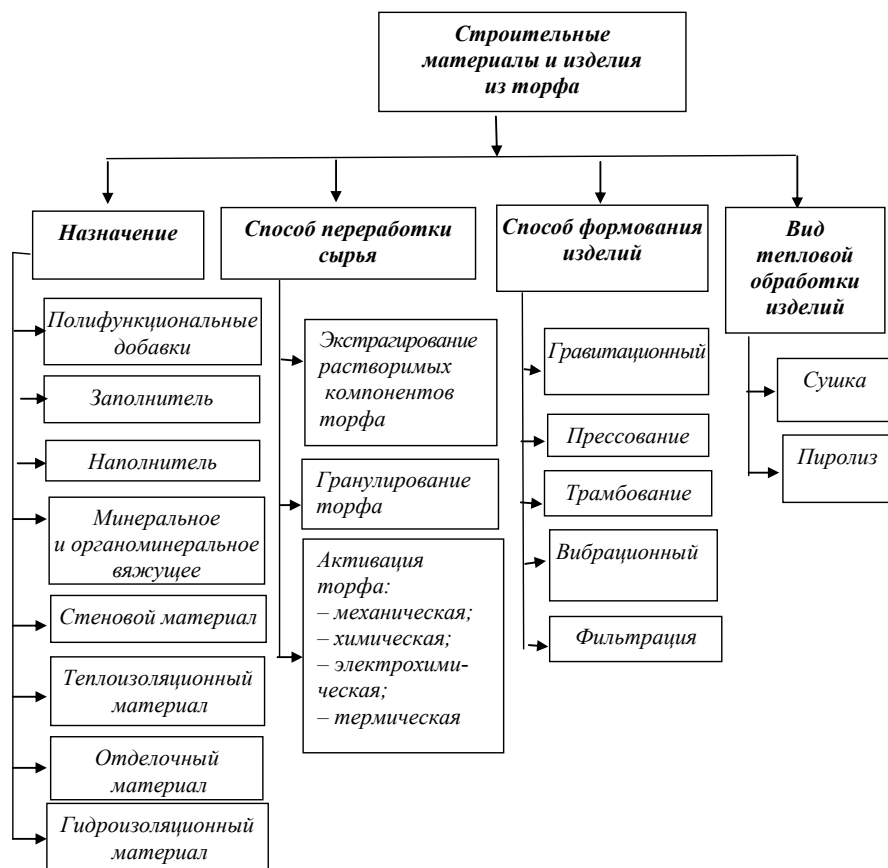


Рисунок 1. Номенклатура строительных материалов и изделий из торфа

#### Литература

1. Копаница, Н.О. Торфодревесные теплоизоляционные строительные материалы / Н.О. Копаница, А.И. Кудяков, М.А. Ковалева. – Томск : SST, 2009. – 183 с.
2. Баженов, В.А. Технология и оборудование производства древесных плит и пластиков / В.А. Баженов, Е.И. Карасев, Е.Д. Мерсов. – М. : Экология, 1992. – 416 с.

преобладает *Sph. balticum*, *Sph. jensenii* и *Sph. majus*, встречается также *Rubus chamaemorus* L., *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr., *Eriophorum vaginatum* L. и *Chamaedaphne calyculata*. Отсутствие в очёсе *Sph. fuscum* свидетельствует о повышении влажности в настоящий период.

В точке 2 глубина залежи составляет 180 см, снизу она сложена древесным переходным торфом, который на глубине 140 см сменяется древесно-сфагновым переходным. На глубине 110 см появляется ангустифолиум-торф, и его доминирование продолжается до глубины 40 см. Верхние слои образованы фускум-торфом с примесью мхов-содоминантов – *Sph. magellanicum* и *Sph. angustifolium* (Warnst.) С.Е.О. Jensen (рисунок 2). На всех уровнях присутствуют вересковые кустарнички (*Oxycoccus microcarpus* и *Chamaedaphne calyculata*). В очёсе доминирует *Sph. angustifolium*, *Eriophorum vaginatum* и *Oxycoccus microcarpus*. Увеличение доли *Sph. angustifolium* в верхних слоях и в очёсе говорит о восстановлении прежнего соотношения видов мохового покрова в период после ослабления влияния осушения.

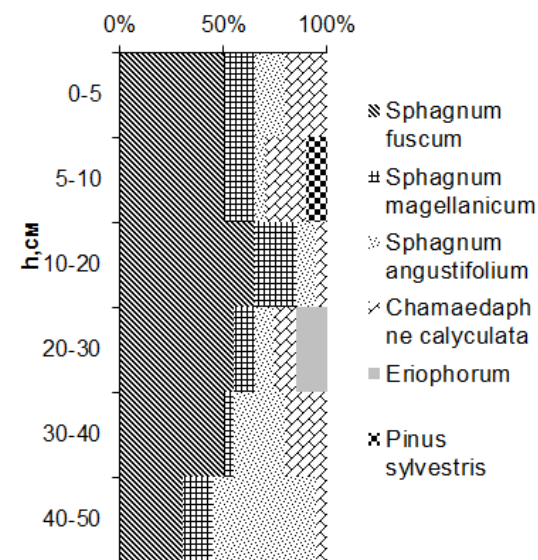


Рисунок 2. Стратиграфия верхнего слоя торфяной залежи в точке 2

Мощность торфяной залежи грядово-мочажинного комплекса (точка 3) на месте гряды составляет 180 см (рисунок 3). В нижних слоях преобладает *Sph. fuscum* с примесью *Sph. magellanicum* и топяных видов. В слое торфа на глубине 40-50 см *Sph. fuscum* полностью замещается *Sph. balticum*, *Sph. jensenii*, *Sph. majus* и *Scheuchzeria palustris*, и затем встречается только в самом верхнем слое, представленном комплексным верховым торфом торфа. В очёсе точки 3 на гряде доминирует *Sph. fuscum* с включениями *Rubus chamaemorus*, *Oxycoccus microcarpus*, *Eriophorum vaginatum* и *Chamaedaphne calyculata*.

Торфяная залежь мочажины сформирована комплексным верховым торфом (рисунок 3).

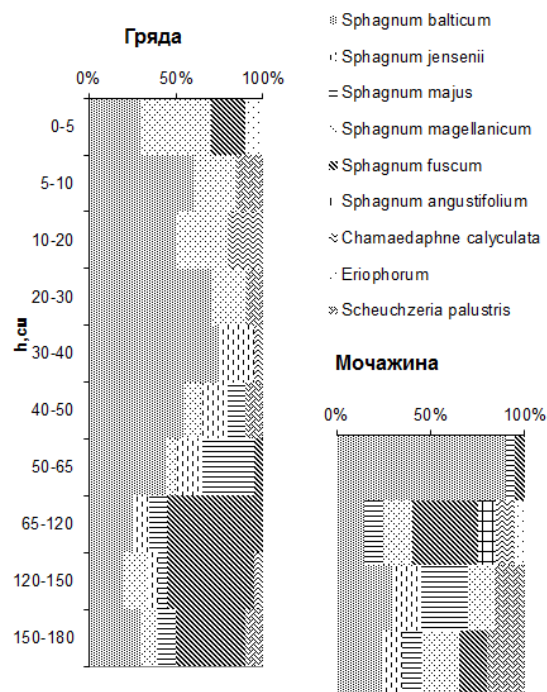


Рисунок 3. Стратиграфия торфяной залежи в точке 3

Нижняя часть сложена смесью *Sphagnum balticum*, *Sph. jensenii*, *Sph. majus*, *Sph. fuscum* и *Sph. magellanicum*. На глубине 120-150 см *Sphagnum*

его химический состав определяют направление рационального использования сырья в производстве строительных материалов.

Торф обладает низкой теплопроводностью, высокой пористостью, антисептическими и экологическими свойствами. С учетом сложного состава, а также разнообразия органических и минеральных функциональных групп торфа, можно обосновать эффективные способы активации и модифицирования для расширения области его применения в производстве строительных материалов. На рисунке 1 представлена широкая номенклатура материалов и изделий из торфа.

Основными направлениями использования торфа в производстве строительных материалов по функциональным признакам являются: склеивание (вяжущее), заполнение объема (заполнители для бетонов), наполнение матрицы для поризации и экономии базового вяжущего (наполнитель), армирование матрицы (волоконная арматура), изменение свойств различных строительных композитов (модифицирующая добавка). Торф применяется для получения кровельных и изоляционных материалов, а также для получения облицовочных строительных материалов, как добавка в пластмассы в гидроизоляционные покрытия и т. д. [9-14]. Торф может использоваться в композиционных материалах в качестве наполнителя с гипсовыми, магнезиальными, известковыми, цементными, битумными вяжущими, а также с различными полимерами.

Эффективные строительные материалы на основе торфа, применяемые в ограждающих конструкциях зданий и сооружений, снижают экологическую нагрузку на человека путем сорбции вредных веществ в жилых и офисных помещениях, создают комфортные условия проживания — «эффект деревянного дома», обладают высокой стойкостью против гниения и порчи грызунами.

в 2 раза, железа в 39 раз, кальций полностью поглотился верховым торфом, 2) обеспечивает стимулирующие свойства неразбавленной жидкой фракции.

Преимущества применения модифицированного Атолла\* по сравнению с исходной жидкой фракцией:

1. Не требует применения воды для разведения: эффективен без разведения;
2. Малозатратная технология модифицирования исходного Атолла: требуется верхового торфа из расчета 1,8 кг на 3,5л Атолла.
3. Проявляет стимулирующее действие на рост и развитие пшеницы при разных способах применения.

#### ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТОРФА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Копаница Н.О., Ковалева М.А.

ТГАСУ, Россия, г. Томск

[kopanitsa@mail.ru](mailto:kopanitsa@mail.ru)

[xomoch28@mail.ru](mailto:xomoch28@mail.ru)

Теплоизоляционные материалы и изделия на основе торфов могут быть востребованной строительной продукцией, что связано как с природными свойствами, так и с вопросами применения альтернативных источников сырья для производства строительных материалов.

Развитие и совершенствование рынка теплоизоляционных материалов должно осуществляться с применением инновационных разработок экологически чистых, энергоэффективных и долговечных материалов.

Торф относят к молодым горючим ископаемым. Он состоит из следующих групп органических веществ: углеводный комплекс, битумы, гуминовые вещества, которые относительно легко выделяются из торфа. Торф находит широкое применение в сельском хозяйстве и промышленности.

При производстве строительных материалов торф может использоваться как в качестве основного компонента, так и в качестве добавки. Тип торфа и

*fuscum* полностью замещается топяными мхами и *Scheuchzeria palustris*. В слое торфа на глубине 80 см, как и на гряде, резко увеличивается доля *Sph. fuscum*, что указывает на уменьшение обводнённости болота в период формирования этого слоя. В более верхних слоях *Sphagnum fuscum* почти полностью вытесняется *Sph. balticum*. В очёсе мочажины доминируют мхи *Sph. balticum* и *Sph. magellanicum*, что указывает на повышение увлажнения в настоящий период.

Таким образом, влияние осушения болота сказалось на изменении соотношения видов и увеличении доли *Sph. fuscum* в слоях торфа, отложившихся в этот период. В верхних слоях торфа наблюдается восстановление соотношения видов, естественного для каждого участка, что выражается в увеличении топяных видов мхов на осоково-сфагновой топи, *Sph. magellanicum* и *Sph. angustifolium* в сосново-кустарничково-сфагновом фитоценозе, *Sph. balticum* и *Sph. magellanicum* в грядово-мочажинном комплексе.

#### К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОСВОЕНИЯ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВОГО КОМПЛЕКСА ТОРФА

Кашинская Т. Я., Макаренко Т. И.

Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь

[Makarenko.IP@mail.ru](mailto:Makarenko.IP@mail.ru)

Гуминовые вещества торфа широко применяются в растениеводстве, животноводстве, медицине и технике. Известна способность гуминовых веществ оказывать благоприятное воздействие на рост растений. Введение торфяных гуминовых препаратов в состав кормов животных и птицы способствует увеличению продуктивности и качества животноводческой продукции, повышению стрессоустойчивости и иммунитета сельскохозяйственных животных. Для окраски изделий из древесины, кожи и

текстильных изделий применяется торфяной гуминовый краситель. Модифицированные аммиаком гуминовые кислоты торфа способны пассивировать процесс коррозии металла и дают хороший защитный эффект при использовании их в составе преобразователей ржавчины и консервационных составах. Гуматы натрия стабилизируют промывочные жидкости при бурении скважин. Торфощелочные реагенты находят применение для разжижения цементных шламов. Гуминовые кислоты используются в качестве добавок к активной массе отрицательных электродов свинцовых аккумуляторов, увеличивая рабочую емкость и срок службы батарей. Значительный практический интерес представляют гуминовые кислоты как ионообменные материалы и применяются для очистки почв и вод от тяжелых металлов. Гуминовые вещества находят применение для регулирования структурообразования бедных гумусом почв. При этом они улучшают водный, воздушный и питательный режим почвы, повышая ее плодородие.

В процессе генезиса формируются торфа с разным содержанием гуминовых веществ. На долю гуминовых веществ приходится от 20 до 70 % органического вещества торфа, а собственно гуминовых кислот – от 5 до 55 %. Содержание гуминовых кислот увеличивается от моховых к древесным видам торфа и от верхового к низинному типу и тесно связано со степенью разложения. Поэтому, как правило, для получения разнообразных продуктов на основе гуминового комплекса торфа пригодны торфа средней и высокой степени разложения. Кроме того, в зависимости от генезиса торфа, степени его метаморфизма, исходных растений-торфообразователей формируются гуминовые кислоты различного химического состава (с преобладанием низкомолекулярных или высокомолекулярных соединений, с разным содержанием алифатических и ароматических фрагментов, функциональных групп). Поэтому гуминовые кислоты, выделенные из различных видов сырья, отличаются по составу и свойствам.

Атолла\*, разведенном в 50 раз: корневая масса проростков пшеницы выше контроля на 4%, вегетативная масса - на 10%.

Полив почвы модифицированным Атоллом\*, неразведенным и разведенным в 10-100 раз, в дозе 25 мл на 100 г воздушно-сухой почвы свидетельствует о проявлении стимулирующего влияния на посевные свойства семян пшеницы модифицированным Атоллом\*, разведенным в 100 раз: всхожесть выше контроля на 2%, число семян с высокой силой роста на 1%.

В условиях вегетационного опыта исследовано влияние способов применения модифицированного Атолла\* на всхожесть семян, нарастание вегетативной массы пшеницы с использованием трех разведений при каждом способе применения: неразведенного, разведенного в 10 и 50 раз.

Применение модифицированного Атолла\* для обработки семян увеличило всхожесть семян на 2,5-10%, для опрыскивания вегетирующих растений пшеницы на 8,75-12,5%, при поливе почвы на 7,5-11,25%. Максимальную всхожесть обеспечило применение Атолла\*, разведенного в 10 раз.

Прирост вегетативной массы пшеницы при обработке семян составил 4-13%, при опрыскивании вегетирующих растений установлено повышение вегетативной массы пшеницы на 6-23%, при поливе почвы прирост массы составил 10-28%. Максимальные показатели получены при применении неразведенного модифицированного Атолла\*.

Таким образом, результаты вегетационного опыта позволили однозначно установить, что наиболее эффективен модифицированный Атолл\*, примененный без разведения для обработки семян, опрыскивания вегетирующих растений, полива почвы.

Следовательно, применение верхового торфа для очистки жидкой фракции переработки органических отходов мясокомбината, перспективно, так как 1) снижает содержание минеральных компонентов в 10 раз, в том числе кадмия в 36 раз, меди в 2,3 раза, цинка в 11 раз, фосфора в 9 раз, калия

сухой вегетативной массы проростков пшеницы. Влияние модифицированного Атолла\* на корневые гнили семян пшеницы исследовано по изменению численности альтернариоза, фузариоза, гельминтоспориоза. В таблице показано влияние модифицированного Атолла\* на корневые гнили семян пшеницы.

Таблица. Влияние обработки семян пшеницы модифицированным Атоллом\* на зараженность их корневыми гнилями

| Вариант опыта/степень разведения модифицированного Атолла*: Атолл*:вода | Число зараженных семян пшеницы корневыми гнилями, % |                  |          |                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|----------|------------------------------------------------------|
|                                                                         | Альтернариоз                                        | Гельминтоспориоз | Фузариоз | Число семян пшеницы, зараженных корневыми гнилями, % |
| 1. Контроль                                                             | 43                                                  | 1                | 2        | 46                                                   |
| 2. 1:0                                                                  | 3                                                   | 1                | -        | 4                                                    |
| 3. 1:10                                                                 | -                                                   | 2                | 3        | 5                                                    |
| 4. 1:50                                                                 | -                                                   | 2                | 1        | 3                                                    |

Применение модифицированного Атолла\* для обработки семян пшеницы значительно снижает число зараженных семян корневыми гнилями, преимущественно зараженность альтернариозом: с 43% на контроле до 3% при применении Атолла\*, общую зараженность с 46% до 3-5%. Это свидетельствует о том, что при применении Атолла\* не потребуется использование химических средств защиты растений.

Влияние обработки семян пшеницы модифицированным Атоллом\* показало наличие стимулирующего влияния модифицированного Атолла\* на рост и развитие проростков пшеницы как для неразведенного, так и для разведенного в 10 и 50 раз: высота проростков семян с высокой силой роста увеличилась на 14-46%, сухая вегетативная масса на 9-27%. Максимальные и достоверные показатели обеспечили применение неразведенного модифицированного Атолла для обработки семян.

Поиск наиболее эффективных концентраций модифицированного Атолла\* для опрыскивания вегетирующих растений пшеницы и полива почвы, проведенный по методу «водных культур» показал стимулирующее действие Атолла\* при выращивании проростков пшеницы на растворе

К тому же торф, являясь молодым геологическим образованием и пройдя путь от торфяной залежи до переработки через осушение, добычу и хранение, изменяет свой первоначальный состав и, следовательно, свойства. Поэтому, решая вопрос применения гуминового комплекса торфа, необходимо учитывать изменения, которым подвергаются гуминовые вещества в процессе добычи.

Проведенные нами исследования позволили прийти к следующим выводам относительно преобразований, происходящих в системе гуминовых веществ торфа при его пребывании в осушенной залежи:

1. Общей тенденцией в преобразовании органического вещества торфов является сокращение отношения ГВ/ГК, т.е. возрастание доли гуминовых кислот (ГК) в составе щелочнорастворимых веществ (ГВ).

2. С увеличением продолжительности пребывания торфа в осушенной залежи в ГК образцов из верхних слоев залежи возрастает количество карбоксильных и азотсодержащих групп, а в таковых из нижних слоев – полисахаридных фрагментов и фенольных групп.

3. Окислительные процессы в осушенной залежи способствуют увеличению структурной однородности гуминовых кислот, сокращению количества низкомолекулярных фракций и возрастанию доли ароматических структур полисопряжения в их составе.

4. В нижних слоях залежи накапливаются низкомолекулярные фульвокислоты, а в верхних увеличивается молекулярная масса.

Наибольшее распространение получил высокомеханизированный поверхностно-послойный фрезерный способ добычи торфа. Хранение фрезерного торфа сопровождается процессом саморазогревания.

Происходящие при саморазогревании изменения гуминовых веществ торфа можно направить на улучшение качественных характеристик, получаемых на основе его гуминовых кислот продуктов. Исследования, проведенные с целью изучения пригодности прогретого торфа в качестве сырья для получения красителя, показали, что красящая способность

продукта, полученного из гревшегося торфа, выше. Но торф из зоны полукокса использовать в качестве сырья для получения красителя нельзя, т.к. существенно падает его выход. Качество верхового торфа как источника биологически активных веществ при разогревании его в производственных складочных единицах в интервале температур 45–70 °С улучшается и его целесообразно использовать для получения стимулятора роста. Испытания ростстимулирующей активности водорастворимых веществ торфа, обогащенных гуминоподобными соединениями в процессе саморазогревания, показали их высокую эффективность.

Исследовано влияние способов добычи (фрезерный, кусковой ненарушенной структуры) на свойства модифицированных гуминовых кислот (МГК), являющихся основой для производства гуминового красителя и ингибиторов коррозии. Установлено, что разрыхление структуры при переработке и сушке торфов приводит к усилению окислительно-деструктивных процессов, повышающих доступность органического вещества торфа воздействию модифицирующего агента. В результате общий выход МГК возрастает более чем в 1,5 раза, повышается красящая способность и защитные свойства, практический выход увеличивается в 2–2,5 раза.

Освоение природных ресурсов требует применения технологий, позволяющих максимально полно использовать сырье с минимизацией отрицательных воздействий на окружающую среду. Геоморфологические условия формирования торфяного месторождения накладывают ограничения на выбор того или иного способа добычи. При выборе способа добычи торфа необходимо учитывать и такой важный момент, как полноту использования торфяной залежи. Запасы торфа как полезного ископаемого при разработке должны употребляться максимально полно.

Торфяные месторождения являются важным ландшафтообразующим компонентом в природном географическом комплексе, звеном в цепи взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов природы,

раза меньше. Использование для модифицирования Атолла 1,8 кг верхового торфа обеспечило максимальное поглощение из Атолла зольных элементов, в результате которого содержание золы снизилось в 10 раз и составило 0,004%.

Следовательно, применение верхового торфа в дозе 1,8 кг на 3,5 л исходного Атолла для очистки его от минеральных компонентов очень эффективно: снижение содержания зольных элементов происходит в 10 раз. Снижение содержания сухого вещества в модифицированном Атолле\*, вероятно, обусловлено поглощением верховым торфом не только минеральных, но и органических, в том числе токсичных компонентов. Модифицированный Атолл\* в результате поглощения элементов верховым торфом содержит кадмия меньше в 36 раз, меди в 2,3 раза, цинка в 11 раз, фосфора в 9 раз, калия в 2 раза, железа в 39 раз, кальций полностью поглотился верховым торфом.

Отличительной особенностью модифицирования исходного Атолла верховым торфом является то, что Атолл обогащается гуминовыми кислотами за счет щелочного гидролиза органического вещества торфа и приобретает стимулирующие свойства при разных способах применения в сельскохозяйственном производстве. Это свидетельствует о перспективе применения верхового торфа для модифицирования исходного Атолла, так как поглощает тяжелые металлы, макро- и микроэлементы, снижая тем самым токсичное действие модифицированного Атолла\* на рост и развитие растений.

В лабораторных и вегетационном опытах проведен поиск наиболее оптимального разведения модифицированного Атолла\*, проявляющего стимулирующие свойства для обработки семян, для опрыскивания вегетирующих растений, для полива почвы.

Влияние обработки семян модифицированным Атоллom\* на силу роста, пораженность семян корневыми гнилями изучено рулонным методом. Сила роста семян оценена по повышению всхожести семян, по числу семян с высокой силой роста, по приросту высоты проростков пшеницы, приросту

Объекты исследования: жидкая фракция переработки органических отходов мясокомбината. Способы применения: предпосевная обработка семян, опрыскивание вегетирующих растений, полив почвы.

Методы исследований: лабораторные и вегетационный опыты. Методика получения модифицированного Атолла\*: верховой торф массой 0,5, 1,2, 1,8 кг замочили на ночь в 5 л, 12 л, 18 л воды. Утром воду слили, прилили в каждый вариант по 3,5 л Атолла и оставили на ночь. Утром смесь торфа с Атоллom поместили на капроновое сито и отделили жидкую фракцию модифицированного Атолла\*.

Результаты исследований показали, что качественный показатель модифицированного Атолла\* (содержание сухого вещества) зависит от дозы торфа, используемой для модифицирования Атолла. Так, например, в исходном Атолле содержание сухого вещества составило 0,95%, при применении для модифицирования Атолла 0,5 кг сухого верхового торфа содержание сухого вещества снизилось до 0,89%, повышение дозы торфа до 1,2 и 1,8 кг снизило данный показатель соответственно до 0,79 и 0,64%. Полученные результаты свидетельствуют о поглощении верховым торфом органического вещества исходного Атолла. Поглощительная способность торфа зависела от дозы торфа для модифицирования Атолла: при дозе 0,5 кг на 3,5 л Атолла поглощение составило 0,06%, при дозе 1,2 кг торфа поглощение увеличилось до 0,16%, при дозе 1,8 кг торфа поглощение достигло 0,31%. Максимальное поглощение найдено при применении 1,8 кг верхового торфа на 3,5 л Атолла.

Следует отметить, что содержание золы в исходном Атолле отличалось низким показателем: 0,04%. Определение содержания прокаленного остатка (золы) в образце, модифицированным 0,5 кг верхового торфа на 3,5 л исходного Атолла, составило 0,04%. Следовательно, применение 0,5 кг верхового торфа для модифицирования исходного Атолла неэффективно. При использовании для модифицирования исходного Атолла 1,2 кг верхового торфа модифицированный Атолл\* содержал 0,02% золы или в 2

составляющих окружающую среду. Разработка торфяного месторождения коренным образом изменяет установившееся биологическое, гидрологическое, геологическое и микроклиматическое равновесие на данной территории. Поэтому при выборе технологии освоения торфяного месторождения необходимо учитывать и неравнозначные последствия их воздействия на окружающую среду.

Таким образом, наблюдаемые в процессе добычи изменения в составе гуминового комплекса торфа не ухудшают его качества как сырья для получения продукции на его основе. Окислительные процессы, сопровождающие осушение, саморазогревание приводят к увеличению как количественного содержания гуминовых веществ в составе торфа, так и улучшению их качественных характеристик. В соответствии с этим определяющим при выборе технологии добычи должна быть характеристика самого торфяного месторождения.

#### Литература

Гаврильчик А. П., Кашинская Т. Я. Трансформация свойств торфа при антропогенном воздействии. Минск, 2013.

#### ВЛИЯНИЕ ГИДРОМЕЛИОРАЦИЙ, ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТИ НА ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПЛОДОРОДИЕ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

Лыткин И.И.

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, Россия, e-mail: [Lytivan@yandex.ru](mailto:Lytivan@yandex.ru)

При осушительной мелиорации торфяных почв изменяется направленность большинства процессов, происходивших и происходящих в почве до и после осушения. Происходит увеличение плотности сложения почвенного профиля, доминирующее развитие процессов окисления над восстановительными процессами в его верхней части, увеличение минерализованности почвенно-грунтовых вод с преобладающей долей анионов над катионами, подкисление осушенных горизонтов, слагающих торфяную почву. При этом, отмечено, что, помимо увеличения потерь торфа

от минерализации (в наших опытах с мезотрофными торфяными почвами потери достигали 15-25 т/га в год), интенсивное осушение и переосушка торфов в засушливые годы способствуют коагуляции торфяных частиц, уменьшению их объема и снижению влагоемкости, а также развитию эрозионных процессов и возникновению пожаров. На интенсивно осушенных участках многократно увеличивается распыление почвы, ветровая и водная эрозия. При этом через дефляцию может теряться в среднем до 4-6 т/га торфа в год (Зайдельман с соавт., 1999).

Химический состав почвенно-грунтовых вод торфяных почв, подвергшихся гидромелиоративным воздействиям, сильно изменяется как при нарушении режимов осушения, так и при различных условиях полива оптимальными или избыточными нормами. Способы орошения торфяных почв оказывают существенное влияние на аккумуляцию в пахотном горизонте (перераспределение по профилю) катионов и анионов и на их миграцию с почвенно-грунтовыми водами. Дождевание способствует уменьшению активных концентраций водорастворимых солей в пахотном слое почвы и их выносу с почвенно-грунтовыми (дренажными) водами. Подпочвенное увлажнение повышает концентрации большинства ионов в пахотных горизонтах почв, способствует их засолению легкорастворимыми соединениями (солями). В восстановительных условиях ( $E_h \leq 150 \text{ mV}$ ) резко увеличивается миграционная способность большинства химических элементов (расположившихся по степени подвижности в следующем по убыванию ряду:  $\text{Fe} > \text{Al} > \text{Si} \geq \text{P} > \text{Cu}$ ) из почвенного профиля у всех торфяных почв.

Дозы удобрений и извести снижают водоудерживающую способность торфяных почв, влияют на водопотребление произрастающих сельскохозяйственных культур и на качество урожая. Под влиянием доз извести снижается Нг, количество поглощенного калия, подвижных форм  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$ , а также водорастворимых форм калия и фосфора (Лыткин, 2012). Известкование, а также дозы извести (от 0,25 г.к. до 1,00 г.к.  $\text{CaCO}_3$ )

была статистически достоверна и составила 20,0 и 28,9% соответственно. Вариант с эталонной химической защитой обеспечивал урожайность 2,99 т/га (прибавка к контролю составила 32,9%). Различия в урожайности вариантов с удобрением «Гумостим» и эталона находились в пределах ошибки опыта.

4. Прибавка урожайности зерна на вариантах с «Гумостим»ом» обеспечивалась за счёт массы зерна с колоса и массы 1000 семян, причём совместное применение «Гумостима» и химических фунгицидов обеспечивало наиболее существенное повышение данных показателей.

## ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ВЕРХОВОГО ТОРФА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ЖИДКОЙ ФРАКЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ МЯСОКОМБИНАТА

Касимова Л.В., Гаага С.Г.

ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, г. Томск, Россия

[sibniit@mail.ru](mailto:sibniit@mail.ru)

ООО «НПП «Джеос», г.Томск, Россия

ООО «Научно-производственное предприятие «Джеос» (г. Томск) разработало установку по высокотемпературной переработке органических отходов мясокомбината. При этом примерно половину перерабатываемой массы составляет получаемая жидкая фракция, проявляющая токсичные свойства при обработке семян, опрыскивании вегетирующих посевов, поливе почвы. В СибНИИСХиТ разработан способ снижения токсичности жидкой фракции за счет применения верхового торфа.

Цель исследований: разработать способ снижения токсичности жидкой фракции, получаемой при переработке органических отходов мясокомбината, определить эффективную степень разведения фракции для обработки семян, опрыскивания вегетирующих растений, полива почвы, проявляющую стимулирующие свойства при выращивании яровой пшеницы.

соответственно). К концу вегетации на участках, обработанных удобрением «Гумостим» (вариант 2) и его баковой смесью с химическими фунгицидами (вариант 4), высота растений была выше по сравнению с контрольным вариантом (94,2 и 94,6 см против 90,5 см в контроле).

Хозяйственная эффективность, показывающая результаты применения изучаемых препаратов, выраженные данными количества и качества прибавки (сохранения) урожайности зерна составила в варианте с применением только удобрения «Гумостим» 16,7%, при химической защите (эталон) – 24,7%, при совместном применении удобрения «Гумостим» и химфунгицидов – 22,4%.

Проведенные исследования позволили сделать следующие предварительные выводы.

Сравнительное изучение обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская нива удобрением «Гумостим» (0,001% в дозах 12 л/т и 150 л/га) и его баковыми смесями с фунгицидами «Скарлет», МЭ (0,3 л/т) и «Аканто Плюс», КС (0,5 л/га) в условиях 2013 г. показало следующее:

1. Оба изучаемых варианта обработок удобрением «Гумостим» обеспечивали снижение развития мучнистой росы на 6,5 и 5,2% по сравнению с контролем соответственно, т.е. на уровне эталона (химическая защита).

2. Оба изучаемых варианта также обеспечили снижение распространённости корневых гнилей на 17,3 и 13,5% по сравнению с контролем соответственно, что лучше показателей, полученных при химической защите.

3. Обработка семян и посева удобрением «Гумостим» обеспечило формирования 2,70 т/га урожая зерна, а совместное применение «Гумостима» и химфунгицидов – 2,90 т/га. Прибавка урожая по сравнению с контролем

снижают содержание обменных форм алюминия и водорода в почве, увеличивают количество поглощенных кальция и магния. Для исследованных почв известкование наиболее эффективно было в первые 3-5 лет после внесения извести, в дальнейшем эффект его сильно снижался.

С увеличением количества внесенных в почву компонентов удобрений происходит значительное подкисление равновесного раствора олиготрофных и мезотрофных торфяных почв, слабо изменяется pH равновесных растворов в эутрофных торфяных почвах, обогащенных минеральными компонентами (Ca и Mg), с низким содержанием ионов  $H^+$  в ППК.

В результате внесения удобрений слаборазвитые (олиготрофные и мезотрофные) торфяные почвы обогащаются компонентами удобрений и одновременно обедняются другими химическими элементами, как за счет большего биологического выноса с урожаями в начальные годы сельскохозяйственного освоения торфяных массивов, так и за счет биохимической сработки торфа, высокой степени его минерализации и высвобождения минеральных компонентов в раствор, и последующего возросшего геохимического выноса элементов и соединений за пределы почвенного профиля.

В первые годы сельскохозяйственного использования торфяных почв отмечается наибольший вынос химических элементов с дренажными водами, по степени минерализации которых можно судить о развитии в почве деградиационных процессов. По мере использования торфяных массивов, с годами (через 6-13 лет) суммарный вынос элементов из почвенного профиля сократился более чем в 3 раза и стабилизировался; при этом, однако, произошло падение урожайности возделываемых культур (в случае с овсом и картофелем наблюдалось снижение урожая в среднем в 1,5-3 раза). Максимальное падение урожайности произошло на тех вариантах опыта, где в первые 3 года освоения массива были получены наибольшие урожаи культур.

Для торфяных почв разного генезиса выявлены основные причины снижения урожайности возделываемых культур и качества урожая.

К примеру, при длительном сельскохозяйственном освоении и использовании мезотрофных торфяных почв в зернопропашном севообороте, в условиях опыта с удобрениями и известкованием, происходило существенное подкисление почвы, снижение активных концентраций  $\text{Ca}^{2+}$  на всех вариантах опыта, накопление хлорид -ионов на вариантах с внесением NPK. Накопление ионов хлора в почве приводило к аккумуляции его в стеблях и клубнях картофеля, что вызывало снижение урожая картофеля. Наибольшая активность кальция в почве была в варианте с  $\text{CaCO}_3$  на 3-5 годы после внесения извести. Растения картофеля максимально аккумулировали кальций в годы наибольшего проявления эффекта от извести (на 3-5 гг.), а хлорид - ионы, - картофель накапливал с годами, по мере поступления хлора с удобрениями (KCl) и – до момента прекращения внесения удобрений.

С годами освоения снижается и качество растениеводческой продукции, что уже говорит о существенной деградации торфяной почвы, когда нарушения в сбалансированности питания растений не компенсировались внесением удобрений и извести. В составе зерна овса снижалось содержание калия, фосфора, кальция, а также микроэлементов. Внесение в почву медного купороса способствовало обогащению зерна овса медью и снижению содержания железа и цинка. Качество растениеводческой продукции изменялось, как на вариантах опыта без удобрений и известкования, так и в опытах с внесением NPK и  $\text{CaCO}_3$ .

Таким образом, процесс окультуривания слаборазвитых торфяных почв длителен во времени и невозможен без применения удобрений и известковых материалов. Вносимые удобрения должны восполнять биологический вынос с урожаями культур всех химических элементов питания, а также элементов геохимического выноса при сложившихся условиях функционирования мелиорированных торфяников. При этом, например, для восполнения запасов калия его следует вносить в виде удобрений, не содержащих хлорид - ионов, так как кислые торфяные

Урожайность яровой пшеницы. Использование удобрения «Гумостим» обеспечивало формирование 2,70 т/га урожая зерна, а совместное применение «Гумостима» и химфунгицидов – 2,90 т/га. Таким образом, применение «Гумостима» обеспечило урожай зерна пшеницы практически на уровне эталона: различия в урожае между вариантами 2, 3 и 4 статистически незначительны (таблица).

Таблица. Биологическая урожайность зерна яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская нива в зависимости от применения изучаемых препаратов (20.08.13 г.)

| Вариант                                                                                                               | Урожайность, т/га |              |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|-------------|
|                                                                                                                       | средняя           | ± к контролю | ± к эталону |
| 1. Контроль (без обработок)                                                                                           | 2,25              | –            | –0,74       |
| 2. «Гумостим» 0,001% (12 л/т) + «Гумостим» 0,001% (150 л/га)                                                          | 2,70              | +0,45        | –0,29       |
| 3. «Скарлет», МЭ (0,3 л/т) + «Аканто Плюс», КС (0,5 л/га) (эталон)                                                    | 2,99              | +0,74        | –           |
| 4. «Гумостим» 0,001% (12 л/т) и «Скарлет», МЭ (0,3 л/т) + «Гумостим» 0,001% (150 л/га) и «Аканто Плюс», КС (0,5 л/га) | 2,90              | +0,65        | –0,09       |
| НСР <sub>05</sub>                                                                                                     | 0,33              | –            |             |

Прибавка урожая к контролю при применении эталона составила 32,9%, при применении «Гумостима» – 20,0%, при совместном применении удобрения «Гумостим» и химических фунгицидов – 28,9% соответственно. Формирование прибавки урожая при применении «Гумостима» происходило за счет увеличения колосков в колосе (13 шт. против 12 шт. в контроле) и веса зерна с колоса (0,88 г против 0,82 г в контроле). Применение химических фунгицидов обеспечивало увеличение веса зерна с колоса (0,98 г против 0,82 г в контроле) и массы 1000 семян (32,5 г против 29,3 г в контроле). Совместное применение удобрения «Гумостим» и химических фунгицидов приводило также к существенному повышению данных показателей (1,14 г против 0,82 г в контроле и 34,7 г против 29,3 г в контроле

с трактором МТЗ-80. Срок посева пшеницы 21 мая сеялкой СН-16, агрегатируемой с трактором Т-30. Норма высева 5,5 млн. шт./га.

Методика исследований. Изучаемые препараты в установленных дозах применялись на посевах яровой пшеницы при обработке семян (21.05.2013) и в фазу начала налива зерна однократно (08.07.2013). Способы применения препаратов – предпосевная обработка семян и направленное опрыскивание наземного типа.

Сравнительная оценка эффективности удобрения «Гумостим» в посевах яровой мягкой пшеницы:

Фитопатологическая оценка. В 2013 году погодные условия в период вегетации яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская нива способствовали развитию корневых гнилей, вызываемых грибами *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem, *Fusarium sp.* (распространенность заболевания до 34%) и мучнистой росой на листьях *Erysiphe graminis* DC. (распространенность до 90%, интенсивность – до 14%). Применение изучаемых препаратов на растениях пшеницы обеспечивало снижение развития мучнистой росы и распространенности корневых гнилей. Обработка семян и опрыскивание вегетирующих растений удобрением «Гумостим» (вариант 2) приводило к снижению развития заболевания по сравнению с контролем на 6,5%. Совместное применение удобрения «Гумостим» и химических фунгицидов (вариант 4) обеспечивало снижение развития мучнистой росы на 5,2%. Данные показатели находились близко к уровню химической защиты (вариант 3 – эталон), которая снижала развитие мучнистой росы на 6,6% к контролю.

Учет пораженности корневыми гнилями растений пшеницы показал, что наиболее эффективно подавляли заболевание «Гумостим» и его баковая смесь с химическими фунгицидами. Распространенность заболевания корневыми гнилями снижалась на вариантах 2 и 4 на 17,3 и 13,5% соответственно. Применение химической защиты (вариант 3 – эталон) обеспечивало уменьшение болезни лишь на 5,9%.

почвы способны аккумулировать хлор, что особенно отрицательно сказывалось на урожае и качестве клубней картофеля (Лыткин, Гребенников, 2000).

Длительное (свыше 10 лет) сельскохозяйственное использование мелиорированных олиготрофных и мезотрофных торфяных почв приводит к истощению их почвенного плодородия (аналогично примеру с выращиванием культур в условиях гидропоники), снижению качества растениеводческой продукции и вырождению возделываемых культур. Мелиорированные эутрофные торфяные почвы обладают наибольшей устойчивостью к антропогенным воздействиям и при рациональном сельскохозяйственном использовании могут длительные годы (свыше 50 лет) служить основной базой для возделывания различных культур при высокой доле участия многолетних трав в составе севооборота. Высокая продуктивность агроценозов и качество урожая являются основными показателями устойчивого землепользования на торфяных почвах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зайдельман Ф.Р., Шваров А.П., Банников М.В. Судьба осушенных торфяных почв России // Природа. 1999. № 7. С. 40-51.
2. Лыткин И.И., Гребенников А.М. Влияние известкования слаборазвитой торфяной почвы на урожай картофеля при применении хлорсодержащих удобрений // Агрохимия. 2000. № 1. С. 30-36.
3. Лыткин И.И., Скрынникова И.Н. Применение ионоселективных электродов для изучения ионного состояния и окислительно-восстановительных процессов в торфяных почвах // Вопросы гидрологии и плодородия почв. М. 1985. С. 12-20.
4. Лыткин И.И. Изменение свойств мезотрофной торфяной почвы в зернопропашном севообороте под влиянием удобрений и извести // Бюллет. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2012. Вып. 70. С. 56-67.

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ ПОСЛЕ  
ОСУШИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАЦИИ И ТОРФОДОБЫЧИ НА ТОРФЯНОМ  
МЕСТОРОЖДЕНИИ «ТЕМНОЕ»

Малолетко А.А., Гашкова Л.П.

ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, Томск, Россия

[maloletko.anton@yandex.ru](mailto:maloletko.anton@yandex.ru)

На торфяных месторождениях Томской области в 1970–80-х гг. проводилась осушительная мелиорация. Основной целью осушения являлись регулирование поверхностного стока и снижение уровня болотных вод с перспективой разработки торфяных месторождений.

Осушение болот и последующая торфодобыча коренным образом меняют экосистему болота, изменяются водный режим, растительность, свойства торфяной залежи, отмечается современная аккумуляция торфа или деградация торфяной залежи. Поэтому целью работы было оценить современное состояние торфяной залежи участков торфодобычи и осушения и возможность их дальнейшей разработки для изготовления различных видов торфопродукции.

Во время исследования была проведена оценка изменения водно-физических свойств торфяной залежи после осушительной мелиорации и торфодобычи. В качестве исходных данных использовались фондовые материалы [1] и результаты полевых экспедиционных исследований в 2014 гг.

Объектом исследования является торфяное месторождение «Темное», которое располагается в северной части Томского района на второй надпойменной террасе р. Обь. Относительная высота террасы над урезом воды р. Обь составляет 15–20 м, абсолютная высота – 80–112 м. Поверхность участка ровная, имеет общий уклон с северо-востока на юго-запад в сторону р. Томь и непосредственно вблизи месторождения «Темное» осложнена долинами рек Черная и Шишкобойка.

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВОГО  
УДОБРЕНИЯ «ГУМОСТИМ» В ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ  
ПШЕНИЦЫ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ ГНУ ПЕНЗЕНСКОГО НИИСХ

Касимова Л.В.<sup>1</sup>, Донькин А.Е.<sup>2</sup>, Плужников И.И.<sup>3</sup>, Криушин Н.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, г. Томск, Россия

[sibniit@mail.ru](mailto:sibniit@mail.ru)

<sup>2</sup>СП «ИнноТорф», г. Пенза, Россия

[ulh-penza@mail.ru](mailto:ulh-penza@mail.ru)

<sup>3</sup>ГНУ Пензенский НИИСХ Россельхозакадемии, г. Пенза, Россия

[penza-niish@yandex.ru](mailto:penza-niish@yandex.ru)

В СП «ИнноТорф» организовано производство гуминового удобрения «Гумостим» из низинного торфа Пензенской области, проводятся полевые опыты оценки эффективности «Гумостима» при выращивании различных сельскохозяйственных культур.

Цель исследований – провести сравнительную оценку эффективности гуминового удобрения из низинного торфа Пензенской области «Гумостим» и его баковых смесей с фунгицидами на посевах яровой мягкой пшеницы.

Место закладки опыта: Пензенская обл., р.п. Лунино, опытное поле ГНУ Пензенский НИИСХ Россельхозакадемии. Культура: яровая мягкая пшеница, сорт – Кинельская нива. Вид опыта – полевой. Схема однофакторного полевого опыта. Площадь деланки 20 м<sup>2</sup>. Расположение деланок последовательное. Повторность трёхкратная. Общая площадь опыта 400 м<sup>2</sup>.

Агрохимическая характеристика участка. Почвы представлены черноземами выщелоченными, среднемощными, среднесуглинистыми. Почвы имеют среднекислую реакцию с рН солевой вытяжки 5,3%. Содержание гумуса 6,4% (по Тюрину), подвижного фосфора 172, калия – 128 мг/1000 г почвы (по Чирикову).

Агротехника возделывания яровой пшеницы. Предшественник – чистый пар. В весенний период проведены две культивации КПС-4, агрегатируемым

системой. Сделано предложение о включении «Гумостима» в систему агротехнических мероприятий капельного полива без последствий для оборудования благодаря хорошему растворению его в воде.

Статья опубликована по результатам исследований по гранту старт 13Н1, по госконтракту № 10203р/17354.

#### Литература

1. Касимова Л.В., Кравец А.В., Бобровская Д.Л. Биологическая активность новых водорастворимых комплексных гуминовых стимуляторов роста растений с макроэлементами//Плодородие, № 1 2010, с. 48-49.
2. Кравец А.В., Касимова Л.В., Фролова Е.В., Кураш И.В. Комплексный стимулятор роста растений на основе гуминового стимулятора из торфа и микроэлементов.// Плодородие, №5, 2007, С. 32-33.
3. Кравец А.В., Касимова Л.В., Фролова Е.В., Кураш И.В., Проскурина Л.Д. Комплексный стимулятор роста растений из торфа. - Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2006. - № 7(167). - С. 5-9.
4. Сучкова С.А., Кравец А.В., Касимова Л.В. Применение новых стимуляторов роста в различных областях сельского хозяйства /Труды Томского государственного университета. – Т. 274. – Сер. Биологическая: Ботанические сады. Проблемы интродукции. – Томск: изд-во Том. ун-та, 2010. С. 373-376.
5. Чжан Ч., Титова Э.В., Сорокин И.Б., Касимова Л.В. Применение гуминового удобрения из торфа «Гумостим» в КНР / Инновационные аспекты добычи, переработки и применения торфа: материалы Международной конференции, посвященной 115-летию Национального исследовательского Томского политехнического университета (18-20 октября 2011 г., г. Томск). – Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2011. – С. 113 - 117.

Растительный покров на месторождении представлен преимущественно берёзово-осоковыми, а на отдельных участках сосново-кустарничково-сфагновыми фитоценозами. В кустарниковом ярусе доминирует багульник и кассандра. Микрорельеф представлен осоковыми и моховыми кочками.

Месторождение обладает сложной конфигурацией, на нем имеются внутренние суходолы, местами внешние суходолы узкими гривами далеко вторгаются в пределы месторождения. Грунты, слагающие внутренние и внешние суходолы, представлены супесями и суглинками.

Для исследования свойств торфа на месторождении «Темное» в 2014 г. был произведен отбор проб на трех участках. На первых двух участках с торфяной залежью верхового и низинного типа проводилась фрезерная добыча торфа, третий представляет собой естественное верховое болото.

Первая зондировочная точка размещалась на участке торфодобычи с залежью верхового типа. Древесная растительность представлена сосной, высота которой варьирует от 2 до 10 м и подростом берёзы высотой до 50 см. В травяно-кустарничковом ярусе содоминируют кассандра и пушица. Мощность оставшейся после добычи торфяной залежи всего 50 см, поверхность торфа покрыта мхом *Polytrichum strictum* Brid., под ним залегает тонкий (3 см) слой гипнового переходного торфа (R 23 %), который сменяется фускум-торфом (R 9%). На глубине 30 см фускум-торф переходит в пушицево-сфагновый торф (R 30%). На дне залегает пушицевый торф (R 42%). Согласно карте зондирования торфяной залежи месторождения [2], составленной в 1986 г., до разработки месторождения мощность слоя торфа на указанном участке составляла 0,9 м. Таким образом, в результате торфодобычи был выработан слой, составивший примерно 0,4 м.

Влажность в верхней части торфяной залежи на глубине 7–27 см имеет свое максимальное значение и составляет 89,4 %. В нижнем горизонте, 27–50 см, влажность понижается до 86,7%. Из ведомости лабораторных анализов проб торфа на ботанический состав, степень разложения, зольность и влажность геологического отчета [3] видно, что в 1986 г. влажность

исследуемого участка переходного болота была не ниже 91%. Зольность торфа во взятых пробах в 1986 и 2014 гг. на участке составляет 3%. Уровень болотных вод составляет – 30 см.

Вторая зондировочная точка размещалась на участке добычи низинного торфа, покрытом разнотравьем с преобладанием злаков и разреженным подростом берёзы высотой до 60 см. Мощность залежи достигает 180 см, на поверхности слоем 15 см залегает низинный травяной торф (R 35%), который на глубине 40 см сменяется древесно-травяным (R 47%). В нижних слоях торфа начинает доминировать хвощ, до глубины 100 см залегает древесно-хвощовый (R 45%), а на глубине 100–150 см хвощовый (R 36%). В самом нижнем слое залегает древесно-травяной торф (R 45%). На карте 1986 г. мощность торфяной залежи исследуемого участка составляла примерно 2,4 м. Мощность слоя выработанного торфа составила 0,6 м. При сравнении количественных показателей, полученных во время исследований в 2014 г., с данными геологического отчета выявлено, что степень разложения торфа увеличилась в среднем на 10% [3]. Уровень болотных вод равен – 17 см.

Влажность торфяной залежи осушенного низинного болота с глубиной понижается. Так, в верхнем горизонте от 0 до 14 см она составляет 83,1%, а результаты исследований 1986 г. указывают на более высокий процент влажности этого горизонта торфа, который соответствовал 92%. На глубине 100–150 см влажность достигает своего максимального значения – 87,1%, а в горизонте 150–180 см понижается до 85,9%. Эти показатели соответствуют данным 1986 г. Зольность торфа в 2014 г., как и в 1986 г. составила 8%.

Третья зондировочная точка была размещена на естественном верховом сосново-кустарничково-сфагновом болоте, здесь в очёсе доминирует *Sphagnum magellanicum* Brid. с примесью *Sph. angustifolium* (Russ.ex Russ.) C.Jens., как и в верхнем 25-сантиметровом слое магелланикум торфа (R 7%). В слое 25–50 см в составе магелланикум торфа появляется примесь пушицы (R 10%). При увеличении глубины доля пушицы в торфе увеличивается, торф

- внекорневая обработка (опрыскивание) «Гумостимом» по взрослым растениям способствовала активному цветению и плодоношению;

- внекорневое применение 0,005% раствора «Гумостима» с 0,15% мочевины по листу положительно повлияло на обрастание стеблей боковыми побегами;

- при поливе препаратом под корень в сочетании с 0,001%-м раствором «Этамона» увеличилось обрастание корневой системы;

- «Гумостим» совместим с инсектицидами, фунгицидами и минеральными удобрениями,

- «Гумостим» удобен в применении за счет хорошего растворения в воде при возделывании культур на малообъемной технологии. Он может быть включен в систему агротехнических мероприятий капельного полива без последствий для оборудования.

Заключение. Определен химический состав нового гуминового удобрения из низинного торфа Пензенской области. «Гумостим» содержит 1,43% гуминовых кислот, от 0,03 до 1,14% аминокислот, в том числе 0,50–0,53% глутамина и серина, 1,14% аргинина, от 0,8 до 19,58 мг/кг витаминов, 1300 мг/кг азота, 970 мг железа, 60 мг магния, по 20 мг фосфора, калия, кальция и микроэлементы. Установлено, что расход «Гумостима» на 1 га в 3 раза ниже расхода препарата сравнения «Нарцисса», стоимость затрат на «Гумостим» на 1 га была в 6,3 раза ниже затрат на «Нарцисс». Определена урожайность огурца при использовании «Гумостима» и «Нарцисса»: она составляет 6,3 кг/м<sup>2</sup> и 6,1 кг/м<sup>2</sup> соответственно. Рассчитан условно чистый доход от применения «Гумостима» при выращивании огурца, который на 77,47 тыс. руб. выше дохода от «Нарцисса». Найдено, что окупаемость затрат на покупку «Гумостима» в 6,6 раза выше окупаемости затрат на приобретение «Нарцисса». Показано за счет применения «Гумостима» повышение иммунитета растений, устойчивости их к болезням, активное цветение и плодоношение, обрастание стеблей боковыми побегами, корневой

массой 61 т. Прибавка урожая огурца 2 тонны от «Гумостима» с 1 га площади защищенного грунта.

Стоимость полученной продукции при средней цене реализации 30,4 рубля за 1 кг достигла в варианте с «Гумостимом» 1915,2 тыс. руб., при применении «Нарцисса» – 1854,4 тыс. руб. Стоимость дополнительно полученной продукции от «Гумостима» составила 60,8 тыс. руб.

Сравнительный анализ полученных данных по двум препаратам при выращивании огурца показал, что стоимость затрат на «Гумостим» на 1 га была в 6,3 раза ниже затрат на «Нарцисс». Кроме того, расход «Гумостима» на 1 га в 3 раза ниже, что сокращает затраты на транспортировку и хранение.

Расчет экономической эффективности применения «Гумостима» при выращивании огурца показал (табл. 1), что условно чистый доход при выращивании огурца в течение двух месяцев в условиях короткого светового дня составил 1366,14 тыс. руб. или на 77,47 тыс. руб. выше дохода от «Нарцисса» (1288,67 тыс. руб.).

Окупаемость затрат на покупку 10 л «Гумостима» достигала 910,76 руб. или в 6,6 раза выше окупаемости затрат на покупку 30 л «Нарцисса» (136,98 руб.).

Окупаемость 1 рубля затрат на выращивание огурца составила от «Гумостима» 3,49 руб., окупаемость затрат при применении «Нарцисса» 3,28 руб.

Другие отмеченные специалистами тепличного комбината положительные моменты применения «Гумостима» при выращивании огурца:

- профилактическое применение 0,005%-го «Гумостима» в сочетании с 0,05%-м «Квадрисом» 0,005% и 0,06%-м «Топазом» повысило иммунитет растений настолько, что исключило появление мучнистой росы и аскохитоза в течение двух месяцев вегетации огурца;

сменяется на пушицевый (R 40%) на глубине 50–100 см и (R 42%) на глубине 100–120 см. Уровень болотных вод верхового болота составляет – 30 см.

Влажность торфа естественного верхового болота меняется от максимального значения 92,9% в верхней части торфяной залежи на глубине 0–25 см до минимального значения 86,8% на глубине 100–120 см. По результатам исследований 1986 г. видно, что на указанном участке болота на глубине всей торфяной залежи влажность варьирует в пределах 92–94%, а степень разложения от 6 до 15%. Зольность взятых на точке образцов торфа в 1986 и 2014 гг. не изменилась и составила 4%.

Таким образом, после осушения на торфяном месторождении «Темное» наблюдаются изменения влажности и степени разложения торфа по глубине залежи. Дренажные каналы способствовали некоторому снижению влажности верхних горизонтов торфяной залежи. При этом сохраняется высокий уровень болотных вод, а максимальный отмечается на участке торфодобычи с остаточным слоем торфа 180 см. В условиях высоких уровней вод на торфяном месторождении увеличения зольности торфа верхнего горизонта и процесс ее сработки не обнаружен. За период после осушения и торфодобычи произошло отложение слоя торфа мощностью от 3 до 15 см.

В связи с тем, что на месторождении «Темное» представлены достаточно большие запасы низинного, переходного и верхового торфа, имеется возможность его добычи и использования в производстве торфопродукции. Так, имеющиеся запасы на болоте фускум-торфа пригодны для изготовления сорбционного материала с целью ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Залежи травяного, древесно-травяного, хвощевого видов торфов низинного типа по своим свойствам могут использоваться для получения торфоминеральных удобрений. Магелланикум-торф верхового типа может использоваться для получения термоизоляционного материала. Торф месторождения «Темное» по своим качественным характеристикам является малозольным с повышенной кислотностью и возможна добыча его в

промышленных масштабах и использование в качестве топлива. Для освоения торфяного месторождения требуется проведение восстановительных работ и прочистка осушительных каналов.

#### Литература

1. Геологический отчет о проведении детальной разведки торфяного месторождения «Темное» Томского района, Томской области, № 933. Т. I. Текст и текстовые приложения. Новосибирск. Министерство геологии РСФСР. Новосибирское производственное геологическое объединение «Новосибирскгеология». Новосибирская геологическая экспедиция. 1986. 184 с.
2. Геологический отчет о проведении детальной разведки торфяного месторождения «Темное» Томского района, Томской области, № 933. Т. III. Графические приложения. Новосибирск. Министерство геологии РСФСР. Новосибирское производственное геологическое объединение «Новосибирскгеология». Новосибирская геологическая экспедиция. 1986.
3. Геологический отчет о проведении детальной разведки торфяного месторождения «Темное» Томского района, Томской области, № 933. Т. II. Текстовые приложения. Новосибирск. Министерство геологии РСФСР. Новосибирское производственное геологическое объединение «Новосибирскгеология». Новосибирская геологическая экспедиция. 1986. 142 с.

#### РАЗЛОЖЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ СФАГНОВЫХ МХОВ В ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ ОЛИГОТРОФНЫХ БОЛОТ

Никонова Л.Г., Головацкая Е.А.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН

Томск, Россия, [lili112358@mail.ru](mailto:lili112358@mail.ru)

Известно, что процесс накопления углерода в торфе преобладает над процессом его выделения, что обуславливает постоянный рост и развитие

«Горелище» Пензенской области. Место исследований: ОАО «Пензенский тепличный комбинат». Техника выполнения эксперимента: исследования проводились при промышленном производстве овощей на малообъемной технологии при выращивании огурца сорта Кураж F1 на площади 1га во втором культурообороте с соблюдением агротехнических мероприятий, принятых в хозяйстве. Посев семян проводился в пробки из минеральной ваты 20 июля, высадка в кокосовый субстрат «Профит» 2-го года использования 31 июля.

Для сравнения на аналогичном субстрате и площади применялся стимулятор роста растений «Нарцисс» на основе хитозана, положительно зарекомендовавший себя в хозяйстве на протяжении более 10 лет.

Период плодоношения огурца во втором обороте в условиях короткого дня составил 2 месяца. Применение препаратов проводилось 4 раза с интервалом 14 дней в дозах: «Гумостим» – 2,5 л/га, «Нарцисс» – 7,5 л/га.

Результаты. Химический состав «Гумостима», полученного из низинного торфа Пензенской области: содержит 1,43% гуминовых кислот, 4,29% аминокислот, витамины, 0,13% азота, 0,1% железа, 20 мг/кг марганца, 0,20 мг/кг меди, 0,70 мг/кг цинка.

Период плодоношения огурца во втором обороте в условиях короткого дня составил 2 месяца. За вегетацию огурца средний расход «Гумостима» составил 10 л на 1 га на сумму 1500 рублей. Известный стимулятор роста растений «Нарцисс» был израсходован в количестве 30 л на 1 га на сумму 9408 руб.

Препарат оказался эффективным в условиях короткого оборота в условиях защищенного грунта. Применение «Гумостима» оказало положительный эффект на рост огурца. Урожайность огурца при использовании «Гумостима» и «Нарцисса» близка: 6,3 кг/ м<sup>2</sup> в вариантах с «Гумостимом», 6,1 кг/м<sup>2</sup> при применении «Нарцисса». В пересчете на 1 га использованной площади защищенного грунта был собран урожай огурца в вариантах с «Гумостимом» массой 63 т, при применении «Нарцисса» –

# ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ ИЗ ТОРФА «ГУМОСТИМ» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОГУРЦА В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

Касимова Л.В.<sup>1</sup>, Донькин А.Е.<sup>2</sup>, Кодралева О.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, г. Томск, Россия

[sibniit@mail.ru](mailto:sibniit@mail.ru)

<sup>2</sup>ООО «ИнноТорф», г. Пенза, Россия

[ulh-penza@mail.ru](mailto:ulh-penza@mail.ru)

<sup>3</sup>ОАО «Пензенский тепличный комбинат», г. Пенза

[teplich@rambler.ru](mailto:teplich@rambler.ru)

Введение. В ООО «ИнноТорф» разработано гуминовое удобрение «Гумостим» из низинного торфа Пензенской области. «Гумостим» - экологически чистый продукт, что имеет немаловажное значение при промышленном производстве продуктов питания (овощей).

«Гумостим» – экологически безопасное, высокоэффективное гуминовое удобрение из торфа, создано для увеличения урожайности и повышения качества сельскохозяйственной растениеводческой продукции. Предназначено для замачивания семян, полива и опрыскивания различных сельскохозяйственных культур.

Что дает применение «Гумостима» для потребителя: повышение урожайности картофеля в 1,5-2 раза, прибавка урожайности меристемного картофеля составила 30%, черной смородины - 22%, жимолости - 60%, сельдерея - 25-60%, огурца - от 20% до 250% в зависимости от условий выращивания культур, при этом масса плодов огурца увеличивалась на 15-25%. Кроме того, «Гумостим» увеличивает период плодоношения овощей, что повышает эффективность его применения [1-5].

Цель исследований: оценить эффективность применения «Гумостима» при выращивании огурца в закрытом грунте в производственных условиях тепличного комбината.

Материалы и методы: объект исследований – гуминовое удобрение из торфа «Гумостим», полученное из низинного торфа месторождения

болот. Следует отметить, что работ, посвященных динамике разложения растений-торфообразователей в болотах, сравнительно немного [2,5,6 и др.]. Цель работы: изучить процессы трансформации разных видов сфагновых мхов в олиготрофных болотах южно-таежной подзоны Западной Сибири.

Исследования проводились на территории стационара «Васюганье» на олиготрофном болоте «Бакчарское» (Бакчарский район Томской области) и на территории Обь-Томского междуречья на олиготрофном болоте «Кирсановское», [4]. Конкретными пунктами исследования стали сосново-кустарничковые фитоценозы – рямы, а также открытая топь Бакчарского болота [2]. Погодные условия в Бакчарском районе прохладнее по сравнению с Томском, количество осадков выше в Томске, за исключением летних месяцев [2].

Для оценки трансформации растительных остатков применялся метод закладки растительности в торф [5]. В сентябре 2008 г. на болотах был собран очес трех видов сфагновых мхов *Sphagnum angustifolium* (Russ. Ex Russ.) C. Jens, *Sphagnum magellanicum* Brid. и *Sphagnum fuscum* (Schmp.) Klinggr. В лабораторных условиях растения высушивались до воздушно-сухого веса, раскладывались в нейлоновые мешочки по 4-6 г. Приготовленный растительный материал закладывался в торфяную залежь на глубину 10 см в трехкратной повторности. Отбор экспериментального материала проводился через 12, 24 и 36 месяцев после начала эксперимента. В ходе эксперимента определяли убыль массы растительного вещества, а также изменение зольности, содержания углерода и азота [1, 7].

В среднем для исследуемых видов мхов наиболее быстрые потери массы характерны для *Sph. angustifolium*, наиболее медленные для *Sph. fuscum* (рис.1). В результате процесса трансформации через три года пребывания образцов сфагновых мхов в торфяной залежи потери массы их достигли 16-62% от исходной массы (рис.1). В более прохладных и влажных условиях Бакчарского болота скорость деструкции сфагновых мхов ниже в 1,1-1,6 раза.

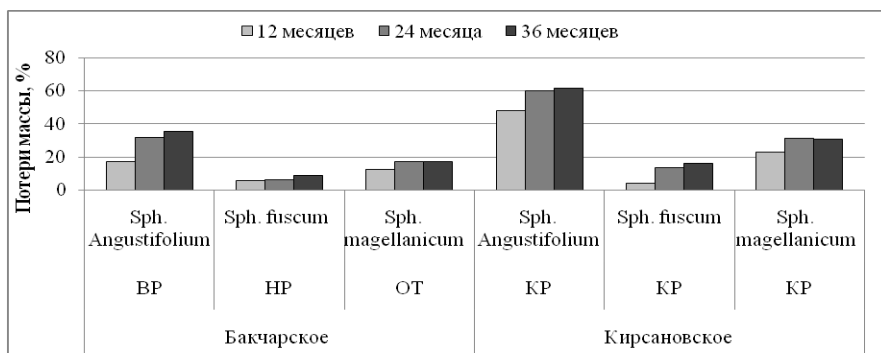


Рисунок 1. Потери массы при разложении (приведены в % от исходной величины). BP- Высокий рям, HP –низкий рям, OT – открытая топь, KP – Кирсановский рям

В исследуемых образцах определялось изменение содержания общего углерода, азота и зольности в процессе разложения (табл.1). Наименьшие потери углерода, как и потери массы, наблюдаются для *Sph. fuscum*. Максимальный вынос углерода получен для *Sph. angustifolium*. Вынос углерода из растительных остатков сфагновых мхов в условиях Кирсановского болота происходит более интенсивно, но для *Sph. fuscum* разница по местоположению не значима.

Оценка изменения содержания азота показала, что у *Sph. angustifolium* наблюдается резкое снижение содержания азота относительно исходного содержания уже в начальный период деструкции. Для *Sph. fuscum* характерно резкое увеличение содержания азота в течение 1 года, затем происходит снижение, но к концу третьего года вновь происходит повышение до 120 % от исходного. Для образцов *Sph. magellanicum* – максимальное превышение содержания азота относительно исходного в образцах, расположенных в залежи Бакчарского болота, наблюдается к концу второго года, а в залежи Кирсановского болота - к концу третьего года. В процессе трансформации растительных остатков наблюдается различная динамика величины C/N (табл 1). К концу третьего года эксперимента практически во всех сфагновых мхах наблюдается уменьшение отношения C/N по сравнению с исходными

## Литература

1. Windisch W., Schedle K., Plitzner C., Kroismayr A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry // Journal of Animal Science 2008. Vol. 86. P. E140–E148.
2. Comission Implementation Regulation (EU) № 131/2012 of 15 February 2012, concerning the authorization of a preparation of caraway oil, lemon oil with certain dried herbs and spices as a feed additive for weaned piglets // Official Journal of the European Union. 2012. P. L 43/15–43/16.
3. Кравецкий П.А., Удинцев С.Н., Жиликова Т.П. Влияние препарата на основе торфа «Гумитон» на повышение естественной резистентности и снижение частоты патологических отелов у коров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 3. – С. 84–88.
4. Перспективы применения торфа и продуктов его переработки в животноводстве /Л.В. Касимова [и др.] – Томск, 2006. – 92 с.
5. Удинцев С.Н., Жиликова Т.П. Коррекция нарушений функции печени глубокопастельных и лактирующих коров препаратом «Гумитон» // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. № 12. – С. 67–73.
6. Thamsborg S.M., Roepstorff A., Nejsun P., and Mejer H. Alternative approaches to control of parasites in livestock: Nordic and Baltic perspectives // Acta Veterinaria Scandinavica. 2010. Vol. 52 (Suppl 1). P.27–29.
7. Жмудь Е.В., Зиннер Н.С. Содержание белка и активность ингибиторов трипсина в листьях интродуцируемых в Западную Сибирь *Hedysarum alpinum* и *H. Theinum* (Fabaceae) // Растительные ресурсы. 2011. Вып. 3. С. 103–111.
8. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейство Asteraceae. СПб.: Наука, 1993. С.130–133.

явились поражения желудочно-кишечного тракта и органов системы дыхания. В опытных группах, где поросята получали настои копеечника или девясила, по 1 поросенку из группы (в среднем 3,6% от общего количества животных) пало от поражения легких, гибели животных от желудочно-кишечной патологии не отмечено.

Увеличение живой массы поросят на период отъема под действием копеечника составило 4,2%; благодаря высокой сохранности поросят, принимавших настой копеечника, средний валовой прирост на 1 исходное гнездо в опытной группе превышал контрольные значения на 49% (55,9 кг в опытной группе против 37,5 кг в контроле).

Применение настоя девясила высокого на 22% увеличило живую массу поросят при отъеме (6,4 кг в опытной группе против 5,2 кг в контроле), что наряду с высокой сохранностью увеличило валовой прирост по группе в 2,7 раза.

Оценка чувствительности музейных штаммов возбудителей желудочно-кишечных заболеваний сельскохозяйственных животных к настоям копеечника и девясила показала, что достоверного торможения роста колоний *Echerihia coli*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* не обнаружено. Результаты свидетельствуют, что изучаемые настои растений не обладают выраженным антимикробным действием, что предполагает реализацию их эффектов на уровне регуляторных гомеостатических систем.

Таким образом, введение в рацион супоросных свиноматок гуминовой кормовой добавки «Гумитон» способствует возрастанию количества жизнеспособных поросят и увеличению средней живой массы на 20%. Применение настоя трав в зимний период на осложненном инфекционном фоне способствовало достоверному повышению сохранности поросят на 30-34%, повышало валовой прирост на 1 исходное гнездо при отъеме поросят в 1,5-2,7 раза. Антимикробное действие экстрактов, как можно предполагать, реализуется на уровне регуляторных гомеостатических систем организма животных.

образцами, за исключением *Sph. magellanicum* и *Sph. angustifolium* на Бакчарском болоте, где происходит увеличение отношения C/N.

Таблица 1. Изменение содержания углерода, азота, C/N и зольности при разложении

| Болото         | Экосистема, вид растения                  | Период, мес. | Содержание элементов, % |      |           | C/N |
|----------------|-------------------------------------------|--------------|-------------------------|------|-----------|-----|
|                |                                           |              | Углерод                 | Азот | Зольность |     |
| «Бакчарское»   | Высокий рям<br><i>Sph. angustifolium</i>  | 0            | 39,75                   | 1,04 | 2,3       | 38  |
|                |                                           | 12           | 38,22                   | 0,67 | 2,1       | 57  |
|                |                                           | 24           | 42,11                   | 0,67 | 2,9       | 63  |
|                |                                           | 36           | 44,28                   | 1,01 | 2,7       | 44  |
|                | Низкий рям<br><i>Sph. fuscum</i>          | 0            | 39,33                   | 0,46 | 1,1       | 86  |
|                |                                           | 12           | 39,90                   | 1,01 | 1,3       | 40  |
|                |                                           | 24           | 43,01                   | 0,34 | 1,1       | 127 |
|                |                                           | 36           | 44,77                   | 0,67 | 1,5       | 67  |
|                | Открытая топь<br><i>Sph. magellanicum</i> | 0            | 40,60                   | 0,58 | 2,2       | 70  |
|                |                                           | 12           | 41,58                   | 0,56 | 3,0       | 74  |
|                |                                           | 24           | 44,28                   | 1,01 | 3,3       | 44  |
|                |                                           | 36           | 42,08                   | 0,56 | 3,4       | 75  |
| «Кирсановское» | Рям <i>Sph. angustifolium</i>             | 0            | 39,75                   | 1,04 | 2,2       | 38  |
|                |                                           | 12           | 38,28                   | 1,01 | 2,1       | 38  |
|                |                                           | 24           | 43,00                   | 0,90 | 2,6       | 48  |
|                |                                           | 36           | 43,30                   | 1,01 | 3,1       | 43  |
|                | Рям <i>Sph. fuscum</i>                    | 0            | 39,33                   | 0,46 | 1,1       | 86  |
|                |                                           | 12           | 39,90                   | 0,78 | 1,5       | 51  |
|                |                                           | 24           | 43,01                   | 0,45 | 1,8       | 96  |
|                |                                           | 36           | 45,76                   | 1,46 | 2,0       | 31  |
|                | Рям <i>Sph. magellanicum</i>              | 0            | 40,6                    | 0,58 | 3,0       | 70  |
|                |                                           | 12           | 40,32                   | 0,78 | 1,7       | 52  |
|                |                                           | 24           | 44,28                   | 1,01 | 2,3       | 43  |
|                |                                           | 36           | 43,79                   | 1,34 | 3,0       | 33  |

На начальном этапе трансформации во всех образцах наблюдается снижение зольности (табл. 1). Однако в дальнейшем у некоторых образцов наблюдается ее увеличение. В образцах *Sph. fuscum* и *Sph. angustifolium* на Кирсановском болоте накопление зольных элементов происходит интенсивнее, тогда как в образцах *Sph. magellanicum*, наоборот, более интенсивное накопление минеральных веществ наблюдается в торфяной залежи Бакчарского болота.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разные виды мха характеризуются разной скоростью деструкции в торфяной залежи, в порядке убывания интенсивности потери массы их

можно расположить следующим образом *Sph. angustifolium* > *Sph. magellanicum* > *Sph. fuscum*. Более медленное разложение растительных остатков наблюдается в более прохладных и влажных условиях Бакчарского болота.

При разложении сфагновых мхов изменяется их химический состав: наблюдается вынос углерода в соответствии с потерями массы. Содержание азота увеличивается у всех видов, но имеет разную динамику. К концу третьего года эксперимента практически во всех сфагновых мхах наблюдается уменьшение отношения C/N по сравнению с исходными образцами в 1,1-2 раза. На начальном этапе трансформации зольность снижается, затем наблюдается ее увеличение, максимальным накоплением зольных элементов характеризуется *Sph. fuscum*.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
2. Головацкая Е.А., Никонова Л.Г. Разложение растительных остатков в торфяных почвах олиготрофных болот // Вестник ТГУ. Биология. 2013. №3 (23). С. 137-151.
3. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Трансформация природной среды в зоне действия Томского водозабора // ENVIROMIS. Труды межд. конф. Томск: ИОА, 2002, С. 244-251.
4. Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Л.: Наука ЛО, 1978. 172 с.
5. Паршина Е.К. Деструкция растительного вещества в болотных экосистемах таежной и лесотундровой зон Западной Сибири: автореф. дис. канд. биол. наук. Томск, 2009. 23 с.
6. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Методические указания по определению содержания состава гумуса в почвах (минеральных и торфяных). Л.: Наука, 1975. 105 с.

*Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*. Стерильные диски, пропитанные настоем растений, помещали в чашки Петри с питательной средой, на которой был проведен посев указанных патогенов. Эффективность антимикробного действия настоев оценивали по степени задержки роста колоний микроорганизмов. Статистическую обработку данных проводили с применением методов параметрической и непараметрической статистики.

Анализ результатов, представленных в таблице, свидетельствуют о том, что введение в рацион супоросных свиноматок «Гумитона» уменьшает число мертворожденных и мелковетесных поросят, повышает многоплодность на 14,7%, количество жизнеспособных поросят, оставляемых для дальнейшего выращивания (поросят-нормотрофиков), на 22,1%.

Таблица. Влияние «Гумитона» на эффективность выращивания поросят

|                                                                                             | Группа     |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|
|                                                                                             | Контроль   | Опыт        |
| Количество свиноматок, голов                                                                | 10         | 10          |
| Родилось поросят – всего голов                                                              | 95         | 109         |
| В том числе живых голов                                                                     | 93         | 109         |
| Количество ослабленных поросят при рождении, голов (живая масса меньше 0,7 кг)              | 7          | 4           |
| От общего числа живых поросят, %                                                            | 7,5        | 3,7         |
| Оставлено на выращивание голов                                                              | 86         | 105         |
| Средняя живая масса одного гнезда при рождении, кг                                          | 8,42±0,63  | 9,54±0,64   |
| Средняя живая масса одного гнезда в возрасте 21 день, кг                                    | 50,24±2,01 | 60,57±3,14* |
| Прирост живой массы гнезда за период 1-21 день, кг                                          | 41,82      | 51,03       |
| Средняя живая масса одного гнезда в возрасте 60 дней, кг                                    | 127,3±4,7  | 152,0±7,3*  |
| Примечание - *- Различия достоверны с контролем в соответствующие сроки при $P_U \leq 0,05$ |            |             |

Применение кормовой добавки у лактирующих свиноматок способствовало повышению средней массы гнезда на 20,6% на 21-й день и на 19,4% при переводе на доразивание.

Эксперименты с фитопрепаратами на поросятах проведены в зимний период на фоне вспышки желудочно-кишечных инфекций. В контрольных группах падеж составил 34-37,5%. Основной причиной падежа (77-94%)

молочных поросят от патологии желудочно-кишечного тракта и дыхательной системы, а также изучение антимикробной активности фитопрепаратов *in vitro*.

Эксперимент с «Гумитоном» проведен на 20 супоросных свиноматках, полученных в результате межпородного скрещивания пород крупной белой и ландрас, с живой массой 170-220 кг и их потомстве. Все подопытные животные содержались на товарной ферме в типовом помещении на полнорационных комбикормах. Животные были распределены на 2 группы по 10 голов: контрольная и опытная. С 84 дня супоросности и до перевода поросят на дорашивание свиноматкам опытной группы ежедневно вводили в корм 1%-й раствор «Гумитона» в дозе 0,30 мл/кг живой массы. Массу тела поросят определяли на 2-е и 21-е сутки после рождения и при переводе на дорашивание.

Влияния настоя копеечника альпийского и девясила высокого на заболеваемость поросят исследовали на свиноводческом комплексе Первомайского района Томской области на 134 поросятах-сосунах, полученных в результате трехпородного скрещивания пород крупной белой и ландрас. Подопытные свиноматки, каждая со своим потомством, содержались на товарной ферме в типовом помещении на полнорационных комбикормах. Были сформированы 2 контрольные и 2 опытные группы. Поросята опытных групп дополнительно к корму получали настой растительного лекарственного сырья (девясила или копеечника) в дозе 1 мл/кг живой массы в течение первых двух недель жизни поросят, начиная с первого дня жизни (в первые дни - через соску, затем с водой или подкормкой). У поросят при рождении и при переводе на дорашивание определяли массу тела, учитывали частоту заболеваемости и падеж.

Антимикробную активность настоев исследовали на базе бактериологического отдела ОГБУ «Томская областная ветеринарная лаборатория» *in vitro* на музейных штаммах возбудителей желудочно-кишечных заболеваний сельскохозяйственных животных *Echerihia coli*,

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДОБЫЧИ ТОРФЯНОГО СЫРЬЯ СОРБЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Пухова О.В., Петров Н.А.

Тверской государственной технической университет, г. Тверь, Россия,

[owpuhova@mail.ru](mailto:owpuhova@mail.ru)

Торфяное сырье сорбционного назначения применяется с давних пор. В качестве подстилки в стойлах в Европе использовали торф уже в восемнадцатом веке. В России первое упоминание об использовании торфяного сырья на подстилку в описании Архангельской губернии. При применении торфяного сырья в качестве подстилки улучшаются условия содержания животных и птиц, что способствует повышению их продуктивности, и накапливается ценное органическое удобрение – торфяной навоз. В качестве сорбционного материала особую ценность представляет верховой моховой торф степенью разложения 5 – 15 % и влажностью 30 – 35 %, который имеет волокнистую структуру и большую пористость и, как следствие, обладает высокими антисептическими свойствами и способностью к поглощению большого количества жидкости и газов.

Частицы торфа, образуемые из волокон, обрывков растительных тканей различной дисперсности, продуктов распада и минеральных включений, представляют комплексы с неупорядоченной микроструктурой. Они пронизаны множеством пор и проницаемы для молекул воды и воздуха. Поэтому его условно рассматривают как трехфазную дисперсную систему, фазами которой являются сухое вещество, вода и воздух. Гидрофильную часть торфа составляют углеводы, лигнин, гуминовые кислоты и их соли, а гидрофобную – битумы.

Торф на протяжении многих лет добывается фрезерным способом, при котором торфяное сырье получается в виде фрезерной крошки. Однако готовая продукция обладает недостатками:

1. Содержит большое количество мелких пылевидных фракций;

2. Имеет неоднородный фракционный состав;
3. Имеет малую насыпную массу;
4. Ухудшает качество при длительном хранении (биохимические изменения в процессе саморазогревания).

Анализ исследований содержания фракций торфяного сырья в расстиле перед уборкой и после уборки механическим и пневматическим способами показывает, что как при пневматической, так и при механической уборке происходит измельчение частиц и возрастание содержания мелких фракций, причем при механической уборке измельчение на 25 % меньше. Кроме того, данный способ оказывает негативное воздействие на окружающую среду, из-за ветровой эрозии в технологическом процессе добычи фрезерной крошки происходит загрязнение атмосферы и прилегающих лесных массивов торфяной пылью. Потери торфа от дефляции составляют более 25 т/га за сезон. Особенно большое количество кондиционного торфа попадает в атмосферу и теряется при его выдувании из транспортных средств воздушными встречными потоками.

Технологический процесс добычи фрезерным способом включает операции: фрезерование залежи с целью рыхления верхнего слоя поверхности торфяной залежи на частицы определенного фракционного состава и создания равномерного слоя по поверхности поля; ворошение сфрезерованной торфяной крошки с целью интенсификации процесса сушки; уборку высушенной торфяной крошки и складирование ее в складочные единицы (штабеля).

Для усовершенствования технологического процесса добычи торфяного сырья с целью сохранения сорбционных свойств из типовой схемы организации добычи фрезерного торфа с применением бункерных уборочных машин МТФ-43АК на пневматическом колесном ходу с механическим принципом сбора рекомендуется:

1. При фрезеровании торфяной залежи увеличить глубину, так как исследованиями установлено, что с увеличением глубины фрезерования от

экстракты или соединения растения имеют ряд преимуществ по сравнению с антибиотиками.

Поиск новых эффективных добавок-фитогеников является перспективным и актуальным направлением животноводства, особенно с учетом современных международных требований к безопасности продукции.

Гуминовая кормовая добавка «Гумитон» представляет собой биологически активный препарат, полученный из природного торфяного сырья. Это темно-коричневая жидкость, хорошо растворимая в воде. Добавка содержит не менее 1 % гуминовых кислот, до 1,6 % сухого вещества, состоящего на 80-85 % из гуминовых, карбоновых и аминокислот. Благодаря широкому спектру эффектов используется в животноводстве для лечения воспалительных заболеваний системы репродукции, печени, для лечения диареи, в качестве адаптогена и иммуномодулятора [3-5].

Копеечник альпийский (*Hedysarum alpinum* L.) – многолетнее травянистое растение из сем. Fabaceae, обладает богатым спектром фитохимических соединений – флавоноидов, алкалоидов, кумаринов, дубильных веществ. Данные соединения обладают противовирусной, бактериостатической, иммуномодулирующей и противовоспалительной активностью. В животноводстве известно применение только одного из видов рода *Hedysarum*: *H. coronarium* в качестве противопаразитарного и иммуномодулирующего средства [6,7].

Девясил высокий (*Inula helenium*), многолетнее травянистое растение сем. Asteraceae. Надземная часть девясила содержит сесквитерпеноиды (антолактон, изоалантолактон), алкалоиды, фенолкарбоновые кислоты, кумарины, флавоноиды. Алантолактон обладает широким спектром фармакологической активности, прежде всего противовоспалительной и антимикробной [8].

Целью проводимых исследований было изучение влияния «Гумитона» и фитопрепаратов на основе надземной части копеечника альпийского и девясила высокого на показатели продуктивности, заболеваемости и падежа

деградация нефтяных загрязнений в почве //Материалы IV Международной конференции «Химия нефти и газа». - Томск, 2000. - С.456-459.

3. Сысоева Л.Н., Алексеева Т.П., Бурмистрова Т.И., Трунова Н.М., Ерофеевская Л.А. Состав для очистки почвы от нефтезагрязнений. Патент RU 2422219 С2. Заявка № 2009134767/10 от 16.09.2009 г. Опубликовано 27.06. 2011 г. Бюллетень №18.

#### ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТОРФА И РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ В СВИНОВОДСТВЕ

Жилякова Т.П., Грицан А.А., Удинцев С.Н.

ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, г. Томск, Россия

[zhilyakova@sibniit.tomsknet.ru](mailto:zhilyakova@sibniit.tomsknet.ru)

Актуальным и перспективным является использование в свиноводстве в качестве кормовых добавок компонентов растительного происхождения, способных повышать продуктивность поголовья, стимулировать воспроизводство, улучшать потребительские свойства продукции. Такие компоненты рациона, получившие название фитогенные кормовые добавки, начиная с 2000 г. широко применяются за рубежом в сельскохозяйственной практике, в первую очередь свиноводстве и птицеводстве [1]. Основные эффекты фитогеников: повышение потребления пищи, стимуляция пищеварения и роста, снижение частоты диареи, повышение эффективности потребления кормов и продуктивности и, в конечном счете, увеличение рентабельности производства [2]. Механизмы действия фитогеников разнообразны и в настоящее время изучаются, преимущественно за рубежом. Наиболее изучены эффекты этих продуктов на функцию желудочно-кишечного тракта животных, особенно поросят различного возраста, в наибольшей степени подверженных желудочно-кишечным заболеваниям. Фитогеники проявляют также эффект антиоксидантов, иммуномодуляторов, проявляют антибактериальный эффект, причем по ряду показателей

12 до 40 мм количество частиц класса крупности 10 – 50 мм возрастает с 63 до 82 %, а частиц менее 3 мм уменьшается с 8 до 2 %. При этом после фрезерования торфяной залежи сырье подсыхает до влажности 70 %, при этом уменьшается время технологического цикла. При хранении в штабелях при данной влажности не происходит саморазогревания.

2. Исключить операцию ворошения. В процессе сушки с фрезерованной торфяной крошки происходит удаление воды различных категорий в строгой последовательности в зависимости от энергии ее связи с твердой фазой. В начале процесса сушки удаляется свободная вода, затем слабосвязанная вода крупных пор. При влажности менее 83 % начинается удаление внутриклеточной и иммобилизованной воды. При влажности 80 % происходят необратимые изменения в структуре торфа и полная влагоемкость его снижается. При влажности менее 71 % начинается удаление влаги из микропор и осмотической, которое заканчивается при влажности торфа, близкой к содержанию физико-химически связанной воды, удаление которой требует более высокой энергии и сопровождается необратимыми структурными изменениями коллоидной системы и усадкой торфа. Испарение воды прекращается, когда парциальное давление пара на поверхности торфа становится равным парциальному давлению пара в атмосфере, то есть при равновесной влажности.

3. Работу уборочных машин организовать следующим образом. Машины выполняют рабочий проход по валку, проезжают вдоль валового канала и еще один рабочий проход через одну карту, так как объема бункера ( $20 \text{ м}^3$ ) хватает для уборки двух валков (в традиционной схеме убирается один валок). Затем торф транспортируется в штабель, находящийся за пределами технологической площадки в месте, удобном для последующей вывозки торфа потребителю, так как штабеля, расположенные вдоль валовых каналов на технологической площадке, затрудняют вывозку торфа, особенно в летний период. Дополнительно бункерные уборочные машины используются в качестве транспортных средств в технологическом цикле. Образование

укрупненных штабелей готовой продукции вне торфяного месторождения позволит организовать круглогодичную вывозку продукции потребителю.

# ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ДЕГРАДАЦИИ НИЗИННОГО БОЛОТА НА ТОМЬ-ОБСКОМ МЕЖДУРЕЧЬЕ ПОСЛЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ

Хахимов И.Р.

ГНУ Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии,  
г. Томск

[haka111983@mail.ru](mailto:haka111983@mail.ru)

В настоящее время для болот и заболоченных территорий России все более насущной проблемой становятся торфяные пожары. Основными причинами возникновения торфяных пожаров являются: деятельность человека, грозные разряды и самовозгорание торфа. В условиях сильных засух, когда сумма осадков за пожароопасный период оказывается значительно меньше среднесуточных данных, на болотах и заболоченных территориях может происходить углубление огня низового пожара, вызывая тем самым возникновение торфяных пожаров. Отдельные торфяные пожары могут носить катастрофический характер, вызывая существенные изменения природной среды и сукцессионные смены растительного покрова [1]. Распространяются торфяные пожары со скоростью до 1 км в сутки. Огонь часто не выходит на поверхность. Такие пожары малозаметны и могут распространяться на глубину до нескольких метров, вследствие чего представляют дополнительную опасность и крайне плохо поддаются тушению, так как торф может гореть без доступа кислорода и даже под водой. На площади пожара наблюдается вал деревьев, создается сильная захламленность и усиливается общая угроза пожара в дальнейшем [2]. В результате гибели растительности на гари происходит уплотнение верхнего торфяного слоя, и в дальнейшем его проседание [1]. Все это в сумме приводит к изменению ландшафта заболоченных территорий. Последствия

Следует отметить, что модификация торфа обработкой ОАПП дает лучшие результаты, чем гидрофобизация ППУ. При этом, нефтеемкость рассыпного материала выше, чем мата (таблица 1).

Таблица 1. Поглощение нефти с поверхности воды торфом

| Размер мата, см | Фракция сорбента | Модификация | Н <sub>р</sub> , г/г | Поглощение воды, г/г |
|-----------------|------------------|-------------|----------------------|----------------------|
| Рассыпной       | 1-2 мм           | ОАПП        | 2,6                  | 0,9                  |
| 2х2х2           | -                | ППУ         | 1,8                  | 0,3                  |
| 2х2х2           | -                | ОАПП        | 2,2                  | 0,1                  |

Более высокие показатели нефтеемкости были достигнуты при смешивании торфа Кубалаахского месторождения с апатитом Селигдарского месторождения (Алданский район, Южная Якутия), вермикулитом месторождения Инагли (Алданский район, Южная Якутия) и цеолитом месторождения Хонгуруу (Сунтарский район, Западная Якутия). При этом нефтеёмкость пробы №1 (торф + апатит) составила 3,5 г/г; пробы №2 (торф + вермикулит) – 12 г/г; пробы №3 (торф + цеолит) – 8 г/г.

В экспедиционный сезон 2013 г. на аварийном участке нефтепровода «Талакан-Витим» были заложены три новых участка с застарелым нефтезагрязнением (7 лет), обработанные торфоминеральными композициями с иммобилизованными на них УОМ в составе *Bacillus* + *Pseudomonas* и *Serratia* + *Rhodococcus*.

Дальнейшие исследования по испытанию торфоминеральных композиций в условиях открытой экосистемы позволят разработать новый состав нефтебиосорбента для биоремедиации почв в условиях Крайнего Севера.

## Литература

1. Экологическая биотехнология / Под редакцией К.Ф. Форстера и Д.А. Дж. Вейза / Пер. с англ. В.А. Дымшица. М., Наука, 1990. – 380 с.
2. Стахина Л.Д., Савиных Ю.В., Алексеева Т.П., Панова И.И., Бурмистрова Т.И., Терещенко Н.Н., Кадычагов П.Б. Микробиологическая

ГНУ СИБНИИСХ и торфа СО Россельхозакадемии (Томск) при разработке торфяного сорбента использовали особенность торфа месторождений Томской области сорбировать микроорганизмы в 5-7 раз выше, чем сорбируют почвы. Ими разработан сорбент с нефтеемкостью 8-10 г/г и способностью разлагать от 40 до 85% масс. загрязнений, образованных при разливах западно-сибирских нефтей [2] и состав для очистки почв от нефтезагрязнений [3].

По мнению многих авторов, торф является, как правило, органической частью существующих экосистем, поэтому биопрепараты на его основе в наибольшей степени соответствуют экологическим требованиям.

В Якутии для изготовления подобных биопрепаратов также возможно использование торфа местных месторождений в качестве сорбента-носителя для углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ).

Только на территории Ленского района (Юго-Запад Якутии) расположены шесть разведанных месторождений торфа (Тас-Маар, Белоглинка, Ньолбогор, Мария, Тиллях, Половинка) с общей площадью 248,92 га, с суммарным запасом 1215,1 тыс.т при средней мощности 1 м.

В ИПНГ СО РАН (Якутск) были проведены исследования по применению торфа месторождения Кубалаах (Центральная Якутия) в качестве нефтесорбента и сорбента-носителя для УОМ.

Образцы торфа, данного месторождения очень гидрофильны: водопоглощение составляет 7,2 г/г. Зольность – 27,6%,  $P_n$  – 8,2. Насыщение торфа нефтью происходит в первые 3 минуты. Гидрофобизация незначительно уменьшает нефтеемкость торфа. Нефтеемкость исследованных образцов составила 1,8 – 2,6 г/г, что объясняется его высокой степенью разложения. Модификацию образцов проводили: термообработкой; гидрофобизацией пенополиуретаном (ППУ); гидрофобизацией окисленным атактическим полипропиленом (ОАПП).

таких изменений пока еще мало изучены. Поэтому целью нашей работы является произвести оценку степени деградации болот после прохождения торфяного пожара на примере низинного болота на Томь-Обском междуречье.

Для определения степени деградации болот нами была использована методика оценки степени изменения на основе анализа динамического состояния геосистем [1]. Торфяные пожары ускоряют или замедляют развитие комплекса, способствуют переходу геосистемы из одной фазы или подфазы в другую. Под фазой (подфазой) развития понимается многолетнее состояние, характеризующееся необратимыми изменениями природных компонентов геосистемы при сохранении общего набора процессов: переход почв в иной вид, сукцессии растительности, появление или возникновение отдельных фаций или урочищ. Степень измененности геосистемы определяется по отношению к узловым точкам его жизни. При этом возможны три варианта: 1) геосистемы остаются в той же фазе или подфазе развития; 2) геосистемы переходят в одну из подфаз фазы смены; 3) происходит смена геосистемы. На основе этого выделяются следующие степени изменения геосистем:

1. Слабоизмененными называют геосистемы, находящиеся в фазах зарождения и становления, устойчивого существования и медленного развития. Нарушению подвергаются только отдельные компоненты ландшафта, и остается возможным восстановление исходного состояния ПТК.

2. Среднеизмененные геосистемы характеризуются переходом в раннюю подфазу фазы смены. Ранняя подфаза смены наступает при появлении отдельных видов растений, не характерных для геосистемы, и слабых признаках смены типа почвообразовательного процесса. При средней степени изменения геосистемы возможность восстановления исходного состояния исчезает.

3. Сильноизмененными следует считать геосистемы, которые перешли в среднюю подфазу фазы смены: увеличивается число не характерных для старой геосистемы растений, смена почвообразования более выражена.

4. Очень сильные изменения геосистем сопровождаются полной сменой комплекса.

Для рассмотрения последствий торфяного пожара нами было выбрано болото, находящееся в ложбине Томь-Обского междуречья на территории Тимирязевского лесничества, где в июне 2008 года был зафиксирован пожар на площади 3 га.

На месте нами проводилось комплексное ландшафтное описание. Работа на основных точках включала в себя: определение точных географических координат с помощью GPS навигатора, определение характеристик микрорельефа, определение уровня болотных вод относительно средней поверхности болота, описание ботанической площадки (100 м<sup>2</sup>), характеристика строения торфяной залежи (мощность торфяной залежи, определение видов и степени разложения торфов), определение типов антропогенного воздействия [1].

Для проведения сравнительного анализа нами были выбраны два участка этого болота. Естественный, который не был затронут торфяным пожаром, и участок, на котором был зафиксирован пожар, находящийся на расстоянии 100 метров от естественного.

Микрорельеф естественного участка болота волнистый, мощность торфяной залежи составляет более 4 м (табл. 1). Древесный ярус представлен в основном сосной с присутствием березы, состояние яруса удовлетворительное. Средняя высота деревьев составляет 12 м, диаметр – 20 см. Доля сухих деревьев равна 50 %. Подрост находится в удовлетворительном состоянии. Моховой покров образован гипновыми и сфагновыми мхами с проективным покрытием 60 %. Травяной ярус представлен папоротниками, хвощами и злаками с общим проективным покрытием 40 %.

## ТОРФОМИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИИ В ОЧИСТКЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЯКУТИИ

Ерофеевская Л.А., Александров А.Р., Куприянов Б.Е., Кондратьева Н.И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук, Якутск, Россия, [lora-07.65@mail.ru](mailto:lora-07.65@mail.ru)

Одним из основных направлений при производстве бионефтесорбентов для ликвидации нефтеразливов в условиях Крайнего Севера является возможность размещения предприятий в непосредственной близости от потребителя и поставщиков сырья. Применение местного природного сырья для минимизации последствий аварий на нефтепроводах целесообразно вследствие доступности и дешевизны сырья. Доставка технических средств и препаратов в условиях Якутии особенно затруднительна вследствие сложности транспортной схемы и удаленности населенных пунктов. К тому же сорбенты могут терять нефтеемкость в результате длительного хранения. Таким образом, наличие собственных предприятий и поставщиков сырья на территории отдаленных регионов позволит иметь аварийный запас качественных препаратов и сорбентов на опасных участках нефтепроводов, на нефтебазах и автозаправочных станциях, что значительно сократит время при ликвидации различных нештатных ситуаций.

Перспективным направлением при изготовлении биопрепаратов для ликвидации нефтеразливов является совмещение в одном материале способности физико-химической сорбции нефти и ее биодеструкции под действием микробиологического фактора компонентов природной среды. Например, в Великобритании исследования по рекультивации загрязненной нефтью почвы включали смешение ее с сосновой корой. Эта разработка основана на использовании микроорганизмов, существующих на поверхности коры и адаптированных к росту на сложных углеводородах, входящих в состав сосновой смолы, а также на способности коры адсорбировать нефтепродукты [1].

экономики ХМАО-Югры и для страны в целом принципиально новое, высокотехнологичное направление переработки невестребованного до настоящего времени сырьевого ресурса региона.

#### Литература

1. Варшавский В. Зная рынок, видим перспективу // Агробизнес 2013, №6-1, С. 22–29.
2. Стратегия социально–экономического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года (Научные основы) // М., 2011, 100 с.  
([http://www.vniiesh.ru/documents/document\\_9509\\_%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%D0%90%D0%9F%D0%9A%202020.pdf](http://www.vniiesh.ru/documents/document_9509_%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%D0%90%D0%9F%D0%9A%202020.pdf))
3. Корнев В.Г. Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур // М., 1988. - 301 с.
4. Д.В. Дудкин, А.С. Толстяк, Г.Ф. Фахретдинова Способ получения гуминовых кислот и гуматов из торфа. // Патент РФ №2429214 опубликован 20.09.2011 Бюллетень изобретений №26.
5. Дудкин Д.В., Змановская А.С., Литвинцев П.А. Влияние продуктов искусственной гумификации на рост и урожайность озимой пшеницы, возделываемой в условиях лесостепной зоны // Вестник Югорского государственного университета №3, 2013, с. 19-24.
6. Дудкин Д.В., Литвинцев П.А. Влияние продуктов искусственной гумификации на рост и урожайность яровой пшеницы, возделываемой в условиях лесостепной зоны Алтайского края // Известия Оренбургского государственного аграрного университета // №6, 2013 с. 47-50.

Таблица 1. Характеристика торфяной залежи низинного болота

| Естественный участок |                      |                                                 | Участок, пострадавший от пожара |                      |                              |
|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------------|
| глубина отбора, см   | степень разложения % | вид торфа                                       | глубина отбора, см              | степень разложения % | вид торфа                    |
| 0-10                 | 20-30                | древесно-осоковый переходный                    | 0-5                             | 45                   | древесно-осоковый переходный |
| 10-50                | 20                   | древесно-сфагновый переходный                   | 5-25                            | 40                   | древесно-осоковый переходный |
| 50-105               | 25                   | древесно-осоковый переходный                    | 25-75                           | 35                   | древесно-осоковый переходный |
| 105-150              | 20                   | сфагновый переходный (с остатками кустарничков) | 75-105                          | 30                   | древесно-осоковый переходный |
| 150-210              | 30                   | древесно-осоковый переходный                    | 105-175                         | 25                   | древесно-осоковый переходный |
| 210-220              | 40                   | древесно-осоковый переходный                    | 175-200                         | 30                   | древесно-осоковый переходный |
| 220-250              | 30                   | древесно-осоковый переходный                    | 200-250                         | 35                   | древесно-осоковый переходный |
| 250-300              | 45                   | древесно-осоковый переходный                    | 250-280                         | 45                   | древесно-осоковый переходный |
| 300-360              | 45                   | древесно-осоковый переходный                    | 280-300                         | 50                   | древесно-осоковый переходный |
| 360-370              | 50                   | древесно-осоковый переходный                    |                                 |                      |                              |
| 370-400              | 45                   | древесно-осоковый переходный                    |                                 |                      |                              |

На участке, где был зафиксирован торфяной пожар, микрорельеф так же волнистый, но осложнен поваленными стволами деревьев и выворотнями. Мощность торфяной залежи составляет 3 м (табл. 1). Древесный ярус представлен сосной и березой, средняя высота деревьев 10 м, диаметр 10 см. Доля сухих деревьев не более 30%. Подрост находится в угнетенном состоянии, вероятно причиной тому служит прошедший здесь торфяной пожар. Моховой покров образован гипновыми и сфагновыми мхами, с проективным покрытием 20%. Травяной ярус представлен в основном папоротником, проективное покрытие 70%. Примерно 20% нижнего яруса – это открытые пространства, в основном это самые низкие места и приствольные повышения.

Из проведенных наблюдений видно, что в результате торфяного пожара некоторые компоненты ландшафта подверглись изменению. Так, в частности, уничтожена верхняя часть торфяной залежи, современный растительный покров не характерен для типа торфа, на котором расположен участок, микрорельеф был осложнен поваленными деревьями и выворотнями, лесной подрост оказался в угнетенном состоянии, моховой покров также был частично уничтожен.

Опираясь на методику оценки степени изменения на основе анализа динамического состояния геосистем, можно сделать вывод, что после прохождения торфяного пожара на низинном болоте Томь-Обского междуречья геосистема подверглась среднему изменению. Это означает, что восстановление исходного состояния очень затруднено или вообще невозможно. Все это еще раз ставит вопрос о необходимости разработки комплексной методики предупреждения торфяных пожаров.

#### Литература

1. Ландшафты болот Томской области / под ред. Н.С. Евсеевой. – Томск: изд-во НТЛ, 2012. – 400 с.
2. Ходаков В.Е., Жарикова М.В. Лесные пожары: методы исследования. – Херсон: Гринь Д. С., 2011. – 470 с.

#### ВЛИЯНИЕ ГЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

<sup>1</sup>Цыганов А.Р., <sup>1</sup>Томсон А.Э., <sup>2</sup>Боголицын К.Г., <sup>1</sup>Ракович В.А., <sup>1</sup>Соколова Т.В.,  
<sup>1</sup>Стригуцкий В.П., <sup>1</sup>Пехтерева В.С., <sup>2</sup>Селянина С.Б., <sup>2</sup>Парфенова Л.Н.,  
<sup>2</sup>Труфанова М.В.

<sup>1</sup>Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь, [nature@ecology.basnet.by](mailto:nature@ecology.basnet.by)

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт экологических проблем Севера УрО РАН», г. Архангельск, Россия, [smssb@yandex.ru](mailto:smssb@yandex.ru)

Одной из актуальных проблем болотообразования является влияние геоклиматических условий. Целью данной статьи являлось установление принципиальных аспектов формирования торфяных месторождений в

жидкого торфяного гуминового удобрения «Гумовит». Получение данного препарата основано на механохимической трансформации основных компонентов клеточной стенки в гуминовые кислоты [4].

Обширные полевые и производственные испытания опытного образца удобрения «Гумовит» показали, что данный препарат не только способствует повышению урожайности широкого перечня сельскохозяйственных культур, но и способствует улучшению биохимических показателей качества урожая, получаемого с применением удобрения «Гумовит» [5,6].

Так в частности, применение «Гумовита» в открытом грунте на широком перечне овощных культур наряду с увеличением урожайности способствует также снижению содержания нитратов в 2-4 раза наряду с повышением содержания аскорбиновой кислоты (витамина С) и содержания сахаров. Аналогичные результаты получены при использовании «Гумовита» на зерновых культурах. При повышении урожайности яровой пшеницы, обусловленной применением удобрения «Гумовит», полученный с его применением урожай зерна характеризуется повышенным содержанием белка и клейковины.

При этом стоит подчеркнуть, что «Гумовит» отличается положительным образом от аналогов простотой его применения в растениеводстве. Для получения прибавки урожая в 20-30% достаточно провести лишь предпосевную обработку семян. Минимальный расход препарата, наряду с высокой эффективностью и простотой использования, позволяют ожидать высокий экономический эффект его применения в растениеводстве.

Исследование применимости «Гумовита» в качестве стимулятора корнеобразования подтвердило его высокую биологическую активность и возможность его использования в размножении плодовых культур зелеными черенками.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заявить о создании качественно новой технологии переработки торфа в жидкое гуминовое удобрение нового поколения. Данная технология открывает для

ботанического состава и степени разложения. Данное обстоятельство является основным технологическим риском конкретного производства.

Одной из задач совершенствования технологий производства гуминовых препаратов является обеспечение стабильности химического состава, независимо от переменчивости торфяного сырья. Также необходимо повысить эффект применения гуминовых препаратов в сельском хозяйстве.

Трендом последних лет в решении обозначенных задач стало модифицирование гуминовых кислот, повышающее их гидрофильность. Альтернативным направлением развития научной мысли в данном направлении является создание технологии получения гуминовых агрохимикатов, основанной на искусственной гумификации торфа [4]. Используя качественно новый технологический подход, данные способы позволяют вдвое повысить практический выход действующего вещества гуминовых удобрений, снизив при этом общие энергетические и временные затраты. Данная концепция позволяет использовать весь спектр торфяного сырья, независимо от его ботанического состава и степени разложения.

Так, например, в серии опытов, подкрепленных полевыми испытаниями, сотрудниками ФГБОУ ВПО «Югорский государственный университет» создан гуминовый препарат, для получения которого использовался наиболее типичный для территории ХМАО-Югры балтикум-торф низкой степени разложения, выработанный в одной из торфяных залежей Обь-Иртышской поймы.

В настоящее время технология производства гуминового препарата проходит апробацию на площадке ООО «ХимТехнологии» – инновационной компании созданной ФГБОУ ВПО «Югорский государственный университет» в 2012 году. Технология реализуется в рамках проекта «Комплексная химическая переработка торфа и лесотехнических отходов» при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предпринимательства в научно-технической сфере. В рамках реализуемого проекта создана опытно-промышленная установка мощностью 100 м<sup>3</sup>/год

условиях умеренно-континентального, субарктического и тропического климата.

Основными объектами исследования являлись пробы торфа, отобранные с градацией по горизонтам залегания в районах умеренно-континентального климата (Республика Беларусь, Северо-Восточный Китай), Европейского Севера России и на месторождении, сформированном в условиях тропического климата (Юго-Западный Китай, провинция Юньнань, уезд Шипин вблизи поселка Баосю). Определялись основные физико-химические параметры отобранных проб торфа: видовой состав, степень разложения, элементный состав, зольность, обменная и активная кислотность.

Большие различия в сочетании основных факторов торфообразования: геологии, геоморфологии, гидрографии, гидрологии и др. в Республике Беларусь обусловили значительные отличия количественных и качественных особенностей болотообразования и торфонакопления, а также неравномерность распределения болот. На ее территории выделено пять торфяно-болотных областей. Существующая стратиграфическая классификация выделяет 4 типа торфяных залежей: низинный, переходный, верховой и смешанный.

Установлено существенное влияние места расположения месторождения на видовой состав и степень разложения торфа. Было проанализировано влияние пункта отбора и глубины залегания на геоботаническую характеристику торфа. Исследования выполнялись с обобщенными пробами, объединенными по глубине отбора, близости их видового состава и степени разложения. Для всех исследованных месторождений наблюдалась тенденция повышения степени разложения торфа с глубиной залегания и изменения ботанического состава и типовой принадлежности – от переходного к низинному. В пунктах отбора проб встречаются разные виды торфа, которые формируются вследствие разнообразных условий минерального питания произрастающих растений-торфообразователей. В направлении с севера на юг проявляется тенденция повышения степени

разложения торфа и перехода от верхового к низинному типу. Первая группа проб (8), отобранных на глубине до 0,5 м, представлена магелланикум торфом с относительно невысокой степенью разложения – в среднем до 15,0 %. Вторая группа проб (25), отобранных на глубинах от 0,5 до 0,75 м, представлена в основном пушицево-сфагновым торфом, со степенью разложения 30,0 %. Образцы третьей группы (6), отобранные на глубинах от 0,75 до 1,0 м, также представлены пушицево-сфагновым торфом, однако степень разложения у них 35,0 %. Образцы четвертой (11) и пятой групп (16), отобранные на глубинах от 0,5 до 1,0 м и от 1,0 до 1,5–1,8 м, представлены сосново-пушицевым торфом со степенями разложения ~ 45,0 и 50,0 % соответственно. Шестая группа образцов (7), отобранных на глубинах от 1,25 до 1,85 м, представлена в основном переходным древесно-сфагновым и древесным торфом со степенью разложения ~ 50 %. Седьмая группа образцов (16), отобранная с глубин от 1,5 до 2,0 м, представлена торфом и подстилающими его торфосапропелевыми породами. Степень разложения торфов в этих образцах > 50 %. Содержание минеральных примесей (зольность) в залежи на глубинах до 1,5–1,8 м составляет 1,5–2,0 %. Для образцов 6-й и 7-й групп оно составляет 3,0–4,5 %.

Площадь торфяной залежи низинного типа в Беларуси составляет 81,6 % (2103,8 тыс. га), переходного – 3,4 % (106,2 тыс. га), верхового – 15,0 % (333,7 тыс. га).

Так как количество осадков зависит от близости к океанам, то в Китае наблюдается закономерность уменьшения количества болот, их размеров и мощности торфяных залежей с востока на запад. Сходство биоклиматических условий обуславливает близость процессов болотообразования торфяных месторождений, расположенных в различных географических регионах (Республика Беларусь и Северо-Восточный Китай). Например, прирост торфа в северо-восточном Китае примерно такой же, как и на болотах Березинского биосферного заповедника.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТОРФА ХМАО-ЮГРЫ В ПРЕПАРАТЫ ГУМИНОВОЙ ПРИРОДЫ

Дудкин Д. В., Федяева И. М.

ФГБОУ ВПО Югорский государственный университет,

г. Ханты-Мансийск, Россия

[dvdudkin@rambler.ru](mailto:dvdudkin@rambler.ru)

Одним из стремительно развивающихся направлений геоэкономической деятельности Российской Федерации является экспорт зерна [1]. Рост экспорта зерна, который в последнем десятилетии поддерживался преимущественно экстенсивным развитием отечественного земледелия [2], исчерпал себя и требует перехода к интенсивным технологиям возделывания [3].

Одним из таких направлений является химизация сельского хозяйства. Однако чрезмерное применение существующих на рынке агрохимикатов не способно обеспечить высокие показатели качества урожая. Кроме того, данные химические препараты не являются малозатратными по способу внесения.

Альтернативой минеральным удобрениям могут стать жидкие гуминовые удобрения на основе торфа. Данные препараты обладают рядом уникальных потребительских свойств, в числе которых стоит выделить абсолютную безопасность для окружающей среды и человека, малозатратный способ внесения, ощутимую эффективность применения.

Поскольку на территории ХМАО-Югры сосредоточены более 25 % отечественных запасов торфа, размещение здесь подобного производства является наиболее оправданным.

Представленные на отечественном рынке гуминовые агрохимикаты существенно различаются в своих качественных показателях, несмотря на фактически единую технологию их производства. Качественные различия обусловлены существенной изменчивостью торфа в зависимости от его

## Литература

1. Баранник Л.П., Шмонов А.М. Проблемы лесной рекультивации в Кузбассе //Рекультивация нарушенных земель в Сибири. Кемерово. 2005. Выпуск №1. С. 54-62.
2. Мамонтов В.Г., Афанасьев Р.А., Радионова А.П., Быканова О.М. К вопросу о лабильном органическом веществе почв // плодородие. 2008. С. 20-22.
3. Патент РФ №228607 Органоминеральное удобрение/ Алексеева Т.П., Сысоева Л.Н., Трунова Н.М., Бурмистрова Т.И. Оpubл. 27.08.06.
4. Патент РФ №2216175 Способ получения средств защиты от грибковых заболеваний / Бурмистрова Т.И., Сысоева Л.Н., Трунова Н.М., Терещенко Н.Н. Оpubл. 20.11.03.
5. Алексеева Т.П., Сысоева Л.Н., Бурмистрова Т.И., Трунова Н.М. Исследование эффективности применения торфяного мелиоранта для биологической рекультивации угольных отвалов// Достижения науки и техники АПК.2010. №12. С. 34-36.
6. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы трансформации. Л.: Наука. 1980. 510 с.
7. ГОСТ 26213-91. «Почва. Методы определения органического вещества». С. 1-6.
8. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса М.: изд-во МГУ, 1981. 271 с.
9. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению Л.: Агропромиздат, 1986. 295 с.
10. Кросс А. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию - Москва: изд-во иностранной литературы, 1961. -111 с.

Анализ особенностей торфообразования в условиях субарктического климата был проведен на примере образцов торфа, отобранных в Кенозерском национальном парке (КНП) (61° с.ш.) и Иласском болотном массиве (64° с.ш.).

Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица. Геоботаническая и физико-химическая характеристики образцов торфа Европейского Севера России

| № пробы                  | Глубина отбора, см | Степень разложения, % | Зольность, % | Состав растений-торфообразователей | Тип торфа  | Групповой состав, %          |        |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|------------------------------------|------------|------------------------------|--------|
|                          |                    |                       |              |                                    |            | гуминово-фульватный комплекс | лигнин |
| Иласский болотный массив |                    |                       |              |                                    |            |                              |        |
| 1                        | 20–50              | 15–20                 | 2,8          | сфагнум                            | верховой   | 42,5                         | 20,0   |
| 2                        | 50–70              | 10–15                 | 3,4          | сфагнум                            | верховой   | 40,7                         | 24,8   |
| КНП                      |                    |                       |              |                                    |            |                              |        |
| 3                        | 50–70              | 10–15                 | 2,4          | сфагнум                            | верховой   | 33,4                         | 34,0   |
| 4                        | 50–70              | 25–30                 | 9,8          | Осока, хвощ, сфагнум, сосна        | переходный | 46,9                         | 50,6   |
| 5                        | 50–70              | 30–35                 | 22,7         | Осока, хвощ, вахта, ива            | низинный   | 59,1                         | 35,0   |

Исследование элементного состава торфяных почв Иласского массива показало, что по сравнению с регионами умеренно-континентального и тропического климата торфяные почвы Севера обеднены азотом и углеродом (С–43,9 %, О<sub>2</sub>–46,4 %, Н–5,9 %, С/Н – 0,62, N–0,3 %, другие – 3,5 %).

В образцах торфа Иласского болотного массива содержание железа варьировало от 0,3 до 0,9 %; серы от 0,3 до 0,6 %; кальция от 0,5 до 0,6 %; магния – 0,2 %; стронция, цинка, меди никеля, марганца – от 0,0009 до 0,05 %.

Анализ 11 проб, отобранных на глубинах залегания 0,4–1,0 м на месторождении тропического климата, показал исключительную однородность по степени разложения (45–50 %) и ботаническому составу. Содержание остатков тростника 40–45 %, осок – 35–40 % (как по точкам отбора, так и глубине залегания).

По содержанию минеральных веществ исследованные образцы существенно разнятся (9,7–27,0 %). Такие высокие значения зольности характерны для низинных торфов.

Выводы. Установлены принципиальные различия в особенностях формирования торфяных месторождений в исследованных геоклиматических условиях. В случае субарктического и умеренно-континентального климата имеет место формирование месторождений верхового и низинного типов с различным видовым составом и степенью разложения торфа. Наблюдается существенное влияние точки отбора пробы. С увеличением глубины залегания фиксируется повышение степени разложения торфа и тенденция перехода его от верхового к низинному типу. Для месторождения же, сформировавшегося в условиях тропического климата, имеет место исключительная однородность высокой степени разложения (45–50 %), а также стабильность ботанического состава как по точкам отбора пробы, так и по глубине залегания. Для регионов умеренно-континентального и тропического климата характерно преобладание месторождений низинного типа, а субарктического – верхового со слабой степенью разложения торфа и низким содержанием минеральной компоненты.

Работа выполнена при поддержке ФФИ РБ (X12P-147, X14P-233) и РФФИ (проект 12-03-90018-Бел\_а).

Анализ результатов свидетельствует о том, что ЛОВ, образующееся при деструкции растительных остатков в грунте отвальной породы (образцы 2,3) является менее структурированным, чем в зональной почве, где содержание кислотных функциональных групп значительно меньше. Это обусловлено тем, что в зональной почве, как более стабильной системе, межмолекулярные и внутримолекулярные взаимодействия ионизированных групп приводят к образованию достаточно прочных структур, которые не разрушаются при титровании HCl и в связи с этим не могут быть оттитрованы. А в грунте отвальной породы образующиеся продукты деструкции растительных остатков далеки от состояния равновесия, и кислотные функциональные группы, представленные этими продуктами распада, прекрасно титруются. Для подтверждения вышесказанного были сняты ИК спектры образцов ЛОВ зональной почвы (ЗП) и варианта (ГО + ТМ). Известно [10], что если в ИК спектре карбоксил-содержащих объектов при титровании кислотных групп (почва, торф, карбоксильные катиониты и др.) имеется одна широкая полоса поглощения ионизированной карбоксильной группы при  $1540\text{--}1680\text{ см}^{-1}$ , то принято считать, что все кислотные группы, в частности, карбоксильные, оттитрованы. О частичной нейтрализации кислотных групп свидетельствует наличие в ИК спектре полосы поглощения карбонильной группы  $\text{C=O}$ .

В результате исследований показано, что за пять вегетационных периодов при выращивании травяных культур с использованием торфяных препаратов сформировался пул лабильного органического вещества. ЛОВ непосредственно участвует в питании растений, служит энергетическим материалом для почвенных микроорганизмов, обеспечивая стабильное развитие фитоценозов, но вновь сформированное ЛОВ отличается по своей структуре от ЛОВ зональной почвы, о чем свидетельствуют результаты проведенного исследования.

мелиорант (ТМ), 25 т/га; 3. ГО + обработка семян и вегетирующих растений оксигуматом (ОГ). Извлечение ЛОВ из почвы и грунта проводили 0,1 М раствором NaOH [6]. Для определения содержания углерода лабильного органического вещества (С<sub>ЛОВ</sub>) использовали метод Тюрина по ЦИНАО (ГОСТ 26213 – 91) с фотометрическим окончанием [7]. Исследование оптических свойств ЛОВ проводили согласно рекомендациям Д.С. Орлова [8]. Для определения в составе ЛОВ различных по природе функциональных групп кислотного характера применяли метод обратного потенциометрического титрования [9].

Анализ электронных спектров поглощения ЛОВ исследуемых образцов грунта, образовавшегося за пять вегетационных периодов, показал, что спектры по характеру идентичны и представляют собой пологие кривые. При этом оптическая плотность ЛОВ грунта в измеряемой области спектра оказалась выше в случае варианта с использованием ТМ, самая низкая – в контрольном варианте. На основании вышеизложенного можно предположить, что в направлении от зональной почвы к грунту с использованием ТМ и далее с использованием ОГ уменьшается вклад ароматических структур в построение ЛОВ. Об этом же свидетельствуют и величины коэффициента цветности А (табл.1), который характеризует степень конденсированности органического вещества.

Таблица 1. Влияние торфяных препаратов на показатели структуры лабильного органического вещества

| Показатели                                                             | Варианты опыта  |                          |                     |                     |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
|                                                                        | Зональная почва | Грунт отвала (образец 1) | ГО + ТМ (образец 2) | ГО + ТМ (образец 3) |
| Коэффициент цветности А ( $\lambda_1 / \lambda_2 = 400/500\text{nm}$ ) | 1,78            | 2,27                     | 2,54                | 2,73                |
| Содержание кислотных функциональных групп, ммоль/г                     | 0,38            | -                        | 0,54                | 0,54                |

Сложную структуру имеет ЛОВ зональной почвы, а новообразованное ЛОВ в вариантах с использованием торфяных препаратов в большей степени обогащено алифатическими структурами.

## СЕКЦИЯ 2. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ

### МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ БОЛОТ В ПРЕДЕЛАХ РАЗНЫХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ

Беленко А. А.

ГНУ Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии,  
г. Томск, Россия

[Valenso77@mail.ru](mailto:Valenso77@mail.ru)

Россия занимает одно из первых мест в мире по площади заболоченных территорий. Особенно сильной заболоченностью, в среднем превышающей 30%, отличается Западно-Сибирская равнина (Ландшафты болот..., 2012). Болота являются одной из важнейших природных компонент, оказывающих всестороннее влияния на окружающие территории, имеющих специфические условия, необходимые для своего развития, отличающихся своеобразностью животных и растительных формаций и поражающих масштабностью занимаемых территорий.

В своей работе К.Е. Иванов (1953) болотом называет «участок территории, характеризующийся обильным застойным или слабо проточным увлажнением верхних горизонтов почво-грунтов, на котором произрастает специфическая болотная растительность с господством видов, приспособленных к условиям обильного увлажнения и недостатка кислорода в почвенном субстрате».

До недавнего времени большинство проводимых работ по изучению болот имели прикладное значение и рассматривались исследователями с точки зрения запасов торфа и качественной его составляющей с целью использования в качестве природного ресурса. Тем не менее, за последние годы появились публикации, отражающие попытки всестороннего анализа факторов болотообразования в ландшафтно-динамическом, геологическом,

гидрологическом, ботаническом и почвоведческом аспектах. Таким образом, для более полного и осмысленного понимания необходим комплексный подход к изучению процессов заболачивания.

Целью работы явилось выявление отличительных признаков при дифференцировке почвенных профилей почв, формирующихся на разных геоморфологических уровнях в условиях влияния болота.

Томская область располагается в зоне влияния Васюганского болотного массива, заболоченность территории по литературным данным составляет порядка 50%, находится в географическом центре Сибири – юго-восточной части Западно-Сибирской равнины. Вся история развития Западно-Сибирской равнины связана с историей формирования ее осадочного чехла. Толща рыхлых отложений имеет ритмическое строение, что связано с периодически повторявшимися колебательными движениями земной коры и неоднократными трансгрессиями мелеющего моря (вплоть до олигоцена), а в условиях континентального существования равнины – с развитием покровных оледенений и неоднократной сменой денудационных и аккумулятивных циклов седиментогенеза (Лапшина, 2003). Таким образом, в литологическом отношении она представляет собой кристаллический фундамент, покрытый мощным чехлом рыхлых мезозойско-кайнозойских осадочных отложений.

Объектом исследования послужил ряд почв, расположенных на левобережье рек Томи и Оби. На исследуемой территории преобладает денудационно-аккумулятивный тип рельефа, представленный шестью геоморфологическими уровнями – это разновозрастные водораздельные равнины, наряду с ложбинами древнего стока (Ландшафты болот., 2012).

Выбор ключевых участков осуществлялся из расчета условий формирования почв. Необходимым критерием для закладки почвенных разрезов послужило наличие протекающих процессов заболачивания. Также во внимание принимались разновозрастность и разнопорядковость проявления геоморфологического строения обследуемой территории.

органические остатки разной степени разложения и гумификации, служащего непосредственным и наиболее доступным источником питания растений и микроорганизмов [2]. Для создания условий роста и развития растений, активации биологических процессов в грунте возможно использовать препараты на основе торфа.

Целью настоящей работы является исследование некоторых свойств ЛОВ, образовавшегося на поверхности отвальной породы за пять вегетационных периодов при выращивании бобовых и злаковых трав с использованием торфяных препаратов.

Свойства ЛОВ исследованы методами потенциометрического титрования, фотоколориметрическим, ИК – спектроскопическим (прибор Nicolet 6700 FT – IR, приставка НПВО кристалл-алмаз, спектральный диапазон 400-4000 см<sup>-1</sup>. Используемые торфяные препараты – органоминеральное удобрение [3] (торфяной мелиорант) и оксигумат [4] – являются источником органического вещества и микрофлоры. Наличие в составе препаратов продуктов гидролитической деструкции торфа обеспечивает им свойства адаптогенов, стимуляторов роста растений и, как следствие, в неблагоприятных условиях торфяные препараты создают растениям условия для выживания.

Опыт по биологической рекультивации с использованием торфяных препаратов проводили в течение пяти вегетационных периодов на спланированном участке угольного отвала разреза Краснобродский Кемеровской области возраста 25 лет. Грунт отвальной породы (ГО) по агрохимическим показателям и содержанию токсичных элементов [5] пригоден для биологической рекультивации. В качестве травяной культуры была выбрана смесь бобовых и злаковых трав. Доза внесения торфяного мелиоранта (ТМ) в грунт отвала составила 25т/га; концентрация оксигумата, используемая в варианте с обработкой семян и вегетирующих растений, – 0,005% по гуминовым кислотам. Для исследования были использованы следующие варианты опыта: 1. Грунт отвала (ГО); 2. ГО + торфяной

4. Дубравная Г.А. Влияние селена на обменные процессы в организме животных /Дубравная Г.А, Абакин С. С. Сб. науч. тр. «Естествознание и гуманизм», Ставропольский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства Россельхозакадемии.- 2007, Т. 4, вып. 4, с.74-79.

5. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное. / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. - Москва. 2003. - 456 с.

**ФОРМИРОВАНИЕ ЛАБИЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В  
ПРОЦЕССЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПРИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОРФЯНЫХ ПРЕПАРАТОВ**

Бурмистрова Т.И., Алексеева Т.П., Сысоева Л. И., Трунова Н.М.

ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии,

г. Томск, Россия

sibniit@mail.tomsknet.ru.

Для Кузбасса с его кризисной экологической обстановкой рекультивация земель, нарушенных в результате добычи угля, – чрезвычайно актуальна. Открытый способ разработки угольных месторождений, распространенный в Кузбассе, приводит к полному уничтожению естественного биоценоза, на поверхность выносятся глубинные горные породы с низкой биогенностью, граничащей со стерильностью, что отрицательно сказывается на росте и развитии растений[1]. Развитие почвенного профиля в техногенных ландшафтах происходит очень медленно и задачей рекультивации техногенного грунта является восстановление его биологических функций, возобновление и ускорение почвообразовательного процесса, создание устойчивых фитоценозов.

Начальный этап почвообразования связан с появлением растительности, преобразованием растительного материала и, как следствие, накоплением лабильного органического вещества (ЛОВ), представляющего собой

Первый почвенный профиль был заложен в сосново-березовом лесу в 100 м от кустарничково-мохового переходного болота на Томь-Обском междуречье. Микрорельеф участка волнистый. Геологически данная территория представлена среднеплейстоценовой равниной, сформировавшейся в условиях нового значительного снижения базиса эрозии по всей территории Западно-Сибирской равнины. Ее абсолютные высоты составляют 80-100 м. Поверхность в основном плоско-волнистая, сильно заболоченная. Среднеплейстоценовая равнина сложена озерно-аллювиальными осадками – песками, супесями, глинами. Мощность отложений достигает 42 м.

Сформированные на ней почвы относятся к дерново-подзолистым иллювиально-железистым отдела альфегумусовых постлитогенных почв, сформированных на породах легкого гранулометрического состава с выраженной слоистостью слагающей толщи.

Для закладки второго профиля, с последующим его описанием и изучением его отличительных черт, послужили почвы, формирующиеся на иной литологической основе. В данном случае ей послужила эоплейстоцен-ранннеоплейстоценовая равнина, широко распространенная в пределах территории Томской области. Ее абсолютные высоты составляют 90 – 160 м. Формирование данного геоморфологического уровня начиная с эоплейстоцена происходило в условиях непрерывного общего опускания. На междуречье шло прерывистое накопление осадков, о чем нередко свидетельствуют горизонты погребенных почв. Равнина сложена озерно-аллювиальными осадками – глинами, песками. Мощность отложений составляет 20-25 м, местами – до 41 м. Поверхность равнины неоднородная, встречаются полого-увалистые участки, в центральных частях в основном плоская, сильно заболоченная (Ландшафты болот..., 2012).

Данный разрез был заложен на междуречье Бакчар-Икса в 1,5 км к востоку от Бакчарского болота, в березово-осиновом лесу (Беленко, 2013). Микрорельеф описываемого участка также является волнистым.

Сформировавшиеся почвы типологически относятся к темно-серым лесным грунтово-глеевым отдела текстурно-дифференцированных постлитогенных почв, сформированных на породах тяжелого гранулометрического состава. Следует отметить, что для данных почв, развитие под лиственными переувлажненными лесами, зачастую с примесью осины, является характерным.

Исследуемые почвы существенно отличаются между собой как по мощности гумусоаккумулятивной толщи, которая варьирует от 15 до 45 см, что объясняется влиянием формирующихся на них фитоценозов, и дифференциации всего почвенного профиля, так и по проявлению протекающих в них процессов заболачивания. В частности, для дерново-подзолистых почв, формирующихся на легких по гранулометрическому составу породах, в отсутствие подпитки грунтовыми водами заболачивание территории должно было бы вообще отсутствовать либо проявляться крайне незначительно. Тем не менее, возможно, из-за наличия уплотненных, железисто сцементированных горизонтов ортзандового типа, впрочем, который характерен для почв, формирующихся в условиях повышенного увлажнения, но не свидетельствующий об образовании болота, просачивание атмосферной влаги становится затруднительным, что в свою очередь приводит к ее застою и началу заболачивания. Этот критерий определяет также и проявление в профиле железа в его закисной форме. Рассматривая с этой позиции серые лесные почвы, стоит отметить обратную тенденцию, то есть большую их склонность к переходу к гидроморфному типу почв, в особенности в условиях нахождения в пределах заболоченного леса или в приграничной с болотным массивом территории. Обращаясь к исследуемому разрезу серых лесных почв, следует отметить, что хотя глеевый горизонт самостоятельно выделяется только с глубины 130 см, признаки его наличия, проявляемые в виде пятен или характерного оттенка, выделялись уже с глубины 90 см, что свидетельствует о значительном поднятии грунтовых вод к поверхности и длительном их застое, позволившем перейти железу в

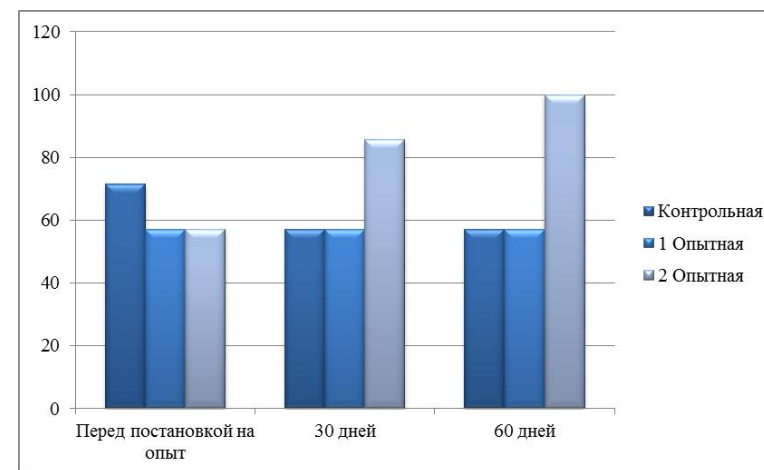


Рисунок 2. Динамика численности поголовья животных, в продукции которых число соматических клеток в молоке ниже предела обнаружения, % от группы

При пересчете произведенного молока на базисную жирность (3,4%) разница на группу составила 8 и 3 центнера соответственно. Эффективность производства молока при скармливании «Гумитона», обогащенного селеном, увеличилась на 592,86 рубля на голову в месяц в сравнении с контрольной группой и на 216,43 рубля в месяц в сравнении с группой, которой скармливали «Гумитон» (по ценам 2012 г.).

Закключение: «Гумитон», обогащенный селеном, может быть использован как селенсодержащая добавка, в состав которой входит микроэлемент в хелатном комплексе. Оптимальная доза «Гумитона» – 50 мл на голову живой массой 500 кг (1 мл/10 кг) с концентрацией селена 0,02 мг/л.

#### Литература

1. Moxon A.L., Rhian M., 1943: *Physiol Rev* 23:305-337.
2. Kesan disease research group, 1979: *China Med. Journal* 92, 471 (1979).
3. Li, C. et al., 1984: *Intern. Symp. Selenium Biol. Med.* 3rd, 1984, Abstracts, p. 73/

«Гумитон», увеличилась через 30 дней на 0,4 кг (1,7%), через 60 дней - на 0,8 кг (3,2%) в сравнении с контрольной группой. Во 2-й опытной группе, получавшей «Гумитон», обогащенный селеном, продуктивность подопытных лактирующих коров увеличилась через 30 дней на 0,8 кг (3,3%), через 60 дней - на 1,6 кг (6,3%). Скармливание «Гумитона», обогащенного селеном, повысило суточную продуктивность в пересчете на молоко базисной жирности в опыте 2 через 30 дней на 1,27кг (4,8%), через 60 дней – на 2,30 кг (8,3%). За счет введения селена в «Гумитон» молочная продуктивность увеличилась через 30 дней на 0,28 кг, через 60 дней - на 0,84 кг в сравнении с животными первой опытной группы.

Жирность молока первой опытной группы повысилась на 0,07%, во второй опытной группе - на 0,07%. Отмечена положительная динамика по уровню белка в молоке групп, которым скармливали «Гумитон» и «Гумитон», обогащенный селеном. При скармливании «Гумитона» повысилось содержание белка молока через 30 дней на 0,014%, через 60 дней на 0,11%.

Использование «Гумитона», обогащенного селеном, в рационах лактирующих коров позволило увеличить содержание белка через 30 дней на 0,044%, через 60 дней - на 0,13%.

Скармливание «Гумитона», обогащенного селеном, значительно повлияло на качество молока в сравнении с контролем и прототипом. Через месяц исследований поголовье животных, с уровнем содержания соматических клеток ниже предела обнаружения (экспресс-метод с индикатором) в группе, получавшей «Гумитон», обогащенный селеном, увеличилось на 20,56%. Через 60 дней исследований у всех животных второй опытной группы уровень соматических клеток был ниже предела обнаружения (рисунок 2). В результате использования «Гумитона», обогащенного селеном, в рационах лактирующих коров от группы было получено на 5 ц молока натуральной жирности больше в сравнении с контрольной группой и на 2 ц – в сравнении с первой опытной.

закисную форму. Таким образом, для данных почв характерным является заболачивание при участии грунтовых вод, или заболачивание смешанного типа с застоем на поверхности атмосферных осадков.

Говоря об уровне грунтовых вод, отметим, что в серых лесных почвах его граница находится на глубине примерно 180 см, в то время как в дерново-подзолистой почве, в нашем случае сформированной на легких породах, определение границы залегания грунтовых вод представляется весьма проблематично или нецелесообразно.

Основные отличительные особенности почв, сформированных в условиях влияния болот и располагающихся на разных геоморфологических уровнях, представлены в таблице.

Таблица. Отличительные особенности почв, сформированных на разных геоморфологических уровнях

|                                                                                     | Среднеплейстоценовая равнина | Эоплейстоцен-ранннеоплейстоценовая равнина |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|
| Расстояние от болота                                                                | 0,1км                        | 1,5 км                                     |
| Растительная формация                                                               | сосново-березовый лес        | березово-осиновый лес                      |
| Тип почвы                                                                           | дерново-подзолистые          | темно серая лесная                         |
| Тип питания                                                                         | атмосферный                  | грунтовый                                  |
| Глубина залегания грунтовых вод                                                     | не определена                | От 180 см                                  |
| Форма проявления железа                                                             | Fe <sup>2+</sup>             | Fe <sup>3+</sup>                           |
| Гранулометрический состав                                                           | легкий                       | тяжелый                                    |
| Степень заболаченности                                                              | начальная                    | средняя                                    |
| Наличие специфических форм растительности, свидетельствующих о начале заболачивания | не имеется                   | единичные представители                    |

Таким образом, от дерново-подзолистых почв серые лесные отличаются более сильным развитием гумусового горизонта, причем степень развития гумусового горизонта и степень выраженности оподзоливания их, как

правило, находятся в обратной зависимости, проще говоря, чем сильнее почва оподзолена, тем слабее развит у нее гумусовый горизонт. Немаловажна при этом роль растительности и механический состав постилающих пород, поскольку влияние болот на заболачивание прилегающей территории также зависит и от минеральных отложений.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы: расположению в пределах разных геоморфологических уровней несомненно оказывает влияние на глубину процессов заболачивания, так как плотность сложения пород и их гранулометрический состав имеет важное значение при определении их фильтрующей способности и возможности удерживать на поверхности атмосферные осадки или насыщать ею почвенную толщу повышая уровень грунтовых вод. Не менее важной характеристикой является близость расположения самого болота в пределах которого формируются почвы, хотя в нашем случае степень проявления заболачивания обратно пропорциональна удаленности территории, тем не менее это связано с её литологической основой описанной ранее. Таким образом, степень выраженности влияния болота на почвенный профиль более отчетливо проявляется на эоплейстоцен-ранненеоплейстоценовом геоморфологическом уровне, в отражении наличия уровня грунтовых вод, наличия обособленного глеевого горизонта и признаков его проявления по всему выраженном в форме закисных форм железа.

#### Литература

1. Беленко А.А. Изучение процесса заболачивания на основе выявления дифференциации почвенного профиля в зоне влияния Бакчарского болота // Десятое сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: Тез. рос. конф. / Под. Ред. М.В. Кабанова. – Томск: изд-во Аграф-Пресс. 2013. – С. 177-178.
2. Иванов К.Е. Гидрология болот. Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 295 с.
3. Ландшафты болот Томской области / под ред. Н.С. Евсеевой. – Томск: изд-во НТЛ, 2012. – 400 с.

проблематичным, поэтому производители в настоящее время все чаще предпочитают жидкие формы органических соединений селена.

С 2010 года в СибНИИСХиТ Россельхозакадемии проводятся комплексные исследования по изучению влияния на организм жвачных животных добавки «Гумитон», обогащенной селеном, где 55% селена находится в хелатном комплексе.

Для изучения эффективности использования «Гумитона», обогащенного селеном, в 2011 году был проведен опыт на трех группах коров, сформированных методом пар-аналогов.

Первая опытная группа дополнительно получала гуминовую кормовую добавку «Гумитон» в дозе 50 мл на голову в сутки. Второй опытной группе скармливали «Гумитон», обогащенный селеном, в дозе 50 мл на голову в сутки. Доза гуминовых кислот была - 0,5 г, селена – 0,02 мг/л. Длительность эксперимента составляла 60 дней.

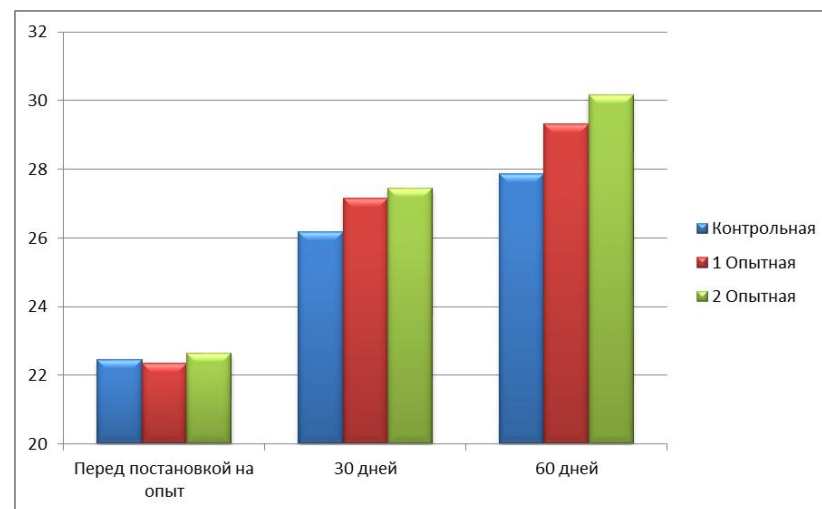


Рисунок 1. Динамика молочной продуктивности коров (в пересчете на молоко базисной жирности) в период опыта

В течение опыта было доказано, что суточная молочная продуктивность (молока натуральной жирности) в 1-й опытной группе, получавшей

В медицине особую роль селену как биологически важному элементу отдели в 1979 году, изучив в Китае так называемую болезнь Кешана [2]. Позже в Восточной Сибири было доказано влияние недостатка селена на иммунную систему человека при изучении особого вида остеопороза [3].

По данным Г.А. Дубравной, С. С. Абакина [4] дефицит селена чаще отмечается у животных в раннем возрасте. Этот биологически активный микроэлемент входит в состав большинства гормонов и ферментов (активный центр которых состоит из 4 атомов селена) и связан как следствие со всеми органами и системами.

Селен вместе с витамином Е входит в состав фактора, предотвращающего некротические процессы в клетках организма. Селен участвует в процессах воспроизводства, развитии молодняка и скорости старения живого организма, следовательно, во многом влияет на продолжительность хозяйственного использования животных. Он является одним из ключевых микроэлементов, обеспечивающих нормальную функцию ферментативной антиоксидантной системы. В отдельных случаях селен может выполнять функции витамина Е, повышать выработку эндогенных антиоксидантов белковой и липидной природы. Селен стимулирует образование антител и этим повышает защиту от инфекционных заболеваний, участвует в выработке эритроцитов, способствует поддержанию и продлению половой активности.

Вместе с тем селен является ядовитым для живых организмов элементом. Видимо, поэтому в нормах для крупного рогатого скота в Российской Федерации [4] его до сих пор ещё нет. Он необходим животным в микродозах, которые сложно дозировать на практике. Особенно ядовит минеральный селен в виде неорганических солей. Наиболее приемлемым считается хелатный комплекс, содержащий селен, из которого микроэлемент извлекается организмом лишь при необходимости. Приблизительная норма элемента в России была 1,5 г на тонну комбикорма, но на практике размешать такое количество вещества в тонне оказалось весьма

4. Лапшина Е.Д. Флора болот юго-востока Западной Сибири – Томск: изд-во Томского университета, 2003. – 296 с.

#### ОСОБЕННОСТИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ZN, CU И AG В ТОРФЯНИКЕ ВЕРХОВОГО ВЫДРИНСКОГО БОЛОТА (ЮЖНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

<sup>1</sup>Богущ А.А., <sup>1</sup>Бобров В.А., <sup>1</sup>Леонова Г.А., <sup>2</sup>Краснобаев В.А., <sup>3</sup>Прейс  
Ю.И., <sup>1</sup>Мальцев А.Е.

<sup>1</sup>Институт геологии и минералогии В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск,  
Россия  
annakhol@gmail.com

<sup>2</sup>Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск,  
bioin@sifibr.irk.ru

<sup>3</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г.  
Томск, Россия  
preisyui@rambler.ru

По литературным данным известно, что торфа могут аккумулировать многие элементы (Shotyk et al., 2001; Бернатонис и др., 2002; Езупенок, 2003; Арбузов и др., 2004; Межибор, 2009; и др.), но до сих пор еще плохо изучены механизмы данного процесса, формы нахождения элементов и в особенности роль живого вещества.

Цель данного исследования заключается в исследовании особенностей концентрирования Zn, Cu и Ag в торфянике верхового Выдринского болота (Южное Прибайкалье).

Выдринское болото (координаты: 51°29.56' с.ш., 104°52.78' в.д.) находится на территории Байкальского биосферного заповедника и расположено на приозерной террасе оз. Байкал, на высоте 30 м над уровнем Байкала в правобережной устьевой части дельты р. Выдриная (Южное Прибайкалье). Рельеф правобережья дельты приподнят над левобережьем на высоту 200–250 м и сливается с южными склонами хребта Хамар-Дабан (Ивановский, 2006). Мощность торфяного массива составляет более 4 метров с возрастом около 11 000 лет (датирован по <sup>14</sup>C Л.А. Орловой).

## Результаты и обсуждение

В процессе изучения торфяной залежи, вскрытой на Выдринском болоте, были обнаружены аномальные для верховых болот концентрации Zn и Cu, достигающие 500–600 г/т в расчете на сухое вещество в горизонтах раннего голоцена (360–440 см), сформировавшихся в период 11–8,5 тыс.л.н. Данные горизонты на 80% состоят из сфагнумов с небольшим содержанием остатков хвойных (4.4%), кустарничков (3.8%), осоки (3.7%), разнотравья (2.9%), бриевых мхов (2.8%) и листовенных (2.4%). Методом сканирующего электронного микроскопа было установлено, что Zn и Cu присутствуют внутри растительных клеток сфагнума в виде аутигенных сульфидов микронной размерности (рис. 1). При более детальном исследовании показано, что кристаллы сульфидов представлены преимущественно сульфидами меди с примесью цинка, размер отдельных кристаллов варьируется от 0.5 до 3 мкм.

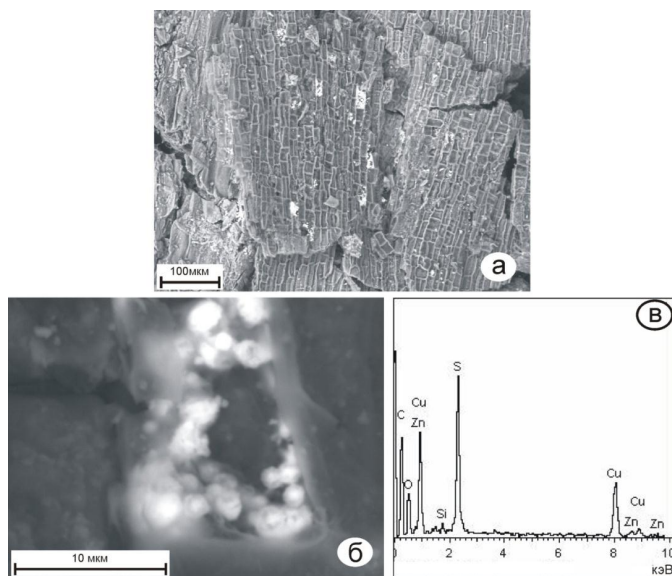


Рисунок 1. Формирование сульфидов меди и цинка внутри клетки сфагнума: а – СЭМ-фотография сфагнума с многочисленными микрокристаллами Cu и Zn; б – СЭМ-фотография клетки сфагнума, в которой образуются сульфиды Cu и Zn; в – энергодисперсионный спектр микрокристаллов сульфида Cu с примесью Zn.

Как следует из представленных данных (табл.2) ОМУ с содержанием в основе 10% гидролизата торфа могут быть использованы при выращивании растений, для которых оптимальным является соотношение  $N : K = 1:2$ , а для растений, требующих соотношение элементов питания  $N : K = 1:1$ , необходимо использовать ОМУ с дозой гидролизата торфа 15 %. При этом для приготовления удобрений в качестве азотного удобрения лучше использовать карбамид.

## Литература

1. Наумова Г.В., Жмакова Н.А., Овчинникова Т.Ф. и др. Об эффективности использования биологически активных препаратов гуминовой и меланиновой природы в качестве добавок к новым формам минеральных удобрений.
2. Климова В.А. Основные микрометоды анализа органических соединений.
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: изд-во МГУ, 1970. 337 с.
4. Тишкович А.В. Использование торфа в сельском хозяйстве. Минск, Наука и техника, 1984. 200 с.

## ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ОБОГАЩЕНИЯ РАЦИОНОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА СЕЛЕНОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «ГУМИТОНА»

Белоусов Н.М., Лычева Т.В., Касимова Л.В.

СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, г. Томск, Россия

[sibniit@mail.ru](mailto:sibniit@mail.ru)

Селен был открыт в 1817 году Берцелиусом и Ганом. Доказав токсические свойства элемента, животноводческая наука вернулась к изучению биологической роли селена лишь спустя 40 лет в 1957 году, когда в Северной Америке стали возникать проблемы со скотом, проявляющиеся не только в физиологических отклонениях от нормы, но и врожденными аномалиями [1].

Таблица 1. Зависимость некоторых свойств основы органоминеральных удобрений от содержания в ее составе активированного торфа

| Вариант опыта | pH <sub>H2O</sub> | pH <sub>KCL</sub> | C <sub>в/р</sub> ,<br>мг/100г<br>в.с.в. | ПОЕ,<br>ммоль/г | Содержание<br>ГК и ФК,<br>мг/100г в.с.в. |       | Содержание<br>N-NH <sub>4</sub> ,<br>мг/100г в.с.в. |       |
|---------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|-------|
|               |                   |                   |                                         |                 | ГК                                       | ФК    | в/р                                                 | к/р   |
| Исходный торф | 4,63              | 3,46              | 163,7                                   | 1,20            | 33,7                                     | 130,0 | 50,5                                                | 53,6  |
| Основа 1      | 8,10              | 7,85              | 347,1                                   | 1,28            | 75,9                                     | 271,2 | 62,7                                                | 69,1  |
| Основа 2      | 9,23              | 8,36              | 384,4                                   | 1,50            | 83,2                                     | 301,2 | 115,6                                               | 167,1 |
| Основа 3      | 9,45              | 8,91              | 400,0                                   | 1,68            | 91,3                                     | 308,8 | 220,8                                               | 243,2 |

Использование гидролизата торфа в составе органической основы органоминеральных удобрений изменяет основные ее показатели, обеспечивающие дозированное поступление элементов минерального питания в почву, что повышает их экономическую эффективность и экологическую безопасность. Применение органической основы ОМУ с различным содержанием гидролизата торфа позволяет получать удобрения под индивидуальные культуры, требующие различного соотношения N : K.

Таблица 2. Влияние состава основы и вида азотных удобрений на долю извлекаемых элементов питания

| Содержание гидролизата, % | Торф +гидролизат +NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> +KNO <sub>3</sub> |           | Торф +гидролизат +(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO + KNO <sub>3</sub> |           |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                           | N-NH <sub>4</sub> , % от внесенного                                 |           | N-NH <sub>4</sub> , % от внесенного                                     |           |
|                           | K <sub>2</sub> O, % от внесенного                                   |           | K <sub>2</sub> O, % от внесенного                                       |           |
|                           | В/Р                                                                 | К/Р       | В/Р                                                                     | К/Р       |
| 5                         | 10,7/70,9                                                           | 11,5/80,0 | 11,6/78,3                                                               | 12,1/95,7 |
| 10                        | 18,1/45,5                                                           | 21,0/54,5 | 24,8/50,0                                                               | 27,6/68,0 |
| 15                        | 46,0/23,2                                                           | 53,5/42,1 | 38,3/31,6                                                               | 48,4/48,4 |

Поступление подвижных форм Zn и Cu в растительные субстраты, скорее всего, обусловлено подпиткой глубинных термальных вод (сезонное колебание грунтовых вод, подтягивание глубинных термальных вод за счет капиллярных сил), доказательством существования которых служат относительно повышенная температура воды оз. Очки (сопряжено с Выдринским торфяником) и ее химический состав (Бобров и др., 2010).

Наряду с цинком и медью в торфянике Выдринского болота происходит концентрирование серебра на уровне 0.4-3 г/т. При детальном исследовании торфов Выдринского болота были обнаружены частицы самородного серебра. На СЭМ-снимке, полученном в режиме вторичных электронов, было показано, что частицы серебра (5–7 мкм) образуются внутри органического вещества клеточной оболочки сфагнома, содержащей Ca, Al, S и Cu. Авторами работы была выдвинута гипотеза образования микрочастиц самородного серебра в мембране клеток сфагнома. Ионы серебра из окружающей среды диффундируют в клеточную оболочку растения, где они могут восстанавливаться с образованием наночастиц серебра под влиянием органических компонентов мембраны, например, полисахаридов, которые будут служить в роли восстановителей. Так как наночастицы серебра являются нестабильными, то они будут агрегироваться в более крупные частицы. Данная гипотеза была подтверждена серией экспериментов по аккумулярованию серебра сфагномами. Вполне вероятно, что накопление серебра идет целенаправленно, так как оно может использоваться растением в качестве катализатора некоторых физиологических процессов, но в то же время высокие концентрации иона серебра могут быть токсичными для растения. Возможно, что накопление самородного серебра происходит как защитный механизм, то есть растение старается перевести токсичную форму серебра (Ag<sup>+</sup>) в менее токсичную (Ag<sup>0</sup>) еще в мембране клетки, блокируя проникновение токсиканта внутрь клетки.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 08-05-00392, 11-05-00655 и 11-05-12038-офи-м-2011).

## Литература

1. Арбузов С.И., Рихванов Л.П., Маслов С.Г., Архипов В.С., Павлов З.И. Аномальные концентрации золота в бурых углях и торфах юго-восточной части Западно-Сибирской плиты // Известия Томского политехнического университета, 2004, Т. 307, №7, С. 25-30.
2. Бернатонис В.К., Архипов В.С., Здвижков М.А., Прейс Ю.И., Тихомирова Н.О. Геохимия растений и торфов Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития. Под. ред. М.В. Кабанова – Томск: Ин-т оптики атмосферы СО РАН, 2002. – С. 204-215.
3. Бобров В.А., Леонова Г.А., Федорин М.А. и др. Элементный состав органогенных осадков озера Очки (Прибайкалье), сформировавшихся в голоцене // Успехи органической геохимии: материалы Всерос. науч. конф. / Под ред. А.Э. Конторовича. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2010. С. 40–44.
4. Езупенок Е.Э. Макро- и микроэлементный состав торфов Южно-таёжной подзоны Западной Сибири // Химия растительного сырья, 2003, №3, С. 21-28.
5. Ивановский Л.Н. Псевдоледниковые формы рельефа в долине реки Выдриной (Южное Прибайкалье) // География и природные ресурсы, 2006, № 4, с. 161—167.
6. Межибор А.М. Экогеохимия элементов-примесей в верховых торфах Томской области: автореферат диссер. канд. геол.-мин. наук., ТПУ, Томск, 2009. - 153 с.
7. Shotyk W., Weiss D., Kramer J. D., Frei R., Cheburkin A. K., Gloor M., Reese S. Geochemistry of the peat bog at Etang de la Gruere, Jura Mountains, Switzerland, and its record of atmospheric Pb and lithogenic trace metals (Sc, Ti, Y, Zr, and REE) since 12 370 <sup>14</sup>C yr BP. Geochim. Cosmochim. Acta, 2001, 65(14), 2337–2360.

Целью настоящей работы является исследование свойств органической составляющей удобрений, характеризующей биологическую активность, емкость поглощения в зависимости от дозы гидролизата торфа, определение агрохимических свойств удобрений, содержащих азот и калий.

В работе использовали торф низинного типа месторождения «Темное» Томской области, влажности 65% и гидролизат торфа (твёрдый остаток от производства стимулятора роста растений). Органическая основа ОМУ была приготовлена в расчете на воздушно-сухое вещество (в.с.в.) следующих составов: 95% торфа + 5% гидролизата; 90% торфа + 10% гидролизата; 85% торфа + 15% гидролизата. Для приготовления ОМУ в расчете на 100 г воздушно-сухой основы указанных составов были внесены азотное удобрение в виде аммиачной селитры или карбамида в количестве 6,4% в расчете на азот и калийное удобрение в виде KNO<sub>3</sub> в количестве 5% калия в пересчете на K<sub>2</sub>O. С целью оценки влияния дозы гидролизата торфа на ионообменное поглощение азота и калия, а также их конкуренции за активные центры основы удобрений, фосфорные удобрения не вносились. Органические основы, приготовленные для ОМУ, исследованы также на содержание водорастворимого углерода (C<sub>в/р</sub>), водорастворимых гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК) [3], водо- (в/р) и кислоторастворимого (к/р) аммония и калия, актуальную и потенциальную кислотность [4]. Методом потенциометрического титрования определена полная обменная емкость (ПОЕ). Увеличение содержания гидролизата торфа в основе приводит к росту значений pH<sub>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></sub>, C<sub>в/р</sub>, ПОЕ, C<sub>ФК</sub>, C<sub>ГК</sub>, содержания водо- и кислоторастворимого N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Закономерным является факт, заключающийся в том, что с увеличением дозы активированного торфа в составе основы удобрений в водной и кислотной вытяжках обнаруживается большее количество аммонийного азота (табл.1). Закономерности, полученные при исследовании агрохимических свойств удобрений, свидетельствуют о том, что аммоний и калий являются конкурентами за ионообменное поглощение их органическим веществом торфа.

Discussion. This was the first clinical research regarding Peat Sauna. The results clearly indicate that Peat Sauna is a good method to reduce menopausal symptoms.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ В СОСТАВЕ АКТИВИРОВАННЫЙ ТОРФ

Алексеева Т.П., Бурмистрова Т.И., Сысоева Л.Н., Трунова Н.М.

ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, г. Томск, Россия

[sibniit@mail.tomsknet.ru](mailto:sibniit@mail.tomsknet.ru)

Решение экологических и экономических проблем сельскохозяйственного производства возможно за счет использования органоминеральных удобрений (ОМУ), проявляющих биологическую активность и обеспечивающих снижение непроизводительных затрат минеральных удобрений, поступление их в грунтовые воды. Это достигается за счет того, что органическое вещество удобрений представлено нативным торфом низинного типа с включением в его состав химически активированного торфа (гидролизата торфа), являющегося твердым остатком при производстве стимулятора роста растений методом перекисно-аммиачного гидролиза. Наличие биологически активного торфа в составе удобрения обеспечивает связывание азота и калия с органическим веществом торфа по ионообменному механизму. Это позволяет удерживать их в зоне обменного комплекса почвы, делает легкодоступными для растений, снижает вымываемость и потери азота за счет процессов аммонификации и денитрификации. Естественной защитой против понижения растворимости фосфора является механизм опосредованной связи его с гуминовыми веществами. В условиях нехватки фосфора увеличивается концентрация хелатирующих веществ в секрети корневых растений, величины хелатации которых выше, чем у гуминовых веществ. За счет этого происходит освобождение фосфора из комплексных соединений с гуминовыми веществами и перевод его в почвенный раствор [1].

#### ПРИМЕНЕНИЕ ANAMMOX-ПРОЦЕССА В СИСТЕМАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД «CONSTRUCTED WETLANDS»

Бурнашова Е.Н., Мартынов М.С.

ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, Томск, Россия

[lichtgestalte@mail.ru](mailto:lichtgestalte@mail.ru)

НИИББ ТГУ, Томск, Россия

[maximarti@mail.ru](mailto:maximarti@mail.ru)

В настоящее время системы почвенно-болотной очистки сточных вод «constructed wetlands» являются одним из наиболее перспективных типов очистных сооружений ввиду низких капитальных затрат на строительство, простоты эксплуатации и высокой эффективности очистки загрязненных вод [1]. Многочисленные международные исследования [2–5] свидетельствуют об успешном применении систем «constructed wetlands» для очистки сточных вод хозяйственно-бытовых стоков, где одним из главных загрязнителей выступают различные соединения азота.

Первые «constructed wetlands» начали эксплуатироваться с 1904 г. в Австралии. Позднее полномасштабные «constructed wetlands» поверхностного стока Free water surface (FWS) wetlands (или surface flow wetlands) были построены для очистки сточных вод кемпинга в Нидерландах в 1967–1969 гг. [6], в 1974 г в Отфрезене (Othfresen) – Германия [6].

Сооружения почвенно-болотной очистки комбинируются из нескольких ячеек или площадок различной конструкции, отвечающих за определенную стадию процесса очистки сточных вод [7]. Традиционно используются процессы нитрификации и денитрификации, реализуемые в два этапа [8] и протекающие в присутствии корневых экзометаболитов [9].

Однако включение anammox-процесса в системы «constructed wetlands» предусматривает возможность в один этап произвести микробиологическую конверсию аммония и нитрита в газообразный азот, а также уменьшить протяженность нитрифицирующей площадки, поскольку требуется лишь частичная реализация процесса. Площадку для денитрификации, которая

находится после площадки анаэробного окисления аммония, можно исключить вовсе. Это позволяет сократить капитальные и эксплуатационные затраты, повысить эффективность очистки и обеззараживания сточных вод, сократить площади, отчуждаемые для строительства биоинженерной системы [10].

Оптимальные условия для протекания того или иного процесса очистки сточных вод создаются в результате индивидуального проектирования систем «constructed wetlands». В настоящее время проводится немало исследований по поиску конструкторских решений и комбинаций элементов очистных систем «constructed wetlands», позволяющих повысить их эффективность в удалении определенных групп загрязнителей [11–14].

В России имеется опыт использования сооружения почвенно-болотной очистки в арктических условиях. Одним из существенных преимуществ перед другими методами водоподготовки является сохранение эффективности очистки сточных вод даже при низких температурах и отсутствие сезонных колебаний эффективности. В рамках международного проекта (Россия, Финляндия, Швеция, Нидерланды) в пос. Шонгуй Мурманской области создано единственное в мире биоплато для очистки сточных вод за Полярным кругом [15]. В условиях еще более низких среднегодовых температур ( $-1,5^{\circ}\text{C}$ ) и морозных зим (до  $-53^{\circ}\text{C}$ ) эффективно эксплуатируется несколько систем подповерхностного и поверхностного стоков в Томской области [16].

Технологии очистки сточных вод в «constructed wetlands» быстро развиваются. «Tidal-flow wetlands» является одной из них, предназначенной для очистки бытовых, сельскохозяйственных и промышленных сточных вод от азотных загрязнений. В этой системе минерализация органического азота осуществляется посредством циклического затопления и осушения реактора (Sun et al., 1999). Этот процесс имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными подповерхностными (Vegetated submerged bed (VSB) systems

### СЕКЦИЯ 3. ФИЗИКА И ХИМИЯ ТОРФА, ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ

#### A PILOT STUDY OF THE INFLUENCE OF THE FINNISH PEAT SAUNA TO THE CLIMACTERIC SYMPTOMS

Leena Larva, Riitta Korhonen

Aino Klinikat Oy, Finland, Helsinki

Riittakorhonen3@gmail.com

leena.larva@ainoklinikat.fi

Peat Sauna has recently become quite popular in Finland. How Peat Sauna works is that people spread a thick layer of peat on their skin and go to the finish style sauna (with temperature 50-60 Celsius and humidity 55%) and stay there about 20 minutes. Immediately after the sauna, peat is washed off.

Method. This research had 18 female subjects with menopausal symptoms. They were at age from 43 to 64 years. 8 of them were in menopause and 10 in pre menopause. (A gynecological ultrasound measurement of ovaries was conducted to all of them to verify the menopausal state.) 3 of them were excluded from the study for different reasons.

Before starting, all of them filled in a questionnaire with 18 different symptoms and then the same questionnaire after 20 days, 27 days and 55 days from beginning. The scale in the questionnaire was 0-4. Subjects had Peat Sauna treatment 6 times during 3 week period. The amount of peat (*Sphagnum Carex*) that was required in treatment for one person was on average 340 g/m<sup>2</sup>.

Results. The results from the questionnaire were tested using Student's paired t-Test. Positive influence of visiting peat sauna 6 times during 3 weeks was found in terms of: Hot flushes, palpitation, sleep disturbances, feeling blue/depressed, irritability, decreased performance/memory, decreased initiative, vaginal dryness/pain, urinary frequency/incontinence, muscle and skeletal pains and vertigo. No adverse effects were found.

Совместный анализ динамики уровней болотных вод и величины испарения в течение суток показал, что формирование максимума испарения за сутки не находится в прямой зависимости от уровня болотных вод, потому как отмечается при его среднем положении и в большей мере определяется температурным режимом воздуха.

Таким образом, исследования показали, что максимальное испарение в теплую часть года приходится на июнь и июль, сезонная динамика испарения в большей мере зависит от температуры воздуха, а испарение резко уменьшается при снижении уровня болотных до 40 см. Суточный ход испарения характеризуется максимумом с 15 до 16 ч., который в конце вегетационного периода смещается на 12 ч.

#### Литература

5. Романов В.В. Гидрофизика болот. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 359 с.
6. Иванов К.Е. Гидрология болот. Л.: Гидрометеиздат, 1953. 295 с.
7. Калюжный И.Л., Романюк К.Д. Испарение с болотных массивов зоны олиготрофных болот // Вестник ТГПУ. 2009. Выпуск 3(81). С. 120-124.
8. Ruseckas J. The peculiarities of climatic fluctuations – related evapotranspiration from oligotrophic fores mires overgrown with pine // Proceedigs of the 12<sup>th</sup> International Peat Congress: wise use of peatlands. – Tampere, Finland, 2004. – P. 909-913.
9. Yazaki T., Urano S., Yabe K. Water balance and water movement in unsaturated zones of Sphagnum hummocks in Fuhrengawa Mire, Hokkaido, Japan // Journal of Hydrology. V. 319, 2006. P. 312-327.
10. Гидрология заболоченных территорий зоны многолетней мерзлоты Западной Сибири / Под ред. С.М. Новикова. СПб.: ВВМ, 2009. 536 с.
11. Константинов А.Р. Испарение в природе. - Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 531 с.

(или subsurface flow wetlands) и поверхностными (Free water surface (FWS) wetlands (или surface flow wetlands) «constructed wetlands» [17].

Обзор научной литературы показывает, что нитрификация и денитрификация в «Tidal vertical flow» (TVF) «constructed wetlands» по существу регулируется адсорбцией [20]. В этом процессе ионы  $\text{NH}_4^+$  адсорбируются на отрицательно заряженной биопленке. Кислород из воздуха проникает в поры, насыщая биопленку [21] и активируя последующую нитрификацию адсорбированных ионов  $\text{NH}_4^+$ . Нитраты в биопленке десорбируются в объеме воды в следующем цикле затопления, потребляясь на стадии апатмох-процесса [17].

Идея приливно-отливного способа очистки сточных вод известна с конца XIX века, хотя развитие этого направления начиналось в конце XX века. Ключевым моментом в понимании механизмов поглощения аммония при нитрификации послужило изучение ионной адсорбции в приливно-отливных системах [20,22]. Другим важным аспектом можно назвать выяснение роли идентифицированных бактерий, участвующих в круговороте азота, таких, как гетеротрофные нитрификаторы [23], аэробные денитрификаторы [24], и автотрофные денитрификаторы [25]. Полученные знания являются важным компонентом в понимании глобальных экологических процессов циркуляции азота в природе. Одновременно с открытием бактерий, участвующих в круговороте азота, применялись генетические методы, позволяющие охарактеризовать структуру бактериального сообщества, систем биологической очистки сточных вод [26, 27].

Первый патент, в котором упоминалась технология приливно-отливной очистки сточных вод, опубликован в 1901 г. [28], но нет сведений об очистных сооружениях построенных с использованием данной технологии.

Ученые Seidel (1978) и Wolverton (1983) провели серию экспериментов с технологией «Tidal vertical flow», однако, несмотря на разработки, проекты первых очистных сооружений на базе данной технологии только недавно

привлекли внимание со стороны научных и инженерных сообществ [20, 21, 22, 29, 30]. В настоящее время в д. Миноа, Нью-Йорк (US EPA, 2000) используется система очистки сточных вод «constructed wetlands», базирующаяся на технологии «Tidal vertical flow», в Tennessee Valley Authority используется приближенная технология [21].

Новая разработка, с использованием технологии CANON в системах очистки, базирующихся на технологии «Tidal vertical flow», направлена на повышение эффективности очистки сточных вод от соединений азота в «constructed wetlands». Для достижения стабильности и высокой степени очистки от азотных загрязнений стадию с использованием «Tidal flow» в «constructed wetlands» заменили на внутреннюю рециркуляцию восходящего потока, предварительно создав насыщенную зону [18].

Было установлено, что сокращение циклов рециркуляции приводит к снижению кислорода, что способствует частичной нитрификации и апамптох-процессу, но сокращается скорость конверсии азота. В случае увеличения циклов рециркуляции усиливается процесс окисления аммония, но также происходит нарушение частичной нитрификации и торможение апамптох-процесса [18]. Высокая концентрация неорганического углерода может одновременно повысить активность аммонийоокисляющих и апамптох-бактерий, но никак не влияет на нитритоокисляющих бактерий [18].

Таким образом, к настоящему моменту технологический аспект изучен довольно хорошо на уровне лабораторных и пилотных установок, и уже проводятся работы по его полномасштабному внедрению [19]. Разрабатываются и совершенствуются технологии в системах очистки сточных вод «constructed wetlands».

#### Литература

1. Vymazal J. // Constructed wetlands for wastewater treatment // Ecological engineering. Editorial. 2005. P. 3–5.

воздуха во второй половине. Совместный анализ динамики уровней болотных вод и величины испарения показал, что при понижении уровня болотных вод до 40 см ниже поверхности болота отмечается резкое снижение испарения с верхового болота.

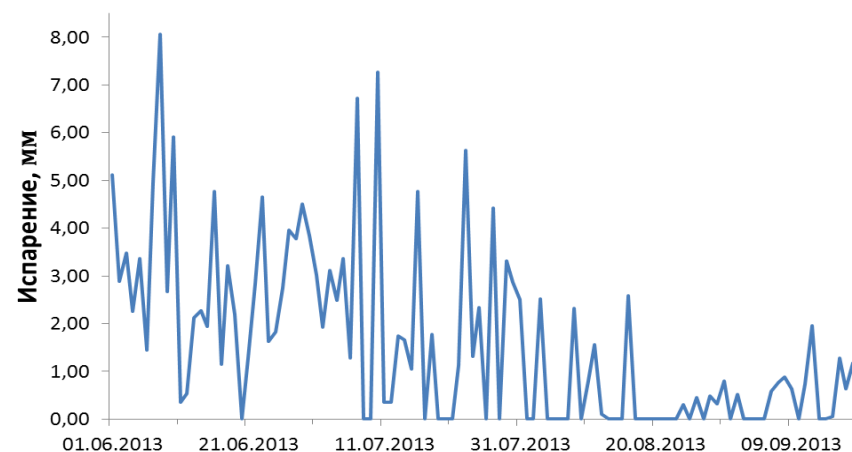


Рисунок 1. Сезонная динамика испарения с верхового болота в бассейне р. Гавриловка

Суточная динамика испарения характеризуется плавным повышением испарения в течение дня, начиная с 6-8 ч. и максимумом с 15 до 16 ч. Следует отметить, что в конце сезона вегетации наблюдается смещение времени наступления максимальных величин испарения за сутки на более ранний срок на 12 ч (рисунок 2).

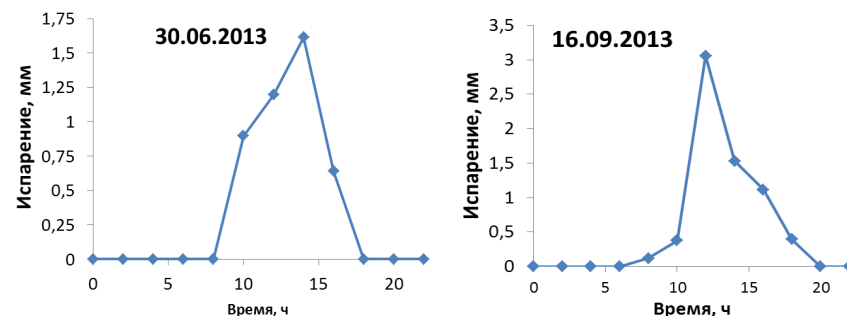


Рисунок 2. Суточный ход испарения с верхового болота

является расчет испарения с верхового болота и оценка его суточной и сезонной динамики.

Объектом исследования является сосново-кустарничково-сфагновое осушенное верховое болото, расположенное в бассейне р. Гавриловка, левобережного притока р. Икса. Верховое болото является частью Васюганской болотной системы. В качестве исходных данных для расчета испарения использовались результаты инструментальных наблюдений за температурой и влажностью воздуха на двух высотах, скоростью ветра, уровнями болотных вод за июнь, июль, август и сентябрь 2013 г., а также данные по метеостанции у с. Бакчар. Измерения проводились с помощью системы автоматического мониторинга «САМ», установленной в пределах верхового болота, с временным шагом 30 минут. Расчет испарения проводился методом турбулентной диффузии [7]. Расчет суточного испарения проводился по 12 срокам наблюдения (0:00, 2:00, 4:00, 6:00, 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00, 18:00, 20:00, 22:00) в характерные дни вегетационного периода.

Проведенные исследования показали, что в целом за период вегетации 2013 г. суммарное испарение составило 177 мм (рисунок 1). В сезонной динамике максимум испарения с болот отмечается в наиболее теплообеспеченный период года (июнь-июль), в августе и сентябре наблюдается закономерное снижение величины испарения в условиях снижения температуры воздуха. Максимальная величина испарения за сутки составила 8,1 мм. Суммарное испарение в первой половине вегетационного периода составило в июне 90 мм, в июле 64 мм, а в августе и сентябре снизилось до 10-12 мм. Как известно, величина испарения с болот во многом определяется количеством приходящей солнечной энергии. Совместный анализ изменения величин суточного испарения с верхового болота и температуры воздуха позволил отметить синхронность хода температуры в первой половине теплого периода года и запаздывание на 4-5 дней наступления максимумов суточного испарения при повышении температуры

2. Gutierrez-Sarabia A., Fernandez-Villagomez G., Martinez-Pereda P. // Slaughterhouse wastewater treatment in a full-scale system with constructed wetlands // Water Environment Research. 2004. № 4. P. 334–343.

3. Jenssen, P.D. et al. // Potential use of Constructed Wetlands for Wastewater Treatment in Northern Environments // Water Science Techniques. 1993. Vol. 28, № 10. P. 149–157.

4. Mashauri D.A., Mulungu D.M.M., Abdulhussein B.S. // Constructed wetland at the University of Dar Es Salaam // Water Research. 2000. Vol. 34, № 4. P. 1135–1144.

5. Dunbabin J.S., Bowner K.H. Potential use of constructed wetlands for treatment of industrial wastewaters containing mettals // Science of the Total Environment. 1992. Vol. 111, № 2/3. P. 56–60.

6. Сивкова Е.Е., Семенов С.Ю. // Использование технологии «Constructed wetlands» для очистки сточных вод малых населенных пунктов и предприятий // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2010. № 4 (12). С. 123–130.

7. Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters Manual – National Risk Management Research Laboratory; Office of Research and Development; U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, Ohio 45268 EPA/625/R-99/010 September 1999.

8. Kalyuzhnyi S., Gladchenko M., Mulder A.; Versprille B. // New anaerobic process of nitrogen removal. // Wat. Sci. Technol. 2006. V. 54 (8). P. 163-170.

9. R.H. Kadlec, S. Wallace. // Treatment wetlands. Second edition. // New York: CRC Press, 2009. P. 1020

10. Сивкова Е.Е., Прибыткова Е.В. // Влияние рогоза широколистственного (*Typha latifolia* L.) и компонентов фильтрующей загрузки на эффективность удаления соединений азота в системах почвенно-болотной очистки сточных

вод.// Вестник Томского государственного университета. Биология. 2011. № 2 (14). С. 141-149.

11. Kadlec R.H., Tanner C.C., Hally V.M., Gibbs M.M. // Nitrogen spiraling in subsurface-flow constructed wetlands: Implications for treatment response // Ecological Engineering. 2005. № 25. P. 365–381.

12. Donga Z., Suna T. // A potential new process for improving nitrogen removal in constructed wetlands – Promoting coexistence of partial-nitrification and ANAMMOX // Ecological engineering. 2007. № 31. P. 69–78.

13. Faulwetter J.L., Gagnon V., Sundberg C. et al. // Microbial processes influencing performance of treatment wetlands: A review // Ecological Engineering. 2009. № 35. P. 987–1004.

14. Molle P., Prost-Boucle S., Lienard A. // Potential for total nitrogen removal by combining vertical flow and horizontal flow constructed wetlands: A full-scale experiment study // Ecological engineering. 2008. № 34. P. 23–29.

15. Верещагина И.Ю., Василевская Н.В. // Искусственное биоплато в Арктических широтах // Экология производства. 2004. № 4. С. 18–21.

16. Семенов С.Ю., Шелепова Л.И. // Водно-болотная очистка сточных вод // Безопасность жизнедеятельности. 2008. № 1. С. 37–38.

17. Austin D., Lohan E., Verson E. // Nitrification and denitrification in a Tidal vertical Flow wetland pilot // Proceedings of the Water Environment Technical Conference. – Los Angeles, California, 2003.

18. Hu Y., Zhao X., Zhao Y. // Achieving high-rate autotrophic nitrogen removal via Canon process in a modified single bed tidal flow constructed wetland// Chemical Engineering Journal. 2014. №237. P. 329–335

19. Jetten M.S.M., Wagner M., Fuerst J., van Loosdrecht M., Kuenen G., Strous M. // Curr. Opin. Biotechnol. 2001. V. 12. P. 283.

З. Фильков А.И., Гладкий Д.А. Математическое моделирование низкотемпературной сушки слоя торфа // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2012. – № 3(19). – С. 93-106.

## РАСЧЕТ ИСПАРЕНИЯ С ВЕРХОВОГО БОЛОТА В БАССЕЙНЕ РЕКИ ГАВРИЛОВКА

Харанжевская Ю.А., Шевчук К.Р.

ГНУ Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии,  
Томск, Россия

Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томск, Россия

[kharan@yandex.ru](mailto:kharan@yandex.ru)

Испарение является важнейшим элементом водного и теплового баланса болот. Процесс испарения – это основная расходная статья водного баланса болот, доля которой в общем расходе колеблется для верховых болот от 60 до 75%, а для низинных – от 70 до 100% [1]. В условиях болот процесс испарения определяется тремя факторами: количеством приходящей солнечной энергии, водно-физическими свойствами торфяной залежи и наличием условий отвода паров от испаряющей поверхности. При этом суммарное испарение с болотного массива, кроме собственно испарения с поверхности торфа, включает испарение с водной поверхности озер и транспирацию растительностью [1, 2]. Исследованием испарения с болот занимались на стационарах ГГИ [3], а также некоторые из зарубежных ученых [4, 5]. В результате работы российских ученых получен ряд выводов о факторах гидрометеорологического режима, влияющих на испарение, рассчитаны и уточнены нормы испарения с болотных массивов Европейской территории России. Испарение с болот таежной зоны Западной Сибири изучено весьма слабо, последние крупные обобщения приведены для зоны распространения многолетней мерзлоты [6]. Поэтому целью данной работы

цветовую схему непосредственно по значениям текущего влагосодержания. Каждый выдел выделяется цветом, соответствующим диапазону значений выбранного критерия (рис. 1).

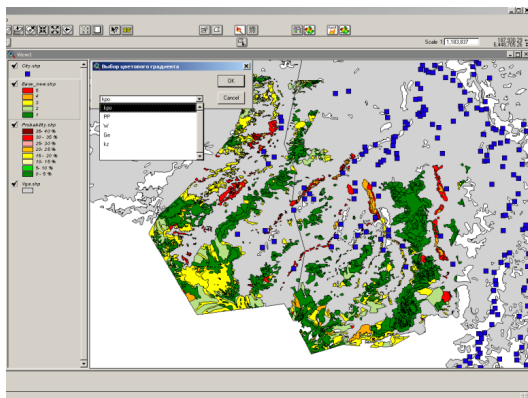


Рисунок 1. Результат прогноза лесной пожарной опасности

пожаров на охраняемой территории в прогнозируемый период с учетом состояния надпочвенного покрова, природной и антропогенной нагрузки; представлять результаты прогноза возникновения пожара на электронной карте, что дает наглядное представление о пожароопасной ситуации на данной территории; оценить уровень объема работ по ликвидации пожаров и заранее подготовить силы и средства для их тушения на всей территории, для которой дается прогноз.

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента РФ № СП-3968.2013.1 и гранта РФФИ №12-01-00142-а.

#### Литература

1. Фильков А.И. О создании системы торфяной пожарной опасности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2013. – № 1. – С. 18-24.
2. Гришин А.М. Моделирование и прогноз катастроф. Ч.1.Томск: изд-во Том. ун-та, 2003. 524 с.

На основании полученных расчетов оператор имеет возможность принять необходимые решения при возникновении чрезвычайной ситуации. Разработанный программный комплекс позволяет определять вероятность возникновения торфяных

20. McBride, G. Tanner, C. // Modeling biofilm nitrogen transformation in constructed wetland mesocosms with fluctuating water levels // Ecological Engineering. 2000. V.14 P. 93-106.

21. Behrends, L. US Patent 5,863,433. 1999.

22. Tanner, C., D'Eugenio, J. McBride, G., Sukias, J., Thompson, K. // Effect of water level fluctuation on nitrogen removal from constructed wetland mesocosms.// Ecological Engineering 1999. V.12. P. 67-92.

23. Robertson L, J. Keunen. // Combined heterotrophic nitrification and aerobic denitrification in Thiosphaera pantotropha and other bacteria. // Antonie van Leewenhoek 1990.V. 57. P. 129-152.

24. Robertson, L., Dalsgaard, T. Resback, N, Kuenen, J. // Confirmation of aerobic denitrification in batch cultures using gas chromatography and mass spectrometry.// REMS Microbiol. Ecol., 1995. V. 18. P. 113-120.

25. Van de Graaf, A.A. de Bruijn, P. Robertson, L.A. Jetten, M.S.M, Kuenen, J.G. // Autotrophic growth of anaerobic ammonium-oxidizing micro-organisms in a fluidized bed reactor. // Microbiology 1996. V. 142 P. 2187-2196.

26. Juretschko, S. Loy, A. Lehner, A. Wagner, M. // The microbial community composition of a nitrifying-denitrifying activated sludge from an industrial sewage treatment plant analyzed by the Full-Cycle rRNA approach. // Systematic and Applied Microbiology, 2002. V. 25. P. 84-99.

27. Keller, J. Yuan, Z. Blackall, L. // Integrating process engineering and microbiology tools to advance activated sludge wastewater treatment research and development.// Re/Views in Environmental Science & Bio/Technology 2002. V. 1. P. 83-97.

28. Monjeau, C. U.S. Patent 681,884. September 3, 1901.

29. Sun, G. Gray, K.R. Biddlestone, A.J. Cooper, D.J. //Treatment of Agricultural Wastewater in a Combined Tidal Flow-Downflow Reed Bed System.// Wat. Sci. Tech. 1999. V. 40(3). P. 139-146.

30. Zoeller, K., Byers, M. U.S. Patent 5,897,777. 1999.

#### ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА В ЭВТРОФНЫХ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ И СКОРОСТЬ АККУМУЛЯЦИИ УГЛЕРОДА БОЛОТАМИ В ГОЛОЦЕНЕ

Головацкая Е.А.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,  
Томский государственный университет, Томск, Россия,

[golovatskaya@imces.ru](mailto:golovatskaya@imces.ru)

В болотных экосистемах нашей планеты в виде торфяных залежей сосредоточены значительные запасы углерода - 120 - 455 Гт С (Вомперский, 1994; Gorham, 1991). На территории Западной Сибири болотные экосистемы занимают почти 50 % площади, и в них содержится около 36 % общего пула почвенного углерода России. Детальный анализ стратиграфии торфяных залежей позволяет не только оценить запасы углерода в исследуемых болотных экосистемах, но и проследить закономерности развития болотных массивов при изменении климатических условий в течение голоцена.

Исследования проводились на научно-исследовательском стационаре «Васюганье» (ИМКЭС СО РАН). В качестве модельного объекта для исследования была принята территория эвтрофного болота Самара, в пределах которого было исследовано три пункта: ерничково-осоковая (СЕ) и осоково-ерничовая экосистемы (СО) и сосново-елово-кедрово-березовая согра (СС).

Всю центральную часть болотного массива занимают заросли карликовой березки – *Betula nana* L., с редким ярусом низкорослых сосен и берез (высота – 2-6 м, диаметр стволов – 2-7 см), кроме того, встречаются редкие группы ивовых. Травянистый ярус представлен типичными для

Анализ данных показал, что прогноз по детерминированно-вероятностной методике дает более высокий класс пожарной опасности с приближением ко дню обнаружения пожара, в то время как индекс, полученный по методике Нестерова, растет равномерно с начала расчета и показывает меньшее значение на день обнаружения пожара. Этот результат свидетельствует о том, что новая методика прогноза торфяной пожарной опасности более точно указывает на день возникновения пожара.

На основе предложенных моделей создан программный комплекс для визуализации результатов прогноза возникновения торфяных пожаров в геоинформационной системе на примере Бакчарского района Томской области. Разработан состав и структура геоинформационного обеспечения программного комплекса прогноза торфяной пожарной опасности.

Комплекс выполнен на базе геоинформационной системы ArcView GIS и предусматривает визуализацию прогноза возникновения торфяных пожаров. Для этого в графическом интерфейсе пользователя ArcView создан инструмент, который при нажатии на него производит выполнение определенных действий.

В качестве топографической основы использовались карта торфяников Бакчарского района, карта населенных пунктов Томской области. При выборе темы торфяников Бакчарского района становится активной панель инструментов для работы с данной темой. После выбора нужного инструмента активируется панель ввода данных. Пользователю необходимо ввести значения температуры воздуха, атмосферного давления, атмосферной влажности, облачности и время прогноза.

После ввода метеоданных автоматически запускается вычислительный модуль, определяющий текущее влагосодержание слоя торфа для каждого выдела. Визуализация результатов моделирования вызывается автоматически после завершения работы вычислительного модуля.

При отображении результата пользователю предлагается выбрать интересующий его критерий оценки пожарной опасности, либо построить

времени  $t$ ;  $W_{i*}$  – критическое влагосодержание торфа на  $i$ -м выделе;  $F$  – общая площадь той территории, для которой определяется пожарная опасность;  $F_i$  – площадь  $i$ -го выдела;  $N$  – общее число выделов на прогнозируемой территории.

Для нахождения величин  $P_{in}(A_n, t)$ ,  $P_{in}(PF/A_n, t)$  воспользовались определением вероятности появления событий через соответствующие частоты. Вероятность возникновения пожара вследствие самовозгорания рассчитывалась только для тех выделов, которые находятся на территории торфяных разработок. Таким образом, зная текущее значение влагосодержания и статистическую информацию о выделе, можно рассчитать вероятность возникновения торфяного пожара для прогнозируемого промежутка времени.

Для расчета текущего влагосодержания была предложена математическая модель низкотемпературной сушки слоя торфа [3]. Проведенное математическое исследование показало, что полученные численные результаты качественно и количественно согласуются с экспериментальными данными, и предложенная математическая модель может быть использована для прогнозирования поведения влагосодержания и температуры в слое торфа и последующего прогноза пожарной опасности на торфяниках.

Для ретроспективной проверки предложенной методики были использованы метеорологические данные, которые были взяты с веб-ресурса: [http://meteo.infospace.ru/win/wcarch/html/r\\_day\\_stn.sht?num=1040](http://meteo.infospace.ru/win/wcarch/html/r_day_stn.sht?num=1040). Кроме этого, использовались статистические данные о месте и времени возникновения торфяных пожаров в Бакcharском районе Томской области за период 2000-2003 года, а также база теплофизических постоянных типов торфа. Для проверки получаемых результатов сравнивались классы пожарной опасности, определяемые по комплексному показателю В.Г. Нестерова и по предложенной методике.

осоково-гипновых болот Западной Сибири видами. Моховой покров пятнистый, проективное покрытие 40–60 %. В моховом покрове доминируют зеленые мхи. Торфяная залежь относится к низинному типу топяному подтипу. Средняя мощность торфяной залежи в центральной части болота составляет 360 см. Торфяная залежь на большей части массива имеет практически одинаковое строение и до глубины 2–3 м сверху сложена топяными гипновыми и осоково-гипновыми видами торфа. Заболачивание центральной части болотного массива началось в пойме, в небольшом понижении во влажных, но богатых условиях (о чем свидетельствует наличие хвощового торфа в придонных слоях торфяной залежи). Затем увлажнение увеличилось, и образовался мелководный разлив, что диагностируется по наличию тростника. Привнос вод рекой сопровождался заносом моллюсков (раковины) (до 270 см). Дальнейшее развитие болота – однотипно, т.к. торфяная залежь имеет более или менее однородное строение. Разнообразие торфов связано только с состоянием популяций болотных растений: доминирование осок или сокращение их популяций; увеличение доли других трав (вахта) и формирование травяного торфа; повышение увлажнения сопровождалось увеличением доли гипновых мхов и наоборот.

Окраина болотного массива представлена осоково-ерниково-гипновой ассоциацией. В кустарничковом ярусе снижается количество *Betula nana* L. (проективное покрытие менее 50 %). Древесный ярус представлен низкорослыми березами (высота – 4–8 м, диаметр стволов – 4–9 см), также встречаются редкие группы ивовых. На окраине болотного массива в травяном покрове увеличивается количество осок (п.п. 70 %). Моховой покров пятнистый (п.п. 30%), с преобладанием зеленых мхов. Средняя мощность торфяной залежи составляет 350 см. Заболачивание окраины болотного массива шло в небольшой депрессии поймы реки, которая выстлана аллювиальными глинами. Этот участок был суше, чем предыдущий, поскольку в понижении произрастала черная ольха. Затем

увлажнение увеличилось, что обеспечило доминирование гипновых мхов и образование соответствующего торфа. Постепенно в сообщества внедрялись травы (осоки, вахта и др.). Иногда увлажнение повышалось, и тогда увеличивали обилие гипновые мхи. Динамика обводнения и разрастание популяций тех или иных видов обеспечила чередование травяных и травяно-гипновых видов торфа. В целом водно-минеральный режим оставался относительно стабильным, и потому залежь практически однородная низинного типа.

По направлению к юго-востоку от окраины болотного массива Самара расположен еще один пункт наблюдений на эвтрофном болоте – сосново-елово-кедрово-березовая согра. В древесном ярусе преобладают *Pinus sylvestris* и *P. sibirica*, также встречаются *Picea obovata* Lebed., *Abies sibirica* Lebed., *Betula alba* L. Высота древесного яруса 15–20 м, п.п. 70–80 %. Травяной ярус обилен – п.п. до 80 %. Моховой покров разрежен – п.п. 30–40 %. Мощность торфяной залежи согры 430 см. Залежь низинного типа, сложена травяными, травяно-гипновыми, гипновыми торфами. Степень разложения торфа увеличивается с глубиной от 25 до 60 %, в основании залежи лежит хорошо разложившийся (> 70 %) хвощовый торф.

На каждом пункте наблюдения были отобраны образцы торфа на всю глубину торфяных залежей (каждые 10 см) для проведения анализа ботанического состава, плотности, содержания углерода в торфе и др. Получено 16 радиоуглеродных датировок торфа (Лаборатория геологии и палеоклиматологии кайнозоя в Институте геологии и минералогии СО РАН и в Лаборатории биоинформационных технологий ИМКЭС СО РАН). Согласно данным радиоуглеродного датирования наиболее древней является торфяная залежь согры (8065±135 лет), наиболее молодой – центральная часть болота – ерниково-осоковая экосистема (4939±85 лет). Скорость накопления торфа определялась для торфяных залежей путем деления запасов углерода в торфяной залежи на возраст образцов торфа придонного

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОГНОЗА ПОЖАРОВ НА ТОРФЯННИКАХ

Фильков А.И., Гладкий Д.А.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

г. Томск, Россия

aifilkov@gmail.com

Все причины, вызывающие возгорание торфяников, можно разделить на две группы: природные ( $A_1$ ) и антропогенные ( $A_2$ ) [1]. Под природными причинами понимается возгорание в результате удара молнии при сухих грозах, а под антропогенными – ряд причин: самовозгорание, брошенные на землю непогашенные окурки сигарет; непогашенные костры; преднамеренные поджоги и т.д. Эти причины в совокупности определяют пожароопасность торфа, характеризующую потенциальную возможность возникновения и развития пожаров.

Исходя из этого, а также с учетом физической модели возникновения природных пожаров [2] и теоремы умножения вероятностей получили следующую модель для определения вероятности возникновения торфяных пожаров на  $i$ -м выделе в момент времени  $t$  [1]

$$P_i(t) = \sum_{n=1}^2 P_{in}(A_n, t) P_{in}(PF / A_n, t) P_i(C, t), \quad (1)$$

$$P_i(C, t) = \begin{cases} 0 & \text{при } W_{it} \geq W_{i*} \\ \frac{F_i}{F} (1 - W_{it} / W_{i*}), & \text{при } 0 < W_{it} < W_{i*} \end{cases} \quad (2)$$

Здесь  $P_{in}(A_n, t)$  – вероятность появления конкретной  $n$ -й антропогенной и природной пожарной опасности в момент времени  $t$ , достаточной для зажигания слоя торфа;  $P_{in}(PF / A_n, t)$  – вероятность возникновения пожара вследствие действия антропогенной и природной пожарной опасности  $n$ -го типа в тот же момент времени  $t$ ;  $P_i(C, t)$  – вероятность готовности воспламенения,  $W_{it}$  – влагосодержание торфа на  $i$ -м выделе в момент

вех 5%). Мощность торфяной залежи 1,3 м. От поверхности с глубиной виды торфа меняются следующим образом: гипновый, осоково-гипновый, древесно-хвощовый. До антропогенной нагрузки участок, вероятно, представлял собой древесное травяно-гипновое болото. В настоящее время наблюдается несоответствие ботанического состава торфа верхнего горизонта современной растительности. Отмечена смена моховой растительности на травяную. Изменения свидетельствуют о смене фазы развития болотной геосистемы и ее трансформации средней степени.

Неоднородность ландшафтной структуры ключевого участка «Болото Темное» главным образом связана с различиями в хозяйственном использовании торфяного месторождения, на территории которого были проведены осушительная мелиорация и на отдельных участках подготовка под торфодобычу и сведение растительности, добыча торфа экскаваторным и фрезерным способами. Различия в хозяйственной деятельности обуславливают неоднородность в степени изменения геосистем в пределах рассматриваемой территории. Наибольшая степень трансформации характерна для восточной и юго-восточной частей болота Темное, на которых проводилась добыча торфа.

#### Литература

1. Синюткина А.А. Методика оценки антропогенно нарушенных болотных геосистем на основе определения их структурно-динамического состояния // Ландшафтные и геоэкологические исследования природных и антропогенных геосистем (к 80-летию со дня рождения Н.И. Дудника: Международный сборник научных трудов. – Тамбов: изд-во ТГУ, 2014. – С. 199-203.

слоя, скорость вертикального прироста торфа определялась как отношение мощности торфяной залежи к возрасту придонного слоя торфа.

Содержание общего углерода ( $C_{\text{общ}}$ ) в исследуемых торфах эвтрофного болота изменяется от 12% до 50%, в среднем составляя 33%. Содержание углерода с глубиной постепенно снижается, достигая минимальных значений в придонном слое. На протяжении почти всей торфяной залежи СЕ и СО содержание углерода имеет близкие значения. Значительно отличается по содержанию  $C_{\text{общ}}$  торфяная залежь согры – в слое 100–300 см наблюдается снижение содержания углерода с 45 до 20%. Минимальное содержание углерода получено для придонных слоев согры – 350–400 см (12 %).

Общие запасы углерода в торфе в первую очередь определяются мощностью торфяной залежи. Также существенную роль играет плотность торфа, слагающего торфяную залежь, которая может изменяться в очень широких пределах (76–400 г/дм<sup>3</sup> для исследуемого болота). В торфяных залежах СО и СЕ плотность торфа имеет сходный характер распределения по глубине, с наибольшими различиями в слое 270–330 см. В торфяной залежи согры до глубины 80 см плотность характеризуется близкими значениями с плотностью торфа других пунктов, однако глубже наблюдаются значительные различия. Максимальная плотность получена для придонного слоя – 400 г/дм<sup>3</sup>. Общие запасы углерода в этих залежах составляют от 137 до 189 кг/м<sup>2</sup>. Для торфяных залежей эвтрофного болота, при довольно низком содержании углерода в торфах, характерны высокие запасы углерода, обеспеченные высокой плотностью торфов, слагающих исследуемые залежи. В среднем различие в запасах углерода в слоях торфа между разными залежами эвтрофного болота слабо выражено, так как торфяная залежь исследуемого эвтрофного болота характеризуется довольно однородным сложением и близкими значениями плотности торфа.

Скорость накопления торфа определялась на основании данных радиоуглеродных датировок торфа и по запасам углерода в торфяных залежах. Результаты проведенных исследований показывают, что

усредненная скорость накопления углерода в изученных торфяных залежах эвтрофного болота составляет в среднем 23,0 (20,2–27,0) гС/м<sup>2</sup>год. Скорость накопления торфа (углерода) в течение голоцена изменялась с изменением климата и, соответственно, растительного покрова болот. Это находит отражение как в изменении скорости накопления углерода, так и в изменении скорости вертикального прироста торфа. На эвтрофном болоте для исследованных экосистем средняя скорость прироста торфа изменяется от 0,47 до 0,71 мм/год. Однако в процессе развития болот скорость вертикального прироста торфа может изменяться в 2–7 раз.

#### БОЛОТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В СТРУКТУРЕ ЛАНДШАФТОВ ТЫМСКОГО БАССЕЙНА

Грифинштейн Т.И.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Томск, Россия

[tatyana.grifinshtein@mail.ru](mailto:tatyana.grifinshtein@mail.ru)

Болота – это уникальные природные ландшафты, представляющие собой характерную зональную особенность, обусловленную климатическими, гидрологическими, геоморфологическими, почвенно-геологическими, фитоценоотическими факторами. Болота оказывают значительное влияние на природную среду, заключающееся в поддержании газового состава атмосферы, водного баланса биосферы, биологического разнообразия на Земле [1,2].

Изучение болот в структуре ландшафтов также важно для оценки торфяных ресурсов, что является необходимым при проектировании торфопредприятий и дальнейшей эксплуатации торфяных месторождений. С.Н. Тюремнов торфяными месторождениями называет болота с достаточной производственной мощностью и протяжённостью торфяной залежи [2].

Объектом исследований являются болотные комплексы, расположенные на территории бассейна р. Тым. Особенностью бассейна р. Тым является

ярус представлен березой высотой 3 м, у каналов высота до 5 м. Состояние яруса удовлетворительное. Присутствуют сухие стволы сосны и березы. Подрост образован березой и сосной с проективным покрытием 10%. Состояние подроста хорошее, идет интенсивное возобновление древесного яруса. На повышениях микрорельефа растут багульник, черника, кассандра, клюква, подбел с общим проективным покрытием 70 %. Травяной ярус представлен осокой дернистой, морошкой, росянкой (проективное покрытие 30–40%). Моховой покров образован зелеными и сфагновыми мхами с общим проективным покрытием 60 %. Мощность торфяной залежи 1 м, сложена переходными сфагновым, осоково-сфагновым, древесно-осоковыми торфами. Изменения болотной геосистемы в результате антропогенной нагрузки проявляются в зарастании древесной растительностью, появлении гипновых мхов, связанное с понижением уровня болотных вод, также отмечено несоответствие ботанического состава торфа верхнего горизонта современной растительности. Такие изменения соответствуют смене фазы развития болотной геосистемы и трансформации средней степени.

Наиболее измененным урочищем является травяное низинное болото (участок торфодобычи). Урочище ограничено полосой с березовой растительностью, превышение 50 см. Проективное покрытие травяной растительностью составляет 90 %. Основные виды – камыш, осока, вех, сабельник. На повышениях отдельные пятна сфагновых мхов. Мощность торфяной залежи 1,9 м, образована низинными торфами разных видов (хвощовый, гипновый и др.). В центре участка заросшие котлованы, глубиной 25 см, образованные в результате проведенной торфодобычи. В пределах урочища произошли изменения всех компонентов и полная смена геосистемы на участках непосредственной добычи торфа.

Центральную часть болота Темное занимает участок, подготовленный к торфодобыче со сведенной древесной растительностью. Микрорельеф урочища слабоволнистый. Древесный ярус представлен только вдоль каналов (березы высотой 0,5–1 м). Проективное покрытие травами 95 % (осока 90 %,

ключевого участка занимает мелкопочковатое древесно-кустарничково осоково-гипновое переходное болото.

Таблица. Площади урочищ ключевого участка «Болото Темное»

| Группа урочищ                  | Урочища | Площадь группы, км <sup>2</sup> | Площадь группы, % | Площадь урочищ, км <sup>2</sup> | Площадь урочищ, % |
|--------------------------------|---------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|
| А                              | 1       | 1,35                            | 35,16             | 1,31                            | 34,1              |
|                                | 10      |                                 |                   | 0,14                            | 3,65              |
| Б                              | 11      | 0,12                            | 3,22              | 0,02                            | 0,62              |
|                                | 12      |                                 |                   | 0,1                             | 2,60              |
| В                              | 9       | 1,78                            | 46,4              | 0,72                            | 18,75             |
|                                | 3       |                                 |                   | 0,64                            | 16,67             |
|                                | 6       |                                 |                   | 0,35                            | 9,12              |
|                                | 8       |                                 |                   | 0,08                            | 2,08              |
| Г                              | 4       | 0,48                            | 12,47             | 0,34                            | 8,93              |
|                                | 5       |                                 |                   | 0,02                            | 0,44              |
|                                | 7       |                                 |                   | 0,12                            | 3,11              |
| Общая площадь, км <sup>2</sup> |         | 3,84                            |                   |                                 |                   |

Древесный ярус образован березой в удовлетворительном состоянии с сомкнутостью крон 40 %. В кустарничковом ярусе произрастают кассандра, багульник, клюква (40 %). Доминантом травяного яруса является осока дернистая с проективным покрытием 30 %. Проективное покрытие моховым ярусом (гипновые и сфагновые мхи) составляет 70 %. Торфяная залежь с мощностью 1,10 см сложена переходным осоково-сфагновым торфом. В пределах рассматриваемого участка прямая антропогенная нагрузка отсутствует, но территория располагается в непосредственной близости с осушительной системой. Изменение структурно-динамического состояния проявляется в понижении уровня болотных вод и, как следствие, усыхании моховой растительности, наличия обильного подроста березы в хорошем состоянии. Кроме того, ботанический состав торфа верхнего горизонта не соответствует современному растительному покрову, что свидетельствует о смене фазы развития и трансформации болотной геосистемы средней степени.

Северную часть ключевого участка занимает березово-кустарничковое осоково-моховое переходное осушенное болото. Микрорельеф волнистый, формы не выражены, амплитуда колебаний высот не более 10 см. Древесный

наличие в нем большого количества болот и заболоченных территорий, которые имеют огромное значение и образуют своеобразные болотные комплексы, которые на сегодняшний день мало изучены. Цель работы состоит в установлении закономерностей пространственного размещения болот в пределах рассматриваемой территории.

Бассейн р. Тым, правого притока р. Оби, расположен на Западно-Сибирской равнине, преимущественно в пределах Кетско-Тымской наклонной равнины, и лишь низовья бассейна в пределах Обь-Тымской низменности [4]. Абсолютные высоты Кетско-Тымской наклонной равнины постепенно снижаются с востока на запад к долине Оби от 180 до 100 м. Обь-Тымская низменность протягивается с юга на северо-северо-запад в центральной части области. Абсолютные высоты ее колеблются от 40 до 100 м, поверхность низменности плоская, заболоченная [3].

Бассейн р. Тым имеет асимметричное строение. Река Тым справа принимает наиболее крупные притоки: Сангильку, Косец, Ванжиль-Кынак и Лымбольку. Правобережье сравнительно хорошо дренировано. Рельеф характеризуется достаточно густой эрозийной расчленённостью: притоки Тыма имеют широкие и хорошо разработанные разветвлённые долины. Правобережье заболочено слабо. Болота встречаются отдельными пятнами, изолированными друг от друга. Характерны такие болота для бассейнов правых притоков Тыма – рр. Подельги и Косца. Особенно мало болот в верховьях этих рек, где абсолютные отметки достигают 158 м, а поверхность правобережной равнины приобретает здесь более расчленённый характер.

В рельефе долины р. Тым хорошо выражена пойма, первая и вторая надпойменные террасы [5]. Пойма в долине р. Тым развита повсеместно. В среднем течении она сегментно-гивистая, а в приустьевых частях проточно-гивистая. Ширина поймы изменяется от 1-3 км в восточной части бассейна до 16 км в западной [4].

Первая надпойменная терраса эрозийно-аккумулятивная, развита локально. Относительные высоты ее составляют 5-9 м, а превышения над

поймой до 1-2 м. Поверхность террасы неровная, сильно заболоченная. Возраст ее позднечетвертичный [5]. Вторая и третья террасы в долине р. Тым также сохранились фрагментами. Сложены террасы песками, супесями, суглинками, возраст их позднечетвертичный [5].

В рельефе водораздельных равнин, в пределах Томской области, хорошо прослеживаются древние ложбины стока, в числе которых Тымская. Они ориентированы с северо-востока на юго-запад и тянутся на сотни километров. Ширина Тымской ложбины стока достигает 40 км, а ее длина — сотен километров. На дне развиты вытянутые параллельно бортам и относительно друг друга песчаные гривы, понижения между которыми заняты болотами и озерами, соединяющимися небольшими извилистыми речками [6].

Таким образом, основными крупными формами рельефа в бассейне р. Тым являются водораздельные равнины и речные долины. Особенностью рельефа территории являются ложбины древнего стока. Яркой чертой рельефа ложбин стока является их сильная заболоченность до 85 %. Кроме того, на всех геоморфологических поверхностях — водораздельных равнинах, надпойменных и пойменных террасах, в пределах ложбин стока развиты болота. Они создают своеобразный микрорельеф фитогенного типа рельефа [4].

Итак, бассейн р. Тым представляет озёрно-аллювиальную равнину на юге и водно-ледниковую — на севере. Это деление подтверждается геологическим строением, особенностями рельефа и историей его развития [5].

Следуя из данных, рассчитанных при составлении карты болот бассейна Тыма [1], общая площадь болот равна 14 760 км<sup>2</sup>, что составляет 45,1% от общей площади бассейна. При этом болота распределены неравномерно по территории бассейна, они имеют пятнистую структуру.

Каждый тип болот приурочен к определённом типу местности. Низинные болота чаще встречаются на первой, второй террасах и в пойме реки Тым, особенно в её верховьях. Они составляют 15% от общей площади

окружающие его суходольные леса. В пределах участка выделено 12 видов урочищ (рисунок). Площади и количество контуров отдельных урочищ представлены в таблице. Методика проведения исследования заключалась в выполнении полевых ландшафтных исследований на участках болота, подвергшихся антропогенной нагрузке разных видов и интенсивности, с последующем проведением геоинформационного картографирования на основе данных дешифрирования космических снимков. Степень трансформации болот определялась на основе выявления динамической фазы развития болотной геосистемы [1].

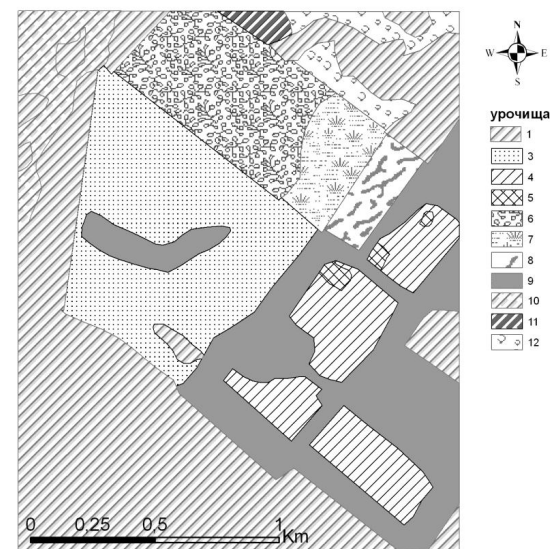


Рисунок. Ландшафтная карта ключевого участка «Болото Темное». Условные обозначения: А Урочища суходольных лесов: 1 – Волнистые сосново-березовые разнотравные на дерново-подзолистых суглинистых почвах, 10 – Волнистые ивовые на дерново-подзолистых почвах; Б Урочища мезотрофных болот: 11 – Кочковатые древесные на торфяных почвах, 12 – Кочковатые древесно-моховые на торфяных почвах; В Урочища осушенных болот: 9 – Кочковатые древесные на торфяных переходных почвах, 3 – Мелкокочковатые древесно-кустарничковые осоково-типиновые на переходных торфяных почвах, 6 – Волнистые березово-кустарничковые осоково-моховые на переходных торфяных почвах, 8 – Волнистые осоковые на низинных торфяных почвах; Г Участки торфодобычи: 4 – Волнистые разнотравно-злаковые на торфяных почвах, 5 – Волнистые осоково-камышовые на торфяных почвах, 7 – Волнистые древесно-злаковые на торфяных почвах.

Рассмотрим пространственную структуру антропогенно нарушенных участков болот и их структурно-динамическое состояние. Восточную часть

участках, где торф выработан полностью, по профилю изменяется незначительно (24,5-28,1%).

Таким образом, можно отметить, что водно-физические свойства выработанных торфяных почв в значительной степени определяются величиной органического слоя оставшегося после добычи.

#### Литература

1. Пашинская Л.А. Водно-физические свойства выработанных торфяников // Науч. Тр. / ЗСФ ВНИИГиМ – Тюмень, 1978. С 81-82.

### СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АНТРОПОГЕННО- НАРУШЕННОГО БОЛОТА (НА ПРИМЕРЕ БОЛОТА «ТЕМНОЕ»)

Синюткина А.А.

ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, Томск, Россия

[ankalaeva@yandex.ru](mailto:ankalaeva@yandex.ru)

На юге Томской области расположено множество антропогенно нарушенных болот, осушенных для разных целей. В настоящее время они являются бросовыми землями и представляют опасность возникновения торфяных пожаров. Для прогноза дальнейшего развития этих территорий необходимо провести оценку их структурно-динамического состояния с определением степени трансформации болот под влиянием хозяйственной деятельности. Одним из наиболее нарушенных болот юга Томской области является болото Темное. Болото расположено на второй надпойменной террасе р. Оби. Территория представляет собой выровненный участок с абсолютными высотами около 80 м. Болото на площади около 1,6 км<sup>2</sup> было осушено с целью добычи торфа, на отдельных участках проводилась торфодобыча фрезерным и экскаваторным способами.

Целью исследования является оценить современное состояние антропогенно нарушенного болота Темное. Исследование проведено в пределах ключевого участка площадью 4 км<sup>2</sup>, включающего болото Темное и

болот, с преобладанием низинных древесных. Низинные топяные болота широко распространены в долине реки Сангилька.

Самым распространённым типом болот являются переходные, они составляют 26% площади всего бассейна р.Тым, и 58,1% по отношению к площади всех болот. Более половины переходных болот составляют древесные. Этот тип болот встречается на всех типах местности. Переходные древесные болота приурочены к террасам реки, а переходные болота чаще встречаются на междуречьях рек.

Верховые болота составляют 26,9% от общей площади болот. Наиболее распространены комплексные грядово-мочажинные и грядово-озерковые болота. Они встречаются на первой, второй террасах и ложбинах стока, а также на междуречьях рек Косец, Лымбелька, Поделга.

Так наиболее заболочены первая, вторая террасы реки Тым и древние ложбины стока. На них чаще других встречаются переходные и верховые древесные и верховые комплексные.

Изучение закономерностей пространственного размещения болот в зависимости от положения в пределах разных типов местностей проведено на примере ключевого участка, расположенного в нижней части бассейна реки Тым. На основе геоинформационного анализа карты болот в пределах ключевого участка были сделаны следующие выводы.

1. На пойме располагается небольшое количество болот, занимающих площадь равную 9,4%. Наибольшую их часть занимают низинные болота. Обычно низинные болота располагаются в пониженных местах рельефа, т.е. там, где грунтовые воды находятся близко к поверхности (рисунок, таблица 1) [2].

2. Вторая надпойменная терраса реки Тым является сильнозаболоченной, где площадь болот на ключевом участке достигает 57%. Преобладающими болотами являются переходные (59%), но при этом значительная часть занята верховыми (25%). На левобережье реки Тым, вдоль правого притока Тыма – реки Сангилька располагаются в основном

переходные древесные и верховые комплексные болота. На правом берегу преобладают переходные древесные болота и большое количество переходных топяных и верховых древесных болот.

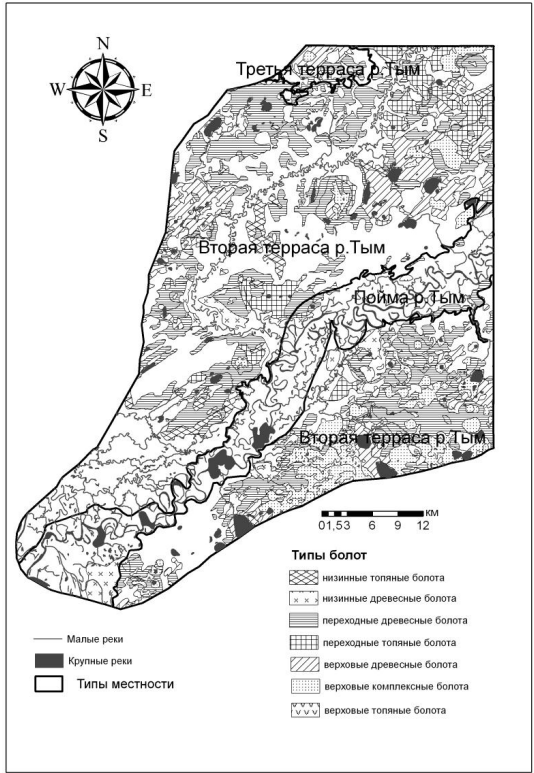


Рисунок 1. Карта болот на ключевом участке в бассейне реки Тым

Таблица 1. Болота типов местностей бассейна р. Тым

| Тип местности  | Общая площадь болот, % | Площадь низинных болот, % | Площадь переходных болот, % | Площадь верховых болот, % | Внутриболотные озёра, % |
|----------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Пойма          | 9,4                    | 53,6                      | 35                          | 7,2                       | 4,2                     |
| Вторая терраса | 57,7                   | 11,7                      | 59,6                        | 25,5                      | 3,2                     |
| Третья терраса | 59,8                   | -                         | 48,5                        | 51,5                      | -                       |

наличием минеральных частиц, а понижение ее в нижних горизонтах – слабыми процессами минерализации.

Одним из самых важных показателей водно-физических свойств является наименьшая влагоемкость. На выработанных торфяных почвах существенное влияние на ее значение оказывает величина остаточного торфяного горизонта, обладающего высокой водоудерживающей способностью (рис. 3).

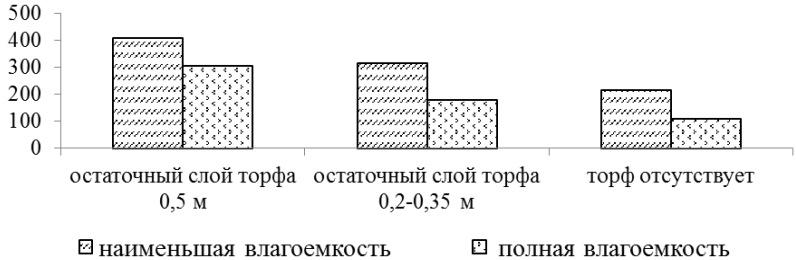


Рисунок 3. Наименьшая и полная влагоемкость торфовойработки, мм

Минимальная величина наименьшей влагоемкости установлена на площадках, где отсутствует торфяной горизонт (108,2 мм), максимальное на участке с торфяным слоем 0,5 м (306,4 мм). Участки с торфяным слоем от 0,20 до 0,35 м занимают промежуточное положение.

Полная влагоемкость (как и наименьшая) также в значительной степени определяется величиной торфяного горизонта (см. рис. 3).

Важным показателем, определяющим водно-воздушный режим торфовойработки, является порозность аэрации. На участках с торфяным слоем 0,20-0,35 м порозность аэрации уменьшается по профилю сверху вниз, достигая наименьших значений в минеральном горизонте (9,4-13,5%). Напротив, на участках, где остаточный слой торфа составлял 0,5 м, порозность аэрации возрастала от верхних горизонтов к нижним. В пахотном слое ее значение составляет 12,8 %, подпахотном – 25,9 %. Низкая порозность в пахотном слое объясняется наличием здесь минеральных частиц. Это характерно для участков, расположенных вдоль валовых каналов, на бывших подштабельных полосах. Порозность аэрации на

В естественном состоянии плотность сложения торфяной залежи зависит от зольности, ботанического состава и обводненности субстрата. Величина зольности значительно уступает минеральным почвам, что обусловлено небольшой плотностью сложения органического вещества торфа. У выработанных торфяных почв зольность после их окультуривания значительно возрастает и определяется наличием минеральных и органических частиц. Зольность торфа на участках с торфяным слоем до 0,5 м составляет 59,0-76,0% и указывает на высокую степень его разложения и наличия песка. Обогащение верхнего слоя почвы песком происходит в результате его припашки. Песчаные участки, содержащие небольшую долю органики, имеют зольность еще выше – 91,6-91,8 %.

Важным показателем, является плотность твердой фазы. Исследованиями установлено, что она на участках, где торфяной горизонт составлял от 0,20 до 0,35 м, соответствовала значениям торфянисто-глеевой почвы. На участках, где торф отсутствовал, – песчаным и супесчаным (2,24-2,64 г/см<sup>3</sup>) (рис. 2).

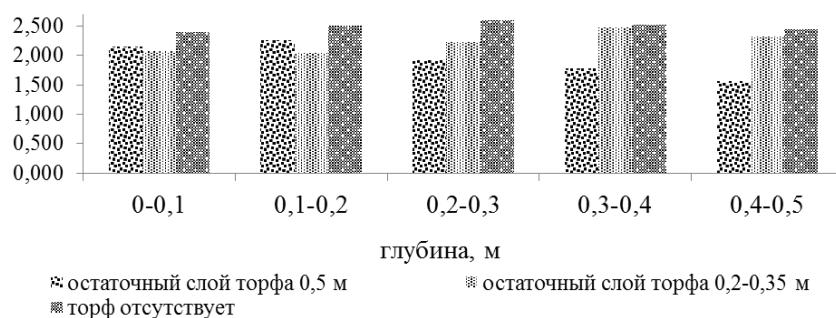


Рисунок 2. Плотность твердой фазы выработанных торфяных почв, г/см<sup>3</sup>

На участках с торфяным слоем 0,50 м плотность твердой фазы, как и плотность сложения, по профилю снижается. Например, в пахотном слое ее значение в среднем соответствовало 2,20 г/см<sup>3</sup>, подпахотном – 1,75 г/см<sup>3</sup>. Высокая величина плотности твердой фазы в верхнем горизонте объясняется

3. Третья терраса также относится к сильнозаболоченным (60 %). Из болот здесь преобладают два типа – это верховые (52%) и переходные (48 %). К верховым относятся болота, поверхность которых увлажняется водами, бедными элементами минерального питания. Как правило, верховые болота располагаются на повышенных местах, в основном на водоразделах [2]. Среди верховых и переходных болот чаще всего встречаются древесные.

Следовательно, что такой тип местности, как пойма, является наименее заболоченной территорией, с долей заболоченности 9,4%, где преобладающим типом болот является низинный. Вторая и третья надпойменные террасы – это сильнозаболоченные территории, с площадью заболачивания до 60%. Здесь площадь низинных болот небольшая, до 10%, а доля переходных и верховых – наибольшая и достигает в среднем 50%.

Таким образом, исследование показало, что пространственное размещение болот в пределах бассейна р. Тым определяется положением в пределах разных типов местностей, отличающихся геоморфологическими особенностями территории.

#### Литература

1. Евсеева Н.С., Синюткина А.А., Харанжевская Ю.А. и др. Ландшафты болот Томской области. Томск: изд-во НТЛ, 2012. 400 с.
2. Денисенков В.П. Основы болотоведения. СПб.: изд-во С.-Петерб. ун-та. 200. 224 с.
3. Евсеева Н.С. География Томской области. Природные условия и ресурсы. Томск: изд-во Том. ун-та, 2001. 223 с.
4. Вопросы географии Сибири. Вып. 23: сборник / Под ред. А.М. Малолетко и В.С. Хромых. Томск, 1999. 388 с.
5. Земцов А.А. География Томской области Томск. Томск: изд-во Том. ун-та, 1988. 246 с.
6. Земцов А.А. Природа и экономика севера Томской области // Материалы комплексной экспедиции по изучению природных условий,

естественных ресурсов и экономики нефтегазоносных районов Томской области. Томск: изд-во Том. ун-та, 1977. 217 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СУТОЧНОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ

Дюкарев Е. А.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,

Томск, Россия

[egor@imces.ru](mailto:egor@imces.ru)

Температура почвы и амплитуда ее суточного хода являются важными показателями, воздействующими на процессы, протекающие в почве. Изучение теплового режима почв возможно при организации специальных наблюдений с использованием автоматических измерителей, что дает возможность получать ряды температуры почвы с высоким временным разрешением за длительный срок в естественных условиях.

Температурный режим почвы торфяного болота существенно отличается от температурного режима минеральных почв. Торфяная почва имеет сглаженную динамику температуры, по сравнению с минеральной. По среднемесячным данным, в теплое время года верхние слои торфяной почвы холоднее минеральной, а в холодное время – теплее. Повышенная тепловая инерция торфяной залежи препятствует как ее нагреву, так и охлаждению. Глубина промерзания на болоте почти в три раза меньше чем на суходоле.

Исследование температурного режима торфяной почвы проводилось в олиготрофном сосново-кустарничково-сфагновом биогеоценозе (низком ярье), на территории стационара «Васюганье» (ИМКЭС СО РАН) в пределах Бакчарского района Томской области. Мониторинг температуры почвы выполнялся автономным измерителем температуры, разработанным в ИГМ СО РАН. Датчики температуры находились на восьми глубинах (2, 5, 10, 15, 25, 40, 60 и 80 см). Измерения проводились в течение 1898 дней (или 62

0,354-0,523 г/см<sup>3</sup>. При отсутствии торфяного горизонта плотность сложения пахотного слоя возрастает до 0,966-1,372 г/см<sup>3</sup> (рис. 1).

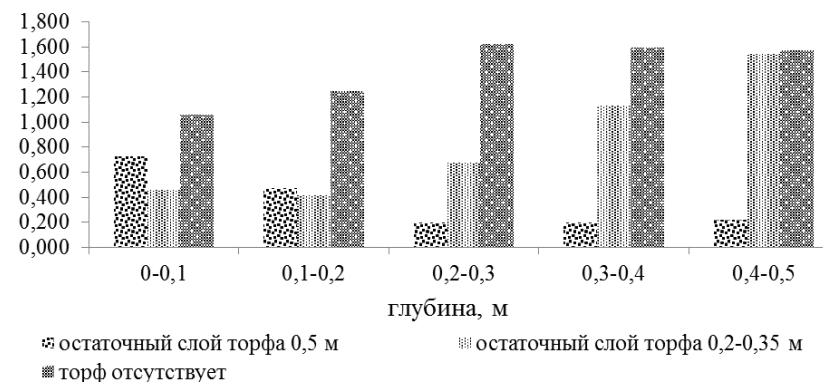


Рисунок 1. Плотность сложения выработанных торфяных почв, г/см<sup>3</sup>

При изучении водно-физических свойств выработанных торфяников Тарманского болотного массива Л.А. Пашинской был установлен резкий переход от торфяного слоя к минеральной подстилающей породе [1]. В наших исследованиях данный факт также имеет место (плотность сложения возрастает примерно в 2,3 раза).

На площадке, где остаточный слой торфа более 0,5 м, плотность слоения по профилю снижается: в пахотном горизонте ее значение в среднем составляет 0,599 г/см<sup>3</sup>, в подпахотном – 0,205 г/см<sup>3</sup>. Данное изменение характерно для участков, расположенных вдоль валовых каналов на бывших подштабельных полосах. Здесь высокое значение плотности сложения в пахотном горизонте объясняется примесью минеральных частиц, а снижение ее величины в подпахотном – слабыми процессами минерализации торфа.

На площадках без торфяного горизонта плотность сложения по профилю почвы (до 0,5 м) изменяется незначительно. Ее значение колеблется в пределах от 1,061 до 1,625 г/см<sup>3</sup>, что характерно для песчаных почв. Меньшее значение плотности сложения в пахотном слое можно объяснить накоплением органики за счет корневых систем выращиваемых культур и, прежде всего, многолетних трав.

## Литература

1. Крештапова В.Н. Методические рекомендации по оценке содержания микроэлементов в торфяных месторождениях Европейской части РСФСР. – М.: Геолторфразведка, 1974.
2. Инишева Л.И., Цыбукова Т.Н. Эколого-геохимическая оценка торфов юго-востока Западно-Сибирской равнины. География и природные ресурсы. 1999. № 1. С.45-51.
3. Московченко Д.В. Биогеохимические особенности верховых болот Западной Сибири. География и природные ресурсы. 2006. № 1. С.63-70.
4. Базин Е.Т., Копенкин В.Д., Косов В.И. Технический анализ торфа – М.: Недра, 1992. 431 с.

## ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

Сивков Ю.В.

Тюменский государственный нефтегазовый университет,  
г. Тюмень, Россия

[tumen\\_sivkov@mail.ru](mailto:tumen_sivkov@mail.ru)

Выработанные торфяники существенно отличаются от минеральных почв. Поэтому научно обоснованные агротехнические мероприятия по эффективному освоению выработанных площадей должны учитывать морфологическое строение почвенного профиля и особенности их водно-физических свойств.

Исследованиями, проводимыми на торфяных выработках Боровского болота, расположенного в западной части северной лесостепи, установлено, что на участках, где сохранился торфяной горизонт, водно-физические свойства имеют значения близкие к торфяно- и торфянисто-глеевым почвам. А участки, где торф выработан полностью, характеризуются показателями, свойственными для песчаных и супесчаных почв. На участках с торфяным слоем 0,2-0,35 м плотность сложения пахотного горизонта (0,2 м) составляет

месяцев) с 28 июня 2005 г. по 6 сентября 2010 года с временным шагом 15 минут в летнее время (май-сентябрь) и 1 час зимой (октябрь-апрель).

Известно, что температура почвы в верхних слоях имеет годовой и суточный ход. Суточный ход температуры, осредненный за достаточно большой промежуток времени, представляет собой периодические колебания с одним максимумом и одним минимумом температуры. На рис. 1 приведены суточные изменения температуры почвы на глубинах 2, 5, 10, 15 и 25 см, осредненные за месяцы теплого периода 2009 г. (апрель – октябрь). На глубинах 40, 60 и 80 см суточные колебания отсутствуют в течение всего года. В апреле 2009 г. суточный ход температуры регистрируется в верхних 15 см торфяной залежи. Его амплитуда уменьшается от 2.8 °C на глубине 2 см до 0.2 °C на глубине 15 см. На глубине 25 см температура стабильна в течение суток и составляет -0.37 °C. В мае 2009 г. суточные колебания в диапазоне от -0.2 до -0.02 °C наблюдаются на глубине 25 см. В верхнем слое торфа (2 см) амплитуда суточного хода составляет 7.4 °C, а на глубине 15 см - 1.1 °C. В июне - июле 2009 г. амплитуда суточных вариаций температуры наибольшая в течение года на всех глубинах (см. рис. 1). Ее значения достигают величин 8.9 °C в поверхностном слое (глубина 2 см) и 0.3 °C на глубине 25 см. К сентябрю амплитуда температуры снижается до значений 6.1 °C в слое 2 см и 0.23 °C на глубине 25 см.

Представленные на рис. 1 амплитуды суточного хода являются результатом статистического осреднения значений за все дни месяца одного года из всего периода наблюдений. Амплитуды, наблюдаемые в отдельные дни месяца, варьируют от нулевых значений (в пасмурные и дождливые дни) до максимальных (при ясной безоблачной погоде). Так, наибольшая амплитуда суточного хода за 2007-2010 гг. в верхних слоях торфа (2 и 5 см) была 15 мая 2008 г. и составила 18.8 и 12.9 °C, соответственно. Максимальные значения амплитуды на глубине 10 см (6.7 °C) зафиксированы 16 мая 2008 г. и 30 мая 2009 г.

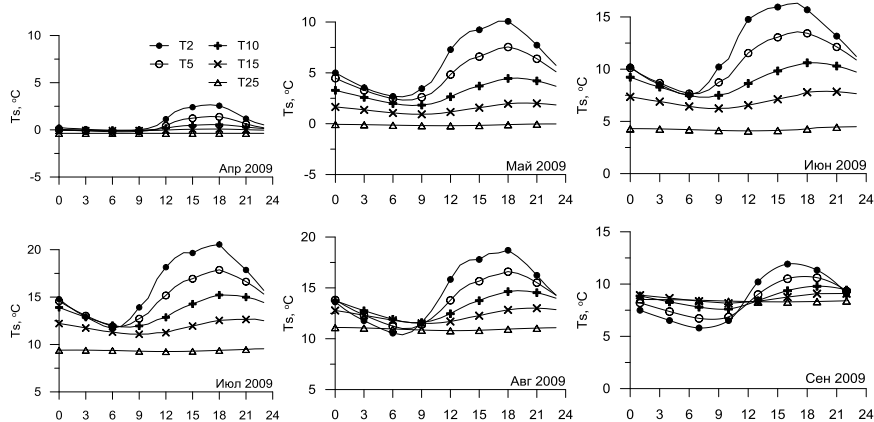


Рисунок 1. Суточный ход температуры почвы на глубинах 2, 5, 10, 15 и 25 см, осредненный за месяцы теплого периода 2009 г.

На глубине 15 см наибольшие амплитуды наблюдались в 2007 г., причем значения 3.5 – 3.6 °С были зафиксированы 9 дней за теплый сезон, и первая дата с такой амплитудой пришлась на 12 мая, а последняя - на 30 июля. Максимальная амплитуда в слое 25 см (1.4 °С) наблюдалась 17 июля 2007 г.

Дневной режим температуры в приземном слое воздуха и почвы определяется главным образом количеством поглощаемой подстилающей поверхностью коротковолновой радиации. Ночью при отсутствии коротковолновой радиации в результате непрерывных потерь энергии за счет эффективного длинноволнового излучения деятельной поверхности происходит охлаждение прилегающих слоев воздуха и почвы.

В течение теплого сезона года наибольшие амплитуды суточной температуры в самых верхних слоях торфа (глубины 2 и 5 см) наблюдаются в мае. К сентябрю значения амплитуды здесь снижаются почти в два раза. В слоях 10, 15 и 25 см максимальные амплитуды температуры характерны для июня, а к сентябрю амплитуды существенно падают. В мае амплитуды также понижены из-за наличия мерзлого слоя на глубине 30-40 см. Особенностью болотных олиготрофных почв являются высокие температурные колебания в самом верхнем слое почвы. Нижележащие слои торфа пропитаны водой и,

величины содержания Cu, Zn, Pb и Cd, связанные с гуминовыми кислотами торфа, от общего количества микроэлементов в торфе (таблица 2).

Таблица 2. Доля Cu, Zn, Pb и Cd, связанных с гуминовыми кислотами торфа, относительно их общего количества в торфе, %

| Образцы ГК<br>торфа, глубина залежи, см | Cu   | Zn   | Pb   | Cd   |
|-----------------------------------------|------|------|------|------|
| Северо-Восточный Алтай                  |      |      |      |      |
| Турочакский, средний образец<br>(0-450) | 56,3 | 12,8 | 15,1 | 0,02 |
| Кутюшский, (50-100)                     | 80,0 | 61,1 | 96,9 | 6,0  |
| Баланакский, (250-275)                  | 96,9 | 15,1 | 70,5 | 68,2 |
| Турочакский, (50-150)                   | 19,2 | 26,1 | 86,7 | 93,5 |
| Ыныргинский, (75-100)                   | 3,0  | 22,3 | 0,8  | н/о  |
| Центральный Алтай                       |      |      |      |      |
| Абайский, (0-20)                        | 3,2  | -    | 12,9 | н/о  |
| Соузаровский, (0-10)                    | 0,3  | -    | 14,5 | 0,3  |

н/о – не обнаружено; - нет данных

Из общего количества меди в региональном торфе с гуминовыми кислотами связано значительное количество: от 19,2 % до 96,9 %, за исключением ГК ыныргинского торфа; несколько меньшие доли характерны для цинка: 12,8-61,1 %. Максимальное количество свинца и кадмия, поглощенное ГК торфа (кутюшский, баланакский и турочакский): в пределах 68,2 % - 96,9 %, подтверждает проявление сорбционного биогеохимического барьера. В целом следует отметить, что на уровне значительной вариабельности содержаний микроэлементов региональный торф является экологически чистым сырьевым источником. Тем не менее, выявленное значительное содержание Cd в гуминовых кислотах баланакского торфа (250-275 см) требует учитывать этот факт при производстве продукции на их основе.

образцах его содержание незначительное: в пределах  $0,9 \cdot 10^{-2} - 1,3$  мг/кг, за исключением ГК баланаковского торфа, где его содержание составляет 8,7 мг/кг. Возможно, это связано с проявлением сорбционного геохимического барьера, где основную роль природных сорбентов проявляют ГК.

Таблица 1. Насыщенность микроэлементами гуминовых кислот (ГК) регионального торфа; содержание микроэлементов, связанных с ГК, в пересчете на кг торфа

| Образцы ГК торфа, глубина залежи, см | A, % | W, % | Cu, мг/кг                       | Zn, мг/кг            | Pb, мг/кг           | Cd, мг/кг                                     |
|--------------------------------------|------|------|---------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------------------|
| Северо-Восточный Алтай               |      |      |                                 |                      |                     |                                               |
| Турочакский, средний образец (0-450) | 30,5 | 9,7  | $\frac{14,5*}{4,26}$            | $\frac{9,0}{2,64}$   | $\frac{1,9}{0,56}$  | $\frac{0,02}{0,006}$                          |
| Кутюшский, (50-100)                  | 2,0  | 11,0 | $\frac{37,5}{15,0}$             | $\frac{29,5}{11,81}$ | $\frac{12,5}{5,00}$ | $\frac{0,44}{0,17}$                           |
| Баланаковский, (250-275)             | 34,2 | 10,3 | $\frac{13,5}{3,78}$             | $\frac{15,5}{4,34}$  | $\frac{20,5}{5,74}$ | $\frac{8,7}{2,44}$                            |
| Турочакский, (50-150)                | 30,3 | 6,5  | $\frac{3,8}{1,13}$              | $\frac{16,0}{4,83}$  | $\frac{10,8}{3,27}$ | $\frac{1,3}{0,29}$                            |
| Ыныргинский, (75-100)                | 8,3  | 11,4 | $\frac{0,6}{0,2}$               | $\frac{16,0}{4,93}$  | $\frac{0,1}{0,03}$  | н/о                                           |
| Центральный Алтай                    |      |      |                                 |                      |                     |                                               |
| Абайский, (0-20)                     | 18,2 | 15,5 | $\frac{0,3}{0,1}$               | $\frac{22,0}{6,51}$  | $\frac{1,7}{0,5}$   | н/о                                           |
| Соузаровский, (0-10)                 | 7,7  | 13,5 | $\frac{0,1}{0,9 \cdot 10^{-2}}$ | $\frac{67,5}{5,84}$  | $\frac{6,45}{0,56}$ | $\frac{0,9 \cdot 10^{-2}}{0,8 \cdot 10^{-3}}$ |

\*Числитель – содержание микроэлемента в ГК, мг/кг массы препарата;

Знаменатель – содержание микроэлементов, связанных с ГК (мг) в пересчете на кг торфа.

Характер вертикального распределения микроэлементов, связанных с профильными гуминовыми кислотами торфа, определяется окислительно-восстановительными условиями, кислотностью среды, ботаническим составом торфа, микроэлементным составом болотных вод, подстилающими породами. Указанное и определяет достаточно большую изменчивость в распределении микроэлементов в составе ГК по глубине торфяного профиля для различных образцов торфа.

Количество микроэлементов в указанных торфяных залежах нами было определено ранее. Используя эти данные, рассчитаны относительные

как и большие водоемы, аккумулируют тепло, сглаживая температурные колебания. На глубине 25 см суточная амплитуда температуры в середине лета не превышает 0.5 °С. Отсутствие конвективных движений воды в торфяной толще также способствует повышению тепловой инерции слоев торфа, находящихся ниже уровня воды.

Анализ результатов температуры торфяной залежи с высоким временным разрешением показал, что суточные колебания температуры проникают до глубины 25 см. С увеличением глубины наблюдается уменьшение амплитуды тепловой волны и запаздывание наступления экстремумов температуры. Амплитуда суточного хода температуры составляет 5.9 – 10.2 °С в поверхностном слое мха и 0.3-0.5 °С на глубине 25 см. Время запаздывания тепловой волны на глубине 25 см составляет более 5 часов с июня по сентябрь. Тепловые колебания в торфяной почве эффективно гасятся: в верхнем слое - вследствие высокой теплоизолирующей способности мохового очеса, в нижележащих слоях – из-за насыщенности их водой и отсутствия конвективных движений.

## ЛАНДШАФТНАЯ СТРУКТУРА И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ШЕГАРСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ермоленко Е. М.

Томский государственный университет, Томск, Россия

[lizaerm@mail2000.ru](mailto:lizaerm@mail2000.ru)

Болота – уникальные природные ландшафты, которые участвуют в поддержании газового состава атмосферы, водного баланса биосферы, биологического разнообразия на Земле. Россия занимает одно из первых мест в мире по площади заболоченных территорий. Особенно сильной заболоченностью, в среднем превышающей 30%, отличается Западно-Сибирская равнина. Томская область по заболоченности занимает второе место в России [1]. Для решения проблем рационального

природопользования, прогноза развития заболоченных территорий необходим учет территориальных сочетаний компонентов природной среды и их более глубокое изучение. В связи с этим решение данной проблемы имеет теоретическое и практическое значение, что и определяет ее актуальность. В настоящее время еще недостаточно исследованы болотные ландшафты и их связь со всеми геосферами. В частности, изучение антропогенно измененных болот показывает, как человеческая деятельность влияет на состояние болотных ландшафтов, изменение окружающей среды и какие последствия она влечет за собой.

Целью работы является оценка состояния антропогенно нарушенных участков Гусевского и Жарковского болот после их осушения и выработки торфа. Болото Гусевское площадью около 200 км<sup>2</sup> расположено в Шегарском районе Томской области, в девяти километрах на север от с. Мельниково. Болото было осушено во второй половине XX века с целью лесомелиорации. На территории встречаются заросшие осушительные каналы – следы мелиоративных работ. Выработанное Жарковское торфяное месторождение расположено в окрестностях с. Гусево и является частью болота Гусевское (рисунок 1).

Для оценки состояния антропогенно нарушенных болот проведен сравнительный анализ современных данных дешифрирования космических снимков и топографических карт, составленных до проведения осушительной мелиорации и торфодобычи с использованием методов геоинформационного картографирования, выполнены полевые ландшафтные исследования на участке добычи торфа, составлена ландшафтная карта на территорию ключевого участка «Гусевское болото».

На ландшафтной карте (рисунок 2) представлены урочища ключевого участка. В ходе дешифрирования были выделены и описаны 10 видов урочищ.

на геохимию торфяных залежей, что в свою очередь находит отражение в особенностях накопления, в перераспределении и миграции микроэлементов по глубине торфяного профиля. Общеизвестно, что важная роль в перераспределении микроэлементов принадлежит органическому веществу торфа. Гумусовые кислоты, обладая различными функциональными группами, способны образовывать комплексы с различными микроэлементами, поступающими в торфяной горизонт.

Достаточно обстоятельно изучено содержание металлов в торфах Европейской части России и Западной Сибири [1,2,3]. Результаты исследований микроэлементного состава горного торфа в литературных источниках представлены фрагментарно.

Целью проводимых нами исследований было выявление уровней содержания Cu, Zn, Pb и Cd в образцах гуминовых кислот, выделенных из торфа различных физико-географических провинций Алтайской горной области. Гуминовые кислоты были выделены в процессе определения органического вещества торфа методом Инсторфа [4].

Количественное содержание Cu, Zn, Pb и Cd определено методом инверсионной вольтамперометрии, использовалось предварительное низкотемпературное озоление порошков гуминовых кислот. Результаты представлены в таблице 1 (в числителе). Зная содержание органического вещества (ОВ) в торфе, а также зольность и влажность торфа, были рассчитаны количества микроэлементов, связанных с ГК (мг) в пересчете на кг торфа, указанные количества приведены в знаменателе.

Насыщенность гуминовых кислот микроэлементами характеризуется значительной вариабельностью для профильных ГК различных торфяных залежей Северо-Восточного и Центрального Алтая. Наибольшие количества Cu и Zn связаны с ГК кутюшского торфа, причем содержание цинка характеризуется меньшим размахом, относительно меди. С ГК исследуемых региональных торфов связано Pb от 0,1 до 20,5 мг/кг. В двух образцах ГК Cd не обнаружен (методом инверсионной вольтамперометрии), в остальных

информации по палеоклимату. При использовании данного метода необходимо внимательно относиться к подбору проб торфа с определенными свойствами, исключая влияние прочих абиотических факторов на изучаемые морфометрические показатели биологических объектов.

#### Литература

1. Бляхарчук Т. А. Палеорекострукция климатических изменений на территории БВБ с использованием метода В. А. Климанова / Исследование природно-климатических процессов на территории Большого Васюганского болота. Новосибирск: изд-во Сибирского отделения Российской академии наук, 2012. с. 8–14.
2. Прейс Ю. И., Курьина И. В. Палеорекострукция высокого разрешения по данным комплексного исследования торфяных отложений южной тайги Западной Сибири / Исследование природно-климатических процессов на территории Большого Васюганского болота. Новосибирск: изд-во Сибирского отделения Российской академии наук, 2012, с. 14–40.
3. Рахлеева А.А. Корганова Г.А. К вопросу об оценке численности и видового разнообразия раковинных амёб (Rhizopoda, Testacea) в таежных почвах.// Зоол. журн., 2005. Т.84. №12. С. 1427–1436.
4. Суханова К. М. Температурные адаптации у простейших. Л.: Наука, 1968. 268 с.

#### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ Cu, Zn, Pb И Cd В ОБРАЗЦАХ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ТОРФА АЛТАЙСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

Сапонова А.И., Ларина Г.В., Илакова А.И.

Горно-Алтайский государственный университет, г. Горно-Алтайск,

Республика Алтай, Россия

[Saponova92@mail.ru](mailto:Saponova92@mail.ru)

Разнообразие гидрогеологических условий физико-географических провинций Алтайской горной области накладывает определенный отпечаток

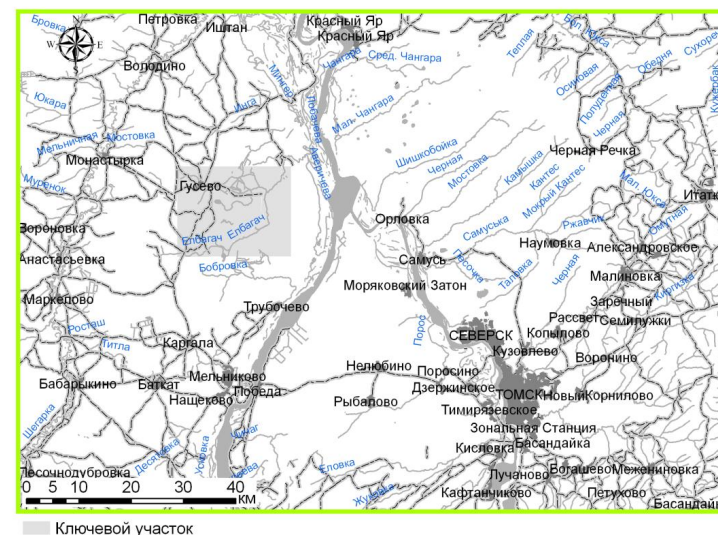


Рисунок . Схема расположения объекта исследования

На северо-востоке и юго-западе рассматриваемой территории расположено урочище с березовой растительностью на низинных торфяных почвах. Северо-запад и восточную часть занимают сельскохозяйственные угодья с луговой растительностью на дерновых почвах. В восточной части с юга на север территорию пересекает река Елбагач. В ее пойме выделены два участка: пойма с еловой растительностью на низинных торфяных почвах в северной части и пойма с сосново-березовой растительностью на переходных торфяных почвах в южной части. Центральную часть территории занимает осушенное болото. Его общая площадь составляет 225 км<sup>2</sup>, или 41,3% от всей рассматриваемой территории. Здесь встречаются следующие виды урочищ. В восточной части расположен участок осушенного болота с сосново-березовой растительностью на переходных торфяных почвах. Далее с севера он сменяется осушенным болотом с березовой растительностью на низинных торфяных почвах, а с юга осушенным болотом с березово-гипновой растительностью на низинных торфяных почвах.



Рисунок 2. Ландшафтная карта урочищ ключевого участка «Гусевское болото». Условные обозначения: А Урочища поймы р. Елгагач: 9 — Выровненная поверхность поймы с еловой растительностью на низинных торфяных почвах, 4 — Выровненная поверхность поймы с сосново-березовой растительностью на переходных торфяных почвах; Б Урочища I надпойменной террасы р. Оби 1 — Наклонная поверхность с березовой растительностью на низинных торфяных почвах; В Антропогенно измененные урочища: 3 — Ровная поверхность осушенного болота с березово-осоково-гипновой растительностью на низинных торфяных почвах, 5 — Ровная поверхность осушенного болота с березово-осоково-гипновой растительностью на низинных торфяных почвах, 10 — Ровная поверхность осушенного болота с березово-гипновой растительностью на низинных торфяных почвах, 6 — Ровная поверхность осушенного болота с сосново-березовой растительностью на переходных торфяных почвах, 7 — Ровная поверхность осушенного болота с березово-осоково-гипновой растительностью на низинных торфяных почвах, 8 — Ровная поверхность осушенного болота с еловой растительностью на низинных торфяных почвах, 2 — Ровная поверхность сельскохозяйственных угодий с луговой растительностью на дерновых почвах.

температурным режимом в соответствии с известными для района исследования обобщенными палеоклиматическими кривыми по среднегодовой температуре (Бляхарчук, 2012), вычисленными по данным спорово-пыльцевого анализа, и на основании датировок по углероду для разреза (Прейс, Курьина, 2012), необходимых для сопоставления данных между собой. Полученные даты калиброваны в системе BP (<http://calib.qub.ac.uk/calib/>). Всего в разрезе подобрано 2 пробы торфа в наиболее теплые (3850, 3730 л.н.) и 3 пробы — в наиболее холодные временные интервалы (3500, 1180, 1130 л.н.) субатлантического и суббореального периодов голоцена. Сравнительный анализ значений морфометрического показателя выполнен при помощи непараметрического теста Манна-Уитни для попарного сравнения независимых выборок (при уровне значимости  $p < 0,05$ ).

Сравнительный анализ длины раковинки вида *A. flavum* в 2 пробах мохового очеса, взятых на олиготрофных болотах южной тайги и северной тайги, выявил значимые различия. Средняя длина раковинки оказалась меньше в местообитании северотаежной подзоны, чем южнотаежной. При максимальном сходстве значений прочих основных абиотических факторов, мы считаем, что это обусловлено влиянием различий в термическом режиме данных участков. В исследованном разрезе длина раковинки оказалась значимо меньше в слоях торфа, сформированных в холодные периоды, по сравнению с таковой раковинки в слоях торфа теплых периодов. Между тем, между разными выборками раковинки, развивавшихся в холодные периоды голоцена, различия незначимы; равно и между выборками раковинки, развивавшихся в теплые периоды. Так, прослеживается прямая зависимость длины раковинки от термического режима условий среды, как в современных болотных местообитаниях, так и в слоях торфяных отложений.

Обнаруженные значимые отличия позволяют применять предложенный метод морфометрических измерений простейших для реконструкции палеотермического режима голоцена в качестве источника дополнительной

Целью нашего исследования является оценить возможность использования морфометрических показателей раковинок амёб для реконструкции палеотермического режима голоцена.

Для оценки реакции раковинных амёб на термический режим выбран видоспецифичный морфометрический показатель – длина раковинки. Измерения этого показателя проведены для распространенного вида *Archerella flavum* (Archer) Loeblich et Tarpan, часто доминирующего в современных болотных местообитаниях и в торфяных отложениях, где раковинки данного вида отличаются высокой степенью сохранности. Оценка чувствительности выбранного параметра проведена в современных условиях в различных болотных местообитаниях, а также в отдельных слоях торфяного разреза.

Материал подготовлен к анализу по стандартной методике (Рахлеева, Корганова, 2005). В каждой пробе проведены измерения 100 экземпляров раковинок исследуемого вида (световой бинокулярный микроскоп Альтами 137, 200-кратное увеличение). Помимо термического режима, морфометрические показатели простейших могут реагировать также на изменения кислотности и увлажненности среды. Для нивелирования этого влияния в современных местообитаниях на олиготрофных болотах Западно-Сибирской равнины были выбраны пробы с максимально сходными свойствами по pH, степени увлажненности и трофности (сфагновые понижения с высокой степенью обводненности и доминированием данного вида раковинной амёбы) – в южной тайге (56°03' с.ш., 82°22' в.д.) и в северной тайге (63°47' с.ш., 74°32' в.д.). В торфяном разрезе, заложенном в пределах южнотаежной подзоны на олиготрофном болотном участке (56°56' с.ш., 84°39' в.д.), исследована верхняя часть отложений (50-250 см), состоящая из верхового торфа. Выбраны отдельные слои с низкой вариацией кислотности, сформированные при высоко обводненных условиях, когда данный вид раковинной амёбы достигал максимального относительного обилия. Исследуемые пробы торфа формировались в периоды с различным

В них также встречаются участки осушенного болота с березово-осоково-гипновой растительностью на низинных торфяных почвах. Вдоль западной окраины протягиваются участки осушенного болота с еловой растительностью на низинных торфяных почвах. Такой же участок расположен и на правобережье реки Елбагач. В северо-западной части ключевого участка отрогом, протянувшимся с северо-востока на юго-запад, расположено осушенное болото Жарковское с березово-осоково-гипновой растительностью на низинных торфяных почвах. Осушенное болото Жарковское расположено в 40 км на северо-северо-востоке от с. Мельниково. В настоящее время мощность торфа на данном участке составляет около 15 см. Территория осушенного болота занята злаково-разнотравными лугами, березово-осиновыми лесами, тростниковыми зарослями. Данный участок занимает площадь 6,56 км<sup>2</sup>, или 1,2% от всей рассматриваемой территории.

По результатам сравнительного анализа представленной ландшафтной карты и топографических карт прошлых лет можно сделать вывод, что на большей части ключевого участка «Гусевского болота» в результате осушительной мелиорации значительных изменений не произошло. Это выражается в преобладании древесно-травяных низинных и переходных болот, расположенных здесь и до возникновения антропогенной нагрузки. В настоящее время мелиоративные каналы зарастают, и происходит восстановление болота в естественное состояние. В пределах Жарковского торфяного месторождения отмечены коренные изменения болотной геосистемы, связанные с проведением добычи торфа. Здесь произошла полная смена естественной болотной растительности на луговую, на некоторых участках отмечено зарастание древесной и кустарниковой растительностью. Наличие оставшегося слоя сухого торфа представляет опасность возникновения торфяных пожаров на данной территории.

#### Литература

1. Евсеева Н.С., Синюткина А.А., Харанжевская Ю.А. и др. Ландшафты болот Томской области. Томск: изд-во НТЛ, 2012. 400 с.

## МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ БИОТИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА В ЭКОСИСТЕМАХ БОЛОТ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ

Завалишин Н.Н.

Лаборатория математической экологии,  
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,  
119017, Москва, Пыжевский пер., 3.

[nickolos@ifaran.ru](mailto:nickolos@ifaran.ru)

Биотический круговорот в наземных экосистемах характеризуется как универсальностью, проявляющейся в единстве механизмов протекания основных процессов в различных биомах, так и индивидуальностью, обусловленной многообразием жизненных форм растительного покрова, являющегося их главным элементом (Базилевич и Титлянова, 2008). Характеристики биотического круговорота – запасы и потоки углерода, азота, влаги, минеральных элементов – измеряются на различных временных масштабах и в совокупности образуют статические схемы, которые служат источниками для построения динамических моделей круговорота. Эти модели предназначены для оценки реакции экосистем на внешние воздействия. Временным масштабом измерений является среднегодовой, что позволяет моделировать усредненный отклик экосистем на вероятные изменения климата через моделирование эволюции их биотического круговорота. В зависимости от объема и полноты доступных данных можно строить динамические модели как отдельно углеродного цикла, так и совместного круговорота углерода, азота, минеральных элементов и воды. Для нескольких типов олиготрофных и эвтрофных болот южной тайги Западной Сибири (Golovatskaya, Dyukarev, 2009; Golovatskaya, 2010) создан набор трехкомпонентных динамических моделей, основанный на единой блоковой схеме (рис.1), включающей углерод живой фитомассы, мертвое органическое вещество подстилки, очеса и корнеобитаемого слоя торфа, углерод живых организмов – потребителей фитомассы и разлагателей отмершей биомассы. Для мезотрофной топи южной тайги Западной Сибири

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОСТЕЙШИХ КАК ИСТОЧНИК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ О ПАЛЕОТЕРМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ ФОРМИРОВАНИЯ БОЛОТ В ГОЛОЦЕНЕ

Курына И.В.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,  
г. Томск, Россия  
[klimirin@sibmail.com](mailto:klimirin@sibmail.com)

Для реконструкции палеотермического режима условий формирования торфяных отложений используются преимущественно данные спорово-пыльцевого анализа, позволяющие получить палеоклиматическую кривую изменений температуры. В настоящее время также развивается изотопный метод, применяются различные геохимические показатели. При реконструкции климата прошлого мы неизбежно сталкиваемся с отсутствием полноты информации, при этом становится важным максимально восстановить условия прошлого, используя для этого различные индикаторы. Биологические объекты часто обладают высокой чувствительностью к изменению условий окружающей среды, и в случае хорошей сохранности в природных архивах они становятся ценными индикаторами для палеоклиматических реконструкций. Одним из подходящих биологических объектов являются раковинные амёбы (Rhizopoda, Testacea), мельчайшие одноклеточные организмы. Они чувствительны к изменениям окружающей среды, и их раковинки хорошо сохраняются в торфяных отложениях болот в течение голоцена. Раковинные амёбы применяются для реконструкции водного режима болот. Фактор степени обводненности местообитания определяет видовой состав и структуру их сообществ. Однако, как всякие живые организмы, они реагируют не только на один абиотический фактор, а на весь их комплекс, в том числе и на температурный режим среды. По данным К. М. Сухановой (1968) к этому фактору чувствителен размер клеток амёб и, соответственно, их раковин.

Таблица 2. Содержание пигментов порфириновой природы и каротиноидов в образцах торфа верхового типа естественной, нарушенной и восстанавливаемой болотных экосистем Беларуси и Западной Сибири

| Индекс образца                               | Феофити<br>н а | Феофити<br>н b | Феофорби<br>д а | Хлорофил<br>л а | Хлорофил<br>л b | Неоксантин | Лютеин |
|----------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|--------|
| мкг/ г сухой массы                           |                |                |                 |                 |                 |            |        |
| Верховой торф болота Червенское, Беларусь    |                |                |                 |                 |                 |            |        |
| Н-151                                        | 0,53           | 0,22           | н.о.            | н.о.            | н.о.            | н.о.       | н.о.   |
| Н-152                                        | 1,56           | 1,03           | н.о.            | н.о.            | н.о.            | н.о.       | н.о.   |
| О-155                                        | 4,77           | 2,12           | н.о.            | н.о.            | н.о.            | н.о.       | 0,09   |
| О-156                                        | 3,53           | 1,41           | н.о.            | н.о.            | н.о.            | 4,21       | н.о.   |
| Верховой торф болота Темное, Западная Сибирь |                |                |                 |                 |                 |            |        |
| Н-6                                          | 2,49           | 1,46           | 0,81            | 1,79            | 2,86            | 0,99       | 0,49   |
| О-10                                         | 1,12           | 0,34           | 0,13            | н.о.            | н.о.            | 3,58       | н.о.   |

Примечание. н.о. – не обнаружено.

Таким образом, выявлены существенные качественные и количественные различия в содержании порфиринов и каротиноидов в образцах торфа нативной и осушенной торфяных залежей. Выявленные различия могут быть обусловлены как разным ботаническим составом исследуемых образцов, так и процессами нарушения болотной экосистемы при осушении. Изменение количества исследуемых растительных пигментов – порфиринов хлорофилльной природы и каротиноидов – может быть хорошим индикатором наличия и особенностей процессов торфообразования в болотных экосистемах.

#### Литература

1. Вомперский С.Э., Ковалёв А.Г., Глухова Т.В. и др. // Материалы Межд. симп. «Болотные экосистемы севера Европы: разнообразие, динамика, углеродный баланс, ресурсы и охрана». Петрозаводск, 2006. С. 48–59.
2. Аверина Н.Г., Поликарпова Н.Н. // Известия АН БССР. Сер. химич. наук. 1981. № 1. С.102–106.
3. Hsu C.-Y., Chao P.-Y., Hu S.-P. et. al. // Food and Nutrition Sciences. 2013, Vol. 4. P. 1–8.

по данным работы (Базилевич и Титлянова, 2008) построена двухкомпонентная схема совместного углеродно-азотного биотического круговорота, компонентами которой является живое и мертвое органическое вещество. Потоки между пулами характеризуют основные взаимодействия между компонентами круговорота. Взаимодействие между углеродным и азотным циклами обеспечивается двумя основными биохимическими механизмами: 1) интенсивность опада пропорциональна отношению  $C:N$  в фитомассе, и при недостатке азота повышается (азотное голодание растений); 2) интенсивность разложения мертвого органического вещества уменьшается при увеличении отношения  $C:N$  в нем (Alexandrov et al., 1994).

При создании динамических моделей круговорота возможно использовать два метода – «экспертный» и «асимптотический». В первом потоковые функции задаются исходя из экспертного знания о внутри- и межэкосистемных взаимодействиях, что позволяет находить все возможные равновесия модели и анализировать их устойчивость. Второй подход основан на идее асимптотического представления заранее неизвестных потоковых функций степенными рядами в окрестности измеренной равновесной статической схемы. При построении динамических моделей в настоящей работе использован «экспертный» метод как более математически развитый (Zavalishin, 2008). Калибровка коэффициентов потоковых функций осуществляется по измеренным состояниям, которые принимаются за динамические равновесия.

Стационарные точки модели отражают климаксные состояния сукцессии, а потеря устойчивости равновесий соответствует переходам между состояниями. Методы теории бифуркаций позволяют определить границы устойчивости стационарных состояний модели в пространстве параметров. Для болотных экосистем это интенсивности ассимиляции углерода растительностью из атмосферы, торфообразования и разложения мертвого органического вещества. Эти параметры зависят от характеристик климата (среднегодовой температуры и суммы осадков) и гидрологического цикла

(уровня болотных вод, стока, влагосодержания верхнего слоя торфяной залежи). Перемещение через границы устойчивости равновесий соответствует переходу экосистемы в другое стационарное состояние или к колебательному режиму в зависимости от типа границы.

Для моделирования последствий изменений климата используются наборы сценариев нескольких климатических моделей (MPIM-ESCHAM5, HadCM3), результаты которых включены в 4-й отчет МГЭИК (2007). Первый из сценариев характеризуется удвоением содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере со скоростью 1% в год и постоянным уровнем после удвоения до 2100 г., а остальные соответствуют сценариям антропогенных выбросов A2 и B1 в атмосферу. На локальном уровне сценарии удвоения содержания  $\text{CO}_2$  приводят к переходу олиготрофных болот в мезотрофные состояния, эвтрофикации мезотрофных, сопровождающейся их облесением. В сценариях A2 и B1 более значимую роль наряду с повышением среднегодовой температуры играет динамика годовой суммы осадков. Изменения этих климатических величин определяют динамику биотического круговорота, эмиссии углерода и состояние экосистем на параметрическом портрете, отвечающем интенсивности торфообразования и скорости разложения мертвого органического вещества. В таежной зоне Западной Сибири часть олиготрофных топей может перейти в лесное состояние, а болота переходного и низинного типов на этой территории имеют тенденцию переходить в топяное (безлесное) состояние. Рямы (верховые болота, облесенные сосной) могут переходить как в сосняки, так и в категорию травяных топей.

Работа поддержана Программой № 12 Отделения наук о Земле РАН «Процессы в атмосфере и криосфере как фактор изменений природной среды» и проектами 12-05-01092а и 13-05-00781а РФФИ.

*a* и феофитина *b*, однако количество этих пигментов различалось в зависимости от типа торфа (табл. 2).

Наименьшие количества указанных пигментов были зафиксированы в образцах торфа из естественных болот (Н-151, Н-152). Осушенные болота (образцы О-155 и О-156) характеризовались несколько большим содержанием феофитина *a* и феофитина *b*, нежели естественные. В образце торфа О-155 из осушенного болота был выявлен в незначительном количестве лютеин, а в образце торфа О-156, также из осушенного болота, зарегистрирован другой каротиноид – неоксантин, отсутствующий в пробах нативных участков. Такие различия, видимо, связаны с разным ботаническим составом исследуемых образцов торфа (табл. 1), а не с процессами нарушения (осушения) болотной экосистемы.

Для образцов верхового торфа болота Темное (Западная Сибирь) также были характерны существенные отличия в пигментном составе (табл. 2). Так, в пробе Н-6 нативного участка были выявлены не только продукты распада хлорофилловых пигментов – феофитины и феофорбид, но и сами хлорофиллы *a* и *b*, а также каротиноиды – лютеин и неоксантин. Проба осушенного участка содержала большое количество неоксантина, но при этом не содержала хлорофиллы и лютеин, а количество феофитинов и феофорбида было ниже, чем в образце естественной залежи. Важно отметить, что исследованные образцы верхового торфа болота Темное имели схожий ботанический состав (табл. 1), поэтому выявленные различия в пигментном составе в большей степени связаны непосредственно с процессами осушения болотной экосистемы, при которых происходит разрушение растительных пигментов.

Изменение количества порфиринов хлорофилльной природы и каротиноидов может быть индикатором, отражающим функциональное состояние торфяных залежей естественных и нарушенных болотных экосистем.

расположенного на юге Томской области (Западная Сибирь, Россия) (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика исследованных торфов

| Индекс образца                               | Глубина отбора, м | Вид торфа           | Участок      |
|----------------------------------------------|-------------------|---------------------|--------------|
| Верховой торф болота Червенское, Беларусь    |                   |                     |              |
| Н-151                                        | 0-0,10            | Магелланикум        | Естественный |
| Н-152                                        | 0,10-0,20         | Магелланикум        | Естественный |
| О-155*                                       | 0-0,10            | Гипновый переходный | Осушенный    |
| О-156                                        | 0,10-0,20         | Пушицево-сфагновый  | Осушенный    |
| Верховой торф болота Темное, Западная Сибирь |                   |                     |              |
| Н-6                                          | 0-0,06            | Фускум              | Естественный |
| О-10                                         | 0,05-0,10         | Фускум              | Осушенный    |

Примечание. R – степень разложения торфа, А – зольность.  
\* – на сфагновой подложке после осушения и пожара поселился гипновый мох.

Нами была разработана методика качественного и количественного определения порфиринов хлорофилльной природы и каротиноидов в торфах с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Анализ образцов торфа на наличие в них растительных пигментов позволил выявить в исследуемых препаратах наличие каротиноидов, в частности, лютеина и неоксантина, и порфиринов хлорофилльной природы – феофитинов *a* и *b*, феофорбида *a*, а также хлорофиллов *a* и *b*. Наличие безметалльных порфириновых пигментов хлорофилльной природы феофитинов и феофорбида в образцах торфа не удивительно, так как известно, что для их получения достаточно незначительного химического воздействия на молекулу хлорофилла, что вполне реализуемо в исследуемом материале, поскольку для торфа характерны кислые значения pH, при которых ион  $Mg^{2+}$  в молекуле хлорофилла легко замещается на два протона [3].

Анализ образцов торфа, отобранных на нативных и осушенных участках торфяных месторождений верхового типа Червенское (Беларусь) (образцы Н-151, Н-152, О-155, О-156) и Темное (Западная Сибирь) (образцы Н-6, О-10) показал существенные качественные и количественные различия в содержании порфиринов и каротиноидов в исследованных пробах. Так, в образцах торфа верхового типа естественной и нарушенной болотных экосистем Беларуси (болото Червенское) зафиксировано наличие феофитина

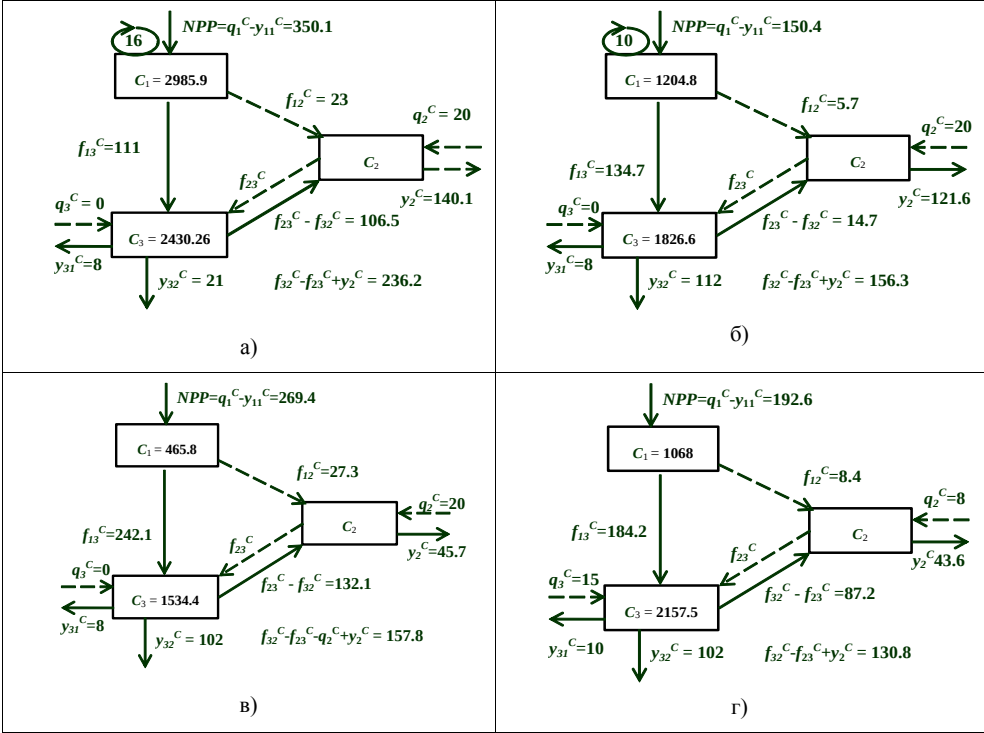


Рисунок 1. Агрегированные трехкомпонентные модели биотического круговорота углерода в экосистемах болот южной тайги Западной Сибири

Пунктиром показаны потоки, вычисленные по балансовым соотношениям.

а) - высокий рям, б) - низкий рям, в) - оосово-кустарничково-сфагновая топь; г) - эвтрофная оосово-сфагновая топь.

Запасы (гC/м<sup>2</sup>): C<sub>1</sub> – растительность, C<sub>2</sub> – животные, грибы и бактерии (деструкторы), C<sub>3</sub> – опад, подстилка и органическое вещество корнеобитаемого слоя торфяной почвы.

Потоки: q<sub>1</sub><sup>C</sup> – ассимиляция CO<sub>2</sub> из атмосферы растениями в ходе фотосинтеза, q<sub>2</sub><sup>C</sup> – миграция потребителей из соседних экосистем + поглощение органического вещества потребителями из торфа, q<sub>3</sub><sup>C</sup> – привнос мертвого органического вещества (МОВ) из соседних экосистем, y<sub>11</sub><sup>C</sup> – автотрофное дыхание, y<sub>2</sub><sup>C</sup> – дыхание деструкторов и потребителей, y<sub>32</sub><sup>C</sup> – торфообразование, y<sub>31</sub><sup>C</sup> – вынос МОВ со стоком, f<sub>12</sub><sup>C</sup> – потребление растительности собственными фитофагами, f<sub>13</sub><sup>C</sup> – опад и отпад, f<sub>23</sub><sup>C</sup> – отмирание животных и микроорганизмов, f<sub>32</sub><sup>C</sup> – разложение МОВ деструкторами.

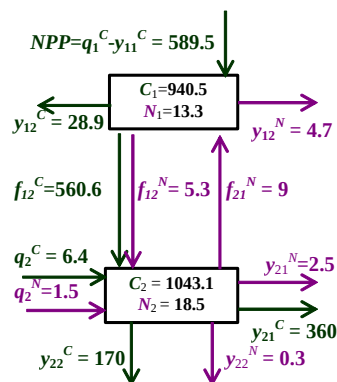


Рисунок 2. Агрегированная модель биотического круговорота углерода и азота в экосистеме мезотрофной топи южной тайги Западной Сибири (Базилевич и Титлянова, 2008)

Запасы углерода ( $\text{гC}/\text{м}^2$ ), азота ( $\text{гN}/\text{м}^2$ ):  $C_1$ ,  $N_1$  – живое органическое вещество,  $C_2$ ,  $N_2$  – мертвое органическое вещество; Потоки ( $\text{гC}/\text{м}^2\text{год}$  для углерода,  $\text{гN}/\text{м}^2\text{год}$  для азота):  $q_1^C$ ,  $q_1^N$  – ассимиляция  $C$  и  $N$  из атмосферы,  $q_2^C$  – привнос углерода из соседних экосистем,  $q_2^N$  – фиксация атмосферного азота микроорганизмами и привнос азота с поверхностными водами,  $y_{11}^C$  – автотрофное дыхание,  $y_{12}^C$ ,  $y_{12}^N$  – вынос со стоком,  $y_{13}^C$ ,  $y_{13}^N$  – потребление фитофагами,  $y_{21}^C$  – денитрификация,  $y_{21}^N$  – разложение мертвой органики деструкторами и денитрификация,  $y_{22}^C$ ,  $y_{22}^N$  – вынос потребителями из соседних экосистем и со стоком,  $y_{23}^C$ ,  $y_{23}^N$  – торфообразование,  $y_{24}^C$  – абиотическое окисление мертвой органики,  $f_{21}^N$  – потребление доступного азота растительностью из почвенного слоя;

#### Литература

1. Базилевич Н.И., Гребенщиков О.С., Тишков А.А., Географические особенности структуры и функционирования экосистем. – М., Наука, 1986.
2. Базилевич Н.И., Титлянова А.А., Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в наземных экосистемах. - Новосибирск, изд-во СО РАН, 2008.
3. Alexandrov G.A., Bazilevich N.I., Logofet D.O., Tishkov A.A., Shytikova T.E., 1994, Conceptual and mathematical modelling of matter cycling in Tajozhny Log bog ecosystem. In: B.C.Patten et al. (eds.), Wetlands and Shallow Continental Water Bodies, SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands, vol. 2, pp. 45-93.
4. Zavalishin N.N., Dynamic compartment approach for modeling regimes of carbon cycle functioning in bog ecosystems. Ecological Modelling, 2008, v. 213, p. 16-32.

## ПОИСК НОВЫХ ИНДИКАТОРОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ БЕЛАРУСИ И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

<sup>1</sup>Козел Н.В., <sup>2</sup>Ракович В.А., <sup>3</sup>Серебренникова О.В., <sup>3</sup>Стрельникова Е.Б.,

<sup>4</sup>Прейс Ю.И., <sup>1</sup>Аверина Н.Г.

<sup>1</sup>Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

<sup>3</sup>Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

<sup>4</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия  
[kmu@tut.by](mailto:kmu@tut.by)

Активное вовлечение болотных экосистем в традиционное природопользование приводит к их существенному изменению, что проявляется в быстром истощении биологических ресурсов этих экосистем, а также ставит под угрозу сохранение их биологического разнообразия. В настоящее время в Беларуси наметилась тенденция по проведению мероприятий, направленных на восстановление нарушенных болотных экосистем. Так как формирование торфа отражает эффективность болотообразовательных процессов [1], актуальным является поиск новых химических индикаторов, адекватно отражающих функциональное состояние торфяных залежей естественных, нарушенных и восстанавливаемых болотных экосистем. Известно, что в торфе, который является продуктом разложения растительных остатков, присутствуют растительные пигменты, близкие по своим спектральным свойствам к каротиноидам и безмагниевым тетрапиррольным пигментам феофитину и феофорбиду [2]. Степень сохранности этих пигментов в торфе весьма высокая, и они могут служить индикаторами изменения состояния торфяно-болотных экосистем.

В работе были использованы образцы торфа, отобранные на осушенных и нативных участках торфяного месторождения верхового типа Червенское (кадастровый № 604), расположенного в Червенском районе Минской области (Беларусь), а также на участках торфяного месторождения Темное,

(коэффициент выбросов 0,12 тонны C/га/год). Комбинированный коэффициент выбросов составил 2,92 тонны C/га/год, который и был использован в расчетах. Расчет выброса закиси азота выполнен в соответствии с коэффициентом по умолчанию для торфопоразработок бореальной и умеренной зон 0,3 кг N-N<sub>2</sub>O/га/год (Wetlands supplement, 2014).

Выбросы CH<sub>4</sub> от торфопоразработок впервые оценивались с учетом вклада осушительных каналов. Принято, что доля площади осушительных каналов составляет 5%, а коэффициент выбросов – 542 CH<sub>4</sub> кг/га/год (Wetland supplement, 2014). На остальной территории торфопоразработок выбран коэффициент по умолчанию 6,1 CH<sub>4</sub> кг/га/год для бореальной и умеренной зон. Комбинированный коэффициент выбросов, учитывающий вклад осушительных каналов, составил 32,895 CH<sub>4</sub> кг/га/год. Результаты расчета выброса CH<sub>4</sub> от торфопоразработок приведены в таблице.

Совокупная неопределенность расчетов в соответствии с уровнем 1 МГЭИК определена равной для выброса CO<sub>2</sub> ±73,0%, для CH<sub>4</sub> ±94,5% и для N<sub>2</sub>O ±79,4%.

Для уточнения оценок выбросов парниковых газов необходим сбор дополнительной информации о площадях торфопоразработок, а также получение региональных коэффициентов выбросов.

5. Golovatskaya E.A., Dyukarev E.A., Carbon budget of oligotrophic mire sites in the southern taiga of Western Siberia. // Plant and Soil, 2009, v. 315, #1-2, p. 19-34.

6. Golovatskaya E.A., Biological productivity of oligotrophic and eutrophic peatlands in southern taiga in Western Siberia. // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата, т. 1, № 2, 2010, с.1-8.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЧАСТКОВ КАНДИНСКОГО БОЛОТА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Иванова Е.С.

ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, Томск, Россия

Ivanova\_E\_S@bk.ru

Воздействие на экосистему влечет за собой изменения химического состава различных компонентов ландшафта. Изучая закономерности распространения и миграцию загрязнителей, их влияние на различные компоненты ландшафта можно предположить возможные последствия в результате освоения территории. Поэтому целью данной работы является оценка содержания халькофильных элементов Cu, Zn и Pb в болотных водах, растениях, торфах, антропогенно нарушенных в результате добычи торфа участков Кандинского болота.

Кандинское болото расположено в пойме реки Томи в окрестностях сел Кандинка и Барабинка юга Томской области. Объект исследования является осушенным евтрофным болотом, подготовленным к добыче и частично выработанным. Мощность торфяной залежи составляет от 3 до 3,5 м. Отбор проб проводился в рамках экспедиционных исследований в 2013 г. на двух участках Кандинского болота: в пределах березового травяного эвтрофного болота, где проведена добыча торфа эскаваторным способом на площади 0,7 га и на участке с травяным низинным осушенным болотом. Для определения содержания тяжёлых металлов отбирались пробы торфа с деятельного

горизонта, болотной воды до глубины 1 метра и надземной части растений-доминантов травяно-кустарничкового яруса.

Определение халькофильных элементов Cu, Zn и Pb в растениях, болотных водах и торфах проводилось инверсионно-вольтамперометрическим методом. Химический анализ выполнен в ЛАЦ при ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии. Для оценки интенсивности миграции химических элементов в водных растворах и степени накопления их в растительности были определены коэффициенты водной миграции и биологического поглощения соответственно.

Анализ данных показал, что концентрации цинка в болотных водах на обоих участках исследования не превышают ПДК, установленных для нужд хозяйственно-питьевого водопользования, и составляют в среднем 0,074 мг/дм<sup>3</sup>. Соединения цинка наименее активно мигрируют на участках наблюдения в отличие от остальных исследуемых элементов. Коэффициент водной миграции составил 0,6-0,2.

Таблица. Коэффициент водной миграции ( $K_x$ ), коэффициент биологического поглощения ( $A_x$ ) и концентрации тяжелых металлов транзитных участков Кандинского болота

| участок                                                                    | коэффициенты, содержание                         | Цинк                       | Свинец                     | Медь                       |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| березовое                                                                  | $K_x$                                            | 0,60                       | 8,500                      | 42,60                      |
| травяное                                                                   | $A_x$                                            | 4,23                       | 0,023                      | 0,735                      |
| эвтрофное болото                                                           | в воде, мг/дм <sup>3</sup><br>в растениях, мг/кг | 0,0131±0,0032<br>17,6±5,28 | 0,0017±0,0005<br>0,19±0,06 | 0,0141±0,0042<br>1,71±0,51 |
| травяное                                                                   | $K_x$                                            | 0,20                       | 229,5                      | 2,40                       |
| эвтрофное болото                                                           | $A_x$                                            | 1,29                       | 0,060                      | 1,11                       |
|                                                                            | в воде, мг/дм <sup>3</sup><br>в растениях, мг/кг | 0,1477±0,037<br>28,88±8,66 | 0,0034±0,0008<br>0,15±0,05 | 0,0041±0,0010<br>9,68±2,90 |
| Нормальное содержание в растениях, мг/кг*                                  |                                                  | 27-150                     | 5-10                       | 5-30                       |
| содержание тяжелых металлов в растениях болот юга Томской области, мг/кг** |                                                  | 69,00±27,00                | 0,055±0,022                | 2,5±1,20                   |
| ПДК вод хоз, мг/дм <sup>3</sup> ***                                        |                                                  | 1,0                        | 0,01                       | 1                          |

Содержание в болотной воде определялись в мг/дм<sup>3</sup>, в растениях в мг/кг; \* - в соответствии с [1]; \*\* - в соответствии с [2]; \*\*\* - в соответствии с [4].

По градации А.И. Перельмана цинк показал себя как подвижный элемент (таблица). В почвах с избыточным увлажнением он мигрирует в виде

информации по площадям торфоразработок не предусмотрен в соответствии с постановлением Правительства РФ № 457 от 01.06.2009. Поэтому отсутствующие данные за 1991-1995 гг. и за 1997 г. получены методом интерполяции известных статистических данных, а площади за 2008-2012 гг. вычислены методом линейной экстраполяции (таблица).

Таблица 1. Площади торфоразработок и выбросы парниковых газов

| Годы | Площади торфоразработок, тыс. га | Выброс CO <sub>2</sub> , тыс. тонн | Выброс N <sub>2</sub> O, тыс. тонн | Выброс CH <sub>4</sub> , тыс. тонн |
|------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1990 | 316,6                            | 3389,7                             | 0,15                               | 10,4                               |
| 1991 | 315,2                            | 3374,7                             | 0,15                               | 10,4                               |
| 1992 | 313,8                            | 3359,8                             | 0,15                               | 10,3                               |
| 1993 | 312,4                            | 3344,8                             | 0,15                               | 10,3                               |
| 1994 | 311,0                            | 3329,8                             | 0,15                               | 10,2                               |
| 1995 | 309,6                            | 3314,8                             | 0,15                               | 10,2                               |
| 1996 | 308,2                            | 3299,8                             | 0,15                               | 10,1                               |
| 1997 | 300,1                            | 3212,7                             | 0,14                               | 9,9                                |
| 1998 | 276,5                            | 2960,6                             | 0,13                               | 9,1                                |
| 1999 | 240,9                            | 2579,7                             | 0,11                               | 7,9                                |
| 2000 | 261,0                            | 2794,8                             | 0,12                               | 8,6                                |
| 2001 | 254,6                            | 2725,8                             | 0,12                               | 8,4                                |
| 2002 | 246,5                            | 2639,0                             | 0,12                               | 8,1                                |
| 2003 | 235,0                            | 2516,5                             | 0,11                               | 7,7                                |
| 2004 | 228,3                            | 2443,8                             | 0,11                               | 7,5                                |
| 2005 | 223,1                            | 2388,7                             | 0,11                               | 7,3                                |
| 2006 | 222,2                            | 2379,3                             | 0,10                               | 7,3                                |
| 2007 | 218,7                            | 2341,5                             | 0,10                               | 7,2                                |
| 2008 | 215,2                            | 2303,7                             | 0,10                               | 7,1                                |
| 2009 | 211,6                            | 2266,0                             | 0,10                               | 7,0                                |
| 2010 | 208,1                            | 2228,2                             | 0,10                               | 6,8                                |
| 2011 | 204,6                            | 2190,4                             | 0,10                               | 6,7                                |
| 2012 | 201,1                            | 2152,7                             | 0,09                               | 6,6                                |

Начиная с 1990 г. наблюдается постепенное сокращение площадей торфоразработок в стране. Согласно руководству МГЭИК по водно-болотным угодьям, выбросы CO<sub>2</sub> при торфоразработках происходят непосредственно на территории осушения (коэффициент выбросов 2,8 тонны C/га/год) и при вымывании растворенного органического вещества

хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Введ. 15.06.2003. М. 77 с.

5. Ларина Н.С., Ларин С.И., Заботина О.Н. Динамика изменения содержания тяжелых металлов в верховых торфяниках юга Тюменской области // Успехи современного естествознания. 2004. №10. С.132-135.

## ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОТ ТОРФОРАЗРАБОТОК В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА ПЕРИОД С 1990 ПО 2012 ГОД

Коротков В.Н., Романовская А.А.

ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и  
РАН», Москва, Россия  
[korotkovv@list.ru](mailto:korotkovv@list.ru)

Согласно обязательствам по Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК) Российская Федерация ежегодно представляет национальный кадастр антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов согласно методологии Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Согласно МГЭИК, кадастр парниковых газов должен включать оценки выбросов диоксида углерода, метана ( $\text{CH}_4$ ) и закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), являющихся следствием антропогенной деятельности в лесном хозяйстве и при землепользовании, включая торфоразработки. Методической основой для оценок выбросов парниковых газов от торфоразработок в РФ послужило новое руководство МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlands supplement, 2014).

Данные о площадях торфоразработок в настоящее время доступны только для 1990, 1996, 1998-2007 годов (Отчет о наличии земель и распределении их по категориям, угодьям, землевладельцам и землепользователям по состоянию на 1 ноября 1990 года, Роснедвижимость, 1990; Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации, 1996; 2008). Начиная с 2008 г. сбор

катионов  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{ZnOH}^+$  и в органо-минеральных комплексах с гуминовыми и чаще фульвокислотами. Валентность цинка постоянная, поэтому главное влияние на его миграцию оказывают изменение щелочно-кислотных условий и сорбционные процессы [2].

Величина pH отражает общие условия геохимической обстановки и имеет важное значение для функционирования системы. Коэффициент корреляции концентраций цинка в болотных водах с показателем pH составил 0,99.

Биофильность цинка является высокой среди халькофильных металлов. Коэффициент биологического поглощения оказался наивысшим среди прочих исследуемых элементов. Следовательно, низкая миграционная активность цинка и высокое биологическое поглощение указывают на интенсивное накопление элемента в растительности. Содержание цинка в растениях-доминантах на участках Кандинского болота не превышает фоновых значений, представленных в работе Субботиной Н.С. с соавт. (таблица) [2]. По среднему показателю накопления цинка в растениях из-за специфики торфяных почв отмечается дефицит элемента в большей степени на березовом травяном эвтрофном болоте.

Наши наблюдения показали, что концентрации свинца в болотных водах на всех участках не превышают ПДК, установленных для нужд хозяйственно-питьевого водопользования. Свинец показал себя как легкоподвижный элемент на березовом травяном эвтрофном болоте и очень подвижный на травяном эвтрофном болоте (табл.). Миграционная активность свинца на травяном эвтрофном болоте превышает в 27 раз подвижность элемента березового травяного эвтрофного болота. Среда на участках исследования является нейтральной. Соединения свинца ( $\text{Pb}(\text{OH})_2$  и  $[\text{Pb}(\text{OH})_3]$ ) в данных условиях малоподвижны [3]. Несмотря на нейтральные условия, все же отмечается интенсивная водная миграция элемента в пределах участка травяного эвтрофного болота (229,5). Согласно исследованиям Н.С. Лариной с соавт. [2] поступление свинца в болотные

воды может происходить путем воздушной миграции или из подстилающих пород.

По коэффициенту водной миграции свинец отличается высокой подвижностью. Коэффициент биологического поглощения является минимальным среди всех изучаемых элементов, что указывает на очень слабый биологический захват растениями. Средние показатели концентрации свинца в растениях, представленные А.И. Перельманом [1], обращают внимание на слабое накопление элемента в растениях исследуемых участков. По сравнению с представленными результатами Субботиной Н.С. с соавт.[2] на березовом травяном эвтрофном болоте концентрации свинца в растениях в 3,45 раз выше, на травяном эвтрофном болоте – выше в 2,7 раз.

Концентрация меди в болотных водах на травяном эвтрофном участке болота Кандинское превышает в 3,4 раза его содержание в водах березового травяного эвтрофного участка болота и находится в пределах 0,014-0,0041 мг/дм<sup>3</sup>. Превышение предельно-допустимых концентраций в болотной воде не выявлено. Среди металлов медь – один из лучших комплексообразователей. В слабокислой и нейтральной среде часть меди находится в виде  $[CuOH]^+$  [3]. Обладая хорошими адсорбционными свойствами, медь легко сорбируется из вод органическими коллоидами, гидроксидами железа и марганца. Медь является легкоподвижным мигрантом,  $K_x$  составил от 2,4 до 42,6. При этом на березовом травяном эвтрофном болоте отмечается высокая подвижность элемента, а на травяном эвтрофном болоте медь является легкоподвижным мигрантом. По литературным данным [3] известно, что при повышении pH ионы меди связываются с труднорастворимыми оксидами и гидроксидами, а следовательно, происходит уменьшение содержания подвижных форм металла. Однако проведенные нами исследования не позволили выявить зависимости между pH и концентрацией меди в болотных водах.

Коэффициент поглощения меди растениями находится в пределах 0,7-1,1, что указывает на слабое накопление и средний захват элемента

растительностью. На травяном эвтрофном участке почти в 4 раза составило превышение уровня концентраций меди в растениях, приведенной Субботиной Н.С. На транзитном участке березового травяного эвтрофного болота превышения не выявлено. Березовое травяное эвтрофное болото характеризуется низкими концентрациями меди относительно среднего показателя в растительности по А.И. Перельману (таблица). Концентрация меди на травяном эвтрофном болоте находится в пределах нормы.

По результатам можно сделать следующие выводы. Активность водной миграции элементов уменьшается в ряду Pb – Cu – Zn. По снижению накопления элементов болотной растительностью можно построить следующий ряд: Zn – Cu – Pb. Свинец на участках исследования обладает высокой миграционной способностью по ландшафту и очень слабым биологическим захватом растениями. Цинк на участках исследования обладает противоположными свойствами – низкой миграционной активностью и интенсивным накоплением элемента растительностью, что сопряжено с низкой подвижностью в торфяной залежи их соединений. Медь занимает среднее положение и является легкоподвижным элементом со слабым захватом растительностью. По шкале среднего содержания микроэлементов в растениях [1] выявлен дефицит Pb, Cu и Zn на березовом травяном эвтрофном болоте и по Pb на травяном эвтрофном болоте.

#### Литература

1. Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман. М., 1966. С. 73-107.
2. Субботина Н. С., Дмитрук С. Е., Бабешина Л. Г., Келус Н. В., Никифоров Л. А., Носкова Г. Н., Тартынова М. И. Исследование исходного сырья и экстрактов на содержание тяжелых металлов // Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. 2010. Том 8, выпуск 3. С. 92-97.
3. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: 1999. 640 с.
4. ГН 2.1.5.1315-03. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов