



# Biologiczne skażenie gleby – zagrożeniem dla zdrowia ludzi i zwierząt oraz środowiska

Biological soil contamination – a threat to human, animal and environmental health

Teresa Kłapeć<sup>1,A-D</sup>, Angelina Wójcik-Fatla<sup>1,A,E-F</sup>, Ewelina Farian<sup>1,C</sup>, Katarzyna Kowalczyk<sup>1,C</sup>, Jolanta Małgorzata Zdybel<sup>2,E</sup>, Jacek Sroka<sup>3,E</sup>, Tamara Jadczyzyn<sup>4,E</sup>, Piotr Skowron<sup>4,E</sup>, Grzegorz Siebielec<sup>5,E</sup>, Tomasz Cencek<sup>3,E</sup>

<sup>1</sup> Zakład Biologicznych Szkodliwości Zdrowotnych i Parazytologii, Instytut Medycyny Wsi, Lublin, Polska

<sup>2</sup> Zakład Parazytologii i Chorób Inwazyjnych, Instytut Weterynaryjny – PIB, Polska

<sup>3</sup> Zakład Parazytologii i Chorób Inwazyjnych, Zakład Parazytologii i Chorób Inwazyjnych, Instytut Weterynaryjny – PIB, Polska

<sup>4</sup> Zakład Żywności Roslin i Nawożenia, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB, Polska

<sup>5</sup> Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów (NGO), Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB, Polska  
A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne recenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Kłapeć T, Wójcik-Fatla A, Farian E, Kowalczyk K, Zdybel JM, Sroka J, Jadczyzyn T, Skowron P, Siebielec G, Cencek T. Biologiczne skażenie gleby – zagrożeniem dla zdrowia ludzi i zwierząt oraz środowiska. Med Og Nauk Zdr. doi: 10.26444/monz/191899

## Streszczenie

**Wprowadzenie i cel pracy.** Gleba stanowi miejsce akumulacji groźnych dla życia ludzi i zwierząt patogenów. Zgodnie z polskimi normami gleba jest badana na obecność bakterii z rodzaju *Salmonella*, a także jaj pasożytów jelitowych z rodzajów *Ascaris*, *Trichuris* i *Toxocara*. Coraz częściej jako wskaźnik stanu sanitarnego gleby wykorzystywane są również bakterie *E. coli*. Celem pracy jest wskazanie istotnej roli gleby w rozpoznaniu bakterii wskaźnikowych i pasożytów jelitowych z grupy nicieni.

**Metody przeglądu.** Do przeglądu piśmiennictwa użyto bazy Google Scholar i Elsevier. Artykuły wyszukiwano, wpisując słowa kluczowe. Analizie poddano publikacje w języku polskim i angielskim opublikowane w latach 2000–2024.

**Opis stanu wiedzy.** Obecnie choroby pasożytnicze związane z glebą (glistnica, włośogłowczyca i toksokaroza) nie podlegają zgłoszeniom epidemiologicznym i nie są ujęte w Meldunkach Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowego Zakładu Higieny. Nie ma obowiązku mikrobiologicznego badania gleby wykorzystywanej rolniczo. Skażona gleba jest źródłem zanieczyszczenia warzyw i owoców. Główne patogeny będące przyczyną mikrobiologicznego i parazytologicznego zanieczyszczenia warzyw i owoców były wielokrotnie przyczyną zachorowań wśród ludzi.

**Podsumowanie.** Prowadzone w ostatnich latach badania bakteriologiczno-parazytologiczne wykazały obecność omawianych patogenów w glebie stosowanej pod uprawy, na warzywach i owocach przewidzianych do sprzedaży oraz w miejscach przeznaczonych do wypoczynku. W związku z tym sytuacja epidemiologiczna wymaga, aby niezwykle restrykcyjnie przestrzegać zaleceń dotyczących badań gleby

oraz produktów rolnych na obecność zoonotycznych patogenów w celu zmniejszenia ryzyka zachorowań ludzi na choroby odzwierzęce.

## Słowa kluczowe

gleba, skażenie, *Salmonella*, *Ascaris*, *Trichuris*, *Toxocara*

## Abstract

**Introduction and Objective.** Soil is a place of accumulation of pathogens threatening life of humans and animals. In accordance with Polish standards, soil is tested for the presence of bacteria of the genus *Salmonella*, as well as eggs of intestinal parasites of the genera *Ascaris*, *Trichuris* and *Toxocara*. Increasingly more frequently, *E. coli* bacteria are also used as an indicator of the sanitary condition of soil. The aim of the study is to indicate the important role of soil in the epidemiology of indicator bacteria and intestinal parasites from the nematode group.

**Review methods.** The review of literature was performed using the Google Scholar and Elsevier databases. Article search was carried out by entering key words. The analysis included publications in Polish and English published in the years 2000–2024.

**Brief description of the state of knowledge.** Currently, soil-related parasitic diseases (ascariasis, whipworm and toxocarosis) are not subject to epidemiological reports and are not included in the Reports of the National Institute of Public Health – National Institute of Hygiene. There is no obligation to test microbiologically soil used for agriculture. Contaminated soil is the source of contamination of vegetables and fruits. The main pathogens causing microbiological and parasitological contamination of vegetables and fruits have repeatedly caused diseases among humans.

**Summary.** Bacteriological and parasitological research conducted in recent years has shown the presence of the discussed pathogens in soil used for cultivation on vegetables

✉ Adres do korespondencji: Teresa Kłapeć, Zakład Biologicznych Szkodliwości Zdrowotnych i Parazytologii, Instytut Medycyny Wsi, Lublin, Polska  
E-mail: teresaklapec@op.pl

Nadesłano: 20.06.2024; zaakceptowano do publikacji: 1.08.2024; publikacja online: 13.08.2024

and fruits intended for sale, and in places intended for human recreation. Therefore, the epidemiological situation requires extremely restrictive testing of soil and agricultural produce for the presence of zoonotic pathogens in

order to reduce the risk of zoonotic diseases among humans.

### Key words

soil, contamination, Salmonella, Toxocara, Trichuris, Ascaris

## WSTĘP

Glebą określa się czynną powierzchniową warstwę skorupy ziemskiej. Obejmuje ona warstwę orną, którą przenikają korzenie roślin i która podlega działaniom rolniczym, oraz podglebie – wszystkie warstwy gleby znajdujące się między warstwą orną a skałą macierzystą (na której powstała gleba). Gleba zajmuje w środowisku przyrodniczym szczególną pozycję i jest wskaźnikiem jego jakości. Zmiany w jakości gleby można określać za pomocą wielu wskaźników obejmujących cechy fizyczne, chemiczne i biologiczne, jak również liczne zachodzące w niej procesy [1].

Gleba stanowi jeden z podstawowych rezerwuarów drobnoustrojów. W środowisku glebowym oprócz mikroflory naturalnie w niej bytującej mogą znajdować się także drobnoustroje napływowe, wprowadzane w wyniku niewłaściwej gospodarki ściekowej, stosowania w rolnictwie skażonych nawozów naturalnych (obornik, gnojówka, gnojowica), nawozów organicznych i osadów ściekowych oraz używania skażonej odchodami wody do nawadniania upraw. Czynniki biologicznymi powodującymi skażenie gleb są nie tylko bakterie, ale także wirusy, grzyby i jaja pasożytów [2].

Organizmy żywe są miarodajnym źródłem informacji o zachodzących w środowisku procesach, zarówno pozytywnych, jak i negatywnych. Obecność mikroorganizmów wskaźnikowych w glebie nie tylko odzwierciedla stopień skażenia środowiska glebowego, ale stanowi również informację o potencjalnym ryzyku zanieczyszczenia płodów rolnych i zagrożeniu zdrowia ludzi i zwierząt [3].

Zgodnie z polskimi normami PN-Z-19000-1/2001 [4] i PN-Z-19006/2023 [5] w celu określenia jakości gleby oraz materiałów wprowadzanych do gleby przeprowadza się badania na obecność bakterii z rodzaju *Salmonella*, a także jaj pasożytów jelitowych z rodzajów *Ascaris*, *Trichuris* i *Toxocara*. Coraz częściej jako wskaźnik stanu sanitarnego gleby wykorzystywane są również bakterie *E. coli* [3]. Tym wybranym grupom patogenów został poświęcony niniejszy artykuł.

### Bakterie z rodzaju *Salmonella*

*Salmonella* to gram-ujemna, względnie beztlenowa, niezarodnikująca bakteria należąca do rodziny *Enterobacteriaceae*. Bakterie *Salmonella* mogą rosnąć w temp. od 5 do 46°C, a optymalna temperatura ich wzrostu wynosi od 35 do 37°C. Bakterie ulegają zniszczeniu dopiero w temp. powyżej 75°C. Chociaż istnieje ponad 2600 zidentyfikowanych serowarów *Salmonella*, najczęstszą przyczyną zakażeń u ludzi są serowary *Salmonella enteritidis* i *Salmonella typhimurium*, ale zdarzają się też przypadki, w których zakażenie następuje z powodu rzadko występujących serowarów, takich jak *Salmonella tennessee* [6, 7].

Bakterie z rodzaju *Salmonella* stanowią poważny problem epidemiologiczny. Są one główną bakteryjną przyczyną stanu zapalnego żołądka i jelit (łac. *gastroenteritis*). Analiza danych epidemiologicznych wskazuje na to, że nietyfoidalna forma tych bakterii wywołuje ok. 93 757 tys. przypadków zachorowań rocznie i jest przyczyną 155 tys. zgonów na całym świecie [8].

Bakterie z rodzaju *Salmonella* są szeroko rozpowszechnione wśród zwierząt hodowlanych, domowych i dzikich (świnie, drób, bydło, koty, psy, ptaki i gady). Ich rezerwuarem może też być żywność, woda lub gleba [9].

Transmisja omawianych bakterii pomiędzy zwierzętami, roślinami i ludźmi została dobrze opisana [10]. *Salmonella* może przenosić się pomiędzy zabudowaniami jednego gospodarstwa rolnego za pośrednictwem wektorów, takich jak: muchy, myszy, szczury, karaluchy, dzikie zwierzęta [11–14]. Ponadto przemieszczanie się ludzi, np. pracowników gospodarstw rolnych, pomiędzy różnymi zabudowaniami w obrębie jednego gospodarstwa rolnego i między poszczególnymi gospodarstwami zwiększa ryzyko salmonellozy wśród hodowlanych tam kurcząt, kur i świń [15].

Patogeny te mogą przechodzić przez cały łańcuch pokarmowy, od paszy dla zwierząt/produkcji podstawowej do gospodarstw domowych lub instytucji świadczących usługi gastronomiczne [14].

W Stanach Zjednoczonych prawie połowa chorób nabywanych drogą pokarmową jest związana ze spożywaniem świeżych warzyw i owoców. Wyniki badań przeprowadzonych przez Lee i wsp. [16] wskazują, że możliwe jest rozpryskowe przeniesienie *Salmonella* z gleby na uprawy, a dodatkowo odpowiednia zawartość wilgoci w glebie (sprzyjającej rozwojowi bakterii) może zwiększać skuteczność przenoszenia drobnoustrojów. W przeprowadzonym przez badaczy doświadczeniu bakterie wykrywano w okresie od 8 do 10 dni od nawadniania roślin uprawnych. Interakcje pomiędzy bakteriami a roślinami uprawnymi są uzależnione też od typu gleby i gatunku uprawianych roślin, a dodatkowo stosowane nawozy organiczne mogą zwiększać przeżywalność patogenów w glebie. Jechalke i wsp. [17] wykazali, że *S. enterica* na glebach lekkich, piaszczystych utrzymuje się dłużej (kilka tygodni) niż na glebach gliniastych. Strzałkowski i wsp. [18] dowiedli, że w glebie eksperymentalnie zakażonej *S. enteritidis* może przeżywać 451 dni, *S. typhimurium* – 321 dni, a *S. choleraesuis* – 257 dni. W eksperymentalnych badaniach własnych, prowadzonych na różnych rodzajach gleb, zaobserwowano, że *S. enteritidis* w piasku słabo-gliniastym przeżywa 59 dni w okresie letnim, natomiast w glebie lessowej 185 dni w okresie jesienno-zimowym [19].

Kumar i wsp. [20] dowiedli doświadczalnie, iż bakterie *Salmonella* obecne w suchych wierzchnich warstwach gleby przy silnym wietrze mogą zostać mechanicznie przeniesione na kwiaty i owoce roślin (badano krzaki pomidorów) i stać się źródłem ich skażenia.

Do skażenia gleby bakteriami przyczynia się bliskość obszarów składowania odpadów komunalnych. Ze względu na heterogeniczne pochodzenie odpadów komunalnych sprzyjają one rozwojowi wielu mikroorganizmów, w tym także niebezpiecznych dla człowieka. Frączek i wsp. [21] przedstawili wyniki badań, które miały na celu dokonanie oceny, w jaki sposób odpady mogą być powiązane z obecnością *Salmonella* w glebie na składowisku śmieci i w jego otoczeniu. Liczebność tych patogenów oszacowano w próbkach gleby pobranych w 17 różnych stanowiskach zlokalizowanych na

terenie składowiska odpadów komunalnych Barycz (Kraków) i okolicach. Bakterie z rodzaju *Salmonella* stwierdzono w 57% badanych próbek gleby wiosną, w 88% próbek w lecie i w 45% jesienią, natomiast nie wykryto ich w zimie. Wyniki skażenia gleby *Salmonella* jednoznacznie potwierdziły niebezpieczny wpływ gromadzonych odpadów na właściwości higieniczne gleby.

### Bakterie *Escherichia coli*

*E. coli* to, podobnie jak *Salmonella*, gram-ujemne, względnie beztlenowe, niezarodnikujące bakterie należące do rodziny *Enterobacteriaceae*. Charakteryzują się stosunkowo niską odpornością na warunki środowiska, giną po ok. 20 min. ogrzewania w temp. 60 °C; optymalna temperatura wzrostu *E. coli* to 37°C, co wynika z ich naturalnego środowiska, którym jest przewód pokarmowy ludzi i zwierząt [22]. Mimo że pałeczki *E. coli* występują naturalnie w przewodzie pokarmowym ludzi i zwierząt, mogą być dla nich potencjalnie chorobotwórcze, szczególnie dla osobników młodych. Chorobotwórcze szczepy *E. coli* były wielokrotnie przyczyną zatruc pokarmowych. W 2011 roku na terenie Niemiec powstało największe jak dotąd na świecie ognisko zatrucia pokarmowego spowodowane przez *E. coli* O104:H4. Objęło ono 14 krajów europejskich oraz USA i Kanadę. Odnotowano łącznie 4321 potwierdzonych przypadków zatrucia i 54 zgony [23].

W produkcji zwierzęcej bakterie te stanowią istotny problem w drobiarstwie oraz hodowli świń (prosiąt), powodując wysoką śmiertelność zwierząt, a co za tym idzie przyczyniając się do dużych strat ekonomicznych hodowców [24].

Bakterie *E. coli* są podstawowym parametrem oceny jakości wody, ale coraz częściej wykorzystywane są również jako wskaźnik stanu sanitarnego gleby [3]. Ich obecność w glebie świadczy o stosunkowo świeżym jej zanieczyszczeniu odchodami ludzi i zwierząt, ściekami lub osadami ściekowymi. Przeżywalność *E. coli* w środowisku zależy od temperatury, wilgotności, pH, a także dostępności składników odżywczych. W temp. poniżej 25°C i wysokiej wilgotności bakteria może przeżyć w glebie do 80 dni, a na sałacie i rzodkiewce ponad 20 dni [25]. Szczech i wsp. [26] w badaniach dotyczących skażenia mikrobiologicznego warzyw w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych wykryli obecność bakterii *E. coli* w uprawach sałaty, rzodkiewki, marchwi i buraków ćwikłowych, przy czym znacznie częściej występowała ona w gospodarstwach ekologicznych niż w konwencjonalnych. Bakterie *E. coli* wykryto w ok. 40% gospodarstw ekologicznych, podczas gdy w uprawach konwencjonalnych – zaledwie w ok. 7%.

Bakterie *E. coli* wprowadzone do gleby wraz z kompostem wytworzonym z udziałem obornika i pomiotu kurzego były w niej obecne nawet po 200 dniach od nawożenia, a w warzywach uprawianych na tej glebie – nawet po 177 dniach [27].

Z przeprowadzonych badań wynika, że niewłaściwe stosowanie nawozów naturalnych, organicznych i osadów ściekowych prowadzi do skażenia gleby, a w konsekwencji do narażenia ludzi na zachorowania po zjedzeniu skażonych warzyw.

### Nicienie z rodzaju *Ascaris*

To duże nicienie lokalizujące się w świetle jelita cienkiego swoich żywicieli – człowieka (*Ascaris lumbricoides*) i świń (*Ascaris suum*). Źródłem jaj kumulujących się w glebie są odchody zarażonych ludzi i zwierząt. Człowiek zaraża się poprzez brudne ręce, niemyte owoce i warzywa z ogródków nawożonych odchodami. U dzieci zarażeniu sprzyja geofagia i nieprzestrzeżenie zasad higieny.

Glistnica (askaridioza) jest rozpowszechniona globalnie, z przewagą krajów tropikalnych. Dotyka około miliarda ludzi na całym świecie. Inwazja *Ascaris lumbricoides* u dorosłych osób może przebiegać bezobjawowo, natomiast u dzieci może objawiać się długotrwałym opóźnieniem wzrostu. Inwazja objawowa może manifestować się bólami brzucha, wzdęciami, nudnościami, wymiotami, utratą apetytu i okresowymi biegunkami. Jeśli liczba larw przechodzących przez płuca jest duża, to mogą u osób zarażonych wystąpić: zapalenie płuc, gorączka i wysoka eozynofilia. W przypadku zarażenia dużą liczbą nicieni dorosłe postaci robaków mogą przenikać do przewodów żółciowych i trzustkowych, wywołując stan zapalny pęcherzyka żółciowego, dróg żółciowych, trzustki, a także niedrożność jelita cienkiego, zwężenie lub zapalenie wyrostka robaczkowego [28].

Samice glist są bardzo płodne – produkują ogromne ilości jaj. Samica *Ascaris* może uwalniać od 200 tys. do 1 mln jaj na dobę, a przeżywalność jaj w glebie wynosi od kilku miesięcy do kilku lat [28].

Według Gyoten i wsp. [29] istnieje ścisła korelacja pomiędzy intensywnością zarażenia ludzi *A. lumbricoides* a poziomem skażenia środowiska stadiami dyspersyjnymi tego pasożyta. Wspomniani autorzy wykazali statystycznie istotną korelację między poziomem skażenia gleby pobranej z terenów szkół w Wietnamie Północnym (od 3,7 do 50% pozytywnych prób) a intensywnością zarażenia uczniów (od 11,7 do 52,9% zarażonych).

Nicienie z rodzaju *Ascaris* zaliczane są do geohelmintów, a zatem pasożytów, które w swoim cyklu życiowym muszą przejść fazę rozwoju w środowisku zewnętrznym, w glebie. Stadiami, które przed dłuższy czas mogą przebywać w glebie, nie tracąc swojego potencjału, są larwy rozwijające się w obrębie jaj.

Badania dotyczące parazytologicznego skażenia środowiska w Polsce prowadzone były przez wielu autorów w terenach miejskich i wiejskich [30]. Błaszowska i wsp. [31] zbadali obecność geohelmintów w glebie pochodzącej z pól, podwórek oraz ogródków warzywnych, a także w kompoście na wiejskich terenach województwa łódzkiego. Najwyższa średnia gęstość jaj pasożytów w 100 g gleby została wykryta w kompoście (44,0%), w ziemi pobranej na polach (28,5%) i podwórkach (18,0%). Próbkę gleby z pól zawierały głównie jaja glisty ludzkiej (*A. lumbricoides*) – 87,7%, rzadziej jaja glisty psiej (*T. canis*) – 7,7% i włosogłówki ludzkiej (*T. trichiura*) – 3,5%. Kłapeć i wsp. [32] opublikowały wyniki badań skażenia warzyw, owoców i gleby jajami pasożytów jelitowych w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych w południowo-wschodniej Polsce. Autorki zanotowały wysoki poziom zanieczyszczenia warzyw, owoców i gleby jajami *Ascaris*, *Trichuris* i *Toxocara*, przy czym w gospodarstwach konwencjonalnych stwierdzono większą liczbę próbek pozytywnych (34,7%) w porównaniu z gospodarstwami ekologicznymi (18,9%). W innych badaniach stwierdziły obecność jaj *Ascaris* i *Toxocara* w 18 z 45 próbek gleby wykorzystywanej pod uprawy szklarniowe i pod osłonami foliowymi, tym samym również wskazując na wysoki poziom skażenia parazytologicznego, wynoszący 40% [33].

Efektom nieprzestrzegania reżimu sanitarnego jest skażenie jajami tych pasożytów świeżych owoców i warzyw. Z badań Zeynudin i wsp. [34] wynika, że 56% warzyw i 32% owoców sprzedawanych na targowiskach w Etiopii było skażonych jajami chorobotwórczych pasożytów, w tym *A. lumbricoides* – 12%.

### Nicienie z rodzaju *Trichuris*

Nicienie z rodzaju *Trichuris* są jedną z najbardziej zróżnicowanych i szeroko rozprzestrzenionych grup pasożytów. Występują na całym świecie, szczególnie w krajach o ciepłym i wilgotnym klimacie. Pasożytują w jelicie grubym i ślepym różnych gatunków ssaków: świń, bydła, owiec, kóz, zajęcy, królików, a także ludzi, szczególnie dzieci. *Trichuris*, podobnie jak *Ascaris*, są geohelmindami, których cykl rozwojowy związany jest z glebą. Warunki środowiskowe determinują powstawanie jaj inwazyjnych (zawierających larwy), zdolnych do zarażenia. Inwazyjne jaja są bardzo odporne na niekorzystne warunki środowiskowe i mogą zachowywać swą inwazyjność od 6 nawet do 11 lat [35].

Do zarażenia włosogłówkami dochodzi w wyniku spożycia niemytych warzyw i owoców, które miały kontakt ze skażoną glebą, wskutek braku higieny rąk po pracy w ziemi lub zabawie dzieci w piaskownicy. Włosogłówczyca ma przebieg bezobjawowy w przypadku zarażenia niedużą liczbą nicieni, w przypadku intensywnej inwazji występują objawy ze strony układu pokarmowego, nerwowego lub krążenia [35].

Mimo, że ogólnie uważa się, że większość przypadków trichuriozy (włosogłówczyca) u ludzi jest spowodowana przez gatunek *T. trichiura*, istnieją pewne dowody na zarażenie ludzi innymi gatunkami *Trichuris*, np. włosogłówką świńską lub włosogłówką zwierząt mięsożernych oraz na zoonotyczną transmisję pasożytów z rodzaju *Trichuris* [36].

Maikai i wsp. [37] stwierdzili obecność jaj pasożytów na warzywach sprzedawanych na bazarze w Nigerii. Jaja helminatów znaleziono w 57,8% badanych warzyw, w tym z rodzajów *Toxocara* – 48,3%, *Strongyloides* – 19,2%, *Taenia* / *Echinococcus* – 18,3%, *Ancylostoma* – 10,0%, *Trichuris* – 3,3% oraz *Enterobius* – 0,8%.

Równie wysokim ryzykiem zachorowania człowieka na zoonozę jest korzystanie z zanieczyszczonych jajami pasożytów terenów rekreacyjnych miast. Przykładem jest znalezienie jaj pasożytniczych geohelminatów (w tym z rodzaju *Trichuris*) na obszarze plaży Jeziora Białego na terenie Lublina [38].

### Nicienie z rodzaju *Toxocara*

Do rodzaju *Toxocara* zalicza się 27 gatunków, spośród których znaczenie epidemiologiczne mają glisty zwierząt mięsożernych. U psów, lisów i wilków występują nicienie *T. canis*, u kotów – *T. cati*. Na inwazje *Toxocara* narażone są psy i koty na całym świecie. W Polsce więcej zarażonych psów i kotów obserwuje się w gospodarstwach wiejskich, co wynika z rzadszego ich odrobaczania. Znotowano, że od 70 do 100% kilkutygodniowych szceniąt i kociąt zarażonych jest nicieniami *Toxocara* spp. U psów dorosłych prevalencja wynosi od 0,4 do 21%. Stwierdzono, że inwazje *T. cati* dotyczą od 10 do 68% kotów w miastach na terenie kraju. Istotne źródło skażenia środowiska naturalnego jajami glist *Toxocara* mogą stanowić lisy, tym bardziej że w ostatnich latach notuje się znaczny wzrost populacji lisów w Polsce [39]. Nicienie *Toxocara* pasożytują w jelicie cienkim swoich żywicieli. W optymalnych warunkach środowiska jaja glist mogą przeżyć 6–10 lat, zachowując zdolność do inwazji. Źródłem zarażenia jest gleba, piaskownice, możliwe jest również bezpośrednie przeniesienie jaj z sierści psów i kotów. Człowiek jest żywicielem przypadkowym (paratenicznym), u którego larwy *Toxocara* nie kończą swego rozwoju, ale wędrują po organizmie, wywołując chorobę w postaci trzewnej, ocznej lub utajonej. Zarażeniu mogą ulec wszystkie grupy wiekowe, jednak najwięcej przypadków toksokarozy notuje się

u dzieci, ponieważ cechuje je niższa odporność na zarażenie, mają bliski kontakt ze zwierzętami i wykazują specyficzne zachowanie w postaci geofagii (zjadanie ziemi) [40].

Borecka i wsp. [41] opisuje, że w latach 1994–2005 przebadano 18 367 próbek surowic osób podejrzewanych o zarażenie *Toxocara*, przy czym w 76% przypadków stwierdzono obecność przeciwciał anti-*Toxocara*. Natomiast w okresie od 1978 do 2009 roku rozpoznano w Polsce 1022 przypadki kliniczne toksokarozy. Autorki uważały, że liczba przedstawionych przypadków była znacznie zaniżona. Obecnie toksokaroza w Polsce nie podlega zgłoszeniom epidemiologicznym, a więc liczba przypadków tej choroby nie jest znana.

Na terenie Polski przeprowadzono wiele badań mających na celu określenie poziomu skażenia środowiska naturalnego jajami nicieni pasożytniczych. W latach 2021–2022 na obszarze pięciu województw (dolnośląskie, mazowieckie, podlaskie, pomorskie, zachodniopomorskie) dokonano oceny gleb ornych pod kątem obecności w nich jaj geohelminatów. W 56 próbkach na 67 pobranych stwierdzono obecność nicieni z rodzaju *Ascaris*, w 23 – *Trichuris*, a w 3 – *Toxocara* [42]. Błaszowska i wsp. [43] zbadali 528 próbek pochodzących z 11 piaskownic i 11 terenów zabaw dla dzieci w Łodzi na obecność pasożytów. Najwyższe stężenie zanieczyszczenia stwierdzono na słabo zabezpieczonych placach zabaw (15,8% próbek wykazujących obecność pasożytów). Jaja nicieni z rodzaju *Toxocara* wykryto w 40,1% próbkach z piaskownic i w 50% próbek z placów zabaw. Poza tym w próbach stwierdzono niewielką liczbę jaj nicieni z rodzaju *Ancylostomidae*, *Ascaris* i *Trichuris*. Podobne badania wykonali Sadowska i wsp. [44] na terenie Szczecina. Wyniki wykazały, że 41,4% próbek gleby, piasku i placów zabaw było skażonych jajami geohelminatów. Zidentyfikowano jaja pasożytów należące do rodzajów *Toxocara* i *Trichuris* oraz gatunki *Toxascaris leonina* i *Dipylidium caninum*. Badania przeprowadzone przez Studzińską i wsp. [45] na terenie Lubelszczyzny wykazały, że 54,30% próbek gleby było skażonych jajami pasożytów *Toxocara* spp. i *Trichuris* spp. Zanieczyszczenie piaskownic miejskich i wiejskich wynosiło odpowiednio 40 i 60%.

Źródłem zarażenia człowieka mogą być również owoce i warzywa, które miały kontakt z zanieczyszczoną jajami pasożytów glebą. Healy i wsp. [46] zbadali występowanie jaj *Toxocara* na warzywach (sałata, szpinak, cebula dymka i seler) pobranych z 82 ogrodów na południu Anglii. Jaja *Toxocara* stwierdzono w dwóch próbkach sałaty, co dało ogólną częstość występowania na poziomie 2,4%. Dane z ankiety przeprowadzonej wśród osób korzystających z tych ogrodów ujawniły, że na tym terenie często spotykano lisy, koty i psy.

Przedstawione dane wskazują na potencjalne zagrożenie zdrowia ludzi inwazją *Toxocara* spp. zarówno w środowisku wiejskim, jak i miejskim.

### PODSUMOWANIE

Analiza danych literaturowych wskazuje na szerokie rozprzestrzenienie się w środowisku naturalnym bakterii z rodzaju *Salmonella*, *E. coli*, a także jaj pasożytów jelitowych z rodzajów *Ascaris*, *Trichuris* i *Toxocara*. Wszystkie te organizmy są wysoce niebezpieczne z punktu widzenia zdrowia ludzi i zwierząt. Z tej przyczyny powinno się ściśle przestrzegać reżimów sanitarnych dotyczących gleb uprawnych oraz płodów rolnych. Należy także pamiętać o zabezpieczaniu terenów rekreacyjnych (parków, placów zabaw, plaży) przed niekontrolowanym

korzystaniem z nich zwierząt domowych, co może zmniejszyć ryzyko zarażenia się ludzi pasożytami odzwierzęcymi.

## PIŚMIENNICTWO

- Bouma J. Land quality indicators of sustainable land management across scales. *Agric Ecosyst Environ.* 2002;88(2):129–136.
- Samaddar S, Karp DS, Schmidt R, et al. Role of soil in the regulation of human and plant pathogens: soils' contributions to people. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2021;376(1834):20200179. doi:10.1098/rstb.2020.0179
- Chmiel MJ, Frączek K. Mikroorganizmy wskaźnikowe w ocenie stanu sanitarnego gleby. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 2016;587:51–62.
- PN-Z-19000-1/2001 Jakość gleby. Ocena stanu sanitarnego gleby – Wykrywanie bakterii z rodzaju *Salmonella*.
- PN-Z-19006/2003 Jakość gleby. Ocena stanu sanitarnego materiałów wprowadzanych do gleby. Wykrywanie jaj pasożytów jelitowych z rodzajów *Ascaris*, *Trichuris* i *Toxocara* w nawozach organicznych.
- Centers for Disease Control Prevention. Multistate outbreak of *Salmonella* serotype Tennessee infections associated with peanut butter—United States, 2006–2007. *Morb Mortal Wkly Rep.* 2007;56:521–524.
- Wilson MR, Brown E, Keys C, et al. Whole genome DNA sequence analysis of *Salmonella* subspecies enterica serotype Tennessee obtained from related peanut butter foodborne outbreaks. *PLoS One* 2016;11:e0146929. doi:10.1371/journal.pone.0146929
- Majowicz Sh E, Musto J, Scallan E, et al. The global burden of nontyphoidal *Salmonella* gastroenteritis. *Clin Infect Dis.* 2010;50(6):882–889. doi:10.1086/650733. PMID:20158401
- Popa GL, Papa MI. *Salmonella* spp. infection – a continuous threat worldwide. *Germs.* 2021;11(1):88–96. doi:10.18683/germs.2021.1244
- Silva C, Calva E, Maloy S. One health and food-borne disease: *Salmonella* transmission between humans, animals, and plants. *Microbiol Spectr.* 2014; 2(1):OH-0020-2013. doi:10.1128/microbiolspec.OH-0020-2013
- Bertelloni F, Bresciani F, Cagnoli G, et al. House flies (*Musca domestica*) from swine and poultry farms carrying antimicrobial resistant Enterobacteriaceae and *Salmonella*. *Vet Sci.* 2023;10(2):118. doi:10.3390/vetsci10020118
- Meerburg BG, Kijlstra A. Role of rodents in transmission of *Salmonella* and *Campylobacter*. *J Sci Food Agric.* 2007;87(15):2774–278. https://doi.org/10.1002/jsfa.3004
- Aung KT, Khor WC, Octavia S, et al. Distribution of *Salmonella* serovars in humans, foods, farm animals and environment, companion and wildlife animals in Singapore. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(16): 5774. doi:10.3390/ijerph17165774
- Oludairo OO, Kwaga JKP, Kabir J, et al. Transmission of *Salmonella* in humans and animals and its epidemiological factors. *Zag Vet J.* 2023;51(1):76–91. doi:10.21608/zvjz.2023.187316.1202
- Teklemariam AD, Al-Hindi RR, Albiheyri RS, et al. Human salmonellosis: A continuous global threat in the farm-to-fork food safety continuum. *Foods.* 2023;12(9):1756. https://doi.org/10.3390/foods12091756
- Lee D, Tertuliano M, Harris C, et al. *Salmonella* survival in soil and transfer onto produce via splash events. *J Food Prot.* 2019;82(12):2023–2037. doi:10.4315/0362-028X.JFP-19-066
- Jechalke S, Schierstaedt J, Becker M, et al. *Salmonella* establishment in agricultural soil and colonization of crop plants depend on soil type and plant species. *Front Microbiol.* 2019;10:967. doi:10.3389/fmicb.2019.00967
- Strzałkowski L, Kopczewski A. Przeżywalność w ziemi i w wodzie pałeczek rodzaju *Salmonella* izolowanych od lisów. *Med Wet.* 1991;47(9):397–399.
- Kłapeć T, Stroczyńska-Sikorska M. Salmonelozy jako wciąż aktualne zagrożenie środowiskowe dla ludzi i zwierząt. *Med Środowiskowa.* 2011;14(1):79–84.
- Kumar G, Williams RC, Al Qublan H, et al. Airborne soil particulates as vehicles for *Salmonella* contamination of tomatoes. *Int J Food Microbiol.* 2017;21(243):90–95. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.12.006
- Frączek K, Rópek DR, Kozdrój J. Spatial distribution of *Salmonella* in soil near municipal waste landfill site. *Agriculture.* 2022;12(11):1933. doi.org/10.3390/agriculture12111933
- Abramczyk K, Gałązka A. Pałeczki *Salmonella* i *Escherichia coli* jako realne zagrożenie zdrowia ludzi oraz jakości gleby. *Studia i Raporty IUNG-PIB.* 2017;54(8):73–82.
- Simon K, Janocha J. Epidemia EHEC (*Escherichia coli* O104:H4) w Europie w 2011 roku – problemy kliniczne i terapeutyczne. *Przegl Epidemiol.* 2012;66:73–77.
- Osek J. Szczepki *Escherichia coli* wywołujące zakażenia u drobiu. *Med Wet.* 2000;56(11):691–694.
- Sobiczewski P. Bakterie w środowisku roślin – wrogowie i sprzymierzeńcy. *Kosmos.* 2021;70(4):685–696.
- Szczech M, Kowalska B, Smolińska U, et al. Monitorowanie skażeń mikrobiologicznych i mikotoksycznych warzyw produkowanych w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych (5–13). In: *Zdrowa żywność: mikrobiologiczne bezpieczeństwo w produkcji rolniczej.* Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach; 2014.
- Smolińska U. Możliwości i skutki skażeń mikrobiologicznych produktów roślinnych (29–40). In: *Zdrowa żywność: mikrobiologiczne bezpieczeństwo w produkcji rolniczej.* Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach; 2014
- Bitkowska E. Glistnica. In: Magdzik W, Naruszewicz-Lesiuk D, Zieliński A. Choroby zakaźne i pasożytnicze – epidemiologia i profilaktyka. VI ed. Wydawnictwo Alfa-Medica Press; 2007. p. 103–106.
- Gyoten J, Hoa NTV, Fujimaki Y, et al. The correlation between contamination of soil with *Ascaris* sp. eggs in school yards and ascariasis among primary school children in Mai Trung Commune, Northern Vietnam. *Trop Med Health.* 2010;38(1):35–38.
- Kowalczyk K, Kłapeć T. Contamination of soil with eggs of geohelminths *Ascaris* spp., *Trichuris* spp., *Toxocara* spp. in Poland – potential source of health risk in farmers. *Ann Parasitol.* 2020;66(4):433–440. doi:10.17420/ap6604.283
- Błaszowska J, Kurnatowski P, Damiecka P. Contamination of the soil by eggs of geohelminths in rural areas of Lodz district (Poland). *Helminthologia.* 2011;48:67–76. doi.org/10.2478/s11687-011-0012-8
- Kłapeć T, Borecka A. Contamination of vegetables, fruits and soil with geohelminths eggs on organic farms in Poland. *Ann Agric Environ Med.* 2012;19(3):421–425.
- Kłapeć T, Stroczyńska-Sikorska M. Ocena biologicznego skażenia gleb i warzyw spod upraw pod osłonami foliowymi w gospodarstwach na terenie woj. lubelskiego. *Med Środowiskowa.* 2005;8:147–154.
- Zeynudin A, Degefa T, Belay T, et al. Parasitic contamination of fresh vegetables and fruits sold in open-air markets in peri-urban areas of Jimma City, Oromia, Ethiopia: A community-based cross-sectional study. *PLoS One.* 2024;19(3): e0290655. doi:10.1371/journal.pone.0290655.
- Bitkowska E. Włosogłówczyca. In: Magdzik W, Naruszewicz-Lesiuk D, Zieliński A. Choroby zakaźne i pasożytnicze – epidemiologia i profilaktyka. VI ed. Wydawnictwo Alfa-Medica Press; 2007. p. 344–346.
- Mohd-Shaharuddin N, Lim YAL, Hassan NA, et al. Molecular characterization of *Trichuris* species isolated from humans, dogs and cats in a rural community in Peninsular Malaysia. *Acta Trop.* 2019;190:269–272. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.11.026
- Maikai BV, Elisha IA, Baba-Onoja EBT. Contamination of vegetables sold in markets with helminth eggs in Zaria metropolis, Kaduna State, Nigeria. *Food Control.* 2012;28(2):345–348.
- Bojar H, Kłapeć T. Contamination of soil with eggs of geohelminths in recreational areas in the Lublin region of Poland. *Ann Agric Environ Med.* 2012;19(2):267–270.
- Gawor Marczyńska M. Zagrożenie ludzi zoonotycznymi geohelmindami w środowisku miejskim i wiejskim w Polsce. Ryzyko toksokarozy. *Med Wet.* 2015;71(9):543–547.
- Mizgajska H. Toksokaroza i inne zoonozy przenoszone z psów i kotów w Polsce. *Mag Wet.* 2000;11(20):68–70.
- Borecka A, Kłapeć T. Epidemiology of human toxocariasis in Poland – A review of cases 1978–2009. *Ann Agric Environ Med.* 2015;22(1):28–31. https://doi.org/10.5604/12321966.1141364
- Zdybel JM, Karamon J, Sroka J, et al. Parasitological contamination of arable soil in selected regions of Poland – preliminary study. *Ann Agric Environ Med.* 2023;30(4):661–668. https://doi.org/10.26444/aaem/176816
- Błaszowska J, Górska K, Wójcik A, et al. Presence of *Toxocara* spp. eggs in children's recreation areas with varying degrees of access for animals. *Ann Agric Environ Med.* 2015;22(1):23–27. doi.org/10.5604/12321966.1141363
- Sadowska N, Tomza-Marciniak A, Juszcak M. Soil contamination with geohelminths in children's play areas in Szczecin, Poland. *Ann Parasitol.* 2019;65(1):65–70.
- Studzinska MB, Demkowska-Kutrzepa M, Borek A, et al. Variations in the Rate of Infestations of Dogs with Zoonotic Nematodes and the Contamination of Soil in Different Environments. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(9):1003. doi:10.3390/ijerph14091003
- Healy SR, Morgan ER, Prada JM, et al. First report demonstrating the presence of *Toxocara* spp. eggs on vegetables grown in community gardens in Europe. *Food Waterborne Parasitol.* 2022;27:e00158.