

УДК 581.5:631.41

ВЛИЯНИЕ ГНЕЗДОВИЙ СЕРЫХ ЦАПЕЛЬ (*ARDEA CINEREA* L.) НА ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ПОДСТИЛОК И ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.Г. Богатырев, А.И. Бенедиктова, Ф.И. Земсков, А.Н. Варганов,
Д.В. Давыдов, М.М. Карпухин, Ю.А. Завгородняя, В.В. Демин

Изучен состав водных вытяжек из почв, подстилок и наземного опада в зоне гнездовой серой цапли и фоновых участков в области распространения серых лесных почв под широколиственным лесом Тульского региона. Установлено, что деятельность птиц приводит к поступлению экскрементов, формированию специфических лесных подстилок, увеличению доли крупного древесного опада в процессе строительства гнезд. Показано, что верхние горизонты почвы, подстилка и опад в условиях гнездовой характеризуются повышенным содержанием таких макроэлементов, как кальций, калий и магний, среди микроэлементов — меди, цинка и стронция, а также анионов — NO_3^- , PO_4^{3-} и Cl^- .

Ключевые слова: широколиственные леса, экскременты птиц, орнитогенные экосистемы, макроэлементы, микроэлементы, лесные подстилки, растительный опад.

Введение

Роль живых организмов в биологическом круговороте и почвенных процессах в условиях наземных и водных экосистем несомненна и общепризнана. Это в полной мере касается птиц. К настоящему времени хорошо известно, что в местах гнездовой, кормовых столиков хищников и других массовых скоплений птиц наблюдается резкое изменение экологических условий по сравнению с фоновыми участками тех же фитоценозов. В современный период места наибольшего скопления птиц выделяются как специфические орнитогенные экосистемы, которые отнесены к геохимическим феноменам биосферы [9].

Биогеохимические аспекты влияния цапель на состояние почвенно-растительного покрова проанализированы в работе А.А. Недосекина [12], в которой убедительно показана средообразующая роль гнездовой, влияющих на особенности накопления важнейших биофильных элементов в почве, сопровождающееся уменьшением проективного покрытия вплоть до деградации биогеоценоза и сукцессионных процессов орнитогенного характера. Некоторые исследователи предлагают использовать термин «орнитологические почвы» [7]. В этих условиях изменяется общий биогеохимический фон почвенно-растительного покрова [10, 11] благодаря сезонному или постоянному поступлению важнейших биофильных макро- и микроэлементов с экскрементами птиц, погядками и вовлечению последних в процессы биологического круговорота.

Оценка роли птиц в экосистемах не всегда однозначна. Так, некоторые исследователи объясняют суховершинность язвов и ухудшение лесо-

растительных условий поступлением экскрементов птиц, хотя на ранних стадиях становления древесной питательный режим может носить благоприятный характер [13]. Обзор современных публикаций показывает, что биогеохимическая роль птиц рассматривается в различных аспектах. Один из наиболее интегральных заключается в том, что их можно считать биомаркерами, или индикаторами, загрязнения окружающей среды. Причем в этих целях предлагается использовать различные компоненты — от перьев [5] и органов до экскрементов [6, 27]. В одной из работ, посвященных этой теме [20], показано, что кровь птиц является подходящим маркером для оценки накопления мышьяка, кадмия и особенно свинца, но в тоже время она может недооценивать накопление металлов в сильнозагрязненных местах. Экскременты же могут не только указывать на накопление металла, но нередко переоценивать внутренние концентрации при высокой экспозиции, а индивидуальная изменчивость делает прямое сравнение этих данных менее подходящими. В ряде работ птицы рассматриваются в качестве моделей слежения за состоянием окружающей среды [18, 22, 26]. Для некоторых экосистем полуострова Флорида показано, что поступление с экскрементами болотных птиц такого тяжелого металла, как ртуть, несколько превышает таковое с атмосферными осадками, а также, что содержание ртути в птичьих экскрементах выше, чем в помете млекопитающих в три раза [28]. Экскременты обуславливают повышенное содержание биофильных элементов и тяжелых металлов в почвах и растениях [3, 16], что показано на примере гнездовой цапель [21] и чаек, экологическая роль которых обсуждена в отечественных [17] и зарубежных публикациях, например, по нацио-

нальным паркам Галисии [25]. Для о. Тондо в Южно-китайском море установлена биогеохимическая роль экскрементов красноногой олуши [23], влияющих на накопление в почвах фосфора и тяжелых металлов. Интенсивная биотурбация почв в сочетании с резким увеличением важнейших биофильных элементов, включая фосфор, нитраты, серу, является следствием деятельности различных морских птиц [4], в том числе клиновидных буревестников [19]. Поступление важнейших биофильных элементов с экскрементами водоплавающих в тундровых экосистемах показана на примере Западного Таймыра [2]. Аналогичная роль экскрементов пингвинов изучена в экосистеме Восточной Антарктиды, а указанные особи названы биовекторами, определяющими, в частности, характер накопления ртути [24].

Таким образом, в настоящее время наблюдается значительный интерес к роли птиц не только как индикаторов загрязнения окружающей среды, но и как активных участников общего биологического круговорота важнейших биофильных элементов и тяжелых металлов. Это подтверждается исследованиями различных гидротермических зон — от субтропического и тропического поясов до Антарктиды. Следует подчеркнуть и широкий спектр изученных в этом отношении экосистем — от водных и болотных до морских и океанических, а также городских [14].

Вместе с тем далеко не все наземные орнитогенные экосистемы изучены даже в пределах Русской равнины. В определенной мере это касается мест гнездовой серой цапли, что послужило основанием для детального исследования почв и подстилок мест ее обитания в пределах экосистем широколиственных лесов Тульской обл.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования — подстилки, опад текущего года и прошлых лет, отобранные в зоне влияния гнездовой серой цапли в пределах широколиственного леса, приуроченного к обширному лесному массиву Тульских засек вблизи дер. Орловка Крапивинского р-на. В свое время академик В.Е. Соколов отмечал, что «по богатству видов орнитофауна лесной зоны стоит на первом месте по сравнению с другими зонами нашей страны» [15]. Согласно Соколову, высокоствольный характер леса определяет высокую численность птиц, обитающих в кронах деревьев. Гнездовья серых цапель (вид *Ardea cinerea* L.) встречаются в пределах квартала 122 Тульских засек. Для первого яруса характерны дубы высотой от 28 м, нередко с суховершинностью; второй ярус представлен липой с примесью клена и дуба; третий — орешник, высотой до 5 м. Кроме того, встречаются жимолость, бересклет, подрост дуба, липы, клена и ильма. По сравнению с естественными участками,

в местах гнездовой серых цапель, насчитывающих в настоящее время около 200 особей, наземный покров травяно-кустарничкового яруса почти полностью уничтожен. В сохранившихся местах он представлен папоротником и осокой, на поверхности почвы находится большое количество помета, а также принесенный птицами растительный материал, представленный преимущественно ветками.

В ходе полевых исследований отобраны образцы из верхних горизонтов серой лесной почвы и из подстилок непосредственно под гнездами и на контрольных участках вне зоны их распространения. Образцы высушивали в лаборатории до воздушно-сухого состояния, затем в стандартных (1:5) водных вытяжках определяли важнейшие катионы и анионы. Для анализа анионного состава использовали ионный хроматограф ICS-2000 (Dionex); для определения макро- и микроэлементов — масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой ICP-DESS 5110 (Agilent) Technologies.

Результаты и их обсуждение

В первую очередь обращает на себя внимание смена типологии подстилок. Если на фоновых участках в широколиственных лесах развиваются ферментативные, хорошо сформированные подстилки [1], то в местах гнездовой они деградируют до деструктивных, очень маломощных и представленных исключительно опадом прошлых лет, в развитии которых принимает участие только лиственный опад деревьев с существенным вкладом дубриса, состоящего из веток, приносимых цаплями из других фитоценозов в процессе построения гнезд. Очевидное следствие этого процесса — ослабление поступления легкоразлагаемого материала, который обеспечивает основной поток углерода в почву. Активное поступление на этом фоне древесного опада приводит к замедлению гумификации, повышению кислотности в сочетании с повышенной электропроводностью в почвах под гнездами по сравнению с контрольными участками (табл. 1, 2).

Содержание всех изученных макроэлементов, за исключением кремния, в гумусовых горизонтах, формирующихся в условиях гнездовой, довольно существенно преобладает над фоновыми участками. Однако эта тенденция дифференцирована по элементам. Так, количество натрия, магния, алюминия, железа и марганца превышает в 1,5—3 раза таковое в почвах контрольных участков, а кальция и калия — в 6 раз. В соответствии с этим ряд накопления макроэлементов в *почвах гнездовой* по сравнению с *контролем* имеет следующий вид: $Ca > K > Mn > Mg > Fe > Na > Al > Si$ (табл. 1). Аналогичное сопоставление проведено и для опада. Оказалось, что и в этом случае отмечается подобная ситуация, но не столь масштабная. Последователь-

**Содержание макро- и микроэлементов в почвах и наземном детрите
в условиях гнездовой серой цапли и в естественной экосистеме широколиственного леса
(по результатам анализа водных вытяжек)**

Компонент	Гумусовый горизонт (0—20 см)						Коэффициент накопления (почвы под гнездами к контрольным)		Детрит подстилки под гнездами (n = 2)			Опад прошлых лет под гнездами	Опад прошлых лет чистый (широколиственный лес — контроль)	Коэффициент накопления (опад под гнездами к контрольному)	Коэффициент выщелачивания (детрит к опад прошлых лет под гнездами)
	под гнездами (n = 4)				контроль		1	2	среднее						
	1	2	3	4	среднее	контроль									
Макро-элементы, мг/кг	Na	129,9	109,6	108,8	97,0	111,3	74,3	1,5	376,3	519,4	991,1	344,0	2,9	0,5	
	Mg	65,3	54,4	48,4	49,6	54,4	22,7	2,4	91,8	144,0	226,7	169,5	1,3	0,6	
	Al	4,9	3,4	2,4	3,5	3,5	2,3	1,5	0,8	0,9	2,2	2,4	0,9	0,4	
	Si	9,0	6,1	5,8	5,7	6,7	9,2	0,7	6,9	3,5	5,2	18,7	0,6	0,5	
	K	224,3	177,5	125,7	173,9	175,4	29,9	5,9	2190,0	1259,1	1724,6	1587,5	2,2	0,5	
	Ca	481,0	452,8	353,5	338,4	406,4	65,8	6,2	650,3	321,9	486,1	483,5	1,5	0,7	
	Fe	2,6	1,9	1,7	2,3	2,1	1,2	1,8	0,8	0,5	0,7	2,9	0,8	0,3	
	Mn	4,6	5,3	3,2	3,1	4,1	1,2	3,3	7,6	3,3	5,4	4,2	3,0	0,4	
	B	221,0	95,0	227,0	157,0	175,0	106,0	1,7	837,5	539,8	688,6	1495,9	3580,0	0,4	0,5
	Cr	30,0	19,0	21,0	24,0	23,5	13,0	1,8	20,0	13,0	16,5	34,8	50,0	0,7	0,5
Микро-элементы, мкг/кг	Ni	66,0	следы	следы	следы	16,5	следы	—	следы	следы	следы	следы	—	—	
	Cu	112,0	75,0	77,0	70,0	83,5	29,0	2,9	87,5	67,8	196,6	225,0	0,9	0,4	
	Zn	3474,0	1335,0	1488,0	1136,0	1858,3	505,0	3,7	462,5	915,3	1010,5	1080,0	0,9	0,7	
	Sr	2554,0	2175,0	1530,0	1820,0	2019,8	399,0	5,1	7825,0	3493,0	6677,8	2620,0	2,5	0,8	
	Cd	20,0	следы	следы	следы	5,0	следы	—	следы	следы	следы	следы	—	—	
	Ba	512,0	423,0	412,0	459,0	451,5	207,0	2,2	857,5	552,8	1585,5	1080,0	1,5	0,4	
	Pb	следы	следы	следы	28,0	7,0	следы	—	следы	следы	следы	следы	—	—	

Характеристика почв и наземного детрита
в условиях гнездовой серой цапли в естественной экосистеме широколиственного леса
(по результатам анализа водных вытяжек)

Компонент	Гумусовый горизонт (0—20 см)							Коэффициент накопления (почвы под гнездами к контрольным)	Детрит подстилки под гнездами (n = 2)			Опад прошлых лет под гнездами	Опад прошлых лет чистый (широколиственный лес — контроль)	Коэффициент накопления (опад под гнездами к контрольному)	Коэффициент выщелачивания (детрит к опад прошлых лет, под гнездами)
	под гнездами (n = 4)				контроль				1	2	среднее				
	1	2	3	4	среднее										
pH	6,07	5,67	5,78	5,95	5,87	6,14	Z	6,36	6,37	6,37	6,57	6,57	Z	Z	
σ, мСм	0,06	0,40	0,32	0,33	0,28	0,10	2,8	1,87	1,97	1,92	2,46	2,46	8,8	0,8	
F ⁻	0,5	0,4	0,8	0,4	0,5	0,3	1,5	1,6	0,4	1,0	7,4	7,4	—	0,1	
Cl ⁻	233,2	145,3	150,6	112,8	160,5	96,3	1,7	663,0	398,3	530,6	1215,3	1215,3	2,2	0,4	
Bг ⁻	следы	—	—	—	следы	—	—	1,7	0,4	1,0	—	—	—	—	
NO ₂ ⁻	13,6	1,4	—	—	7,5	—	—	34,4	94,8	64,6	217,8	217,8	1,4	0,3	
NO ₃ ⁻	912,9	921,6	575,2	599,8	752,4	169,0	4,5	15126,2	8914,9	12020,5	18788,5	18788,5	9,0	0,6	
PO ₄ ³⁻	2310,7	2019,3	1896,9	1795,5	2005,6	108,1	18,6	5709,7	2788,4	4249,0	9529,3	9529,3	9,1	0,4	
SO ₄ ²⁻	249,7	262,3	210,2	189,2	227,8	117,4	1,9	3236,0	1582,9	2409,5	4105,4	4105,4	7,0	0,6	

П р и м е ч а н и е. Прочерк — данные не были получены; следы — концентрация вещества ниже предела обнаружения; Z — не применимо.

ный ряд накопления в системе *опад в условиях гнездовой*—*опад контрольных участков* характеризуется как: $Mn > Na > K > Ca > Mg > Al > Fe > Si$. Можно предположить, что более высокие значения коэффициентов накопления, полученные для почв по сравнению с данными, полученными для опада, обусловлены длительным поступлением биофильных элементов в сочетании с последующей их адсорбцией в верхних гумусовых горизонтах.

Установлено, что в почвах гнездовой первое место по уровню накопления принадлежит фосфат-иону, второе — нитрат-иону, третье — сульфат-иону (табл. 2). Та же тенденция обнаружена при сравнении содержания анионов в водной вытяжке из опада прошлых лет, формирующегося в условиях гнездовой, с одной стороны, и опада, отобранного на контрольных участках. Ведущее место, как и в случае почв, здесь принадлежит фосфат-иону, хотя степень его относительного накопления несколько ниже по сравнению с почвой, но по абсолютному значению коэффициенты накопления фосфат- и нитрат-ионов почти идентичны. Очевидно, нитрат-ион в почве хотя и накапливается в условиях гнездовой, но, вероятно, способен гораздо быстрее мигрировать в силу своей высокой подвижности, в то время как в опаде его более значительное относительное накопление (примерно в 2 раза) объясняется тем, что этот анион еще не успел из него мигрировать. В определенной степени это касается и содержания хлор-иона. Ряд для анионов, отражающий относительное их накопление *в почвах* и *в опаде прошлых лет*, имеет следующий вид: $PO_4^{3-} > NO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^- > F^-$ при нескольких больших коэффициентах накопления, характерных для верхних почвенных горизонтов.

Для почвы и опада прошлых лет в условиях гнездовой свойственно относительное накопление микроэлементов по сравнению с контрольными участками. Так, для пары *почва гнездовой*—*почва контроля* ряд накопления микроэлементов выглядит следующим образом: $Sr > Zn > Cu > Ba > Pb > Cr > V$, а для пары *опад в условиях гнездовой*—*опад в контроле*: $Sr > Ba > Zn > Cu > Cr > V$, что позволяет сделать заключение о близости поведения микроэлементов в почве и наземном опаде.

Закономерный интерес представляет оценка относительной миграции важнейших компонентов из опада, которая происходит при его дальнейшем преобразовании. В этих целях содержание макро- и микроэлементов в составе водной вытяжки органического детрита, выделенного из подстилки, сравнивали с составом опада прошлых лет. Оказалось, что процессы выщелачивания характерны для всех компонентов, включая катионно-анионный состав и микроэлементы. Для *макроэлементов* ряд по мере уменьшения степени относи-

тельной выщелоченности имеет следующий вид: $Fe > Mn > Al > Na > K > Si > Mg > Ca$, что позволяет сделать вывод о значительно меньшей подвижности таких элементов, как кальций и магний по сравнению с железом и марганцем. Для группы *микроэлементов* аналогичный ряд следующий: $Cu > Cr > V > Zn > Sr$, для анионов ряд по уменьшению выщелачивания выглядит так: $F^- > NO_2^{2-} > Cl^- > PO_4^{3-} > NO_3^- > SO_4^{2-}$ (наиболее подвижным является ион фтора).

Изученные экосистемы имеют специфический тип круговорота, при котором снижается продуктивность наземного покрова, а подчас происходит его полная деградация, что сопровождается уменьшением поступления легкоразлагаемого травяного опада. Тем не менее это частично компенсируется поступлением биофильных элементов с экскрементами цапель, обогащенных фосфатами и нитратами, что приводит к постепенной смене типа круговорота на таковой с более активным участием в нем фосфора и кальция. Длительная средопреобразующая деятельность серых цапель в местах гнездований в широколиственных лесах приводит к специфической орнитогенной стадии эволюции почв, которую следует рассматривать как коэволюцию, происходящую при постоянстве основных факторов почвообразования, а согласно Г.В. Добровольскому (по [8]), такая стадия эволюции может быть названа биогенной.

Выводы

- Установлено, что в условиях гнездовой серых цапель происходит существенное изменение функционирования широколиственных экосистем, при котором деградация напочвенного покрова сопровождается сменой типологии подстилок и включением в круговорот растительного дebrиса, принесенного птицами из смежных экосистем.
- В условиях гнездовой за счет привноса экскрементов птиц в биологическом круговороте резко повышается роль фосфора и азота (последнего — в виде нитратов), а среди катионов возрастает значение кальция, калия и магния.
- Наряду с макроэлементами увеличивается роль в круговороте таких микроэлементов, как стронций, цинк и медь, что обусловлено экскреторной деятельностью серых цапель.
- При палеогеографических исследованиях широколиственных лесов лесостепной зоны содержание фосфатов может быть использовано в качестве индикатора для установления орнитогенной фазы развития почв.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатырев Л.Г. О классификации лесных подстилок // Почвоведение. 1990. № 3.
2. Богатырев Л.Г., Васильевская В.Д. Биогеохимические особенности тундровых экосистем // Почвоведение. 2004. № 12.
3. Втюрина Т.П. Средообразующая деятельность врановых птиц в местах их массовых скоплений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2003.
4. Галкина В.Н. О химическом составе растворимых веществ экскрементов морских рыбоядных птиц // Экология. 1974. № 5.
5. Добровольская Е.В. Рассеянные химические элементы в оперении птиц: таксономические, географические, популяционные и возрастные аспекты аккумуляции: Дис. ... канд. биол. наук. М., 2002.
6. Дурнаев Ю.А., Липин С.И., Сирохин И.Н., Сонин В.Д. Опыт изучения птиц методом анализа экскрементов // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. 1982. № 9.
7. Елпатьевский П.В. Орнитологические почвы // III Дальневост. конф. по заповед. делу: Тез. докл. Владивосток, 1997.
8. Зонн С.В., Травлев А.П. Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв. Киев, 1989.
9. Иванов А.Н., Авессаломова И.А. Орнитогенные экосистемы — геохимические феномены биосферы // Биосфера. 2012. Т. 4, № 4.
10. Мандров Н.П., Лысенков Е.В. Влияние скоплений птиц на минеральные вещества почвы // Информ. листок. Мордов. ЦНТИ. 1996. № 43—96.
11. Мухаметзянова Л.К. Влияние грачиных колоний на химический состав почвы // Мат-лы междунар. конф. «Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы». Т. 3. Томск, 2000.
12. Недосекин А.А. Влияние колониальных поселений серой цапли на ее гнездовые местообитания в европейском центре России: Дис. ... канд. биол. наук, М., 2003.
13. Оловянная И.Н. Особенности лесной подстилки в насаждениях вяза приземистого с колониями грачей // Почвоведение. 2000. № 11.
14. Савицкий Р.М. Геохимическая экология городских птиц (на примере Ростовской области): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ставрополь, 2003.
15. Соколов В.Е., Павлов В.Н., Гришина Л.А., Орлов Д.С. По природным зонам. М., 1969.
16. Татаринкова И.П. Количественная характеристика экскреторной деятельности крупных чаек и влияние ее на растительность // Роль животных в функционировании экосистем. М., 1975.
17. Тупицын И.И. Роль чайковых птиц в функционировании прибрежных экосистем озера Байкал: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 1997.
18. Abbasi N.A., Jaspers V.L.B., Chaudhry M.J.I. et al. Influence of taxa, trophic level, and location on bioaccumulation of toxic metals in bird's feathers: a preliminary biomonitoring study using multiple bird species from Pakistan // Chemosphere. 2015. Vol. 120.
19. Bancroft W.J., Garkaklis M.J., Roberts J.D. Burrow building in seabird colonies: a soil-forming process in island ecosystems // Pedobiologia. 2005. Vol. 49, Is. 2.
20. Berglund A.M.M. Evaluating blood and excrement as bioindicators for metal accumulation in birds // Environ. Pollut. 2018. Vol. 233.
21. Fang W., Chen X., Lin Q., Zhou X. Effect of colonial breeding of Chinese Egret (*Egretta eulophotes*) on the heavy metal accumulation in heronry soil // Chinese birds. 2010. N 1.
22. Koivula M.J., Tapio E. Metal-related oxidative stress in birds // Environ. Pollut. 2010. Vol. 158, Is. 7.
23. Liu X., Zhao S., Sun L. et al. P and trace metal contents in biomaterials, soils, sediments and plants in colony of red-footed booby (*Sula sula*) in the Dongdao Island of South China Sea // Chemosphere. 2006. Vol. 65, Is. 4.
24. Nie Y., Liu X., Sun L., Steven D. Emslie Effect of penguin and seal excrement on mercury distribution in sediments from the Ross Sea region, East Antarctica // Sci. Total Environ. 2012. Vol. 433.
25. Peña-Lastra S. de la, Pérez-Alberti A., Otero X.L. Enrichment of trace elements in colonies of the yellow-legged gull (*Larus michahellis*) in the Atlantic Islands National Park (Galicia-NW Spain) // Sci. Total Environ. 2019. Vol. 648.
26. Rainio M.J. Metal-induced oxidative stress and antioxidant defence in small passerine birds. Finland, 2013.
27. Rutkowska M., Płotka-Wasyłka J., Lubinska-Szczygeł M. et al. Birds' feathers — Suitable samples for determination of environmental pollutants // TrAC Trends in Analyt. Chem. 2018. Vol. 109.
28. Zhu Y., Gu B., Irick D.L. et al. Wading bird guano contributes to Hg accumulation in tree island soils in the Florida Everglades // Environ. Pollut. 2014. Vol. 184.

Поступила в редакцию 30.05.2019

После доработки 15.08.2019

Принята к публикации 28.08.2019

**THE INFLUENCE OF GRAY HERON (*ARDEA CINEREA* L.)
NESTING PLACES ON THE NATURE OF LITTER AND SOIL CHANGES
IN THE BROAD-LEAVED FOREST OF TULA REGION**

**L.G. Bogatyrev, A.I. Benediktova, Ph.I. Zemskov, A.N. Vartanov,
D.V. Davidov, M.M. Karpukhin, Yu.A. Zavgorodnyaya, V.V. Demin**

The composition of water extracts of the soil, litter and land litter was studied for the conditions of the nesting places of the gray heron and the control plots in the zone of distribution of gray forest soils of the broad-leaved ecosystems of the Tula area. It has been established

that the entry of bird excreta leads to an almost universal degradation of land cover, the formation of specific litters, with a significant influx of large tree litter, which is associated with the nest building process. It is shown that the upper horizons of gray forest soil, litter and litter in nesting conditions are characterized by an increased content of such elements as calcium, potassium and magnesium, and among trace elements — copper, zinc and strontium. Among the anions in the soils and litters of bird nesting sites, an increase in the content of nitrates, phosphates and chlorine was found.

Key words: deciduous forests, nesting sites, herons, soil, litter, excreta, macronutrients, trace elements.

Сведения об авторах

Богатырев Лев Георгиевич, канд. биол. наук, доцент каф. общего почвоведения ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. *E-mail:* bogatyrev.l.g@yandex.ru. **Бенедиктова Анна Игоревна**, канд. биол. наук, науч. сотр. каф. общего почвоведения ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. *E-mail:* beneanna@yandex.ru. **Земсков Филипп Иванович**, инженер каф. общего почвоведения ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. *E-mail:* philzemskov@mail.ru. **Варганов Александр Николаевич**, аспирант каф. общего почвоведения ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. *E-mail:* anvbox93@mail.ru. **Давыдов Даниил Вадимович**, студент каф. общего почвоведения ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. *E-mail:* cygnusolor878@gmail.com. **Карпухин Михаил Михайлович**, канд. биол. наук, науч. сотр. каф. химии почв ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. *E-mail:* kmm82@yandex.ru. **Завгородняя Юлия Анатольевна**, доцент каф. химии почв ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. *E-mail:* zyu99@mail.ru. **Демин Владимир Владимирович**, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. каф. географии почв ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. *E-mail:* vvdmsu@gmail.ru.