

УДК 631.445.124:631.482.1:631.472:631.423.4:632.111.9

## ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕНЕЗА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ФИТОЦЕНОЗА, СОДЕРЖАНИЕ И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА АЛЛЮВИАЛЬНО-БОЛОТНОЙ ОСУШЕННОЙ ПОЧВЫ

© 2020 г. В. И. Титова<sup>1,\*</sup>, Н. В. Полякова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия  
603107 Нижний Новгород, просп. Гагарина, 97, Россия

\*E-mail: titovavi@yandex.ru

Поступила в редакцию 17.03.2020 г.

После доработки 27.07.2020 г.

Принята к публикации 11.09.2020 г.

Приведены результаты изучения состояния осушенных аллювиальных торфяных почв правобережья Нижегородской обл., на площади в 63 га, подвергшихся воздействию открытого огня в 2010 г. (разр. 2), 2013–2014 (разр. 3) и в 2017 г. (разр. 4). Фоновая почва классифицируется как осушенная аллювиально-болотная иловато-торфяная (разр. 1). Полевое обследование проведено в 2018 г. с отбором почвенных образцов. В образцах почвы определены  $pH_{KCl}$ , обеспеченность подвижными соединениями фосфора и калия, содержание и компонентный состав органического вещества. Продуктивность фитоценоза оценена на пробных площадках в местах закладки почвенных разрезов. Установлено, что пирогенез привел к утрате 40–50% торфяной толщи, “проседанию” дневной поверхности, застою влаги в замкнутых понижениях и заболачиванию территории. Содержание подвижных соединений фосфора и калия в почвах после пожара относительно фона повысилось на 50%, оставаясь при этом очень низким. Общее количество углерода в торфяных горизонтах пирогенных почв в сравнении с почвой фона сократилось в 3 раза (с 40–49 до 14–15%), а содержание легкоразлагаемого органического вещества снизилось, более чем в 4 раза (с 1.94 до 0.47%). Содержание углерода гумуса снизилось более чем на 80 отн. %, меняясь в пределах 2.3–3.8 против 17.2–19.8% в фоновой почве. Продуктивность наземного фитоценоза почв, подвергшихся пирогенезу, сократилась, составляя не более 50% продуктивности таких почв естественного сложения, оцененной в 1.06 т сена/га.

*Ключевые слова:* осушенная аллювиально-болотная иловато-торфяная почва, пирогенез, компонентный состав органического вещества, продуктивность фитоценоза.

DOI: 10.31857/S000218812012011X

### ВВЕДЕНИЕ

Торфяники и торфяные почвы – часть почвенного покрова, имеющая очень большое значение не только в сельскохозяйственном производстве, но и для биосферы в целом. Одна из основных причин этого – существенные запасы углерода в таких почвах, которые в значительной степени определяют их плодородие, но при осушении и пожарах могут оказать негативное влияние на климат нашей планеты за счет выбросов  $CO_2$  в составе парниковых газов [1]. Вместе с тем систематические пожары осушенных аллювиальных торфяных почв, в отличие от пожаров на болотах с естественным режимом, часто сопровождаются полным выгоранием торфа до минеральной породы. В результате на дневную поверхность выходит подстилаящая торф толща сильно оглеенной

породы, а почвы замещаются преимущественно минеральными пирогенными образованиями, отличающимися полной или частичной потерей плодородия, кардинальной сменой состава фитоценоза [2] и снижением его продуктивности [3]. Возникающие при этом минеральные и торфяные вторичные деградированные продукты исходно полнопрофильных торфяных почв принято называть пирогенными образованиями. При глубинном проявлении пирогенной деградации, как правило, имеет место практически полная потеря плодородия почвы.

В целом изучению состояния почв, подвергшихся воздействию пожаров, посвящено относительно небольшое количество публикаций. При этом отмечено их влияние на характер аккумуляции пирогенных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в почвах как депони-

рующих средах ландшафта [4–6], а также проанализированы основные тенденции к изменению агрономических свойств торфяных почв при пожарах [7–11]. Подчеркнуто, что пирогенные образования приобретают специфические химические свойства. Например, в золе по сравнению с исходным торфом содержание подвижных форм практически всех макро- (Ca, Mg, K, Mn, P и др.) и микроэлементов, а также тяжелых металлов (Pb, Cd, Si и др.) может возрастать [12–14]. Содержание органического вещества при этом снижается [15, 16].

В результате естественного элювиирования, а также развития эрозионных процессов, химические элементы из пирогенных образований интенсивно вымываются. Данный процесс в дальнейшем приводит к резкому обеднению верхнего слоя питательными веществами. Установлено, например, что только за один год, следующий за пожаром, содержание Ca, Mg, K, Mn и других элементов в золе снижается на 30–40% [3]. При таких потерях уже через 2–3 года нехватка калия для растений становится критической.

Величины pH поверхностного слоя непосредственно после пожара являются сильнощелочными – 10.5–11.6 [7], что обусловлено высокой концентрацией в золе углекислого калия (поташа). Однако после паводка и промывки атмосферными осадками pH золы снижается до 8.0–8.5. Эти величины связаны с повышенным содержанием в золе углекислых солей щелочноземельных металлов. В отличие от исходных торфяных почв пирогенные образования характеризуются ухудшением физических свойств [17], причем величины их набухания уменьшаются почти в 4 раза. В целом гидрофизические свойства пирогенных образований приближаются к свойствам минеральных субстратов.

Цель работы – оценка состояния аллювиально-болотной иловато-торфяной осушенной почвы, подвергшейся пирогенезу, на основе показателей продуктивности фитоценоза, содержания элементов питания и компонентного состава ее органического вещества.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Территория исследования расположена в лесостепной зоне Нижегородской обл., в Правобережном агропочвенном районе, где доминируют светло-серые лесные легкосуглинистые и среднесуглинистые почвы. Почвообразующими породами в этой зоне почти повсюду являются лессовидные суглинки. В условиях избыточного увлажнения в результате поемного процесса, при участии

влаголюбивой растительности и ограниченном доступе воздуха в этой зоне также формируются аллювиальные болотные иловато-торфяные почвы, характеризующиеся частичным разложением отмирающих растительных остатков и накоплением торфа [18]. Параллельно происходит оглеение минеральных горизонтов с образованием в итоге 2-х слоев – торфяного (Т) и глеевого (G) [19]. Одним из основных условий их использования в качестве сельскохозяйственных угодий является проведение осушительных мелиоративных работ, что позволяет оптимизировать водно-воздушный режим, физические и агрохимические свойства таких почв при нивелировании избыточного увлажнения.

Данное исследование проводили в пойме р. Кудьма, на территории, осушенной в 60-е годы XX столетия системой дренажных каналов. Длительное время осушенные участки поймы использовали в кормовых севооборотах и в качестве сенокоса, а на рубеже XX–XXI вв. из-за сложных организационно-экономических условий активная сельскохозяйственная деятельность здесь была приостановлена, участок начал зарастать сорняками и мелколесьем и практически полностью перешел в категорию “залежь”. При этом водоотводные каналы на участке частично сохранили свое назначение в качестве осушительной мелиоративной системы, что явилось одной из причин того, что в первую очередь воздействию пожаров и возгоранию подверглись именно осушенные участки поймы, а не заболоченные неосушенные. Наиболее интенсивные и продолжительные пожары на данной территории отмечены в 2010 г., существенные локальные возгорания на отдельных участках отмечали в 2013–2014 гг., что продолжается по настоящее время. По данным визуального осмотра участка, порядка 80–90% его территории (площадь участка 63 га) имеют следы пирогенного воздействия на почву.

Учитывая, что при торфяных пожарах их негативное воздействие распространяется по глубине почвенного профиля, на участке было заложено несколько разрезов с полным описанием мощности отдельных горизонтов, их физического состояния, типичных признаков и особенностей материала, из верхних горизонтов которых были отобраны образцы для проведения агрохимических анализов.

Для сравнения почвенных разрезов и установления типа исходной фоновой почвы, а также определения мощности генетических горизонтов, включая определение мощности торфяного горизонта, был заложен фоновый разрез (разр. № 1). Данный участок возгоранию не подвергался,

Таблица 1. Описание профилей почвенных разрезов

Горизонт	Глубина, см	Описание генетических горизонтов
Разр. № 1 (фон)		
Ад (О)	0–8	Дернина, уплотненная, темно-бурого цвета, сильно пронизана корнями растений
T1	8–52	Торфяной горизонт темно-серого цвета с включениями крупных корней растений, обогащен илом
T2	52–70	Торфяной горизонт темного цвета, более плотный, без включения крупных корней, с примесью минерального ила
Аллювиально-болотная иловато-торфяная осушенная почва		
Разр. № 2		
Ад (О)	0–6	Дернина, очень рыхлая, ярко бурого цвета, пронизана корнями растений
П <sub>T1</sub> *	6–25	Пирогенный горизонт, представляет собой минеральную глинистую пластичную массу с полностью выгоревшим торфом, бурого цвета; слабо пронизан корнями, уплотнен
П <sub>T2</sub> **	25–48	Торфяной горизонт темно-серого цвета, обогащен илом
Пирогенная аллювиально-болотная иловато-торфяная осушенная почва		
Разр. № 3		
Ад (О)	0–3	Дернина, очень рыхлая, бурого цвета, пронизана корнями растений
П <sub>T1</sub> *	3–24	Пирогенный горизонт, представляет собой минеральную глинистую пластичную массу с полностью выгоревшим торфом, бурого цвета; слабо пронизан корнями, уплотнен
Bg	21–41	Переходный оглееный горизонт темно-серого цвета со стальным оттенком и ржавыми пятнами; плотный
G	41–78	Глеевый горизонт грязно-стального цвета с ржаво-охристыми пятнами; влажный, плотный
Пирогенная аллювиально-болотная иловато-торфяная осушенная почва		
Разр. № 4		
Ад (О)	0–6	Дернина, очень рыхлая, ярко бурого цвета, пронизана корнями растений
П <sub>T1</sub> *	6–23	Пирогенный горизонт, представляет собой минеральную глинистую пластичную массу с полностью выгоревшим торфом, бурого цвета; слабо пронизан корнями, уплотнен
Bg	23–44	Переходный оглееный горизонт темно-серого цвета со стальным оттенком и ржавыми пятнами; плотный
G	44–70	Глеевый горизонт грязно-стального цвета, плотный

\*Пирогенный минерально-глинистый горизонт.

\*\*Пирогенный торфяной горизонт.

представлен залежью 10–12 лет с естественной разнотравно-злаковой растительностью.

На почве, подверженной пирогенезу, судя по внешним признакам, с разной степенью его проявления, заложено 3 почвенных разреза.

Разрез № 2 заложен на территории с понижением дневной поверхности на 1.0–1.5 метра, без признаков заболачивания. Проседание поверхности вызвано пожарами, имевшими место в период не позже 2010 г. Травостой изрежен, представлен в основном крупными злаками с преобладанием вейника.

Разрез № 3 заложен на территории с выраженными признаками заболачивания, вызванными, вероятнее всего, снижением уровня дневной поверхности из-за пожаров 2013–2014 гг. и сгорания торфа до глубины 70–80 см. Глеевый горизонт здесь обильно насыщен грунтовыми водами. Как отмечено в работе [20], горизонты почвы, подвергшиеся пирогенезу, обладают водоотталкивающими свойствами, что приводит к застою атмосферных осадков и способствует заболачиванию территории. Присутствует болотная растительность. В связи с выгоранием торфа на территории

**Таблица 2.** Продуктивность фитоценоза (надземная масса) на пробных площадках в местах закладки почвенных разрезов (2018 г.), т/га

Участок	Зеленая фитомасса		Воздушно-сухое вещество	
	т/га	± к фону	т/га	± к фону
Разр. № 1 (фон)	4.26	—	1.06	—
Участки, подверженные пирогенезу				
Разр. № 2	2.18	–2.08/49	0.52	–0.54/51
Разр. № 3	1.02	–3.24/76	0.24	–0.82/77
Разр. № 4	0.54	–3.72/87	0.13	–0.93/88
Средние пиро- генных почв	1.25	–3.01/71	0.30	–0.76/72
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	0.41		0.09	

Примечание. Над чертой – т/га, под чертой – в % фону.

наблюдается волнообразное прогибание поверхности. В составе растительности наряду с вейником присутствует осока.

Разрез № 4 заложен практически на месте пожаров последнего года (2017 г.), здесь от торфяного горизонта осталось примерно 5–7 см глубины профиля. Поверхность почвы крайне не выровнена, причем как из-за физических нарушений при работе тяжелой техники во время тушения пожаров, так и по причине выгорания торфа, сопровождавшегося просадками поверхности с дальнейшим заболачиванием. Фитоценоз представлен злаками и осокой.

Агрохимический анализ почвенных проб выполнен с использованием методов, рекомендованных ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова [21]. Легкоразлагаемое органическое вещество (ЛОВ) определяли методом флотации в тя-

желой жидкости по Ганжаре–Борисову [22], содержание гумуса – по ГОСТ 26213–84 (Определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО), содержание общего углерода почвы – методом Института торфа [23]. Суть последнего заключается в том, что почву заливают смесью концентрированной серной кислоты и бихромата калия и подвергают кипячению в течение 5 мин, вследствие чего экстрагированию подвергается практически все органическое вещество за исключением свежих растительных остатков. Данный метод применим к почвам различной степени оторфованности. Статистическая обработка аналитических данных выполнена с использованием метода дисперсионного анализа [24].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Морфологическая характеристика изученных почв приведена в табл. 1, урожайность биомассы растений на пробных площадках участка в месте закладки почвенных разрезов – в табл. 2.

В целом можно отметить, что доминирующий фитоценоз пойменных почв в основном представлен многолетними злаковыми травами семейства мятликовые (Poaceae): на фоновой территории это чаще всего лисохвост (*Alopecúrus*) и канареечник тростниковидный (*Phalaris arundinacea*), на пирогенных почвах – низкокачественные многолетние злаки: вейник тростниковый (*Calamagróstis arundinácea*), вейник наземный (*Calamagróstis epigéjos*), пырей ползучий (*Elytrigia répens*), щучка (*Deschámpsia*) и др. По берегам каналов ирригационной системы имеется древесно-кустарниковая поросль, состоящая, чаще всего, из ив и берез. Фитоценоз береговой линии представлен в основном жесткостебельным сорным травостоем, использование которого в кормовых целях затруднено и даже невозможно.

**Таблица 3.** Агрохимическая характеристика исследованных почвенных образцов

Место отбора образца	рН <sub>KCl</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	ед. рН	% к фону	мг/кг	% к фону	мг/кг	% к фону
Разр. 1 (фон), Ад	5.65	—	16	—	25	—
Т1	5.60	—	11	—	15	—
Т2	5.55	—	9	—	17	—
Средние фона	5.60	—	12	—	19	—
Разр. 2 – Пт	6.45	+15	18	+50	30	+58
Разр. 3 – Пт	6.35	+13	14	+17	27	+42
Разр. 4 – Пт	6.40	+14	11	–8	25	+32
Средние пирогенных почв	6.40	+14	14	+19	27	+44
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	0.11	—	6	—	9	—

**Таблица 4.** Компонентный состав органического вещества аллювиально-болотной иловато-торфяной ранее осушенной почвы как следствие пирогагенеза, % к массе почвы

Образец почвы	Углерод общий		Углерод гумуса		Масса ЛОВ	
	содержание*	± к фону	содержание*	± к фону	содержание*	± к фону
A0 (фон)	39.2	—	14.9	—	1.90	—
A0 – среднее разр. 2–4	19.1	—	7.54	—	0.54	—
T1 (фон)	40.2	—	17.2	—	1.71	—
T2 (фон)	49.7	—	19.9	—	2.17	—
Средние фона	45.0	—	18.9	—	1.94	—
Пт – разрез № 2	14.6	–30.4	3.82	–15.1	0.48	–1.46
Пт – разрез № 3	15.6	–29.4	3.71	–15.2	0.58	–1.36
Пт – разрез № 4	15.2	–29.8	2.30	–16.6	0.34	–1.60
Средние пирогагенных почв	15.1	–29.9	3.28	–15.6	0.47	–1.47
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	0.56	—	0.58	—	0.24	—

\*Объем выборки равен 8.

Учет количества наземной биомассы растений показал, что пожары на осушенных торфяных почвах крайне негативно отражаются на их продуктивности. Например, в среднем на участках, подверженным пирогагенезу, снижение массы растений в сравнении с естественными их аналогами, превышало 50%. Отмечено также, что со временем на ранее осушенных аллювиально-болотных иловато-торфяных почвах происходило некоторое восстановление растительности. Результаты показали, что урожайность трав на участке, характеризуемом разр. № 2 (8 лет после пожара) была существенно больше, чем на участке, характеризуемом разрезом № 3 (4 года после пожаров), хотя и не достигала уровня фонового варианта.

Результаты анализа основных агрохимических показателей верхнего слоя фоновой аллювиально-болотной иловато-торфяной почвы свидетельствовали о том, что почва характеризовалась близкой к нейтральной реакцией среды, очень низким содержанием подвижных соединений фосфора и калия (табл. 3).

Установлено, что в торфяной почве после пожаров наблюдали тенденцию к увеличению содержания подвижных соединений фосфора и калия (относительно контроля – на 50%, но абсолютное содержание этих питательных элементов было очень низким). Отмечено также повышение величины показателя  $pH_{KCl}$ , т.е. происходила нейтрализация среды. Причиной некоторого повышения плодородия и нейтрализации среды

могло быть накопление золы в обугленных горизонтах пирогагенного профиля, что отмечали отдельные авторы [14].

В таких условиях для снижения негативного воздействия последствий торфяных пожаров на окружающую среду, а также для восстановления верхнего плодородного слоя почвы необходимо проведение специальных мероприятий, реализуемых в рамках рекультивации деградированных земель, среди которых должны присутствовать мероприятия не только технического этапа, но и биологического. На восстановление же растительности и флористического состава торфяников требуется не менее 3–5 лет [2, 25].

Органическое вещество аллювиальных болотных почв, в соответствии с генезисом, представлено оторфованными, не потерявшими анатомического строения растительными остатками, слабо минерализованными и частично гумифицированными. Кроме этого, в его состав входит легкоразлагаемое органическое вещество (ЛОВ) и собственно гумусовые вещества. Результаты определения компонентного состава органического вещества почвы приведены в табл. 4.

Валовые запасы общего углерода почвы в образцах торфяных горизонтов, не подвергавшихся возгоранию, велики и изменялись в диапазоне от 40 до 50%, что в среднем составило 45% к массе почвы. В целом это свидетельствовало о нормальном естественном почвообразовании и ненарушенном сложении почвенного профиля. В горизонте A0 (дернина, слой 0–4 см) запасы углерода

органической массы почвы были несколько меньше, чем в торфсодержащем слое, что, по сути, есть следствие наличия в дернине большой массы живых корней (углерод свежего растительного вещества этим методом анализа не определяется).

Пирогенная аллювиальная болотная почва отличалась от естественных почв резким снижением содержания общего углерода во всей толще, подвергшейся возгоранию. По свидетельству [26], пожары на торфяниках оказывают значительное влияние на их углеродный баланс, что будет определять восстановление экосистем в дальнейшем. Например, в дернине пирогенной аллювиально-болотной иловато-торфяной почвы величина  $C_{\text{общ}}$  составляла 19.1% – это в 2 раза меньше, чем содержание общего углерода в дернине фоновой почвы. Содержание общего углерода в торфяных почвенных горизонтах пирогенных почв в сравнении с естественной (фоновой) почвой снизилось в 3 раза. Последнее можно объяснить не только результатом возгорания, но и следствием усиления минерализации за счет приобретения оторфованными растительными остатками гидрофобных свойств, что, например, отмечено в работе [21].

Осушенные аллювиальные болотные почвы характеризуются более интенсивным гумусообразованием в силу изменившегося водно-воздушного режима, поэтому, в отличие от аналогичных почв с естественным избыточным увлажнением, они содержат большее количество гумусовых веществ. Содержание углерода гумуса в торфяных горизонтах почв, не нарушенных пожаром, составляло 18.9%, в образцах почв пирогенных участков его содержание было в 5.8 раза меньше (среднее содержание – 3.28, с диапазоном от 2.30 до 3.82%) в сравнении с естественными почвами. При этом установлено, что на долю углерода гумуса в составе общего содержания органического вещества в почвах естественного состояния приходилось 40–49%, в пирогенных – от 15 до 26%. Разница между общим углеродом и углеродом гумуса при этом обусловлена присутствием в общем количестве углерода почвы не только углерода собственно гумусовых веществ, но и углерода неспецифического органического вещества (лигнинов, целлюлозы, в т.ч. детрита).

Важной характеристикой органического вещества почв является ЛОВ, в состав которого входят полуразложившиеся, потерявшие анатомическое строение и частично гумифицированные растительные остатки. ЛОВ принадлежит важная

роль в обеспечении растений питательными элементами, в образовании почвенной структуры, в оптимизации физических свойств почв и в целом в формировании почвенного плодородия. В аллювиальных болотных осушенных почвах содержание легкоразлагаемого органического вещества меняется от 1.7 до 2.2%, что значительно больше по сравнению с зональными серыми лесными почвами [27]. В пирогенных почвах, вследствие того, что большая часть органического вещества уничтожена пожаром, количество ЛОВ в почве конкретного участка (разр. №№ 2–4) снизилось во всех почвенных горизонтах, затронутых возгоранием, в среднем в 4 раза.

## ВЫВОДЫ

1. Аллювиальные болотные иловато-торфяные осушенные почвы обследованного земельного участка, подвергшиеся возгоранию, утратили до 40–50% торфяной толщи, что отразилось на морфологическом строении профиля, “проседании” пирогенных участков на 60–70 см по сравнению с участками, не затронутыми пожаром. Это привело к застою влаги в образовавшихся замкнутых понижениях и их заболачиванию.

2. Установлено, что содержание подвижных соединений фосфора и калия в пирогенных почвах относительно фоновых почв естественного сложения повысилось на 50%, но абсолютное содержание этих питательных элементов осталось очень низким. Отмечено также повышение величины  $pH_{KCl}$ , что свидетельствовало о процессе нейтрализации среды.

3. Пирогенный фактор существенно отразился на содержании и составе органического вещества. Общее количество углерода в пирогенных почвах сократилось в 3 раза (с 40–49 до 14–15%) в основном за счет выгорания растительных остатков, составляющих основу торфа и легкоразлагаемого органического вещества, количество которого, в свою очередь, снизилось более чем в 4 раза по сравнению с почвами в естественном состоянии (с 1.94 до 0.47%).

4. Наибольшим негативным изменениям вследствие пожара подверглись собственно гумусовые вещества: содержание углерода гумуса снизилось более чем на 80 отн. %, меняясь в пределах 2.3–3.8% против 17.2–19.8% в почвах естественного сложения. Учитывая, что пирогенные горизонты приобрели ярко бурую окраску, можно констатировать, что наиболее глубокому расщеплению и гидролизу подверглись темноокрашенные гуминовые кислоты.

5. Продуктивность наземного фитоценоза аллювиально-болотных иловато-торфяных осушенных почв, подвергшихся пирогенезу, резко сократилась, составляя в настоящее время не более 50% продуктивности таких почв естественно-го сложения, оцениваемой в 1.06 т сена/га.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Keith L. McDougall* Grazing and fire in two subalpine peatlands // *Austral. J. Botany*. 2007. V. 55 (1) P. 42–47.
2. *Дутов А.А., Габов Д.Н.* Pyrogenic alterations of Podzols at the North-east European part of Russia: Morphology, carbon pools, PAH content // *Geoderma*. 2015. V. 241–242. P. 230–237.
3. *Зайдельман Ф.Р., Шваров А.П.* Пирогенная и гидротермическая дегградация торфяных почв, их агроэкология, песчаные культуры земледелия, рекультивация. М.: Изд-во МГУ, 2002. 168 с.
4. *Титова В.И., Дабахов М.В., Ветчинников А.А., Гордеев В.М.* Влияние мероприятий по локализации пожаров на торфяных почвах на их агрохимическую характеристику // *Международ. сел.-хоз. журн.* 2018. № 2 (362). С. 23–27.
5. *Kuntze H.* Prozesse der Bodenentwicklung auf Sandmischkulturen // *Berichte der Sektion der DGMT*. Hannover, 1987. Bd. 17. P. 294–297.
6. *Turunen A., Rikala R., Saarikko J., Huuskonen P.* Boron deficiency causes growth disturbance in spruce forests on slash-burnt areas // *Metla*. 2004. V. 1. P. 43.
7. *Горбунова Ю.С., Девятова Т.А., Григорьевская А.Я.* Влияние пожаров на почвенный и растительный покров лесов центра Русской равнины // *Вестн. ВГУ. Сер. А. Химия. Биология. Фармация*. 2014. № 4. С. 52–56.
8. *Зайдельман Ф.Р., Банников М.В., Шваров А.П.* Пирогенные образования на месте осушенных сгоревших почв – свойства и плодородие // *Почвоведение*. 1999. № 9. С. 1150–1159.
9. *Зайдельман Ф.Р., Банников М.В., Шваров А.П.* Последствия пожаров на осушенных торфяных почвах // *Мелиорац. и водн. хоз-во*. 2001. № 2. С. 40–44.
10. *Зайдельман Ф.Р., Банников М.В., Шваров А.П.* Структура и экологическая оценка пирогенных образований на сгоревших осушенных торфяных почвах // *Вестн. МГУ. Сер. 17. Почвоведение*. 1998. № 2. С. 26–31.
11. *Титова В.И., Ветчинников А.А., Гордеев В.М.* Оценка состояния почвы, подвергшейся термическому воздействию при аварии на магистральном газопроводе // *Агрохим. вестн.* 2018. № 1. С. 41–45.
12. *Бадмажапова И.А., Гынинова А.Б., Гончиков Б.Н.* Изменение химических свойств осушенных торфяных почв под влиянием огневого фактора Будмажапова // *Вестн. КрасГАУ*. 2014. № 5. С. 50–55.
13. *Maioli O.L., Knoppers B.A., Azevedo D.A.* Sources, distribution and variability of hydrocarbons in total atmospheric suspended particulates of two Brazilian areas influenced by sugarcane burning // *J. Atmos. Chem*. 2009. V. 64. P. 159–178.
14. *Vergnoux A., Malleret L., Asia L., Doumenq P., Theraulaz F.* Impact of forest fires on PAH level and distribution in soils // *Environ. Res.* 2011. V. 111. P. 193–198.
15. *Голощанова Ю.Ю., Калинин Н.А.* Влияние пожара на органическое вещество темно-серых лесных почв // *Омск. науч. вестн.* 2012. №1(108). С. 217–220.
16. *Пуртова Л.Н., Костенков Н.М., Брянин С.В.* Влияние лесных пожаров на гумусово-энергетическое состояние буроземов Приамурья // *Вестн. КрасГАУ*. 2012. № 5. С. 121–124.
17. *Коган Р.М., Панина О.Ю.* Исследование влияния лесных пожаров на почвы широколиственных лесов (на примере Еврейской автономной области) // *Регион. проблемы*. 2010. Т. 13. № 1. С. 67–70.
18. *Никитин Б.А., Гогмачадзе Г.Д.* Пахотные почвы Нижегородской области. Н. Новгород, 2003. 176 с.
19. *Классификация и диагностика почв СССР*. М.: Колос, 1977. 224 с.
20. *Hooijer A., Page S., Canadell J. G., Silvius M., Kwadijk J., Wosten H., Jauhiainen J.* Current and future CO<sub>2</sub> emissions from drained peatlands in Southeast Asia // *Bio-geosciences*. 2010. V. 7. P. 1505–1514.
21. *Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения*. М.: ВНИИА, 2003. 195 с.
22. *Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А.* Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества почв. М.: Агроконсалт, 1997. 82 с.
23. *Лиштван И.И., Коваль Н.Т.* Основные свойства торфа и методы его определения. Минск: Изд-во Наука и техника, 1975. 320 с.
24. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.
25. *Kettridge N., Thompson D.K., Waddington J.M.*, Impact of wildfire on the thermal behavior of northern peatlands: Observations and model simulations // *J. Geophys. Res.* 2012. V. 117. P. 14–20.
26. *Kettridge N., Humphrey R.E., Smith J.E., Lukenbach M.C., Devito K.J., Petrone R.M., Waddington J.M.* Burned and unburned peat water repellency: Implications for peatland evaporation following wildfire // *J. Hydrol.* 2014. V. 513. P. 335–341.
27. *Полякова Н.В., Лавринова М.Г., Володина Е.Н.* Органическое вещество аллювиальных почв разной степени гидроморфизма // *Плодородие*. 2016. № 3. С. 13–15.

## Effects of Pyrogenesis on the Productivity of Phytocenosis, Content and Component Structure of Organic Substance Drained Alluvial-Marsh Silt-Peat Soil

V. I. Titova<sup>a,#</sup> and N. V. Polyakova<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Nizhny Novgorod State Agricultural Academy  
pl. Gagarina 97, Nizhny Novgorod 603107, Russia*

<sup>#</sup>*E-mail: titovavi@yandex.ru*

It is presented the results of a study of the state of drained alluvial peat soils in an area of 63 hectares exposed to fire in 2010 (soil profile 2), 2013–2014 (soil profile 3) and in 2017 (soil profile 4). The background soil is classified as drained alluvial-swamp silt-peat soil (soil profile 1). Field survey was conducted in 2018 with the selection of soil samples. The samples determined the pH of the salt extract, provision of mobile compounds of phosphorus and potassium, content and composition of organic matter, and phytocenosis productivity on trial plots located near soils profiles. It has been established that pyrogenesis led to the loss of 40–50% of the peat layer, subsidence the earth's surface, stagnation of moisture in closed depressions and waterlogging territory. The mobile potassium and phosphorus compound level in the soil suffered a fire increases by 50% relative to the reference value. But it remains still very low. Total carbon in the peat horizons of pyrogenic soils in comparison with the background soil decreased by 3 times (from 40–49% to 14–15%), and the content of easily decomposed organic matter decreased by more than 4 times (from 1.94 to 0.47%). The carbon content of humus decreased by more than 80 relative percent fluctuating in the range of 2.3–3.8% versus 17.2–19.8% in the background soil. The productivity of land phytocenosis of soils, subjected to pyrogenesis, decreased making up no more than 50% of the productivity of such soils of natural composition, estimated at 1.06 tons of hay/hectare.

*Keywords:* drained alluvial-marsh silt-peat soil, pyrogenesis, component composition of organic matter, phytocenosis productivity.