

Захаренко К.А., Романов В.В.
Владимирский государственный университет

О ВЛИЯНИИ КОЛОНИАЛЬНОГО ПОСЕЛЕНИЯ ОЗЕРНЫХ ЧАЕК НА ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ

Рассмотрены особенности влияния колониального поселения озерных чаек в условиях Владимирского ополья на химический состав почв. Выявлена зависимость некоторых агрохимических показателей от плотности гнездования чаек на территории колонии. В местах гнездования чаек наиболее заметный рост концентрации в почве фосфора, азота, цинка, отчасти калия. В местах отдыха чаек наиболее заметным оказалось увеличение содержания в почве общего азота.

Ключевые слова: Владимирское ополье, чайковые птицы, гнездование, колониальное поселение, орнитогенное влияние, химический состав почвы, NPK, микроэлементы.

В последнее время все большее внимание исследователей уделяется проблеме орнитогенного воздействия на среду обитания. Такое влияние оказывают и одиночно гнездящиеся птицы [6], однако очевидно, что наиболее существенное влияние на занимаемые биотопы оказывают птицы, гнездящиеся колониально, в том числе представители семейства Чайковые (*Laridae*). Это воздействие связано с массовым внесением в почву органических и неорганических веществ в виде экскрементов, погадок, поедей, разбитых и неоплодотворенных яиц, трупов птенцов и взрослых птиц, накоплением гнездового материала и т.д. и существенным образом сказывается на химическом составе почв и характере растительности [3, 5, 7, 8, 10, 11].

Исследования влияния колониального поселения чайковых птиц в условиях Владимирского ополья на химический состав почвы в зависимости от силы и характера орнитогенного воздействия проводились в колонии озерных чаек на территории заказника «Ильинский луг» в пойме р. Каменки, где располагается наиболее крупная колония озерной чайки во Владимирской области.

Материалы и методы исследования

Территория Ильинского луга расположена на западной окраине г. Суздаля в пойме р. Каменки. В 1999 г. Ильинский луг получил статус государственного комплексного (ландшафтного) заказника регионального значения площадью 40,8 га [9]. Колониальное поселение озерных чаек (*Larus ridibundus*) на Ильинском лугу появилось «на смену» ранее существовавшей почти до середины второй половины XX века колонии на Рыбачком болоте севернее с.

Кибол в ближайших окрестностях Суздаля, размеры которой, по-видимому, исчислялись сотнями пар [9]. Вследствие значительного пересыхания болота территория стала непригодной для гнездования чаек, что привело к исчезновению колонии. В то же время в 1970-х годах на р. Каменке в черте Суздаля были построены плотины, которые способствовали изменению гидрологического режима территории Ильинского луга, где в ранее сухой части появились болота [2]. Заболочивание сопровождалось значительным ростом численности на Ильинском лугу чаек, ранее встречавшихся в небольших количествах, что и привело к формированию здесь их современной гнездовой колонии. Ныне существенная часть территории луга сильно увлажнена и заболочена. Основу растительного покрова луга составляют щучково-разнотравные ассоциации. В заболоченной части преобладают хвощ речной (*Equisetum fluviatile*), осока острая (*Carex acuta*) и рогоз широколистный (*Typha latifolia*).

Ежегодное многократное обследование нами территории заказника с 2003 по 2008 г. показало, что численность озерных чаек в колонии варьировала от 350 до 500 пар. На основе наблюдений за активностью использования чайковыми птицами различных участков территории Ильинского луга были выявлены места, в той или иной степени подвергающиеся орнитогенному воздействию. В связи с этим выделили репрезентативные участки с различной степенью орнитогенного пресса для отбора почвенных образцов на химический анализ. Плотность гнездования озерных чаек варьировала от 1 до 11 гнезд на 10 м². Вокруг каждого гнезда чаек в радиусе 50-100 см хорошо визуальнo вы-

деляется пригнездовая зона, подвергающаяся максимальному орнитогенному воздействию. При высокой плотности гнездования зоны влияния соседних гнезд частично перекрываются. За пределами колонии, но в непосредственной близости от нее (на удалении до 15 м) на лугу располагаются участки, используемые взрослыми и молодыми чайками как места отдыха в течение всего гнездового периода.

По особенностям орнитогенного воздействия мы выделили 5 групп участков:

а) участки в пределах колонии:

1 – подвергающиеся максимальному орнитогенному воздействию, – с наиболее высокой плотностью гнездования – от 8 до 11 гнезд на 10 м²;

2 – со средней степенью орнитогенного воздействия, – с плотностью гнездования от 4 до 7 гнезд на 10 м²;

3 – с наименьшей степенью орнитогенного воздействия, – с плотностью гнездования от 1 до 3 гнезд на 10 м²;

б) участки за пределами колонии:

4 – места отдыха чаек;

5 – участки, подвергающиеся орнитогенному воздействию незначительно (контроль).

Почвы обследуемой нами части территории Ильинского луга, включая места гнездования и места отдыха чаек с соответствующими им контрольными участками, относятся к аллювиальным луговым и в настоящее время характеризуются избыточным увлажнением. Территория, где непосредственно располагается колониальное поселение чайковых, подверглась вторичному заболачиванию в 1970-х гг. и в значительной степени покрыта водой. Различия между местами гнездования и местами отдыха по гидрологическим условиям, грунтам и растительности обусловили выбор разных соответствующих им контрольных участков. При сравнительном анализе агрохимических показателей почв в местах гнездования и местах отдыха чаек более существенными оказываются не абсолютные значения показателей, а степень их изменения на участках с выраженным орнитогенным воздействием по сравнению с соответствующим контролем.

Для исследования изменения агрохимических характеристик почвы под воздействием вносимых в нее чайковыми птицами продуктов их жизнедеятельности образцы отбирали:

· в пригнездовых зонах десяти гнезд озерных чаек;

· в пределах колонии за пределами пригнездовых зон с трех участков с высокой плотностью гнездования озерных чаек и с трех участков с низкой плотностью гнездования озерных чаек;

· с трех участков, расположенных на лугу в непосредственной близости от колонии и используемых чайками как места отдыха;

· контрольные пробы на участке, аналогичном местам гнездования (далее контроль №1): участок располагается на территории южнее колонии и отделен от нее более сухой территорией; по гидрологическим условиям, грунтам, растительности контрольный участок аналогичен территории колонии, но орнитогенное влияние здесь незначительно;

· контрольные пробы за пределами колонии на участке, аналогичном местам отдыха чаек (далее контроль №2).

Почвенные образцы с выбранных нами участков отбирали с глубины до 20 см методом конверта по ГОСТ 17.4.4.02-84. От периферии заболоченной территории к центру может происходить некоторое изменение кислотности и содержания органических и минеральных веществ. В связи с этим пробы отбирались на участках, находящихся на одинаковом расстоянии от границ заболоченной территории.

В почвенных образцах определяли рН солевой вытяжки по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483). Определение подвижных форм фосфора и калия проводили по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207). Общий азот определяли фотометрическим методом «индофеноловой зелени» в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26107). Определение органического вещества в образцах делали по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213). Подвижные (доступные) соединения микроэлементов и тяжелых металлов определялись экстракционно-атомно-абсорбционным методом (МУ ЦИНАО).

Результаты и обсуждение

Результаты анализов образцов продемонстрировали и значительные различия агрохимических показателей на контрольных участках 1 и 2, и существенные отличия химических особенностей почв, находящихся в пределах ко-

лонии и мест отдыха чаек, по сравнению с почвами соответствующих контрольных участков (табл. 1-2). Химический анализ образцов контрольного участка, аналогичного местам гнездования, показал, что почвы характеризуются низкой кислотностью, близкой к нейтральной ($pH_{\text{СОЛ}} - 6,86$). Почвы контрольного участка, аналогичного местам отдыха чаек, имеют слабую щелочную реакцию ($pH_{\text{СОЛ}} - 7,22$). Содержание подвижного фосфора, а также подвижных форм тяжелых металлов и микроэлементов в контроле №2 выше, чем в контроле №1. Остальные показатели в контроле №1, включая содержание обменного калия, общего азота, органического вещества, выше. По содержанию подвижных форм Pb, Cu, Zn различия по контрольным участкам незначительны или статистически недостоверны. Наиболее заметны различия по содержанию подвижного фосфора, а из микроэлементов – подвижного Со, содержание которых в контроле №2 значительно выше, чем в контроле №1.

На территориях, подверженных орнитогенному воздействию со стороны колониального поселения чайковых, обменная кислотность, по сравнению с контрольным участком, выше. С увеличением плотности гнездования здесь наблюдается снижение значения pH. Субстрат, расположенный непосредственно под гнездами чаек, отличается наиболее кислой реакцией.

При сильном орнитогенном воздействии в пределах колонии кислотность почвы растет, значения pH в среднем по колонии снижаются по сравнению с контролем на 0,2-0,4 pH, а непосредственно под гнездами – на 0,5 pH.

На всех выбранных участках в пределах колонии по исследуемым агрохимическим показателям наблюдается их достоверное увеличение по

сравнению с контролем. Лишь рост содержания подвижных форм Cd на участках с низкой плотностью гнездования чаек статистически недостоверен.

Содержание подвижного фосфора в почве колебалось в пределах изучаемой части колонии от 195 до 265 мг/кг, непосредственно под гнездами – 288 мг/кг. В среднем содержание подвижного фосфора в пределах обследуемой нами территории колонии по сравнению с контролем возрастает в 1,6 раза, а его содержание в почве непосредственно под гнездами – в 2 раза. В пределах занимаемой колонией территории различия между содержанием подвижного фосфора на участках, подверженных орнитогенному воздействию разной степени, достоверны, наблюдается четкая зависимость повышения его

Таблица 1. Содержание N, P, K и органического вещества в почве под колонией чаек и вне ее, средние значения \pm доверительный интервал при $p < 0,05$

Участок	pH	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Общ. азот, %	Орг. в-во, %
1	6,34 \pm 0,00	288,00 \pm 4,53	260,50 \pm 1,70	0,78 \pm 0,06	9,10 \pm 0,00
2	6,48 \pm 0,02	249,17 \pm 10,16	252,67 \pm 6,61	0,64 \pm 0,03	8,77 \pm 0,04
3	6,66 \pm 0,03	210,00 \pm 9,62	228,17 \pm 3,70	0,52 \pm 0,03	8,57 \pm 0,11
4	6,86 \pm 0,00	145,50 \pm 1,13	183,50 \pm 1,13	0,41 \pm 0,01	7,60 \pm 0,00
5	7,00 \pm 0,04	376,67 \pm 17,75	162,50 \pm 26,14	0,53 \pm 0,05	6,47 \pm 0,18
6	7,22 \pm 0,01	277,50 \pm 2,83	141,00 \pm 1,13	0,31 \pm 0,01	5,40 \pm 0,00

1 – под гнездами, 2 – на участках с высокой плотностью гнездования, 3 – на участках с низкой плотностью гнездования, 4 – контрольный участок, аналогичный местам гнездования, 5 – в местах отдыха чаек, 6 – контрольный участок, аналогичный местам отдыха чаек

Таблица 2. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве под колонией чаек и вне ее, средние значения \pm доверительный интервал при $p < 0,05$

Участок	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Со, мг/кг	Mn, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг
1	0,135 \pm 0,006	7,680 \pm 0,045	0,536 \pm 0,001	160,800 \pm 1,811	0,275 \pm 0,006	0,165 \pm 0,006
2	0,123 \pm 0,004	7,518 \pm 0,062	0,531 \pm 0,033	147,533 \pm 11,938	0,272 \pm 0,026	0,157 \pm 0,008
3	0,117 \pm 0,004	6,167 \pm 0,113	0,436 \pm 0,008	150,283 \pm 6,341	0,232 \pm 0,003	0,150 \pm 0,007
4	0,100 \pm 0,001	5,235 \pm 0,007	0,404 \pm 0,001	118,150 \pm 2,150	0,210 \pm 0,001	0,140 \pm 0,001
5	0,143 \pm 0,008	5,930 \pm 0,283	0,756 \pm 0,039	166,733 \pm 7,858	0,245 \pm 0,010	0,213 \pm 0,021
6	0,110 \pm 0,001	5,110 \pm 0,023	0,701 \pm 0,01	132,200 \pm 0,679	0,215 \pm 0,06	0,190 \pm 0,001

1 – под гнездами, 2 – на участках с высокой плотностью гнездования, 3 – на участках с низкой плотностью гнездования, 4 – контрольный участок, аналогичный местам гнездования, 5 – в местах отдыха чаек, 6 – контрольный участок, аналогичный местам отдыха чаек

концентрации в почве от увеличения интенсивности орнитогенного воздействия.

Содержание в почве подвижных форм калия варьирует в пределах колонии в среднем от 224 до 260 мг/кг. Максимальное значение достигается непосредственно под гнездами – 261 мг/кг, где наблюдается превышение их концентрации по сравнению с контролем в 1,4 раза. На участках с максимальной плотностью гнездования концентрация подвижного калия в почвах возрастает настолько, что его содержания в почвах вне зон непосредственного влияния гнезд и внутри них практически неразличимы. Наблюдается отчетливая статистически достоверная зависимость увеличения содержания обменного калия в почвах с увеличением плотности гнездования чаек.

Общее содержание азота в верхнем горизонте почвы также растет с увеличением плотности поселения птиц. Максимальное увеличение общего азота (в 1,9 раза по сравнению с контролем) наблюдается в зонах непосредственного влияния гнезд. На участках с высокой плотностью гнездования отмечается превышение его концентрации в почве в 1,6 раза, на участках с низкой плотностью гнездования – в 1,3 раза. Различия между участками по показателям статистически достоверны.

Содержание органического вещества в почве на участках с высокой и низкой плотностью гнездования достоверно различается, однако отличие по показателям небольшое. Превышение по сравнению с контролем в местах с высокой плотностью гнездования составило 1,15 раза, с низкой плотностью гнездования – 1,13 раза. Максимальное увеличение отмечено под гнездами – в 1,2 раза.

Концентрация подвижных форм меди в почве под гнездами выше, чем в контроле, в 1,35 раза. Содержание Си в зонах влияния гнезд достоверно незначительно отличается от показателей на участках с высокой плотностью гнездования и вне их. Не обнаружено статистически достоверных отличий показателей ее концентрации в местах с различной плотностью гнездования.

Содержание в почве подвижных соединений цинка существенно не отличается в зонах влияния гнезд и в местах с высокой плотностью гнездования. Под гнездами зафиксирован прирост

Zn в 1,5 раза по сравнению с контролем. Зависимость роста концентрации доступного Zn в почве от увеличения плотности гнездования статистически достоверна.

Содержание подвижного кобальта в почве в зоне влияния гнезд приблизительно в 1,3 раза выше, чем в контроле. Достоверных различий между показателями под гнездами и на участках с высокой плотностью гнездования нет. В местах с низкой плотностью гнездования зафиксирован незначительный прирост Со в 1,1 раза.

Наибольшая концентрация подвижного марганца зафиксирована в зонах влияния гнезд (161 мг/кг), она превышает контрольные показатели примерно в 1,4 раза. Отличия содержания подвижного Mn в почве на участках под гнездами и участках с высокой плотностью гнездования чаек, а также различия показателей на участках с высокой и с низкой плотностью гнездования недостоверны. Зависимость роста концентрации Mn в почве от увеличения степени орнитогенного воздействия не обнаружена.

Показатели содержания подвижных форм свинца в почве в зонах влияния гнезд и на участках с высокой плотностью гнездования статистически достоверно не отличаются, обнаружено превышение над контрольными показателями в 1,3 раза. В местах с низкой плотностью гнездования увеличение концентрации Pb в почве составляет 1,1 раза. С ростом плотности гнездования увеличивается содержание Pb в почве.

Содержание подвижного кадмия в почве в местах гнездования отличается от показателей контроля незначительно и варьирует мало.

В местах отдыха чаек химический состав почвы отличается от аналогичного им контрольного участка. Кислотность почвы увеличивается на 0,2 рН. Агрохимический анализ позволяет считать, что в местах отдыха чаек в почве увеличивается содержание всех исследуемых веществ – подвижного фосфора в 1,36 раза, обменного калия в 1,15 раза, общего азота в 1,7 раза, органического вещества в 1,2 раза. Из подвижных форм тяжелых металлов и микроэлементов наиболее существенный прирост у меди – в 1,3 раза. Содержание подвижных соединений цинка выше, чем в контроле, почти в 1,2 раза, марганца – в 1,3 раза. Наименее заметный прирост зафиксирован у подвижных форм

кобальта, свинца и кадмия – приблизительно в 1,1 раза. Различия между содержанием обменного калия в местах отдыха чаек и на контрольном участке (контроль 2) относительно невелики и статистически недостоверны.

На основании сравнительного анализа можно выделить группы элементов в зависимости от показателей прироста их концентрации в почве в различных условиях (табл. 3).

У одних элементов (кадмий, марганец) прирост концентрации мало варьирует в зависимости от интенсивности и характера орнитогенного пресса, у других (медь, свинец) наблюдаются некоторые колебания этого показателя. У третьих (азот, фосфор, калий, цинк) – варьирование орнитогенного прироста концентрации в зависимости от положения участка в колонии максимально. Именно элементам последней группы принадлежат и наибольшие максимальные показатели роста концентрации в местах гнездования чаек по сравнению с фоном. В местах отдыха чаек относительно высокие показатели прироста лишь у одного элемента – азота.

Низкое содержание подвижных форм тяжелых металлов и микроэлементов в почве может быть связано со значительным их выносом с растительностью и с переходом части элементов в растворенные формы в воде. Максимальный рост содержания всех исследуемых веществ в почве зафиксирован на участках в зоне непосредственного влияния гнезд. Прирост концентрации подвижных форм фосфора, калия и цинка в местах гнездования выше, чем в местах отдыха чаек (по сравнению с их соответствующими контролями). По приросту содержания остальных исследуемых соединений обнаруживается сходство между местами гнездования (участками с высокой или низкой плотностью гнездования) и местами отдыха. Показатели прироста общего азота в почве в местах отдыха даже выше показателей его прироста в местах с высокой плотностью гнездования. Это может быть связано с различием гидрологических условий, составом и обилием растительности в местах гнездования и местах отдыха чаек.

Список использованной литературы:

1. Бреслина И.П., Карпович В.Н. Развитие растительности под влиянием жизнедеятельности колониальных птиц // Ботанический журнал, 1969. №5. С. 690-696.

Таблица 3. Интенсивность увеличения концентрации элементов на участках, подверженных орнитогенному воздействию, по сравнению с контролем

Прирост, %	по сравнению с контролем №1			по сравнению с контролем №2
	Cd	Cd	Cu, Zn, Co, Pb, Cd	
0-20	Cd	Cd	Cu, Zn, Co, Pb, Cd	K, Zn, Co, Pb, Cd
21-40	Cu, Co, Mn, Pb	K, Cu, Co, Mn, Pb	K, N, Mn	P, Cu, Mn
41-60	K, Zn	N, Zn	P	
61-80		P		N
81-100	P, N			

1 – под гнездами, 2 – на участках с высокой плотностью гнездования, 3 – на участках с низкой плотностью гнездования, 4 – в местах отдыха чаек

Заключение

Расположенная на северо-востоке Владимирского ополья на территории заказника «Ильинский луг» колония озерных чаек, насчитывающая в разные годы 350-500 пар, оказывает заметное воздействие на особенности химизма почв, находящихся в местах гнездования и отдыха чаек. На особенности орнитогенного роста концентрации минеральных элементов проследживается влияние как интенсивности воздействия, так и особенностей местных условий. И в местах гнездования, и в местах отдыха чаек возрастают кислотность почвы и содержание в ней органического вещества, отмечены изменения элементного состава почвы по сравнению с фоновыми показателями. В местах гнездования чаек наиболее заметен рост концентрации фосфора, азота, цинка, отчасти калия. Наибольшая концентрация этих элементов отмечена в пригнездовых зонах: концентрация фосфора и азота здесь превышает соответствующие фоновые показатели в 1,9-2 раза, концентрация калия и цинка – в 1,4-1,5 раза. Несколько менее заметен рост концентрации меди, марганца, кобальта, цинка. В местах отдыха чаек наиболее заметным оказалось увеличение содержания общего азота в почве (в 1,7 раза); несколько менее выражено увеличение концентрации подвижного фосфора, меди и цинка (в 1,3-1,4 раза).

Фундаментальные проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия

2. Винокуров И. Заказник «Ильинский луг» // Газ. «Суздальская новь», №43 (93706) от 2 июня 1999 г. Суздаль. С. 2.
3. Втюрина Т.П. Средообразующая деятельность врановых птиц в местах их массовых скоплений / Автореф. на соискание ученой степени к.б.н. – М., 2003. 20 с.
4. Галкина В.П. О химическом составе растворимых веществ экскрементов морских рыбоядных птиц // Экология, 1974. №5. С. 23-28.
5. Лысенков Е.В., Спиридонов С.Н., Константинов В.М., Лапшин А.С. Экология и биоценоотическое значение врановых птиц Мордовии.– Саранск; Улан-Удэ: МПГУ, МГПИ, Бурят. гос. ун-т, 2004. 232 с.
7. Нагайцева Ю. Н. Локальные трансформации почвенного и растительного покрова верховых болот под влиянием жизнедеятельности скопы / Автореф. на соискание ученой степени к.б.н. – М., МПГУ, 2005. 21 с.
8. Недосекин А.А. Влияние колониальных поселений серой цапли на ее гнездовые местообитания в европейском центре России / Автореф. на соискание ученой степ, к.б.н. – М., 2003. 20 с.
9. Резникова Н.Ю., Быков А.В., Линдеман Г.В. Зоогенный перенос азота в искусственных насаждениях и его перераспределение по почвенному профилю // Почвоведение, 1992. № 9. С. 79-86.
10. Романов В.В., Захаренко К.А. Некоторые особенности фауны и населения птиц окрестностей Суздаля // Бутурлинский сборник: Материалы II Международных Бутурлинских чтений.– Ульяновск: Изд-во «Корпорация технологий продвижения», 2006. С. 258-268.
11. Татарникова И.Н. Количественная характеристика экскреторной деятельности крупных чаек и влияние ее на растительность // Роль животных в функционировании экосистем. – М.: Наука, 1975. С. 107-110.
12. Тупицын И.И. Роль чайковых птиц в функционировании прибрежных экосистем озера Байкал / Автореф. на соискание ученой степени к.б.н. – Иркутск, 1997. 18 с.