

УДК 619:616.995.121

**И. Н. Дубина<sup>1</sup>, О. П. Позывайло<sup>2</sup>, Е. Б. Криворучко<sup>3</sup>, И. В. Котович<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат ветеринарных наук, доцент, старший научный сотрудник РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Кандидат ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой биологии и экологии, УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина», г. Мозырь, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры паразитологии и инвазионных болезней животных, УО «Витебская ордена “Знак Почета” государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

<sup>4</sup>Кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биолого-химического образования, УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина», г. Мозырь, Республика Беларусь

### **ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА ЭКОЛОГО-ВИДОВОЙ СОСТАВ ИНВАЗИОННОГО НАЧАЛА ГЕЛЬМИНТОВ ПЛОТОЯДНЫХ, КОНТАМИНИРУЮЩИХ ПОЧВУ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Гельминтологическое исследование 2386 проб почвы, отобранных в 64 населенных пунктах с различной интенсивностью урбанизации, показало выраженное ее влияние на степень контаминации внешней среды яйцами гельминтов плотоядных – чем интенсивней урбанизация, тем выше контаминация почвы. Эколого-видовая структура выявленного инвазионного начала находится в обратной зависимости – чем интенсивней урбанизация, тем ниже эколого-номенклатурное разнообразие видов гельминтов. Из плотоядных и собаки, и кошки в равной степени значимы в загрязнении внешней среды инвазионным началом.*

*Ключевые слова:* инвазионное начало, яйца гельминтов, урбанизация, населенные пункты, плотоядные, почва.

#### **Введение**

Республика Беларусь – одна из самых урбанизированных стран Восточной Европы. Согласно статистике, в 2020 году население Беларуси составляет 9 млн 491 тыс. человек, из них 7 млн 412 тыс. – городское население, в процентном соотношении – это 78,1 %, а жителей сельской местности – около 2 млн 79 тыс. человек, что в свою очередь, равняется 21,9 % [1].

По темпам роста городского населения наше государство опережает всех на постсоветском пространстве. В 15 городах Беларуси численность населения превышает 100 тыс. жителей. Самым многочисленным по числу жителей является Минск – в столице проживают около 1975 тыс. человек. В Гомеле насчитывается 535 тыс. жителей, в Могилеве – 380 тыс., в Витебске – 370 тыс., в Гродно – 369 тыс., в Бресте – 344 тыс., в Бобруйске – 218 тыс., в Барановичах – 179 тыс., в Борисове – 143 тыс., в Пинске – 138 тыс., в Орше – 116 тыс., в Мозыре – 112 тыс., в Солигорске – 107 тыс., в Новополоцке – 102 тыс., в Лиде – 101 тыс. человек. В крупных городах с численностью населения 100 тыс. и более человек сосредоточено около 70 % всего городского населения [1], [2].

Системное повышение роли городов в социально-экономическом развитии общества, а также рост городского населения не могут не сказаться на санитарно-экологических аспектах распространения инвазий, передаваемых домашними животными.

Анализ 103 проб почвы, отобранных нами в населенных пунктах южного региона республики, показал, что, в 35 из них выявлено наличие яиц гельминтов плотоядных животных – 33,98 %. В исследованных образцах почвы установлено не менее 10 видов яиц гельминтов плотоядных [3]. В результате исследований образцов почвы, отобранной в населенных пунктах северного региона республики, было выявлено 40,1 % проб, содержащих яйца гельминтов плотоядных, относящихся к 12 различным видам [4], [5]. То есть экологические факторы оказывают существенное влияние на контаминацию внешней среды яйцами гельминтов плотоядных.

Но на внешнюю среду не меньшее влияние, чем погодные условия, оказывает человек. Деятельность человека, направленная на активную урбанизацию, сопровождается преобразованием ландшафтов, массовым производством различных отходов, в том числе пищевых, изменением экосистем.

Таким образом, роль урбанизации в интенсивности контаминации почвы инвазионным началом гельминтов плотоядных и ее влияние на их таксономическое разнообразие является весьма актуальным вопросом для изучения.

*Целью нашей работы* являлась оценка влияния урбанизации на контаминацию и эколого-видовую структуру инвазионного начала возбудителей гельминтозов домашних плотоядных в окружающей среде урбанизированных территорий Республики Беларусь.

**Материалы и методы исследования.** Для выполнения поставленной задачи нами на территории Республики Беларусь было отобрано и исследовано 2 386 проб почвы. Отбор проб произведен в 64 населенных пунктах. Населенные пункты нами были разделены на 7 групп в зависимости от численности населения:

1. г. Минск – население более 1 900 тыс.
2. Население 300–400 тыс.
3. Население 60–150 тыс.
4. Население 30–50 тыс.
5. Население 10–20 тыс.
6. Население 5–8 тыс.
7. Население на уровне 3 тыс.

Отбор проб производили маршрутно-походным методом с глубины 0–15 см послойно. Основным местом отбора проб являлись места массовой застройки (спальные микрорайоны), парковые территории, территории учебных заведений, придворовая территория частного сектора, промышленные зоны.

Исследования проб проводились на базе:

- Республиканского унитарного предприятия «Институт экспериментальной ветеринарии имени С. Н. Вышелесского»;
- учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»;
- учреждения образования «Мозырский государственный педагогический университет имени И. П. Шамякина».

В качестве основного метода исследования использовался флотационный метод Н. А. Романенко (1996) [6] в модификации (в качестве флотационного раствора применяли насыщенный раствор тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  с плотностью 1,42) [7].

Также проводилось исследование отобранных образцов с помощью специализированных пробирок для гельминтологических исследований с готовым флотационно-консервирующим раствором – кишечные концентраты для лабораторной диагностики: система забора и первичной обработки образцов Mini Parasep SF 3,3 ml Arafix.

Идентификация обнаруженных яиц гельминтов осуществлялась по морфологическим признакам, выявляемым при микроскопии инвазионного начала с использованием соответствующей литературы [8], [9].

#### Результаты исследований и их обсуждение

Полученные нами в ходе выполнения работы результаты показали значительные колебания степени контаминации образцов почвы как в рамках различных населенных пунктов, так и в пределах одного населенного пункта, в зависимости от антропогенной нагрузки на месте отбора.

Анализ данных таблицы 1 показывает тенденцию к увеличению загрязненности почвы яйцами гельминтов домашних плотоядных с увеличением интенсивности урбанизации территории (исключение составляет г. Минск).

Таблица 1. – Степень контаминации почвы инвазионным началом гельминтов плотоядных в зависимости от интенсивности урбанизации территорий

Территориальная группа	Процент положительных проб	Колебания интенсивности контаминации	
		% минимальный	% максимальный
г. Минск	26,31	4	45,6
300–400 тыс.	36,52	8	51,3
60–150 тыс.	28,94	17	39
30–50 тыс.	26,1	11	39,1
10–20 тыс.	20,63	5	41
5–8 тыс.	17,52	6	47,5
3 тыс.	16,68	4	52,6

Оценивая колебания интенсивности контаминации почвы инвазионным началом, можно четко выделить три группы территорий:

- населенные пункты с численностью населения от 3 до 20 тыс.;
- населенные пункты с численностью населения от 30 до 150 тыс.;
- населенные пункты с численностью населения свыше 300 тыс.

При этом, если в 1-й группе населенных пунктов (низкая урбанизация – от 3 до 20 тыс. человек) отмечаются максимально широкие проценты колебаний интенсивности контаминации внешней среды – 4–52,6 %, то во 2-й группе населенных пунктов (средняя и выше средней урбанизация – от 30 до 150 тыс. человек) колебания интенсивности загрязнения почвы минимальны – 11–39,1 %, но при этом нижний уровень загрязнения почвы инвазионным началом гельминтов плотоядных максимальный – 17,6 %.

Третья группа населенных пунктов (высокая урбанизация – свыше 300 тыс. населения) отличается более низкой (в 1,5–2 раза) минимальной границей интенсивности контаминации почвы по сравнению с населенными пунктами со средней урбанизацией, но при этом значительно выше максимальные уровни (на 6,6–12,2 %) загрязнения почвы яйцами гельминтов плотоядных (таблица 1).

Исключением является г. Минск, на территории которого в одних микрорайонах установлена очень низкая контаминация почвы – 4,0 %, а в других процент загрязнения почвы был очень высоким – 45,6 %, что сопоставимо с населенными пунктами 1 группы (с низкой интенсивностью урбанизации).

На наш взгляд, значительная степень колебания интенсивности контаминации внешней среды инвазионным началом плотоядных населенных пунктов с различным уровнем урбанизации обусловлена биологической емкостью среды обитания, то есть:

- наличием доступных пищевых ресурсов;
- типом застройки территории (промышленная зона, многоэтажная застройка, малоэтажная застройка);
- уровнем общей благоустроенности территории.

Активная урбанизация способствует увеличению биологической емкости среды обитания для безнадзорных животных. По данным общественных объединений защиты животных, в 2019 г. на территории г. Минска было отловлено 70 000, проживает же до 150 000 безнадзорных животных. В населенных пунктах со средней урбанизацией очень часто наблюдаются стаи безнадзорных животных (рисунок 1).



Рисунок 1. – Безнадзорные животные в различных населенных пунктах республики

Населенные пункты с низкой интенсивностью урбанизации характеризуются преимущественно частной застройкой с большим количеством свободно перемещающихся животных, не удаляющихся от мест своего обитания (от дворовых территорий проживания). Животные на таких территориях частично безнадзорны. В населенных пунктах с высоким уровнем урбанизации (в большей степени многоэтажная застройка с большим количеством зон питания: мусорные баки в домах многоэтажной застройки, места общественного питания, учебные заведения, торговые центры

и др.), в парковых зонах и на плохо огороженных промышленных территориях (местах отдыха), создаются более благоприятные условия для обитания большого количества безнадзорных животных.

Помимо количественных показателей интенсивности контаминации внешней среды, большое значение имеет эколого-видовая структура инвазионного начала, выявляемого в почве населенных пунктов с различным уровнем урбанизации.

Проведенные нами исследования позволили выявить в образцах почвы инвазионное начало гельминтов 3 таксономических групп:

- нематоды,
- цестоды,
- трематоды.

Анализ собранного материала позволил нам идентифицировать 15 эколого-номенклатурных единиц инвазионного начала гельминтов плотоядных, к которым может относиться более 26 видов гельминтов: *под Toxocara*, *под Toxascaris*, *семейство Ancylostomatidae*, *под Trichocephalus*, *семейство Capillariidae*, *под Strongyloides*; *семейство Taeniidae*, *под Dipylidium*, *семейство Diphyllbothriidae*, *под Mesocoestoides*; *под Opisthorchis*, *под Pseudamphistomum*, *под Alaria*, *под Rossicotrema*, *под Metorchis*.

При этом в населенных пунктах с высоким уровнем урбанизации нами выявлено инвазионное начало 6–8 эколого-видовых групп гельминтов: *Toxocara spp.*, *Toxascaris leonina*, *Ancylostoma sp.*, *Uncinaria stenocephala*, *Trichocephalus spp.*, *Capillaria plica*, *Taenia spp.*, *Dipylidium caninum*; при средней интенсивности инвазии – 8–12 эколого-видовых групп: *Toxocara spp.*, *Toxascaris leonina*, *Ancylostoma sp.*, *Uncinaria stenocephala*, *Trichocephalus spp.*, *Capillaria plica*, *Taenia spp.*, *Dipylidium caninum*, *Diphyllbothriidae spp.*, *Mesocoestoides spp.*, *Opisthorchis felineus*, *Alaria alata*; а в населенных пунктах с низкой урбанизацией – от 13 до 16 эколого-видовых групп гельминтов: *Toxocara spp.*, *Toxascaris leonina*, *Ancylostoma sp.*, *Uncinaria stenocephala*, *Trichocephalus spp.*, *Capillaria plica*, *Strongyloides spp.*; *Taenia spp.*, *Dipylidium caninum*, *Diphyllbothriidae spp.*, *Mesocoestoides spp.*, *Opisthorchis felineus*, *Alaria alata*, *Rossicotrema donicum*, *Metorchis albidus*, *Pseudamphistomum truncatum*.

Таким образом, эколого-видовое разнообразие инвазионного начала гельминтов, контаминирующих почву населенных пунктов Республики Беларусь, находится в обратной зависимости от интенсивности урбанизации – чем выше урбанизация, тем меньше видовое разнообразие.

Анализ эколого-видовых групп выявленных яиц гельминтов показывает, что в высоко урбанизированных населенных пунктах подавляющее большинство инвазионного начала относится к классу *Nematoda* – 6, к классу *Cestoda* только 2, а из класса *Trematoda* не выявлено ни одного представителя. На территориях со средней интенсивностью урбанизации выявлено инвазионное начало, относящегося к классу *Nematoda* – 6, к классу *Cestoda* – 4, к классу *Trematoda* – 2. В низко урбанизированных территориях установлено распространение инвазионного начала, относящегося к классу *Nematoda* – 7, к классу *Cestoda* – 4, к классу *Trematoda* – 5.

Следовательно, инвазионное начало гельминтов, относящихся к классу *Nematoda*, практически в идентичной видовой структуре распространено во всех трех группах урбанизированных территорий. При этом среди инвазионного начала гельминтов, относящихся к классу *Cestoda* и *Trematoda*, отмечается выраженное увеличение видового разнообразия со снижением урбанизированной нагрузки на территорию. На наш взгляд, это можно объяснить тем, что нематоды в большинстве своем являются геогельминтами, то есть заражение ими происходит путем прямой передачи инвазионного начала (яиц, личинок) через внешнюю среду – почву, воду. Цестоды же и трематоды являются биогельминтами, и для их распространения требуется обязательное участие 2–3 промежуточных хозяев, часто относящихся к совершенно разным группам (млекопитающие, насекомые, рыбы, моллюски и др) и обитающих в различных ландшафтных системах. Снижение интенсивности урбанизации уменьшает и антропогенное изменение ландшафтов, что способствует сохранению эколого-биологических связей между различными группами живых объектов.

При оценке контаминации внешней среды инвазионным началом традиционно основное внимание уделяется собакам. Однако мы убеждены, что кошки играют не менее важную роль в данном вопросе, особенно в высоко урбанизированных населенных пунктах. Среда обитания в многоэтажной застройке для обитания безнадзорных кошек более подходящая, чем для собак. По данным организаций по защите животных, на один подъезд многоэтажного дома в высоко урбанизированных населенных пунктах приходится от 1 до 3 безнадзорных кошек. То есть количество безнадзорных кошек в высоко урбанизированных населенных пунктах в 2–3 раза может превышать численность безнадзорных собак. При этом люди зачастую сами способствуют созданию условий, благоприятствующих увеличению численности безнадзорных кошек (рисунок 2).



Рисунок 2. – Подкорм безнадзорных кошек в многоэтажной застройке

Кроме того, нами при исследовании почвы удалось выявить и идентифицировать виды инвазионного начала, распространителями которых могли быть только кошки – *Rossicotrema donicum*, *Metorchis albidus*. В таблице 2 мы приводим возможный видовой состав установленных нами эколого-номенклатурных единиц инвазионного начала гельминтов для собак и кошек.

Таблица 2. – Возможный видовой состав для эколого-номенклатурных единиц инвазионного начала плотоядных, выявленного нами на урбанизированных территориях

Эколого-номенклатурные единицы инвазионного начала	Возможные виды гельминтов для собак	Возможные виды гельминтов для кошек
1	2	3
<i>под Toxocara</i>	<i>Toxocara canis</i>	<i>Toxocara mistax (T. cati)</i>
<i>под Toxascaris</i>	<i>Toxascaris leonina</i>	<i>Toxascaris leonina</i>
семейство <i>Ancylostomatidae</i>	<i>Ancylostoma caninum</i> <i>Uncinaria stenocephala</i>	<i>Ancylostoma tubaephorae</i>
<i>под Trichocephalus</i>	<i>Trichocephalus vulpis</i> <i>(Trichocephalosis canum)</i>	<i>Trichocephalus vulpis</i>
семейство <i>Capillariidae</i>	<i>Capillaria plicata</i>	-/-
<i>под Strongyloides</i>	<i>Strongyloides stercoralis</i>	<i>Strongyloides stercoralis</i>
семейство <i>Taeniidae</i>	<i>Taenia pisiformis</i> <i>Taenia hydatigena</i> <i>Echinococcus granulosus</i> <i>Echinococcus multilocularis</i> <i>(Alveococcus multilocularis)</i>	<i>Hydatigera Taeniaformis</i> <i>(Taenia taeniaeformis)</i> <i>Taenia pisiformis</i> <i>Echinococcus multilocularis</i> <i>(Alveococcus multilocularis)</i>
<i>под Dipylidium</i>	<i>Dipylidium caninum</i>	<i>Dipylidium caninum</i>
семейство <i>Diphyllobothriidae</i>	<i>Diphyllobothrium latum</i> <i>Spirometra erinacei-europaei</i>	<i>Diphyllobothrium latum</i>
<i>под Mesocestoides</i>	<i>Mesocestoides lineatus</i>	<i>Mesocestoides lineatus</i>
<i>под Opisthorchis</i>	<i>Opisthorchis felineus</i>	<i>Opisthorchis felineus</i>
<i>под Pseudamphistomum</i>	<i>Pseudamphistomum truncatum</i>	-/-
<i>под Alaria</i>	<i>Alaria alata</i>	-/-
<i>под Rossicotrema</i>	-/-	<i>Rossicotrema donicum</i>
<i>под Metorchis</i>	-/-	<i>Metorchis albidus</i>

Исходя из полученных данных, мы предполагаем, что в контаминации яйцами гельминтов плотоядных дворов многоэтажной застройки, на территориях с средней и высокой интенсивностью урбанизации преимущественное значение имеют кошки, а не собаки.

### Заключение

Впервые в Республике Беларусь проведено комплексное обследование территорий с различной интенсивностью урбанизации с целью определения санитарно-гельминтологического прессинга, осущестляемого на них плотоядными животными. Установлено, что интенсивность урбанизации оказывает существенное влияние на степень контаминации внешней среды населенных пунктов инвазионным началом гельминтов плотоядных. При этом интенсивность контаминации может быть разделена на 3 группы: 1-я группа населенных пунктов с низкой урбанизацией (от 3 до 20 тыс. человек) – интенсивность контаминации внешней среды от 4 до 52,6 %; 2-я группа населенных пунктов со средней урбанизацией (от 30 до 150 тыс. человек) – интенсивность загрязнения почвы от 11 до 39,1 %; 3-я группа населенных пунктов с высокой урбанизацией (свыше 300 тыс. населения) –

контaminaция внешней среды на уровне от 4 до 51,3 %. Урбанизация также оказывает существенное влияние на видовую структуру выявляемого инвазионного начала во внешней среде. Эколого-видовая структура выявляемого инвазионного начала во внешней среде находится в обратной зависимости от интенсивности урбанизации – в местах с высоким уровнем урбанизации выявлено инвазионное начало 6–8; при средней интенсивности инвазии – 8–12; с низкой урбанизацией – от 13 до 16 эколого-видовых групп гельминтов. Собранный материал позволил идентифицировать 15 эколого-номенклатурных единиц инвазионного начала гельминтов плотоядных, к которым может относиться более 26 видов гельминтов: *под Toxocara, под Toxascaris, семейство Ancylostomatidae, под Trichocephalus, семейство Capillariidae, под Strongyloides; семейство Taeniidae, под Dipylidium, семейство Diphylobothriidae, под Mesocestoides; под Opisthorchis, под Pseudamphistomum, под Alaria, под Rossicotrema, под Metorchis.*

В контaminaции почвы на урбанизованных территориях инвазионным началом гельминтов плотоядных, кроме собак, являются также кошки.

#### СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Численность населения в 15 городах Беларуси превысило 100 тысяч человек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://politring.com/country/1916-chislennost-naseleniya-v-15-gorodah-belarusi-prevysilo-100-tysyach-chelovek.html>. – Дата доступа: 10.09.2020.
2. О вреде урбанизации в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studlive.by/abituriyent/o-vrede-urbanizatsii-v-belarusi.html>. – Дата доступа: 10.09.2020.
3. Дубина, И. Н. Проблема санитарно-гельминтологической загрязненности внешней среды населенных пунктов южного региона Республики Беларусь / И. Н. Дубина, О. П. Позывайло // Современные эколого-биологические исследования юго-востока Беларуси : сб. науч. тр. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; под общ. ред. В. В. Валетова. – Мозырь, 2019. – С. 64–68.
4. Дубина, И. Н. Роль окружающей среды в сохранении и распространении гельминтозов плотоядных / И. Н. Дубина // Ветеринарная наука – производству : научные труды. – Вып. 40. – Минск, 2007. – С. 208–213.
5. Дубина, И. Н. Сравнительный анализ контaminaции почвы северного и южного регионов Республики Беларусь яйцами гельминтов плотоядных / И. Н. Дубина, О. П. Позывайло // Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия : сб. материалов III Респ. науч.-практ. экол. конф. с междунар. участием, Брест, 28 ноября 2019 / Брест. гос. ун-т имени А. С. Пушкина. – Брест, 2019. – С. 105–108.
6. Ветеринарно-санитарные правила по паразитологическому обследованию объектов внешней среды / Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины ; разработ.: А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2008. – 47 с.
7. Методы санитарно-паразитологических исследований : метод. указания : МУК 4.2.796–99 / М-во здравоохранения РФ ; введ. 22.03.2000. – М. : [б. и.], 2000. – 26 с.
8. Дубина, И. Н. Дифференциальная диагностика гельминтозов у собак / И. Н. Дубина // Ветеринар. – 2003. – № 5. – С. 10–16.
9. Дубина, И. Н. Гельминтозы собак : монография / И. Н. Дубина. – Витебск : ВГАВМ, 2006. – 200 с.

Поступила в редакцию 17.09.2020

E-mail: [opozyvailo@mail.ru](mailto:opozyvailo@mail.ru); [ivkotovich@mail.ru](mailto:ivkotovich@mail.ru)

I. N. Dubina, O. P. Pozyvailo, E. B. Krivoruchko, I. V. Kotovich

#### THE INFLUENCE OF URBANIZATION ON THE ECOLOGICAL-SPECIES COMPOSITION OF THE INVASIVE START OF CARNIVOROUS HELMINTS CONTAMINING THE SOIL IN THE INLANDED AREAS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Helminthological study of 2386 soil samples taken in 64 settlements with different intensity of urbanization showed its pronounced effect on the degree of contamination of the external environment with eggs of carnivorous helminths - the more intensive the urbanization, the higher the soil contamination. The ecological-species structure of the revealed invasive beginning is inversely related - the more intensive urbanization, the lower the ecological-nomenclature diversity of helminth species. Among carnivores, both dogs and cats are equally significant in the pollution of the external environment with an invasive principle.

Keywords: invasive origin, helminth eggs, urbanization, settlements, carnivores, soil.