Евдина Т.В., Горбунова Ю.С., Григорьевская А.Я., Горбунова Н.С., Девятова Т.А.
Влияние изменения физико-химических свойств почв на флористический состав
пирогенных территорий лесостепи Среднерусской равнины

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 630*1

Влияние изменения физико-химических свойств почв на флористический состав пирогенных территорий лесостепи Среднерусской равнины

Евдина Т.В.¹, Горбунова Ю.С.², Григорьевская А.Я.², Горбунова Н.С.², Девятова Т.А.²

¹*ПАО Сбербанк*

²*Воронежский государственный университет*

Аннотация

*За десятилетний срок после пожара 2010 года установлено три сукцессионных фазы в развитии пирогенной формации *Betula pendula* в условиях лесостепной зоны на территории Воронежской и Липецкой областей. Первая фаза с 2011 по 2014 гг. – пионерная группировка, со случайным набором растений и их разобщённостью. Почвы на данной фазе отличались колебаниями кислотности при ее общем снижении. На 2-ой фазе сукцессии с 2015 по 2018 гг. установлено усложнение структуры фитоценоза с утверждением лесного фитоценозотипа как индикатора начала формирования флоры леса. В дерново-лесных почвах и черноземах выщелоченных в этот период отмечалось некоторое подкисление. В третьей фазе сукцессии, начинающейся с 2019 г., продолжается дальнейшее формирование сообщества. Сравнивая флору и почвенный покров на протяжении 10-летнего периода отметим, что лесной пожар – это не только катастрофическое явление природного или антропогенного характера, но и созидатель нового флористического разнообразия (2015-2018 гг.), обновления леса с восстанавливающимися с течением времени физико-химическими показателями почвы. В исследуемых почвах в 2019 г. зафиксирована стабилизация значений $pH_{водн.}$ практически на уровне фоновых показателей. Просматривается связь между динамикой лесного фиторазнообразия и физико-химическими свойствами почвы.*

Ключевые слова: ФОРМАЦИЯ *BETULA PENDULA*, ФЛОРА, ДЕРНОВО-ЛЕСНЫЕ ГЛЕЕВО-ЭЛЮВИАЛЬНЫЕ ПЕСЧАНЫЕ ПОЧВЫ, ЧЕРНОЗЕМ ВЫЩЕЛОЧЕННЫЙ, ФОНОВАЯ И ПИРОГЕННАЯ ФОРМАЦИИ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Евдина Т.В., Горбунова Ю.С., Григорьевская А.Я., Горбунова Н.С., Девятова Т.А.
Влияние изменения физико-химических свойств почв на флористический состав
пирогенных территорий лесостепи Среднерусской равнины

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Введение

Лесные пожары представляют собой одну из основных угроз для лесов и экологической обстановки в целом. Лес – сложная природная термодинамически открытая экосистема, самоорганизовавшаяся на определенном этапе эволюции биосферы в некоторую саморазвивающуюся целостность, образованную множеством разнообразных биологических элементов, связанных воедино общей целью борьбы за существование в условиях ограниченных ресурсов среды и иерархически группирующихся вокруг центрального звена, координирующего их совместную деятельность, движимую внутренними противоречиями и управляемую посредством эффективных обратных связей [1].

Погодные условия в 2010 году сыграли решающее значение для возникновения пожаров на территории Центрально-Черноземного региона (ЦЧР). Осадков не было почти два месяца, влажность воздуха и почв оказалась минимальной. Сильный ветер способствовал распространению огня.

После пожаров произошло выгорание верхнего плодородного гумусового слоя почвы, который формировался достаточно длительное время. После сгорания лесной подстилки и других материалов образовалась зола, содержащая доступные формы питательных веществ для растений. Из-за отсутствия в ней азота, она не может компенсировать снижение плодородия почвы.

Цель исследования – сравнительный анализ состояния формации *Betula pendula* за 10-летний период после лесного пожара на ключевых участках лесостепи ЦЧР в зависимости от основных физико-химических показателей почв и динамики фиторазнообразия.

Задачи

- 1) Определение видового состава флоры на пирогенных и фоновых формациях *Betula pendula* за 10-летний период исследования на территории Усманского бора и Задонского района после пирогенного воздействия;
- 2) Определение основных физико-химических свойств почв;
- 3) Сделать выводы по анализу полученных результатов.

Материалы и методы

Объекты для исследования подобраны на территориях Воронежской и Липецкой областей. По природным условиям они расположены в зоне лесостепи.

В геологическом отношении изучаемая территория Усманского бора Воронежской области представляет собой молодую равнину, сформировавшуюся в четвертичное время, сложенную рыхлыми отложениями, лежащими на коренных девонских породах. Материнской породой для почв служат мелко- и среднезернистые древнеаллювиальные пески. Почвенный покров довольно разнообразен и не обладает зональными чертами лесостепи.

По схеме геоморфологического районирования Центрально-Черноземной области [2] Задонский район Липецкой области входит в состав Придонского известняково-карстового района типичной лесостепи, который расположен на стыке Среднерусской возвышенности и Окско-Донской равнины. Рельеф Задонского района –волнистая равнина, разграниченная речными долинами, оврагами и балками.

чернозем выщелоченный среднегумусный среднемощный суглинистый на покровном карбонатном суглинке, - Задонский

Объект исследования – дерново-лесные глеево-элювиальные песчаные почвы на древнеаллювиальных отложениях, в пределах лесостепной зоны и чернозем выщелоченный среднегумусный среднемощный суглинистый на покровном карбонатном суглинке, а также фиторазнообразие фоновых и пирогенных формаций *Betula pendula*, произрастающих на этих почвах.

Методы определения: рН водной суспензии почв определены потенциометрически, обменные катионы кальция и магния - по Гедройцу; гидролитическая кислотность - по Каппену [3]. Методика определения фиторазнообразия включала полевое обследование широколиственного леса антропогенного происхождения 80-летнего возраста, расположенного в 8 км на север от с. Кашары Задонского района Липецкой области и березняка – на территории Усманского бора. Флора выявлялась маршрутным и описательными методами, результаты которых обрабатывались в стационарных условиях. Метод сравнения списков флор, составленных в разные годы, дали уточняющие сведения о времени появления растений лесного фитоценопита. (Dierssen,1983; Zimmermann, Pawlowsky, 1985) [4, 5]. Метод биоморфологического анализа дает экологическую

характеристику экотопам. Он предусматривает выделение жизненных форм по Серебрякову (1964) [6] с определением типов корневых систем и по Raunkier (1937) [7] с учетом положения и способа защиты почек возобновления в неблагоприятные периоды холодного и теплого времени года. На пробной площади, размером 10 м × 10 м выявлен видовой состав растений с указанием фазы развития, видового обилия, покрытия. Ярусная структура и название растительных сообществ устанавливались по доминантному признаку [8]. Учет обилия проведен по О. Drude (1913) [9].

Результаты полученных исследований в 2019 году сравнивались с имеющимися материалами исследований, опубликованными в ряде работ [10-13]. Вариационно-статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием программ Microsoft Excel [14].

Результаты исследований

Для многих лесных экосистем по сообщению Е.Ю. Максимовой [15] после пожаров характерны сукцессии, вызванные динамикой климата и воздействием природных, природно-антропогенных и антропогенных факторов. Совместное изучение после пожаров сукцессий флоры и развития почв важно для разработки методов управления послепожарными ландшафтами и представления трендов их регенерации.

Рассмотрены основные физико-химические свойства почв и видовой состав растений на фоновых и пирогенных формациях *Betula pendula* за 10-летний период исследования на изучаемой территории после пирогенного воздействия и установлено определенное состояние экосистемы с наличием флуктуаций:

1. рН водной суспензии 0-10 см слоя почв. Формируются конкретные физико-химические условия. В первый год после пожара происходит снижение кислотности почв. В дерново-лесной глеево-элювиальной почве под березняком в слое 0-10 см после пожара 2010 года произошло изменение показателя рН_{водн.} от кислого – 5,21 к слабокислому диапазону (рН=5,93) в 2011 году из-за нейтрализации органических кислот верхних почвенных горизонтов. К 2019 году зафиксирована стабилизация значений рН_{водн.} и стремление их к фоновым показателям (рН=5,21) (табл. 1).

В черноземе выщелоченном, расположенном под широколиственным лесом данный показатель в 2019 году приблизился к фоновому значению (фон – 6,53).

Следовательно, прослеживается стремление значений рН к фоновым показателям, так как чернозем выщелоченный обладает высокой буферной способностью и стремится к первоначальным показателям изначального внутреннего строения. Реакция почвенной среды обуславливает скорость и направленность протекающих в почве химических и биохимических процессов. В черноземе выщелоченном на глубине 0-10 см значение $pH_{водн.}$ составляет 6,55 под мелколиственным лесом. Нейтральная реакция в черноземе выщелоченном пирогенных почв объясняется наличием листового опада березы и сопутствующих пород, богатых кальцием, а также наличием золы. На фоновом участке чернозем выщелоченный в поверхностном 0-10 см слое имеет слабокислую реакцию – 6,47, а через год после пирогенного воздействия реакция среды стала нейтральной – 7,51. Это объясняется тем, что в первые годы после пожара водорастворимые зольные соединения, проникая в почву, насыщают поглощающий комплекс щелочноземельными элементами и вызывают сдвиг реакции среды к нейтральному диапазону. За девятилетний период наблюдений, отмечается возврат значений $pH_{водн.}$ к генетически обусловленным показателям. За этот период реакция раствора приблизилась к фоновым значениям.

Таблица 1. $pH_{водн.}$ в дерново-лесной глеево-элювиальной песчаной почве пирогенной формации *Betula pendula* Усманского бора

Глубина, см	n	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$			
		2011 год	2012 год	2018 год	2019 год
0-10	9	5,93±0,09	5,40±0,10	5,34±0,08	5,37±0,18
10-20	9	6,05±0,07	5,54±0,09	5,67±0,12	5,65±0,12
20-30	9	6,57±0,07	6,64±0,09	6,69±0,09	6,64±0,11
30-40	9	6,71±0,08	6,77±0,07	6,80±0,10	6,79±0,10
40-50	9	6,91±0,05	6,93±0,07	6,99±0,06	6,97±0,08

Примечания: n – количество образцов; $\bar{x}$ – среднее арифметическое; $S_{\bar{x}}$ – ошибка среднего арифметического

2. Гидролитическая кислотность в дерново-лесной глеево-элювиальной почве через год после лесного пожара снизилась на 38,2 %. К 2019 году гидролитическая кислотность была всего на 14,3 % выше, чем в фоновых почвах. В черноземе выщелоченном спустя 9 лет после воздействия пирогенного фактора гидролитическая кислотность составила 0,79 ммоль(экв)/100г почвы. Следовательно, гидролитическая кислотность в черноземе выщелоченном меньше относительно фоновой почвы на 41,9 %.

Таблица 2. Гидролитическая кислотность дерново-лесной глеево-элювиальной песчаной почвы пирогенной формации *Betula pendula* Усманского бора

Глубина, см	n	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, ммоль(экв)/100 г почвы			
		2011 год	2012 год	2018 год	2019 год
0-10	9	3,14±0,08	4,47±0,04	4,33±0,61	4,35±0,72
10-20	9	2,36±0,09	4,12±0,03	4,28±0,52	4,29±0,63
20-30	9	1,27±0,02	1,08±0,02	1,02±0,32	1,04±0,48
30-40	9	1,15±0,02	0,95±0,02	0,76±0,28	0,81±0,38
40-50	9	0,56±0,01	0,52±0,02	0,38±0,15	0,41±0,25

Примечания: n – количество образцов; $\bar{x}$ – среднее арифметическое; $s_{\bar{x}}$ – ошибка среднего арифметического

Содержание обменных катионов кальция и магния под воздействием пирогенного фактора в первые годы после пожара уменьшилось за счет перехода части обменных оснований в нерастворимую форму CaCO_3 и MgCO_3 . К 2019 году эти показатели были все еще ниже, чем в фоновых почвах в слое 0-10 см на 8,9 % (от 8,99 ммоль(экв)/100 г почвы до 8,19 ммоль(экв)/100 г почвы). По сравнению с показателями 2011 года содержание обменных катионов в 2019 году незначительно увеличилось. После воздействия лесного пожара в черноземе выщелоченном содержание обменных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} составляет 39,2 ммоль(экв)/100 г почвы (табл. 3).

Таблица 3. Содержание суммы поглощенных оснований в дерново-лесной глеево-элювиальной песчаной почве пирогенной формации *Betula pendula* Усманского бора

Глубина, см	n	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, ммоль(экв)/100 г почвы			
		2011 год	2012 год	2018 год	2019 год
0-10	9	7,90±0,09	7,89±0,09	8,27±0,78	8,19±0,81
10-20	9	7,78±0,04	7,77±0,05	7,85±0,55	7,83±0,73
20-30	9	6,46±0,03	6,45±0,04	6,48±0,43	6,47±0,59
30-40	9	5,57±0,02	5,58±0,03	5,56±0,37	5,55±0,41
40-50	9	5,23±0,02	5,23±0,02	5,19±0,32	5,20±0,42

Примечания: n – количество образцов; $\bar{x}$ – среднее арифметическое; $s_{\bar{x}}$ – ошибка среднего арифметического

3. Степень насыщенности почв основаниями после лесного пожара возросла на 12,05% в 0-10 см слое в 2011 году, чему способствовало уменьшение гидролитической кислотности почвы под березняком, к 2012 году уменьшилась на 10,9%, т.е. фактически возвратилась к исходному значению. В течение семи лет (с 2012 по 2019) степень

насыщенности основаниями (рис. 1) не менялась и оставалась на уровне 2012 года. Степень насыщенности почв основаниями в черноземе выщелоченном после воздействия огня составляет 98,0 %, а на фоновом участке 96,6 %.

4. Возникшее колебание численности видового фиторазнообразия является ответом на колебания условий среды внутренних модуляций.

Рис. 1. Степень насыщенности основаниями дерново-лесной глеево-элювиальной песчаной почвы под формацией *Betula pendula* Усманского бора

На территории фоновой формации Степень насыщенности *Betula pendula* в Усманском бору в 2019 г. отмечено 35 видов сосудистых растений, а на пирогенной – 21. Изучение жизненных форм показало изменение на пирогенном участке количества видов древесных пород вдвое (3 вида). Число видов травянистых растений остается на уровне 2018 года и на фоновом участке составило – 29 видов (82,9% от общего количества на фоновом участке), а на пирогенном – 18 видов (85,7% от общего количества на пирогенном участке) (рис. 2; табл. 4).

Поликарпические травы формации *Betula pendula* Липецкой области представлены 21 видом, или 60% от общего количества видов. Среди них наибольшую долю составляют длиннокорневищные – 7 видов (20%), стержнекорневые – 5 видов (14%) и корнеотпрысковые – 4 вида (11%).

В 2019 г. монокарпических растений в формации *Betula pendula* Липецкой области

отмечено 7 видов, или 20% от общего количества видов. Среди них двулетних – 4 вида (11%), а однолетних – 3 вида (9%). Однолетние растения являются сорными видами местообитаний с нарушенным напочвенным покровом. К числу таких растений относятся: *Erigeron canadensis*, *Mulgedium tataricum* и ряд других. В числе видов древесных пород в формации *Betula pendula* отмечают виды из родов: *Sorbus*, *Caragana*, *Euonymus*, *Fraxinus*, *Quercus*, *Acer*, *Chamaecytisus*, *Genista* (табл. 4).

Рис. 2. Жизненные формы растений фоновой и пирогенной формации *Betula pendula* Усманского бора

Таблица 4. Жизненные формы растений фоновой и пирогенной формаций *Betula pendula* в Усманском бору Воронежской области и суборе Липецкой области

№ п/п	Жизненные формы	Фон		Пирогенный участок	
		Виды	%	Виды	%
Усманский бор Воронежской области					
1	Древесные	6	17,1	3	14,3
2	Травянистые	29	82,9	18	85,7
Всего:		35	100	21	100
Суборь Липецкой области					
1	Древесные	7	19	7	20
2	Травянистые	29	81	28	80
Всего:		36	100	35	100

Экологические типы фоновой формации *Betula pendula* Усманского бора представлены группами: мезофиты – 23 вида (65,7%) и ксеромезофиты – 12 видов (34,3%). В пирогенной формации мезофитная группа имеет 14 видов (66,7%) 14 (66,7%), а ксеромезофитная – 7 видов (33,3 %), (рис. 3; табл. 5).

Рис. 3. Экологические типы растений фоновой и пирогенной формаций *Betula pendula* Усманского бора Воронежской области

Таблица 5. Экологические типы растений фоновой и пирогенной формации *Betula pendula* в Усманском бору Воронежской области и суборе Липецкой области

№ п/п	Экологические типы	Фон		Пирогенный участок	
		Виды	%	Виды	%
Усманский бор Воронежской области					
1	Ксеромезофитная группа	12	34,3	7	33,3
2	Мезофитная группа	23	65,7	14	66,7
Всего:		35	100	21	100
Суборь Липецкой области					
1	Ксеромезофитная группа	11	30,6	10	28,6
2	Мезофитная группа	25	69,4	25	71,4
Всего:		36	100	35	100

К 2019 году на территории Усманского бора Воронежской области фитоценоотические группы насчитывали: лесостепная 20 видов (57,1%) на фоновой

территории и 10 видов (47,6%) – на пирогенной. Лесная группа составила – 12 видов (34,3%) на фоновой и 9 (42,9%) – на пирогенной. Лугово-лесная группа составила 2 вида (5,7%), сорная – 1 вид (2,9%) на фоновой территории, а на пирогенной в лугово-лесной осталось 2 вида (9,5%), сорной не обнаружено (рис. 4, табл. 6).

Рис. 4. Фитоценоотические группы растений фоновой и пирогенной формации *Betula pendula* Усманского бора Воронежской области

Лесная фитоценогруппа на территории субори Липецкой области представлена 8 видами, или 22,2% в 2019 году. Характерными древесными лесными видами флоры является *Sorbus aucuparia*, *Caragana arborescens*, *Euonymus verrucosus*, *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior* и др.

Лесостепная фитоценогруппа в 2019 году на территории субори Липецкой области насчитывала 18 видов, или 51,66%. Она имеет самое большое количество слагающих ее элементов – 6, среди которых преобладает сорно-опушечно-лугово-лесостепной фитоценоэлемент – 5 видов (14,29%). Среди лесостепных видов на территории можно отметить *Agrostis syreistschikowii*, *Elytrigia repens*, *Achillea nobilis*, *Coronilla varia*, *Chamaecytisus ruthenicus* и др.

Лугово-лесная фитоценогруппа на территории субори Липецкой области имеет 9 видов, или 25,0% на фоновой территории и 8 видов, или 22,6% на пирогенной территории

в 2019 году. Среди лугово-лесных видов на территории можно выделить *Achillea millefolium*, *Veronica chamaedrys*, *Trifolium pratense*, *Mulgedium tataricum*, *Vicia cracca* и др.

Сорная фитоценогруппа – представлена только 1 видом (2,8%) *Cirsium arvense* (табл. 6).

Таблица 6. Фитоценоотические группы растений фоновой и пирогенной формации *Betula pendula* в Усманском бору Воронежской области и суборе Липецкой области

№ п/п	Фитоценоотические группы	Фон		Пирогенный участок	
		Виды	%	Виды	%
Усманский бор Воронежской области					
1	Лесная	12	34,3	9	42,9
2	Лесостепная	20	57,1	10	47,6
3	Лугово-лесная	2	5,7	2	9,5
5	Сорная	1	2,9	0	0
Всего:		35	100	21	100
Суборь Липецкой области					
1	Лесная	8	22,2	8	22,6
2	Лесостепная	18	50	18	51,66
3	Лугово-лесная	9	25	8	22,6
4	Сорная	1	2,78	1	2,87
Всего:		36	100	35	100

Анализ ареалов флоры формации *Betula pendula* показывает, что в 2019 году в фоновой формации Усманского бора Воронежской области отмечено 23 вида (65,7%) европейского типа ареала, а пирогенной – 13 видов (61,9%). Евразийский тип ареала составил 8 видов (22,9%) на фоновой территории и 5 видов (23,8%) на пирогенной. Голарктический тип ареала на фоновой территории составил 3 вида, на пирогенной – 2 вида. Североамериканский тип ареала на обеих формациях имеет по 1 виду (рис. 5). Флора изучаемой формации имеет европейское происхождение.

Выделено 4 геоэлемента растений фоновой и пирогенной формации *Betula pendula* на территории Задонского района Липецкой области в 2019 году.

Евразийский геоэлемент по числу видов занимает второе место во флоре пирогенной березовой формации. Содержит такие виды, как *Achillea millefolium*, *Trifolium pratense*, *Melica transsilvanica*, *Calamagrostis epigeios*, *Elytrigia repens* L. и др.

Рис. 5. Геоэлементы растений фоновой и пирогенной формации *Betula pendula* Усманского бора Воронежской области

Структура антропотолерантных групп отражает антропогенную степень трансформации флоры березовой формации. К 2019 году число синантропофитов фоновой формации на территории Усманского бора Воронежской области составило 28 видов (80,0 %) и на пирогенной 14 видов (66,7%), индигенофитов числилось по 7 видов в каждой формации (рис. 6, табл. 7).

Рис. 6. Антропотолерантные группы растений фоновой и пирогенной формации *Betula pendula* Усманского бора Воронежской области

Таблица 7. Антропотолерантные группы растений фоновой и пирогенной формации *Betula pendula* в Усманском бору Воронежской области и суборе Липецкой области

№ п/п	Антропотолерантные группы	Фон		Пирогенный участок	
		Виды	%	Виды	%
Усманский бор Воронежской области					
1	Индигофиты	7	22	7	35
2	Синантропофиты	28	78	14	65
Итого		35	100	21	100
Суборь Липецкой области					
1	Индигофиты	6	16,7	5	14,3
2	Синантропофиты	30	83,3	30	85,7
Всего:		36	100	35	100

Во флоре формации *Betula pendula* на территории Усманского бора Воронежской области доминируют синантропофиты - 26 видов, или 74,3%. Синантропная флора – виды растений, произрастающие на антропогенно-трансформированных местообитаниях, которые состоят из 2-х флорогенетических элементов – аборигенные - апофиты и адвентивные растения.

Среди аборигенных апофитов выделяются: гемиапофиты (виды, активно распространяющиеся на антропогенных экотопах) – 16 видов, или 45,7%: *Trifolium pratense*, *Achillea millefolium*, *Achillea nobilis*, *Coronilla varia*, *Chamaecytisus ruthenicus* и др; неустойчивые – 8 видов, или 22,9%: *Veronica chamaedrys*, *Agrostis syreistschikowii*, *Melica transsilvanica*, *Sorbus aucuparia*, *Scabiosa ochroleuca* и др; эвапофиты (виды почти, или полностью перешедшие на антропогенные экотопы) – 2 вида, или 5,71%: *Elytrigia repens*, *Cirsium arvense*.

Адвентивные виды флоры представлены кенофитами (видами, появившимися в более позднее время) – 4 вида, или 11,43%, среди них *Caragana arborescens*, *Mulgedium tataricum*, *Gypsophila altissima*, *Erigeron canadensis*.

Индигенные виды – аборигенные (местные, коренные) растения, которые встречаются исключительно на сохранившихся участках естественной флоры, составляют 5 видов, или 14,3% и играют важную роль в сложении растительного покрова. Представлен такими видами, как *Veronica teucrium*, *Euonymus verrucosus*, *Acer platanoides*,

Quercus robur, *Fraxinus excelsior* (табл. 7).

С помощью современных научных методов исследований и применения методов математической статистики с оценкой точности и достоверности полученных результатов, из-за большого количества экспериментального материала и хорошей воспроизводимостью анализов обеспечена достоверность результатов исследований.

Выводы

Изучение в течение 10 лет после пожара почв и флоры формаций *Betula pendula* в условиях лесостепной зоны дало возможность увидеть постепенное восстановление лесных экосистем. Проведенная работа необходима для создания научно обоснованной стратегии неистощимого рационального лесопользования. Динамика флоры и почвенного покрова на протяжении десятилетнего периода восстановления лесной экосистемы показывает, что лесной пожар – это не только катастрофическое явление природного или антропогенного характера, но и созидатель нового флористического разнообразия, обновления леса с восстанавливающимися с течением времени почвенными показателями. На исследуемых территориях происходит возникновение упорядоченности, о чем свидетельствуют полученные значения постепенного изменения основных физико-химических свойств почв с их стремлением к фоновым значениям, а также этапы восстановления растительного покрова за 10-летний период с постепенным прохождением основных стадий сукцессий. Так происходит процесс усложнения форм материи, в результате которого наблюдается становление высокоупорядоченных структур, качественно отличающихся от исходных. Одним из критериев уровня самоорганизации систем является их проявляющаяся способность к различного рода адаптациям, сущность которых состоит в сохранении структуры и достижении наиболее предпочтительного внутреннего состояния. Установлено три сукцессионных стадии развития фитоценоза: первая с 2011 по 2014 гг. – пионерная группировка, со случайным набором растений и их разобщённостью. Почвы на этой фазе отличаются колебаниями кислотности при ее общем снижении, в черноземе выщелоченном реакция среды нейтральная; вторая с 2015 по 2018 гг. – стадия преобразования пионерной группировки с заметным изменением структуры и строения, утверждением лесной фитоценотической группы. В дерново-лесных почвах отмечается постепенное подкисление почвенного раствора, в черноземе выщелоченном

реакция среды также постепенно становится слабокислой. Третья стадия начинается с 2019 г с дальнейшим формированием сообщества. В исследуемых почвах зафиксирована стабилизация значений $pH_{водн.}$ и стремление их к фоновым показателям. Полученные данные по флористическому составу и почвенному покрову показывают самоорганизацию открытых экосистем.

В целом после лесных пожаров существенно изменяются свойства почв и их режимы. Происходит смещение реакции среды в сторону увеличения активности ионов водорода, которая в лабораторных условиях определяется с помощью кислотно-основных индикаторов в сильно разбавленном растворе, приготовленном из почвы. Визуально флора выступает в качестве индикатора смены кислотности почвы. После лесного пожара наблюдается сдвиг реакции среды. Кислотность почв Усманского бора становится слабокислой, а почв на территории Задонского района Липецкой области нейтральной, что отразилось на видовом составе флоры. В 2012 году по сравнению с фоновой территорией мы наблюдаем увеличение проективного покрытия таких видов как *Matricaria perforata*, *Tussilago farfara*, *Elitrigia repens*, *Convolvulus arvensis.*, *Cirsium arvense*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*.

Статистический анализ показал, что после лесного пожара произошло увеличение числа рудеральных видов растений, из-за осветления и появления свободных ниш в сообществе. В результате постепенного понижения значений pH и затенения как на территории Усманского бора, так и на территории субори Липецкой области происходит улучшение фитоценотического состояния растений.

Список использованных источников

1. Демаков Ю.П. Устойчивость лесных экосистем: Диагностика, прогноз, управление. На примере сосняков Марийского Заволжья: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.03.03. - Йошкар-Ола. - 1999. - 467 с.
2. Мильков Ф.Н., Михно В.Б., Пороosenков Ю.В. География Воронежской области. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 1994. – 130 с.
3. Щеглов Д.И., Громовик А.И., Горбунова Н.С. Основы химического анализа почв. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2019. – 332 с.
4. Dierssen K. Zumwandler der Gefaspflanzenflora Schleswig-Holstein und ihren Ursache // Heimat. – 1983. – Bd. 90. - Hf. 6. – S. 170-179.

5. Zimmermann-Pawlowsky A. Flora und Vegetation von Euaskirchen und ihre Veränderung in den letzten 70 Jahren // Decheniana. - 1985. - Bd. 138. - S. 17-37.
6. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. – 1964. – Т. 3. – С. 146-205.
7. *Raunkiaer Ch.* Plant life forms / transl. from Danish by H. Gilbert-Carter. – Oxford: Clarendon Press, 1937. - vi, 104 p.
8. Камышев Н.С. К теории систематики и географии фитоценозов // Научные записки Воронежского отделения Всесоюзного бот. о-ва. Воронеж. - 1964. – Вып. 3. – С. 27-33.
9. Drude O. Die Ökologie der Pflanzen / Braunschweig, 1913 // Цит. по: Йозеф Шмитхюзен. Общая география растительности. – М.: Прогресс, 1966. – 74 с.
10. Горбунова Ю.С., Девятова Т.А., Григорьевская А.Я. Влияние пожара на почвенный и растительный покров лесов Центрального Черноземья России // Аридные экосистемы. – 2014. – Т. 20. – № 4. – С. 76-85.
11. Григорьевская А.Я., Стародубцева Е.А., Хлызова Н.Ю., Агафонов В.А. Адвентивная флора Воронежской области: исторический, биогеографический, экологический аспекты. - Воронеж: Изд-во ВГУ, – 2004. – 320 с.
12. Девятова Т.А., Горбунова Ю.С., Григорьевская А.Я. Современная эволюция почв и флоры лесостепи Русской равнины после лесных пожаров: монография. - Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2014. – 259 с.
13. Devyatova T.A., Gorbunova Yu.S., Sorokina N.A. Physicochemical properties in the post-pyrogenic soils from the forests of Central Russia, Forestry 2018: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 2019. – P. 1-7.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.
15. Максимова Е.Ю., Цибарт А.С., Абакумов Е.В. Свойства почв Тольяттинского соснового бора после катастрофических пожаров 2010 г. // Почвоведение. – 2014. – № 9. – С. 1131-1144.

=====

Цитирование:

Евдина Т.В., Горбунова Ю.С., Григорьевская А.Я., Горбунова Н.С., Девятова Т.А. Влияние изменения физико-химических свойств почв на флористический состав пирогенных территорий лесостепи Среднерусской равнины [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – №1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/1/st_117.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202121117>.