

## Экологические аспекты загрязнения рекреационных территорий экскрементами животных

© 2022. И. Н. Лыков<sup>1</sup>, к. м. н., д. б. н., профессор, научный руководитель,  
С. А. Кусачева<sup>2</sup>, к. б. н., доцент,

В. К. Ильин<sup>3</sup>, д. м. н., профессор, зав. отделом,

<sup>1</sup>Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского,  
248023, Россия, г. Калуга, ул. Степана Разина, д. 26,

<sup>2</sup>Московский государственный технический университет  
имени Н. Э. Баумана, Калужский филиал,  
248000, Россия, г. Калуга, ул. Баженова, д. 2,

<sup>3</sup>Государственный научный центр Российской Федерации –  
Институт медико-биологических проблем РАН,  
123007, Россия, г. Москва, Хорошёвское шоссе, д. 76а, стр. 4,

e-mail: linprof47@yandex.ru, Safronova2@mail.ru, Plyin2@imbp.ru

Накопление собачьих фекалий на городских улицах и зонах отдыха из-за привычки владельцев собак не убирать собачьи экскременты может представлять серьёзную экологическую проблему и негативно влиять на здоровье людей, в частности, из-за содержания кишечных нематод и микроорганизмов, которые являются патогенными для человека и животных. В городской среде создаются благоприятные условия для заражения людей и животных, контактирующих с загрязнённой почвой и песком в песочницах. Цель исследования состояла в том, чтобы оценить масштабы паразитарного и микробного загрязнения почв и песочниц, расположенных в жилых массивах г. Калуги (Россия). За последние 19 лет в г. Калуге наблюдается увеличение численности кошек (на 15060 особей) и собак (на 26550 особей), которые являются переносчиками токсокар. Нами исследованы 180 проб почв и песка в различных районах города. Загрязнение почв и песка яйцами *Toxocara* отмечено в районах с высокой плотностью населения, включая игровые площадки и территории детских садов. Процент загрязнённости почв бульваров яйцами *Toxocara* в 4,9 раза превышает загрязнённость песочниц и в 1,9 раза – загрязнённость газонов. Наиболее часто из почв газонов и бульваров высеивали плесневые грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Candida*, *Alternaria* и *Rhizopus*. Бактериальная микробиота представлена *Clostridium*, *Enterococcus*, *Enterobacteriaceae*, *Salmonella* и *Micrococcus*. Среднее количество микроорганизмов, выделяемых из образцов почвы и песка, варьировало в интервале от 1,5 до 3,0 млн КОЕ в 1 г. Выявлено присутствие в атмосфере различных районов города микрококков и спор грибов рода *Cladosporium*, характерных для микробиома собачьих фекалий. Это может быть связано с загрязнением территории города фекалиями собак, являющихся одним из источников бактериального загрязнения атмосферы.

**Ключевые слова:** домашние животные, зоны отдыха, экскременты, токсокары, бактериальное загрязнение.

## Ecological aspects of contamination of recreational areas with animal excrement

© 2022. I. N. Lykov<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-5326-0442<sup>†</sup>

S. A. Kusacheva<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-5392-1597<sup>†</sup>

V. K. Plyin<sup>3</sup> ORCID: 0000-0003-3896-5003<sup>†</sup>

<sup>1</sup>Kaluga State University named after K. E. Tsiolkovsky,  
26, Stepana Razina St., Kaluga, Russia, 248023,

<sup>2</sup>Bauman Moscow State Technical University (Kaluga branch),  
2, Bazhenova St., Kaluga, Russia, 248000,

<sup>3</sup>State Scientific Center of the Russian Federation-Institute  
of Medical and Biological Problems of the Russian Academy of Sciences,  
76A, building 4, Khoroshevskoe Highway, Moscow, Russia, 123007,  
e-mail: linprof47@yandex.ru, Safronova2@mail.ru, Plyin2@imbp.ru

The accumulation of dog feces on city streets and recreation due to the habit of dog owners not to clean dog excrement can be a serious environmental problem and adversely affect public health. Dog feces contain intestinal nematodes and microorganisms that are pathogenic to humans and animals. In an urban environment, favorable conditions are created for the infection of people and animals in contact with contaminated soil and sand in sandboxes. The purpose of this study was to assess the extent of parasitic and microbial contamination of soils and sandboxes located in residential areas of the city of Kaluga (Russia). Over the past 19 years, there has been an increase in the number of cats (by 15,060 individuals) and dogs (by 26,550 individuals) in the city of Kaluga, which are carriers of *Toxocara*. We have studied 180 soil and sand samples in various areas of the city. The pollution of soil and sand with *Toxocara* eggs has been reported in areas with high population density, including playgrounds and kindergarten areas. The percentage of soil pollution of the boulevards by *Toxocara* eggs is 4.9 times higher than the pollution of sandboxes and 1.9 times higher than the pollution of lawns. Most often, mold fungi of the genera *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Candida*, *Alternaria*, and *Rhizopus* were sown from the soils of lawns and boulevards. Bacterial microflora is represented by *Clostridium*, *Enterococcus*, *Enterobacteriaceae*, *Salmonella* and *Micrococcus*. The average number of microorganisms isolated from soil and sand samples varied in the range from 1.5 to 3.0 million CFU per 1 g. The presence of micrococci and spores of the cladosporium fungi characteristic of canine feces microbiome was revealed in the atmosphere of various districts of the city. This may be due to contamination of the city territory with feces of dogs, which are one of the sources of bacterial pollution of the atmosphere.

**Keywords:** domestic animals, recreation, excrement, toxocara, bacterial contamination.

Кошки и собаки являются носителями многих зоонозных паразитов, которые представляют потенциальную угрозу для здоровья человека. Наиболее распространённым гельминтозом человека является токсокароз. Основными переносчиками токсокар (*Toxocara canis*) являются собаки. В меньшей степени это относится к кошкам, которые переносят *Toxocara cati*. Почва считается основным источником передачи токсокар людям. С ростом популяции собак и кошек загрязнению почвы яйцами токсокар подвергаются городские улицы, дворы и детские площадки [1, 2].

Почвы городской среды, а также детские песочницы и игровые площадки постепенно становятся накопительными резервуарами для различных микроорганизмов (МО) и яиц гельминтов, выделяемых с фекалиями домашних животных [3, 4]. Эти резервуары являются благоприятной средой для размножения потенциально патогенных МО благодаря присутствию органических веществ и активному поглощению влаги [5].

Присутствие яиц или личинок гельминтов в загрязнённой почве играет решающую роль среди различных путей передачи кишечных нематод как человеку, так и животным [1, 6]. Кроме того, с фекалиями животных в почву попадают условно-патогенные и патогенные МО. Поэтому паразитарному и бактериальному загрязнению в наибольшей степени подвержены почва и песок в местах, доступных для собак и кошек [2, 3, 7, 8].

Фекалии собак могут содержать различные типы МО, потенциально патогенные для человека. Среди потенциально опасных МО, заселяющих городские почвы и детские песочницы с экскрементами животных, следует выделить кишечную микробиоту, плесневые грибы и клостридии [8, 9]. В 1 г фекалий собаки содер-

жится до 23 млн различных МО, которые могут серьёзно влиять на здоровье людей. Поэтому увеличение количества домашних животных, оставляющих экскременты в почве, детских песочницах и в зонах отдыха, представляет серьёзную эпидемиологическую угрозу.

В особой зоне риска находятся дети, которые в меньшей степени соблюдают правила личной гигиены, а в процессе игры могут заглатывать частицы почвы или песка (геофагия) [10, 11]. Дети любят играть в песочницах, что помогает им развивать моторные и социальные навыки. Поскольку летом дети проводят больше всего времени на улице, риск заражения может возрасти за счёт более высокого уровня загрязнения окружающей среды (ОС) инвазивными формами паразитов.

Особенностью собачьих и кошачьих фекалий, в отличие от травоядных животных, является длительное сохранение в ОС. Собачьим отходам может потребоваться год и более, чтобы полностью разложиться. Не собранные и не утилизированные фекалии собак во время таяния снега или после дождя попадают в городские ливневые стоки, а затем в подземные и поверхностные воды. В 1991 г. Европейское Агентство по охране ОС назвало собачий мусор неточечным источником загрязнения, наряду с пестицидами и другими экотоксикантами.

Целью настоящего исследования явилось изучение паразитарного и микробного загрязнения почв и песочниц, расположенных в жилых массивах г. Калуги (Россия).

### Объекты и методы исследования

Исследовано 60 образцов почвы газонов, 60 образцов почвы внутридворовых террито-

рий и 60 образцов песка из песочниц в различных районах г. Калуги. Образцы отбирали в период с апреля по октябрь в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». Гельминтологическое исследование осуществляли в соответствии с МУК 4.2.2661-10 «Методы санитарно-паразитологических исследований» (утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 23 июля 2010 г.).

Микробиологическое исследование почвы и песка, а также идентификацию выделенных МО проводили в соответствии с МУК 4.2.2661-10 по санитарно-микробиологическому исследованию почвы. Плесневые грибы выращивали на средах Плоскирева и Сабуро. Таксономическую идентификацию плесневых грибов проводили с учётом морфологических характеристик вегетативного мицелия и репродуктивных структур.

Для количественной оценки популяции домашних животных в городе был использован специально разработанный инструментарий – анкета для опроса населения г. Калуги. За 19 лет было опрошено 4500 человек в возрасте старше 16 лет.

Статистическую обработку результатов исследования и расчёт ошибки средней арифметической проводили с помощью инструментов Microsoft Excel.

## Результаты и обсуждение

Результаты анкетирования показывают тенденцию увеличения количества семей, имеющих домашних животных. Причём большинство семей предпочитает содержать в основном кошек и собак, а меньший интерес проявляют к мелким животным (в основном грызунам) и рыбам (рис. 1).

Около 5% семей имеют по 2–3 особи животных. Большинство респондентов предпочитает собак средних и мелких пород.

За последние 19 лет количество кошек и собак в семьях горожан увеличилось, соответственно, на 15060 и 26550 особей. При этом численность кошек в 2019 г. составила 148060 особей, а собак – 107050 особей (рис. 2).

Количество бездомных животных ежегодно уменьшается и в 2019 г. составило не более 0,5% от общего количества домашних кошек и собак.

Более 70% кошек регулярно покидают квартиры для самостоятельных прогулок во дворах. Собак жители выгуливают по несколько раз в день в скверах, на газонах вдоль улиц и на бульварах. Во время прогулок собаки ежегодно оставляют на газонах города от 5 до 8 кг фекалий и от 18 до 21 л мочи на 1 жителя. Поэтому загрязнение городской среды собачьими экскрементами и мочой становится растущей медико-экологической проблемой.

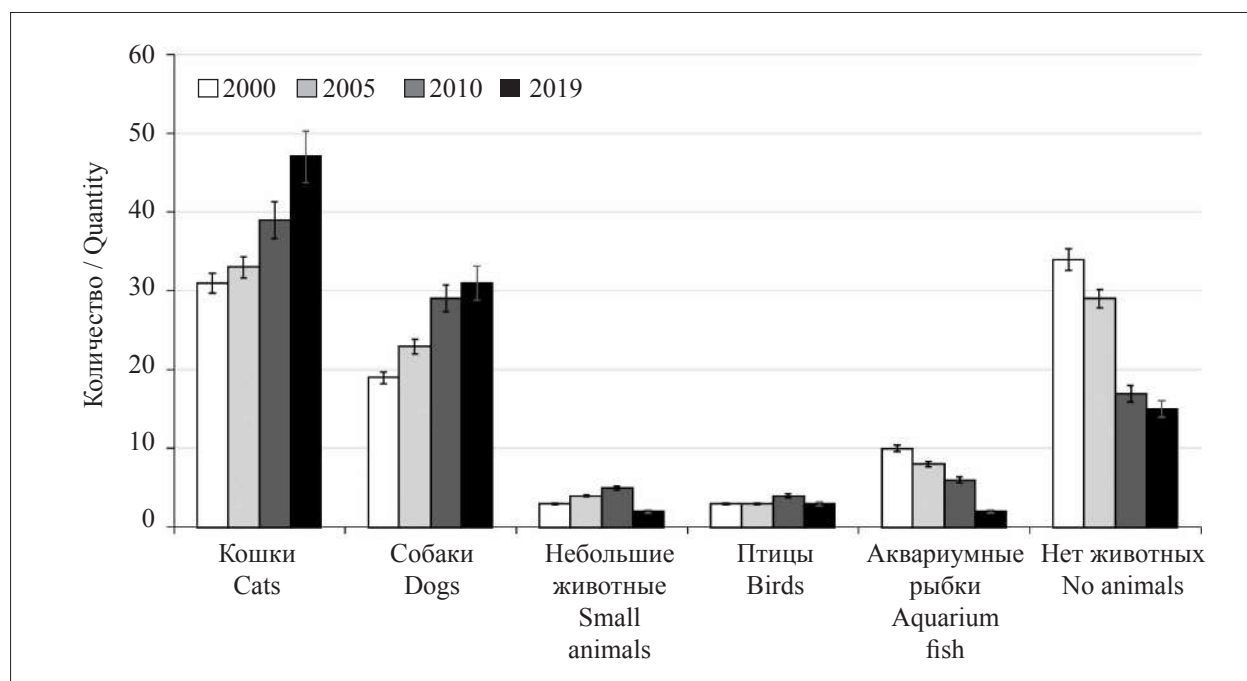
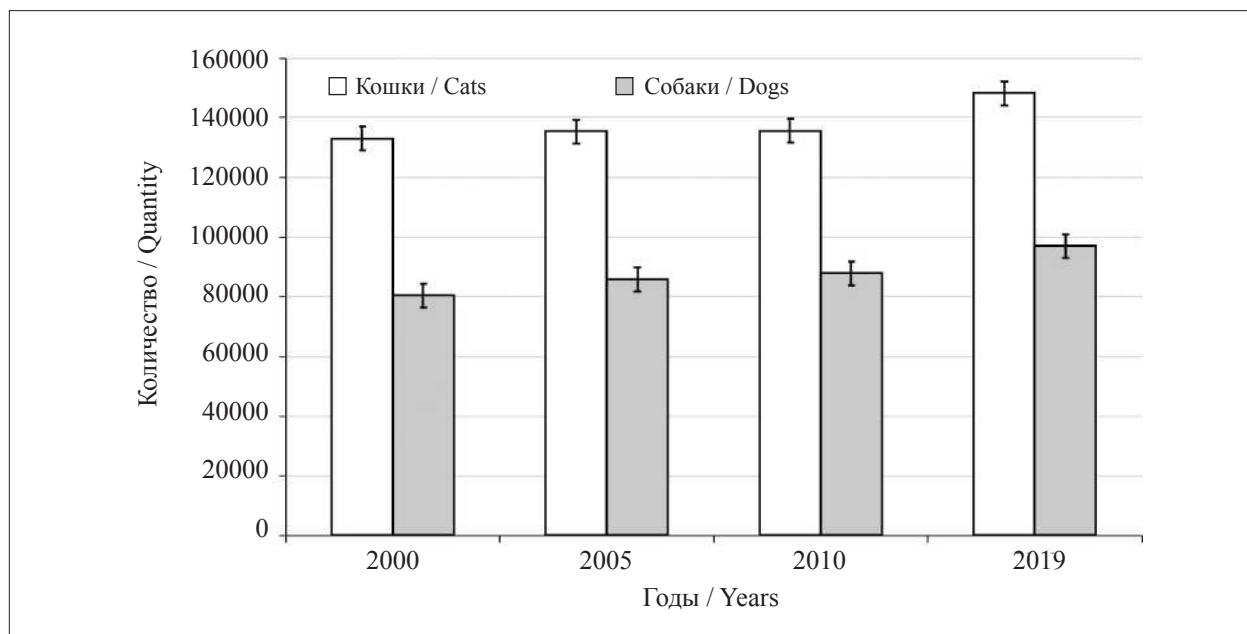


Рис. 1. Динамика численности домашних животных у жителей г. Калуги  
Fig. 1. The dynamics of the number of pets among residents of the city of Kaluga



**Рис. 2.** Динамика численности кошек и собак в г. Калуге  
**Fig. 2.** The dynamics of the number of cats and dogs in the city of Kaluga

Наиболее интенсивное паразитарное загрязнение почв и песка регистрируется в районах с высокой плотностью населения, включая игровые площадки и территории детских садов. Чаще всего токсокары присутствовали в почвах бульваров и газонов (рис. 3).

В целом, вероятность загрязнения почвы и песка яйцами *Toxocara* в исследуемых районах города была значительно выше в апреле – мае и в сентябре – октябре. Это, вероятно, связано с более прохладной и влажной погодой в это время года, что может способствовать выживанию яиц *Toxocara*. В летнее время воздействие солнечного света, высыхание почвы и песка являются важными причинами снижения паразитарного загрязнения.

Установлено, что частота обнаружения яиц токсокар в почвах бульваров в 4,9 раза превышает частоту присутствия яиц токсокар в песочницах и в 1,9 раза – в почве газонов. Среди исследованных участков песок в детских песочницах и почвы внутридворовых территорий реже инфицируются яйцами токсокар. Это может быть связано со стремлением жителей выгуливать собак за пределами своего двора и некоторой территориальной изолированностью детских песочниц.

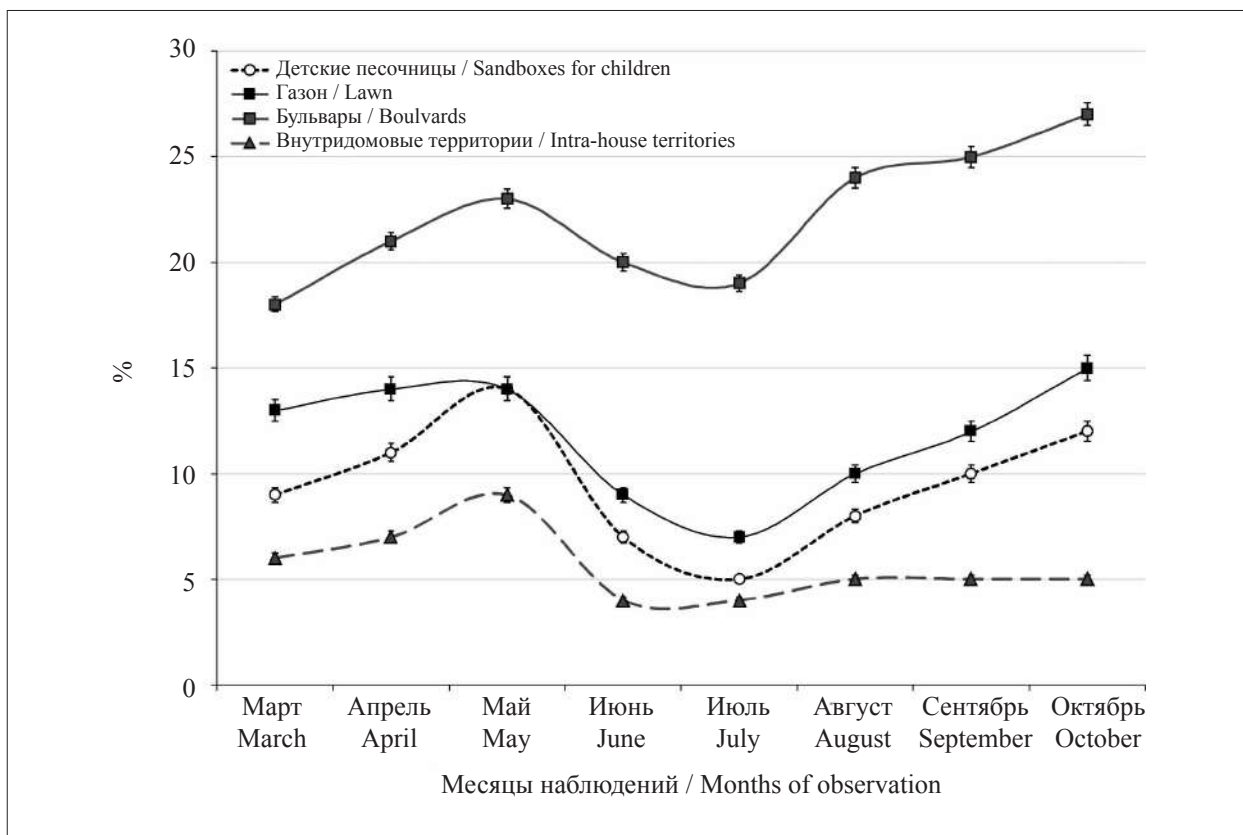
Таким образом, почва жилого фонда и песок детских игровых площадок представляют опасность заражения населения города яйцами токсокар. Об этом свидетельствует тот факт, что в структуре гельминтозов токсокароз

занимает третье место по распространённости среди жителей г. Калуги. Уровень заболеваемости этой инвазией ежегодно увеличивается (рис. 4).

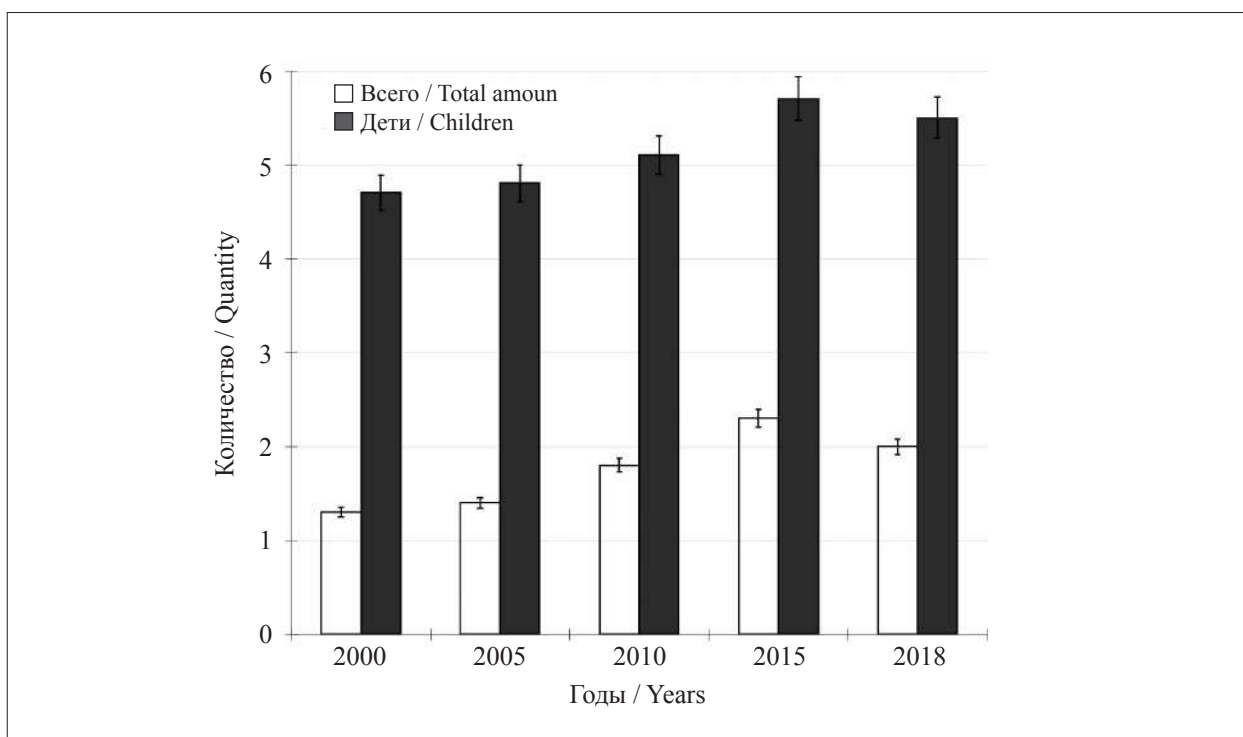
Такое положение, на наш взгляд, является следствием увеличения численности собак и кошек, несоблюдения правил их содержания, отсутствия средств дезинвазии экскрементов, что приводит к более интенсивной циркуляции возбудителя. Это согласуется с данными других авторов [12, 13].

Низкий процент обнаружения яиц *Toxocara* или их отсутствие не исключают возможности присутствия других МО. В образцах почв газонов внутридворовых территорий и в образцах песка из песочниц присутствует большое количество разнообразных видов МО. Плесневые грибы, выделенные из образцов почв, представлены родами *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Candida*, *Alternaria* и *Rhizopus*. В течение всего периода наблюдений наиболее часто из почв газонов и бульваров высевали грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium* (рис. 5).

В летние месяцы увеличивалось количество *Cladosporium*. Эти МО присутствуют также и в микробиоме собачьих экскрементов, что отмечается в исследованиях различных авторов [14, 15]. В образцах песка из песочниц чаще всего присутствовали плесневые грибы родов *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus* и *Alternaria* в количестве от 10000 до



**Рис. 3.** Частота выявления (% от общего количества объектов исследования) загрязнённости почв и детских песочниц яйцами *Toxocara*  
**Fig. 3.** The frequency of detection (% of the total number of research objects) of contamination of soil and children's sandboxes with *Toxocara* eggs



**Рис. 4.** Заболеваемость токсокарозом в г. Калуге на 100 тысяч населения  
**Fig. 4.** The incidence of toxocarosis in the city of Kaluga per 100 thousand population

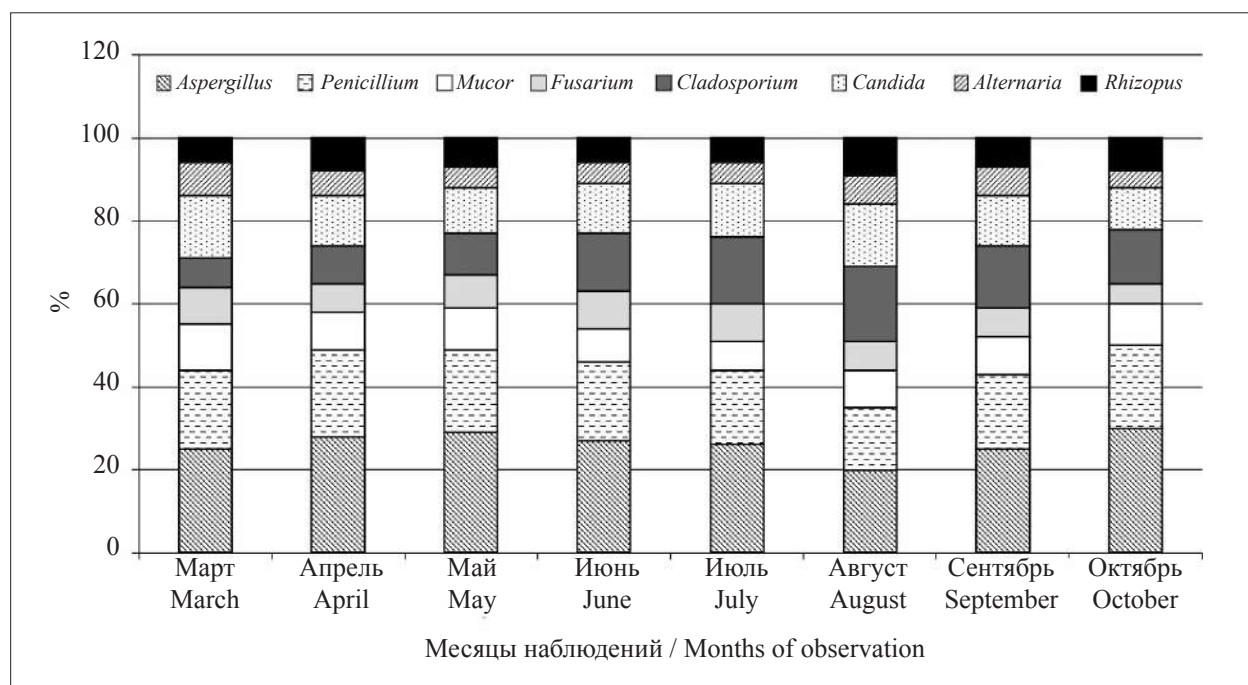


Рис. 5. Плесневые грибы (% от общего количества выделенных микроорганизмов) в почвах и песочницах города  
 Fig. 5. Mold fungi (% of the total number of isolated microorganisms) in the soil and sandboxes of the city

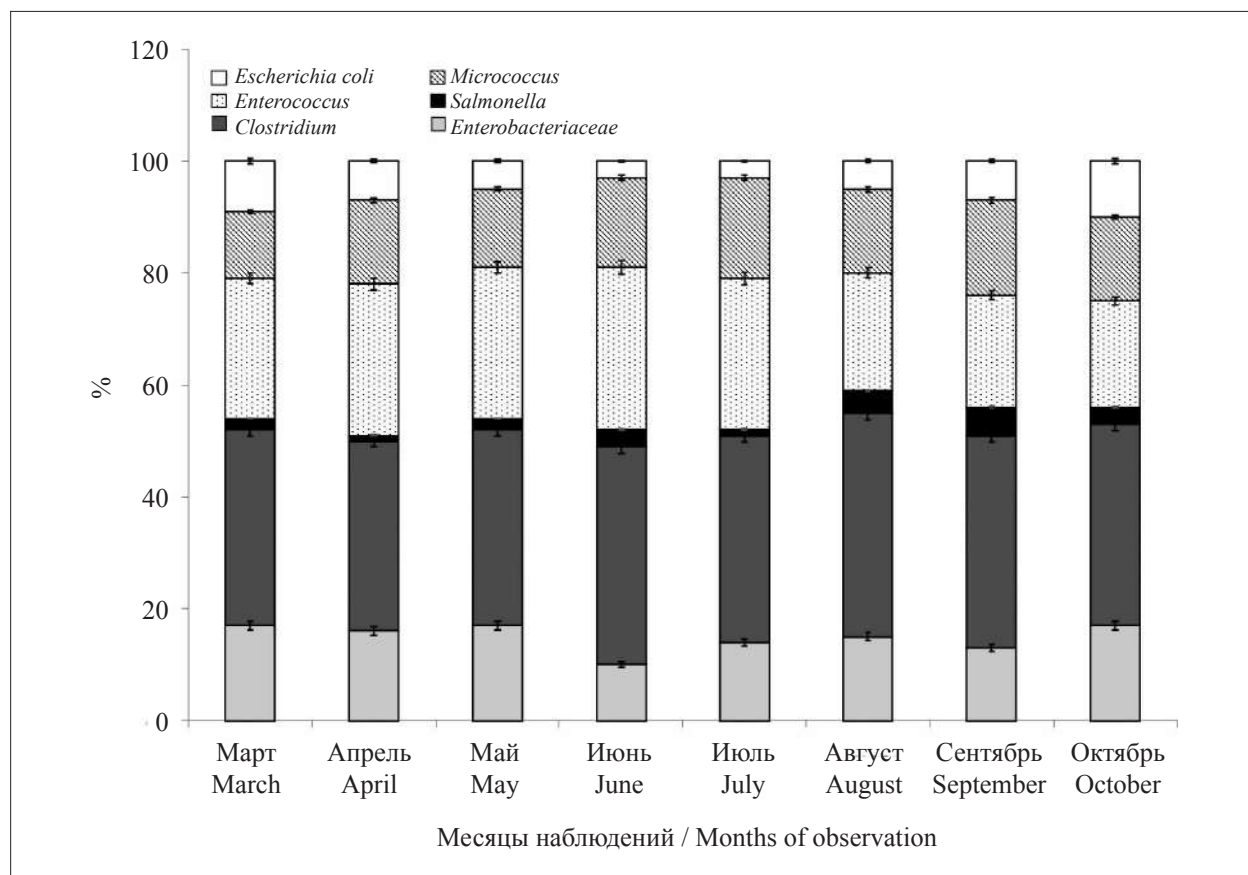


Рис. 6. Бактериальная загрязнённость почв и песочниц города (% от общего количества выделенных микроорганизмов)  
 Fig. 6. Bacterial contamination of soil and sandboxes of the city (% of the total number of isolated microorganisms)

23000 КОЕ/г. Образцы почвы и песка подвержены различной степени бактериального загрязнения. В них в различные сезоны года доминировали *Clostridium*, *Enterococcus* и *Enterobacteriaceae* (рис. 6).

Все пробы почв внутридворовых территорий содержали кишечную палочку. Результаты количественного определения показали, что коли-индекс составляет от 15 до 20. По категории загрязнения и степени эпидемической опасности почвы внутридворовых территорий относятся к умеренно опасным и опасным.

В песке во всех обследованных детских песочницах доминировали *Clostridium* и *Enterococcus*. Представители родов *Enterobacteriaceae* и *Micrococcus* присутствовали в 25% песочниц, а *Escherichia coli* – в 7% песочниц (коли-индекс от 2 до 5). Патогенные бактерии рода *Salmonella* присутствовали в песке 3 детских песочниц.

Из общего количества *Clostridium* в 62% песочниц идентифицировали *C. perfringens*, а в 38% – *C. perfringens* и *C. difficile*. Эти МО часто обнаруживаются в экскрементах животных. Поэтому их обнаружение в детских песочницах представляет большую опасность. *C. perfringens*, попав в тонкую кишку, выделяет токсин, который часто вызывает различные расстройства, включая гастроэнтерит и диарею. Спектр негативного воздействия *C. difficile* на организм человека, особенно детей, варьирует от лёгкой диареи до угрожающего жизни воспаления толстого кишечника. Возбудители распространяются через грязные руки и в результате геофагии.

Среднее количество МО, выделяемых из образцов почвы, варьировало в интервале от 1,5 до 3,0 млн КОЕ в 1 г. Общее микробное число песка детских песочниц находилось в интервале от 1,5 до 2,0 млн КОЕ в 1 г.

Микробное загрязнение почв города влияет на микробный пейзаж городской атмосферы. В атмосфере различных районов города отмечен высокий процент присутствия спор грибов рода *Cladosporium*. По нашему мнению, а также мнению других авторов [14–16] это может быть связано с загрязнением территории города фекалиями домашних животных с последующей миграцией МО в атмосферу.

Взятые вместе, эти данные предполагают потенциальную роль кошек и собак как важных источников паразитарного и бактериального загрязнения ОС, и связанных с ними инфекционных заболеваний человека.

## Выводы

1. Оценены масштабы паразитарного и микробного загрязнения почв и песочниц, расположенных в жилых массивах г. Калуги. Показан высокий уровень заражённости фекалий собак яйцами *Toxocara canis*.

2. За последние 19 лет в г. Калуге наблюдается увеличение численности кошек (на 15060 особей) и собак (на 26550 особей), которые являются переносчиками токсокар.

3. Частота обнаружения яиц токсокар в почвах бульваров в 4,9 раза превышает частоту присутствия яиц токсокар в песочницах и в 1,9 раза – в почве газонов. Большая численность собак в г. Калуге, несоблюдение правил их содержания, бесконтрольный выгул и низкий уровень дегельминтизации приводят к контаминации яйцами *Toxocara canis* почв рекреационных территорий.

4. В образцах песка из песочниц присутствовали плесневые грибы родов *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus* и *Alternaria* в количестве от 10000 до 23000 КОЕ/г.

5. В различные сезоны года в пробах почв и песка доминировали *Clostridium*, *Enterococcus* и *Enterobacteriaceae*. Коли-индекс почв внутридворовых территорий варьировал от 15 до 20, что позволяет отнести почвы к умеренно опасным и опасным.

6. Количество микроорганизмов, выделяемых из образцов почвы, варьировало в интервале от 1,5 до 3,0 млн КОЕ в 1 г. Общее микробное число песка детских песочниц находилось в интервале от 1,5 до 2,0 млн КОЕ в 1 г.

7. В атмосфере различных районов города отмечен высокий процент присутствия микробов и спор грибов рода *Cladosporium*, что может быть связано с загрязнением территории города фекалиями собак и кошек.

## References

1. Traversa D., Frangipani D., Regalbono A., Di Cesare A., La Torre F., Drake J., Pietrobeli M. Environmental contamination by canine geohelminths // *Parasites & Vectors*. 2014. V. 7 (67). P. 2–9. doi: 10.1186/1756-3305-7-67
2. Bozhko G.G., Maslennikova L.A., Goncharova T.A., Nadelyaev V.E. Occurrence of toxocar eggs in city sandboxes // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya: Elektronnyy nauchnyy zhurnal*. 2016. No. 4 [Internet resource] <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24922> (Accessed: 05.05.2020).
3. Ventrella G., Calia C., Greco M.F., de Vito D., Soleo L. Environmental contamination by dog's faeces: A public

- health problem? // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2013. V. 10. No. 1. P. 72–84.
4. Rinaldi L., Biggeri A., Carbone S., Musella V., Catelan D., Veneziano V., Cringoli G. Canine faecal contamination and parasitic risk in the city of Naples (southern Italy) // *BMC Veterinary Research*. 2006. No. 2. Article No. 29. doi: 10.1186/1746-6148-2-29
5. Domracheva L.I., Simakova V.S. Reactions of pro- and eukaryotic microorganisms to the action of synthetic surfactants (review) // *Theoretical and Applied Ecology*. 2018. No. 1. P. 5–17. doi: 10.25750/1995-4301-2018-1-005-017
6. Deplazes P., van Knapen F., Schweiger A., Overgaaauw P.A. Role of pet dogs and cats in the transmission of helminthic zoonoses in Europe, with a focus on echinococcosis and toxocarosis // *Veterinary parasitology*. 2011. V. 182. No. 1. P. 41–53. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.07.07
7. Dado D., Izquierdo F., Vera O., Montoya A., Mateo M., Fenoy S., Galván A.L., García S., García A., Aránguez E., Lypez L., Águila C., Miró G. Detection of zoonotic intestinal parasites in public parks of Spain. Potential epidemiological role of microsporidia // *Zoonoses Public Health*. 2012. V. 59. No. 1. P. 23–28. doi: 10.1111/j.1863-2378.2011.01411.x
8. Foster M.L., Dowd S.E., Stephenson Ch., Steiner J.M. Characterization of the fungal microbiome (mycobiome) in fecal samples from dogs // *Veterinary Medicine International*. 2013. Article No. 658373. doi: 10.1155/2013/658373
9. Kohnen W., Teske-Keiser S., Arneith R., Wendel L., Pietsch M., Kopp D., Mayer H., Jansen B. Untersuchungen zur mikrobiologisch-hygienischen Qualität von Spielsand. *Umweltmed // Forsch. Prax.* 2001. No. 6. P. 25–30 (in German).
10. Nwachuku N., Gerba C.P. Microbial risk assessment: don't forget the children // *Curr. Opin. Microbiol.* 2004. V. 7. No. 3. P. 206–209. doi: 10.1016/j.mib.2004.04.011
11. Badura A., Luxner J., Feierl G., Reinthaler F.F. Prevalence, antibiotic resistance patterns and molecular characterization of *Escherichia coli* from Austrian sandpits // *Environmental Pollution*. 2014. V. 194. P. 24–30. doi: 10.1016/j.envpol.2014.07.007
12. Starostina O.Yu., Berezina E.S., Romanova S.N. Toxocariasis: current status of the problem in the Russian Federation Message 1: Risk of infection of the population with toxocariasis in Russia // *Epidemiologiya i vakcinoprofilaktika*. 2015. V. 14. No. 2. P. 13–18 (in Russian). doi: 10.31631/2073-3046-2015-14-2-13-18
13. Starostina O.Yu., Romanova S.N. Toxocariasis: the current state of the problem in the Russian Federation. Report 2: The incidence of toxocariasis in various administrative territories of the Russian Federation // *Epidemiologiya i vakcinoprofilaktika*. 2015. V. 14. No. 3. P. 54–58 (in Russian). doi: 10.31631/2073-3046-2015-14-3-54-58
14. Bowers R.M., Sullivan A.P., Costello E.K., Collett J.L., Knight R., Fierer N. Sources of bacteria in outdoor air across cities in the Midwestern United States // *Appl. Environ. Microbiol.* 2011. V. 77. No. 18. P. 6350–6356. doi: 10.1128/AEM.05498-11
15. Zheng Z., Xie X., Ouyang Y., Wang Ch., Zeng H., Chen Y., Chen T. Study on the relativity between airborne microbes and environmental factors in Pearl River Delta' urban agglomeration, Guangdong // *Journal of Sustainable Development*. 2009. V. 2. No. 2. P. 106–113. doi: 10.5539/jsd.v2n2p106
16. Bugaj A., Knopkiewicz M., Piotraszewska-Pajk A., Sekulska-Stryjakowska M., Stach A., Filipiak M. On the microbiological quality of the outdoor air in Poznań, Poland // *Polish Journal of Environmental Studies*. 2005. V. 14. No. 3. P. 287–293.