

УДК 591.55:595.76:574.5(282.247.321.78)(282.247.321.7)

Оценка состояния комплексов жесткокрылых прибрежных экосистем рек Ипуть и Сож

А.А. КАБЫШЕВА, Н.Г. ГАЛИНОВСКИЙ

Приведена оценка состояния комплексов жесткокрылых прибрежных экосистем рек Ипуть и Сож. Проанализирован видовой состав, выявлены экологические особенности, степень доминирования и параметры биоразнообразия, проведен таксономический анализ в сообществах жесткокрылых рек Ипуть и Сож под действием рекреационной нагрузки. Было установлено, что рекреационная нагрузка не всегда приводит к резкому сокращению видового богатства и численности, но в то же время в этих условиях наблюдается перестройка видового состава и структуры сообществ жесткокрылых.

Ключевые слова: жесткокрылые, прибрежные экосистемы, рекреационная нагрузка, гидропреферендум, биопреферендум, пищевая специализация.

The work is provided with an assessment of the coleopteran complexes of rivers Iput and Sozh coastal ecosystems. The analysis of species composition, the ecological features, degree of dominance and biodiversity parameters, taxonomical review in beetle communities of the Iput and Sozh rivers under the recreational load has been carried out. The recreational pressure does not always lead to severe reduction of species abundance and richness but at the same time we can observe a rebuilding of species composition and a coleopterans communities structure.

Keywords: beetles, coastal ecosystems, recreational load, hydropreference, biopreference, nutrition specialization.

Введение. Изучение жесткокрылых, обитающих в герпетобии береговых экосистем важны в связи с интенсивным процессом изменения ландшафтов человеком, вследствие чего многие виды исчезают, уменьшаются в численности, а некоторые, наоборот, получают ряд преимуществ для обитания и развития. По изменению состава сообществ, в том числе и прибрежных, можно судить об изменениях окружающей среды определенных территорий.

Исследования прибрежной фауны жесткокрылых Гомеля и Гомельской области малочисленны. Среди них в большей мере проводились исследования, связанные с изучением герпетобионтных жесткокрылых береговых сообществ реки Сож [1], [2]. Установлено, что увеличение рекреационной нагрузки не всегда приводит к резкому сокращению видового богатства и численности, но в этих условиях наблюдается перестройка видового состава и структуры сообществ жесткокрылых. Исследовались также прибрежные сообщества жесткокрылых реки Ипуть [3], [4], где был отмечен новый вид для фауны Беларуси [5].

Таким образом, **целью** нашего исследования было выявление особенностей населения и структуры сообществ жесткокрылых прибрежных экосистем рек Сож и Ипуть с различной степенью рекреационной нагрузки.

Материалы и методы. Исследования проводились на 6 стационарных участках прибрежной зоны рек Ипуть и Сож (по 3 на каждой реке). Выбор участков осуществлялся по 3 параметрам: проективному покрытию, следам посещения и частоте посещаемости. В зависимости от них рекреационное воздействие на участках оценивали по пятибалльной шкале (таблица 1).

Таблица 1 – Степень рекреационного воздействия на прибрежные экосистемы

| Фактор рекреационного воздействия | Степень рекреационного воздействия | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| | I | II | III | IV | V |
| Проективное покрытие | 100 % | 80 % | 60 % | 40 % | 20 % и меньше |
| Следы посещения | Кострищ и мусора нет | 1 кострище, мусора нет | 2 кострища и / или бумага | 3 кострища, бумага, пластик | Более трех кострищ, бумага, пластик в значительных количествах |
| Посещаемость | нет | крайне редко | редко | часто | постоянно |

Стационар «Ипать 1». Располагался вблизи моста через реку Ипать, активно посещался отдыхающими. Степень рекреационного воздействия – IV балла. Наблюдались значительные загрязнения полимерными изделиями. Берег пологий. Из растительности преобладали: горец птичий, подорожник большой, мятлик луговой, лапчатка гусиная, клевер ползучий, ива козья. Проективное покрытие – 35 %.

Стационар «Ипать 2». Подвергался незначительному рекреационному воздействию со стороны отдыхающего населения (II балла). Берег обрывистый. Растительность: клевер луговой, ослинник двулетний, полынь обыкновенная, мелколепестник канадский, мятлик луговой, осока острая, тимофеевка луговая, одуванчик обыкновенный, подорожник большой, пижма обыкновенная, ива козья, ежевика сизая. Проективное покрытие – 80 %.

Стационар «Ипать 3». Участок не являлся активной зоной отдыха человека, практически не посещался населением города (степень рекреационного воздействия – I балл). Растительность: мятлик, тимофеевка, клевер пашенный, пижма обыкновенная, клоповник мусорный, тысячелистник обыкновенный, подорожник ланцетолистный, одуванчик обыкновенный, лапчатка гусиная. Проективное покрытие – 85 %.

Стационар «Сож 1». Располагался вблизи гребной базы БФСО «Динамо», являлся активным местом отдыха человека, вследствие чего характеризовался наибольшей рекреационной нагрузкой из всех представленных участков берега реки Сож – IV балла. Засоренность данного участка невысокая.

Стационар «Сож 2». Отмечалась небольшая засоренность полимерными изделиями. Степень рекреационного воздействия – III балла. Берег пологий. Растительность: девясил иволистный, мятлик луговой, подорожник большой, лапчатка гусиная, пижма обыкновенная, сусак зонтичный, осока острая, клоповник мусорный, ситник тонкий, ива козья, ежевика сизая. Проективное покрытие – 70 %.

Стационар «Сож 3». В наименьшей степени был подвержен рекреационному воздействию (II балла). Берег пологий. Растительность: дурнишник обыкновенный, пижма обыкновенная, мелколепестник канадский, вероника колосистая, подорожник большой, девясил иволистный, клоповник мусорный, мятлик луговой, тимофеевка луговая, ива козья. Проективное покрытие – 85 %.

Сбор жесткокрылых осуществлялся с использованием почвенных ловушек (фиксатор – 9 % столовый уксус). На каждом участке размещалось по 10 ловушек в линию. Смена ловушек осуществлялась в течение 14 дней. Собранные имаго жесткокрылых размещались на ватные слои для дальнейшего определения. Идентификация видов жесткокрылых проводилась при помощи общепринятых определительных таблиц.

Анализ параметров разнообразия проведен с использованием индекса информационного разнообразия Шеннона, индекса концентрации доминирования Симпсона, выравнимости по Пиелу, а так же графического метода описания – рангового распределения обилий. Для сравнительного анализа сходства сообществ жесткокрылых использовался кластерный анализ, в основе которого был заложен коэффициент Жаккара. Доминирование в сообществах определялось по шкале Ренконена [6].

Результаты исследований. За период исследований было коллектировано 3992 экземпляра жесткокрылых, относящихся к 133 видам и 20 семействам. Наибольшим превосходством, как в численном, так и в видовом отношении, отличались жужелицы – 64 вида при относительном обилии особей от 46,15 % до 87,17 % в сообществе. В колеоптерокомплексах берега реки Сож с ростом рекреационной нагрузки наблюдалось снижение обилия представителей данного семейства. Так, на стационаре «Сож 3» обилие жужелиц составляло 87,17 %, на участке «Сож 2» – 70,79 %, а в сообществах стационара с наибольшей рекреационной нагрузкой («Сож 1») – 56,82 %. В то же время на исследованных прибрежных территориях реки Ипать обилие представителей данного семейства, наоборот, возрастало: относительное обилие жужелиц на участке «Ипать 1» составляло 46,15 %, на стационаре «Ипать 2» несколько выше – 50,56 %, и наибольшее обилие особей зафиксировано на участке «Ипать 1» – 58,3 %. Так же в видовом отношении доминантами выступали семейства Curculionidae (20 видов), Staphylinidae (11 видов) и Chrysomelidae (6 видов). Однако по относительному обилию особей данные семейства уступали пластинчатоусым (2,9 %–26,41 %).

В результате исследований выяснилось, что наибольшим видовым богатством отличались стационарные участки берега реки Ипуть (117 видов), здесь же зафиксировано и наибольшее число особей жесткокрылых – 2594. Исследованные участки берега реки Сож характеризовались меньшим видовым составом (92) и числом особей (1398).

Следует отметить, что с ростом рекреационного воздействия в сообществах жесткокрылых берега реки Ипуть снижалось как видовое богатство, так и обилие особей. Так, в прибрежных комплексах участка с наименьшей степенью рекреационной нагрузки количество видов и особей составляло 90 и 1302 соответственно, в то же время в сообществах стационара «Ипуть 2» количество особей сократилось практически вдвое (8390 особей), а видовое богатство составило 73 вида. И, наконец, наименьшие показатели зафиксированы в сообществах участка «Ипуть 1» – 64 вида и 462 особи жесткокрылых. Однако на стационарах берега реки Сож такая тенденция не прослеживалась. Таким образом, можно сказать, что рекреационная нагрузка не всегда приводит к снижению видового спектра и численности жесткокрылых.

В результате исследований, на основании проведенного однофакторного дисперсионного анализа было выявлено, что численность жесткокрылых достоверно ($F = 4,55$; $p = 0,0004$) зависит от месторасположения исследованной экосистемы (рисунок 1).

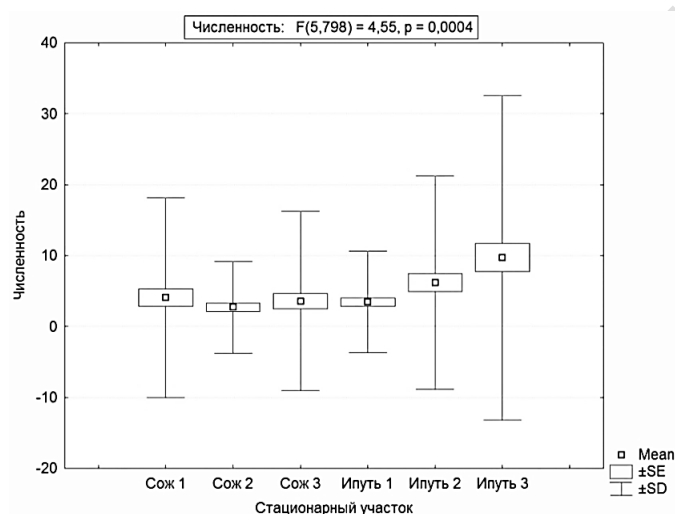


Рисунок 1 – Изменение численности жесткокрылых на стационарных участках берегов реки Сож и Ипуть

Анализируя степень доминирования жесткокрылых в исследованных сообществах, следует отметить, что общих доминантных видов для 6 изученных участков зафиксировано не было. Это косвенно может свидетельствовать о своеобразной уникальности видового состава прибрежных сообществ каждой из рек. Однако, в то же время, следует выделить виды, которые являлись доминантами на том или ином прибрежном участке каждой из рек. Так, например, чернотелка *Cripticus quisquilis* (18,94 %) и жужелицы *Amara aenea* (19,49 %) и *Harpalus affinis* (5,65 %) являлись абсолютными доминантами на стационаре «Сож 1», в то время как на остальных участках данные жесткокрылые отмечены как субдоминанты, рецеденты и субрециденты, либо вовсе не были зафиксированы. Мелкий *Phalacrus caricus*, предпочитающий открытые местообитания с невысоким проективным растительным покрытием, был отмечен как доминантный вид лишь на стационарном участке с высокой степенью антропогенной нагрузки – «Ипуть 1» (относительное обилие составило 5,84 %). Жужелица *Pterostichus melanarius* преобладала на стационарах «Сож 2» (13,93 %) и «Сож 3» (22,77 %), на остальных же участках данный вид отмечен как рецедент и субрецидент с долей менее процента.

На основании показаний индекса фаунистического сходства Жаккара был проведен кластерный анализ и объединение сообществ жесткокрылых на всех изученных участках (рисунок 2). Было установлено, что видовой состав жесткокрылых стационаров «Ипуть 2» и «Ипуть 3», которые отличались незначительной рекреационной нагрузкой, сходен более чем на 50 %. Эти участки образуют отдельный кластер. В этой же ветви кластера выделяются и участки «Сож 2» и «Сож 3», которые также объединены в единый кластер.

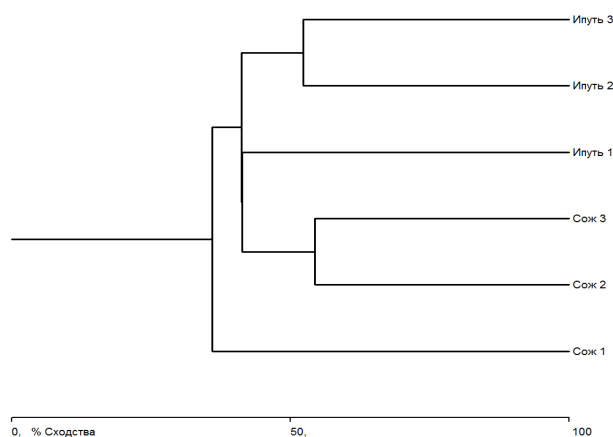


Рисунок 2 – Дендрограмма сходства сообществ жесткокрылых берегов рек Ипуть и Сож

Все вышеперечисленные участки схожи по видовому составу с участком «Ипуть 1», который был подвержен наибольшему рекреационному воздействию (рисунок 2).

Примечательно, что участок более крупной реки («Сож 1»), характеризующийся высокой степенью рекреационной нагрузки, образует единый кластер со всеми исследованными участками. Это свидетельствует о значительном видовом сходстве сообществ участка «Сож 1» со всеми изученными стационарами.

Для колеоптерокомплексов берега реки Сож характерно невысокое информационное разнообразие (колебалось в пределах от 1,27 до 1,33). Наименьший показатель индекса Шеннона был зафиксирован на участке, который в меньшей степени подвергался рекреационной нагрузке. При оценке рангового распределения обилий в сообществах жесткокрылых берега реки Сож следует отметить тот факт, что на стационаре «Сож 1», который подвергался наибольшей рекреационной нагрузке со стороны отдыхающего населения, редких видов больше, чем обильных (рисунок 3). Это подтверждается высоким показателем концентрации доминирования на данном участке (0,09). Эти особенности позволяют отнести распределение видов жесткокрылых в сообществах с наибольшей степенью рекреационного воздействия к модели логарифмического ряда. Стационар с наименьшей рекреационной нагрузкой в большей мере соответствует модели лог-нормального распределения (рисунок 3).

Линия ранжирования стационарного участка с промежуточной степенью рекреационного воздействия («Сож 2») более сглажена, что говорит о наибольшей выравненности на данном участке – 0,85, в то время как на участках «Сож 1» и «Сож 3» показатели выравненности несколько ниже – 0,74 и 0,75 соответственно. Таким образом, распределение видов жесткокрылых на стационаре «Сож 2» наиболее соответствует модели «разломанного стержня» МакАртура, что характерно для сообществ с неперекрывающимися нишами и интенсивной межвидовой конкуренцией.

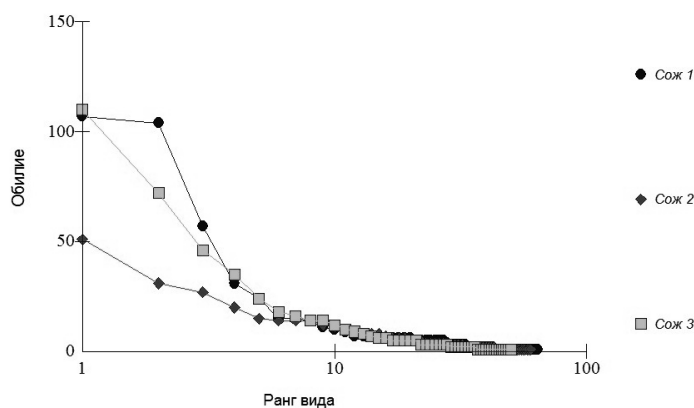


Рисунок 3 – Ранговое распределение обилий в сообществах жесткокрылых берега реки Сож

Окончание таблицы 4

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| Ксерофилы | 7 | 10,8 | 7 | 6,5 | 11 | 8,7 | 8 | 41,7 | 4 | 3,6 | 3 | 0,8 |
| Мезогигрофилы | 11 | 16,2 | 10 | 8,0 | 9 | 6,6 | 5 | 2,7 | 5 | 4,9 | 6 | 9,3 |
| Мезоксерофилы | 7 | 9,7 | 14 | 14,8 | 17 | 14,6 | 14 | 20,0 | 10 | 12,3 | 7 | 11,6 |
| Мезофилы | 22 | 47,4 | 28 | 62,4 | 32 | 55,7 | 27 | 31,7 | 25 | 65,6 | 22 | 58,4 |
| Биопреферendum | | | | | | | | | | | | |
| Береговой | 15 | 16,7 | 9 | 3,7 | 14 | 12,8 | 5 | 2,4 | 7 | 9,0 | 9 | 14,1 |
| Болотный | 3 | 1,7 | 3 | 4,1 | 5 | 1,9 | 2 | 0,7 | 1 | 2,7 | 2 | 8,5 |
| Водный | 0 | 0 | 2 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Лесной | 11 | 10,2 | 12 | 15,4 | 15 | 7,2 | 11 | 4,4 | 9 | 7,4 | 7 | 4,8 |
| Луговой | 15 | 17,8 | 21 | 23,5 | 28 | 31,9 | 22 | 29,0 | 20 | 40,2 | 15 | 46,6 |
| Полевой | 17 | 36,8 | 19 | 27,7 | 24 | 30,0 | 17 | 59,7 | 17 | 32,5 | 14 | 23,2 |
| Синантропный | 1 | 3,5 | 2 | 6,5 | 1 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 0,3 | 1 | 0,6 |
| Убиквисты | 2 | 13,4 | 5 | 18,8 | 3 | 15,8 | 7 | 3,8 | 5 | 7,9 | 2 | 2,3 |
| Пищевая специализация | | | | | | | | | | | | |
| Детритофаги | 1 | 0,2 | 2 | 0,6 | 3 | 2,2 | 1 | 1,1 | 3 | 1,4 | 2 | 0,6 |
| Зоофаги | 16 | 14,3 | 13 | 9,0 | 19 | 10,8 | 7 | 5,1 | 12 | 14,5 | 13 | 19,1 |
| Копрофаги | 1 | 7,8 | 1 | 11,8 | 1 | 14,0 | 1 | 0,2 | 1 | 5,5 | 1 | 1,2 |
| Лимфофаги | 1 | 2,4 | 2 | 2,4 | 2 | 0,3 | 2 | 1,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Миксофаги | 24 | 44,2 | 26 | 41,9 | 32 | 35,4 | 26 | 51,9 | 23 | 57,1 | 20 | 67,9 |
| Мицетофаги | 1 | 5,9 | 1 | 3,3 | 1 | 3,2 | 0 | 0,0 | 1 | 0,3 | 1 | 2,9 |
| Некрофаги | 1 | 3,5 | 2 | 6,5 | 1 | 0,5 | 1 | 0,2 | 1 | 0,3 | 2 | 0,8 |
| Палинофаги | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,4 | 1 | 0,3 | 0 | 0 |
| Сапрофаги | 10 | 15,2 | 12 | 18,6 | 6 | 23,0 | 12 | 35,2 | 10 | 11,8 | 5 | 3,5 |
| Фитофаги | 9 | 6,7 | 14 | 5,9 | 25 | 10,7 | 13 | 4,9 | 8 | 9,0 | 6 | 3,9 |
| Всего видов | 64 | | 73 | | 90 | | 64 | | 60 | | 50 | |
| Всего особей | | 462 | | 830 | | 1302 | | 549 | | 366 | | 483 |

Так, на стационарном участке «Сож 3» зафиксировано 3 вида ксерофилов при относительном обилии 0,8 %, а на участке «Сож 1» – уже 8 видов при относительном обилии 41,7 %. Это можно объяснить тем, что с ростом рекреационного воздействия уменьшается проективное покрытие почвы.

При рассмотрении спектра биоценозов, в которых предпочитают обитать собранные жесткокрылые, было выявлено 8 биопреферendumов, из которых наиболее широко были представлены луговые виды. Их численность в сообществах более крупной реки снижалась с ростом рекреационной нагрузки, а на стационарах притока Сожа, наоборот, увеличивалась. Наряду с предыдущей группой наблюдалось доминирование полевых видов. К числу преобладающих луговых видов следует отнести *Amara majuscula*, *Calathus fuscipes*, *Harpalus flavescens* и др. Из полевых видов преобладали: *C. quisquilis*, *Poecilus versicolor*, *Harpalus rufipes*. Преобладание луговых и полевых видов объясняется расположением стационаров, а так же наличием на участках соответствующей растительности: лугового и полевого разнотравья.

Группу субдоминантов составляли береговые и лесные жесткокрылые. В меньшей степени были зафиксированы убиквисты, водные, болотные и синантропные виды. Следует отметить, что в сообществах жесткокрылых берега беки Сож убиквисты по обилию особей занимали четвертую позицию из восьми (13,4 %–18,8 %), уступая полевым, луговым и береговым видам. В то же время в таковых сообществах реки Ипать относительное обилие данной группы не превышало 7,9 %.

В результате проведенных исследований было выявлено 10 трофических групп: детритофаги, зоофаги, копрофаги, лимфофаги, миксофаги, мицетофаги, некрофаги, сапрофаги, фитофаги и палинофаги.

В населении жуков преобладали миксофаги, к которым относились представители семейства Carabidae (*A. aenea*, *Calathus erratus*, *Harpalus affinis* и другие), и зоофаги. Представители последних – жужелицы (*Bembidion quadrimaculatum*, *Chlaenius nigricornis*, *Microlestes minutulus* и др.) и кокцинеллиды (*P. quatuordecimpunctata*). Сапрофаги в широком смысле доминировали по относительному обилию в сообществах некоторых стационаров. В меньшей степени были представлены фитофаги. Наименьшим видовым богатством характеризовались такие группы жуков как копрофаги, лимфофаги, мицетофаги, некрофаги, детритофаги и палинофаги. Последние были зафиксированы лишь на стационарах «Сож 2» и «Сож 3».

Заключение. Колеоптерокомплексы берегов исследованных территорий достаточно широко представлены видами (133 вида из 20 семейств), среди которых преобладали жужелицы. Прибрежные сообщества каждой из рек уникальны по видовому составу, что подтверждается результатами кластерного анализа и отсутствием общих доминантных видов. Видовое разнообразие и богатство жесткокрылых в прибрежных сообществах реки Ипуть значительно превышало таковое в сообществах берега реки Сож. Для прибрежных сообществ жесткокрылых рек Ипуть и Сож характерно невысокое информационное разнообразие, которое увеличивалось по мере снижения рекреационного воздействия. Прибрежные сообщества исследованных рек сложены преимущественно мезофильными, мезогигрофильными и гигрофильными полевыми и луговыми миксофагами и зоофагами.

Литература

1. Галиновский, Н.Г. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) береговых урбоценозов реки Сож (на примере г. Гомеля) / Н.Г. Галиновский // Экологический вестник. – 2009. – № 1. – С. 116–124.
2. Галиновский, Н.Г. Жесткокрылые (Ectognatha, Coleoptera) прибрежных урбоценозов р. Сож / Н.Г. Галиновский // Известия ГГУ им. Ф. Скорины. – 2010. – № 3. – С. 166–172.
3. Кабышева, А.А. Эколого-фаунистический обзор колеоптерокомплексов берегов рек Ипуть и Сож с различной степенью рекреационной нагрузки / А.А. Кабышева, Н.Г. Галиновский // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья : сб. докл. Междунар. науч. конф., Минск, 14–17 сент. 2016 г. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол. : В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2016. – Т. 2. – С. 400–405.
4. Галиновский, Н.Г. Эколого-фаунистический обзор жесткокрылых (Ectognatha, Coleoptera) прибрежных сообществ рек Сож и Ипуть в окрестностях города Гомель / Н.Г. Галиновский, А.А. Кабышева // Веснік МДПУ імя І.П. Шамякіна. – 2016. – №2 (48). – С. 22–29.
5. Галиновский, Н.Г. Редкие и новые для фауны Беларуси виды жесткокрылых (Coleoptera) Гомельского региона / Н.Г. Галиновский, А.Н. Крицкая, А.А. Кабышева // Зоологические чтения – 2015: матер. Междунар. научно-практ. конф., Гродно, 22–24 апреля 2015 г. / ГрГУ им. Я. Купалы ; редкол. : О.В. Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2015. – С. 69–70.
6. Renkonen, O. Statistisch-Okologische Untersuchungen über die terrestrische Kaferwelt der finnischen Bruchmoore / O. Renkonen // Ann. Zool., – Bot. Soc. Fennicae. – 1938. – №. 6. – P. 1–231.