

**WPŁYW DŹDŻOWNICY ZIEMNEJ
(*LUMBRICUS TERRESTRIS* LINNAEUS, 1758)
NA STRUKTURĘ FIZYCZNĄ I CHEMICZNĄ GLEBY**

**INFLUENCE OF THE SOIL HOURS (*LUMBRICUS TERRESTRIS* LINNAEUS, 1758)
ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL STRUCTURE OF SOIL**

Jakub Kołomański

ABSTRACT

Soil is life environment of many animals. They are named edafon or pedofon. They are part of vertebrate and invertebrate. Their presence in the soil significantly influences its structure. That's why they are biological layer which means big structural dynamics. Because it is constantly subject of chemical transformations it affects flora structure. Organisms that have main meaning in soil creation are earthworms. On 20 cm depth 1 ha of forest live 6 tons of worms which shows influence scale of this animals that lives in a biotop. Objective of this article was to demonstrate influence earthworm on pH and soil temperature. For this purpose we grew 270 worms for 6 months. Measurements were made on the soil surface on 20 cm depth. Culturing was carried out under constant control of humidity. The results show growing pH and hesitating temperature, on which can has influence the intensity of organic transformations in tested surface.

Słowa kluczowe: gleba, dżdżownica, środowisko życia

Key words: soil, earthworms, enviromental live

Jakub Kołomański, I Ogólnokształcące Liceum Akademickie im Janiny Kossakowskiej-Dębickiej w Kielcach, e-mail: kolomanski.kuba@wp.pl

Opiekun merytoryczny/*Guardian substantive*: dr hab. Małgorzata Anna Józwiak

Wprowadzenie

Gleba jest powierzchniową warstwą skorupy ziemskiej (litosfery). Kształtuje się dzięki procesom glebotwórczym i powstaje ze skały macierzystej dzięki oddziaływaniu na nią czynników klimatycznych i organizmów żywych (ryc. 1). Skała macierzysta tworzy jej część mineralną, natomiast organizmy żywe wpływają na skład części organicznej (ryc. 2) (Kabała 2015; Uziak, Klimowicz 2002). Powstawaniu gleby sprzyja ukształtowanie terenu, czas i działalność człowieka (Degórski 2004). Jest warstwą biologicznie czynną, co oznacza jej dużą dynamikę strukturalną, stałe prze-

kształcenia chemiczne oraz zmiany w liście faunistycznej (Bednarek, Skiba 2015). Istotnym składnikiem gleb jest roztwór glebowy. Jest to woda glebowa wraz z rozpuszczonymi w niej substancjami organicznymi i mineralnymi (Koźłwan 2006).

Jednym z parametrów charakteryzujących gleby jest ich pH. Zakwaszenie decyduje o składzie gatunkowym roślin oraz składzie gatunkowym edafonu. Oceniając przydatność uprawną gleby, ocenia się jej odczyn. Odczyn glebowy to właściwość gleby wyrażona przez stosunek stężenia jonów wodorowych H^+ do jonów wodorotlenkowych OH^- (odczyn roztworu określony w jednostkach pH) w fazie stałej gleby i w jej roztwo-

Tabela 1. Wartości pH określające odczyn gleb
 Table 1. pH values determining the reaction of soils

Wartość pH	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
odczyn	b. kwaśny	kwaśny	umiarkowa- nie kwaśny	słabo kwaśny	słabo zasa- dowy	zasadowy	silnie zasa- dowy
typy gleb	gleby kwaśne			gleby obojętne		gleby zasadowe	
	gleby piaszczyste			gleby gliniasto-piaszczyste		gleby gliniaste	
				gleby ilaste		gleby próchniczne	

rze. Gleby kwaśne to gleby o $\text{pH} < 6,6$, z przewagą jonów wodorowych i jonów glinu, gleby obojętne, $\text{pH} 6,6\text{--}7,2$, jony występują w równowadze, gleby zasadowe, $\text{pH} > 7,2$, z przewagą jonów wodorotlenkowych. Znaczenie ma tutaj obecność takich składników zasadowych, jak węglan wapnia, jony wapnia, magnezu i sodu (tab. 1) (Systematyka gleb Polski, 2011).

Zarówno kwaśna, jak i zasadowa gleba charakteryzują się specyficznymi cechami. W przypadku gleby o niskim pH dochodzi do zahamowania rozwoju roślin. Zbyt wysoki odczyn sprzyja szybkiemu rozkładowi materiału organicznego, ale gleba wykazuje niedobór magnezu, fosforu i potasu. Odczyn gleby można regulować. Regulacja polega na uzupełnieniu jej składu odpowiednimi nawozami lub wapnując.

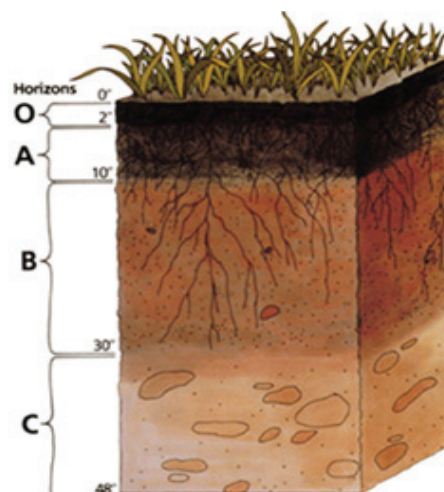
Większość roślin najlepiej rośnie w glebie o odczynie lekko kwaśnym lub obojętnym ($\text{pH} 6,0\text{--}7,0$). W takiej glebie rozwijają się mikroorganizmy, a składniki mineralne są łatwo dostępne i pobierane przez system korzeniowy rośliny. W glebie kwaśnej giną bakterie i rozwijają się grzyby pleśniowe, a minerały tworzą nierozpuszczalne w wodzie związki chemiczne niedostępne w tej postaci roślinom. Na listę florystyczną wpływa powietrze glebowe, wypełnia niezajęte przez wodę przestrzenie gleby. Ilość powietrza w glebie waha się od 8–35% objętości gleby. Głównie występują w nim gazy: N_2 , O_2 i CO_2 . Powietrze glebowe różni się od powietrza atmosferycznego 10-krotnie większą zawartością CO_2 (ryc. 2). Spadek stężenia O_2 poniżej 1% powoduje rozwój mikroorganizmów beztlenowych, które mają zdolność wytwarzania energii i wzrostu w warunkach braku tlenu.

Glebę zasiedla fauna glebowa określana jako edafon lub pedofauna. Edafon stanowi ogół organizmów żyjących okresowo lub stale w glebie. Są to: bakterie, wirusy, grzyby, glony, pierwotniaki, bezkręgowce. Edafon wpływa na żyzność i strukturę gleby, na jej przewietrzanie oraz rozkład związków organicznych i mineralnych. Edafon stanowi 1–10% suchej masy gleby. Do dużych organizmów edafonu, tzw. makropedofauny, zalicza się dżdżownicę ziemną (*Lumbricus terrestris* Linnaeus, 1758) (Błaszak 2009). Jest wskaź-

nikiem stanu chemicznego gleby. Jej obecność oraz liczebność populacji wskazuje na rolniczą przydatność gleb (Bogdanowicz i in. 2004). Dżdżownice preferują gleby z dużym dostępem do wody i soli mineralnych. Drążone w glebie tunele powodują przemieszanie i napowietrzenie gleby, a także użyznienie jej wydaliniami (koprolitami), które są bogate w związki azotowe, a przede wszystkim w związki węglanu wapnia produkowane w przewodzie pokarmowym.

Są najbardziej czułym wskaźnikiem toksyczności gleby. Unikają zasiedlania gleb zanieczyszczonych olejami silnikowymi, nie lubią przenawożenia preparatami mineralnymi, zwłaszcza zakwaszającymi glebę. Przyspieszacz kompostowania są szkodliwe dla dżdżownic. Potrafią neutralizować metale ciężkie zanieczyszczające glebę. Proces ten polega na wydzieleniu białka – metalotioneiny, które „owijają się” wokół atomu metalu i zmieniają jego niekorzystne właściwości.

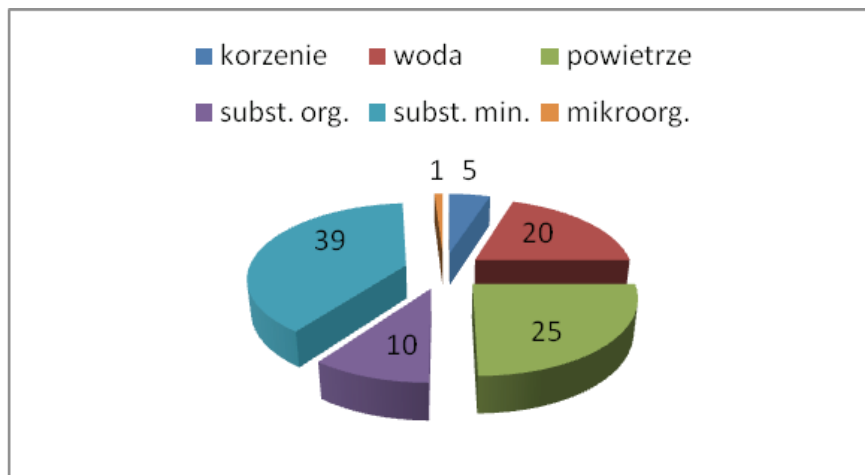
Celem niniejszej pracy jest ocena wpływu dżdżownic hodowanych w warunkach laboratoryjnych na podłożu pozyskanym z warunków naturalnych na dwa parametry fizyczne gleby, tj. temperaturę i pH roztworu glebowego.



Ryc. 1. Profil glebowy

Fig. 1. Soil profile

Źródło/Source: <https://www.google.pl/search?q=Profil+glebowy+obrazy>



Ryc. 2. Procentowy udział składników gleby
 Fig. 2. Percentage of soil components

Analiza wyników wskaże na znaczenie dżdżownic i ich wpływ na stan gleb w naturalnych ekosystemach lądowych.

Metodyka

Badania prowadzono w 2016 roku przez sześć miesięcy. Pobrano 50 kg gleby ogrodowej, do której wprowadzono 220 dżdżownic ziemnych. Wszystkie dżdżownice były w pełni dojrzałe, na co wskazywało brunatne zabarwienie i wykształcone clitellium, osobniki młodociane są białe (fot. 6). Pomiaru temperatury, pH i wilgotności łoża dokonywano w cyklu miesięcznym. Kontrola poziomu wilgotności była konieczna ze względu na zoptymalizowanie warunków życia dżdżownic. Wilgotność utrzymywano, używając w tym celu wody destylowanej. Badania wykonywa-

no przy użyciu termohigrometru, miernika FLO 89000 (fot. 2), uzyskując dane dotyczące wilgotności, pH i temperatury mierzonej w wyznaczonych punktach łoża hodowlanego. W tym celu powierzchnię łoża (fot. 1) podzielono na sześć jednakowych kwadratów w których dokonywano dwukrotnego pomiaru, tj. na powierzchni gleby i na głębokości 20 cm w każdym miesiącu pomiaru.

Badania pH gleby polegały na zastosowaniu metody potencjometrycznej przy użyciu elektrycznego miernika pH.

Celem porównania i zestawienia wyników dokonano pomiaru analizowanych parametrów w dniu rozpoczęcia eksperymentu (zanotowano warunki początkowe), co stanowiło próbkę odniesienia.



Fot. 1. Powierzchnia łoża badawczego (fot. M.A. Józwiak)
 Photo 1. Surface of the test bed (Photo. M.A. Józwiak)



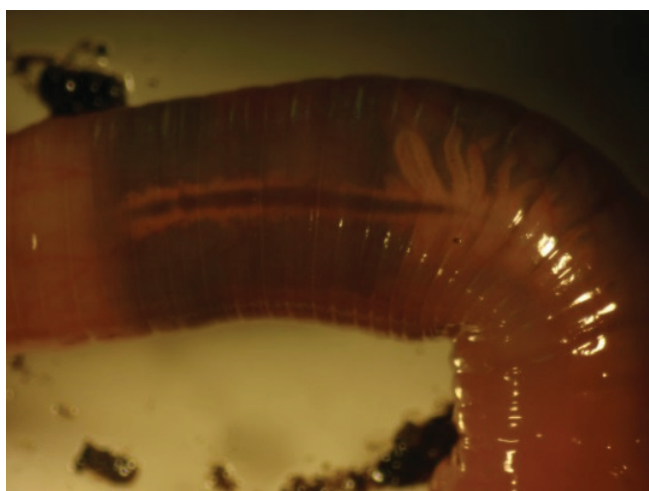
Fot. 2. Termopehametr, miernik FLO 89000 (fot. M.A. Józwiak)
 Photo 2. Thermopeameter, meter FLO 89000 (Photo. M.A. Józwiak)

Charakterystyka obiektu badań

Klasyfikacja taksonomiczna szereguje dżdżownicę ziemną w następujących jednostkach systematycznych: Typ: pierścienice; Gromada: siodełkowce; Podgromada: skąposzczety; Rząd: *Haplotaxida*; Rodzina: dżdżownicowate; Rodzaj: *Lumbricus*; Gatunek dżdżownica: ziemna (*Lumbricus terrestris* Linnaeus, 1758).

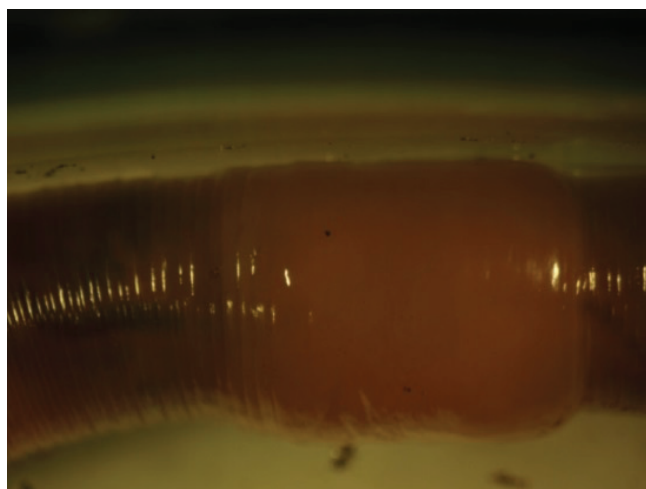
Dżdżownica ziemna to geotroficzny skąposzczet spotykany w różnych typach gleb (Erséus 2005). Budowa metameryczna i obecność 8 szczecinek (w 4 parach) na segmentach ciała umożliwia dżdżownicy czepianie się podłoża i ruch do przodu. Ze względu na geotrofizm odgrywa istotną rolę w procesach powstawania

gleby i wpływa na jej strukturę fizyczną i chemiczną (Falkowski i in. 2006). Specyficzna budowa układu pokarmowego wskazuje na przystosowania o charakterze idioadaptacyjnym, umożliwiające wykorzystanie składników odżywczych występujących pomiędzy cząstkami gleby. Przewód pokarmowy rozpoczyna otwór gębowym, który znajduje się na drugim segmencie ciała (peristomium) przykryty od góry płatem pierwszym (prostomium). Silnie umięśniona gardziel zawiera chromofilne gruczoły ślinowe i przechodzi w przełyk z ujściami gruczołów wapiennych, zwanych gruczołami Morena. W jelicie występuje tyflosolis, który powiększa jego powierzchnię chłonną (fot. 3). Dżdżownice żywią się głównie zawartymi w glebie szczątkami organicznymi. Aby dostarczyć organizmowi odpowied-



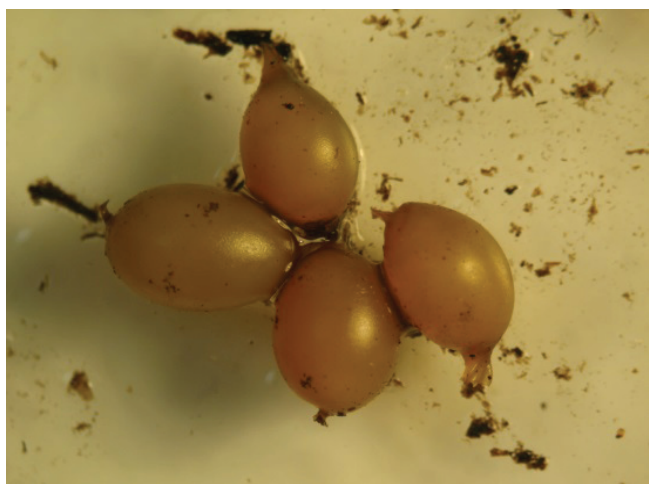
Fot. 3. Odcinek przewodu pokarmowego dżdżownicy ziemnej (fot. J. Kołomański)

Photo 3. A segment of the earthworm's digestive tract (Photo. J. Kołomański)



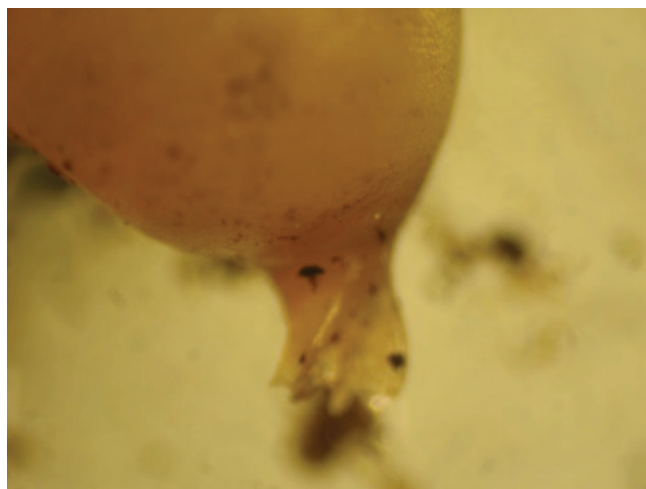
Fot. 4. Siodełko (*clitellium*) dojrzałej płciowo dżdżownicy (fot. J. Kołomański)

Photo 4. The saddle (*clitellium*) of a sexually mature earthworm (Photo. J. Kołomański)



Fot. 5. Kokony jajowe dżdżownicy ziemnej (Photo. J. Kołomański)

Photo 5. Earthworm cocoons (Photo. J. Kołomański)



nią ilość pożywienia, przez przewód pokarmowy musi przechodzić ogromna ilość gleby. Głównym produktem przemiany materii dżdżownic jest mocznik. Są obojnaki. Zapłodnienie jest krzyżowe, a rozwój prosty. Jaja rozwijają się w mufkach wytwarzanych przez siodelko (fot. 4), które jest zbudowane z kilku segmentów ciała. Nabłonek siodelka uwalnia wydzielinę spajającą kopulujące osobniki. Wydzielina siodelka pozwala na formowanie kokonów, do których składane są jaja i w których dochodzi do zapłodnienia (fot. 5).



Fot. 6. Niewybarwiony, niedojrzały płciowo osobnik dżdżownicy ziemnej (fot. M.A. Józwiak)
Photo 6. Unclear, unripe sexually-orientated earthworm (Photo. M.A. Józwiak)

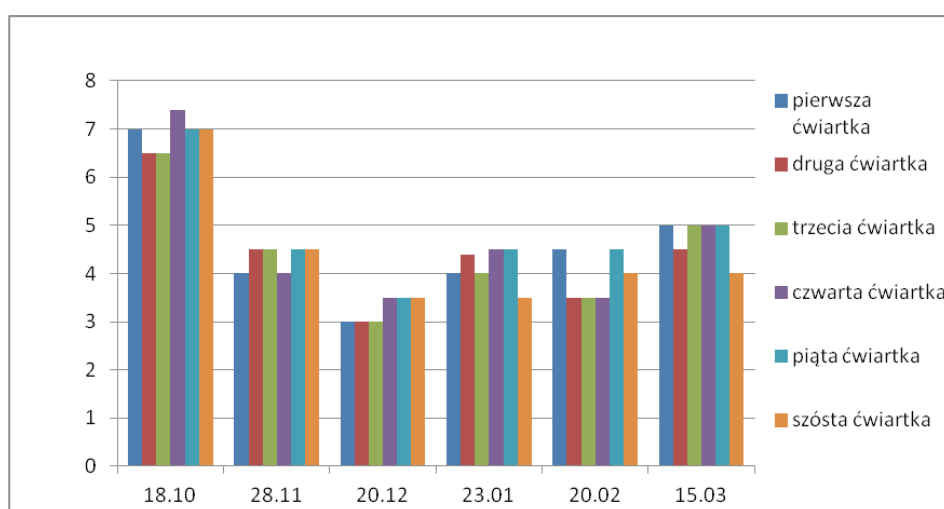
Opracowanie wyników

Wartości pH gleby mierzone na powierzchni badanego łoża w momencie rozpoczęcia badań wykazywały odczyn obojętny lub lekko zasadowy (ryc. 1). Może to wynikać z zastosowania wody destylowanej, która posłużyła do uzyskania odpowiedniej dla hodowli dżdżownic wilgotności podłoża. W kolejnych terminach pomiarów pH spadało (28.11.2012), a następnie wzrastało, co może świadczyć o aktywności troficznej dżdżownic.

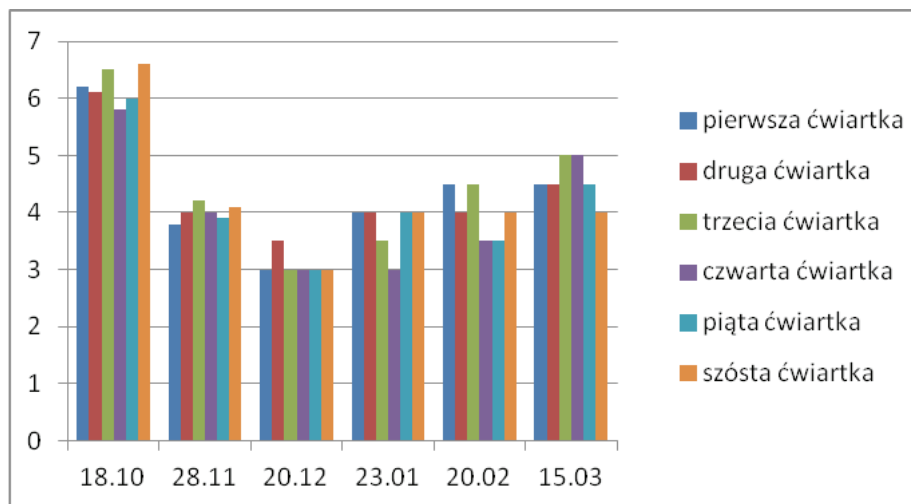
Badania wartości pH na głębokości 30 cm badanej próbki (ryc. 2) w stosunku do pomiarów dokonanych na powierzchni łoża wykazują podobną tendencję. Od trzeciego miesiąca badań obserwowano wyraźny wzrost pH. Za poziom szczególnie aktywnej penetracji podłoża przez dżdżownice uznaje się 30 cm w głąb gleby, dlatego różnice w wartościach pH dla powierzchni i głębokości 30 cm badanej próbki są podobne. Najniższe wartości pH odnotowano w trzecim miesiącu trwania badań ($\text{pH} = 3$). W kolejnych datach pomiarów następowały wzrosty wartości tego czynnika ($\text{pH} = 5$).

Badania prowadzono w laboratorium, w którym temperatura otoczenia wynosiła 18–19°C. W momencie rozpoczęcia badań (18.10) temperatura na powierzchni (ryc. 4) była najniższa i mieściła się w przedziale 19–22°C. Po upływie miesiąca osiągnęła wartości 21–22°C i przez wszystkie terminy prowadzonych badań utrzymywała się na stałym poziomie. Wyższa temperatura łoża hodowlanego w stosunku do temperatury otoczenia wskazuje na zachodzące w nim procesy rozkładu materii organicznej, które są reakcjami egzoergicznymi.

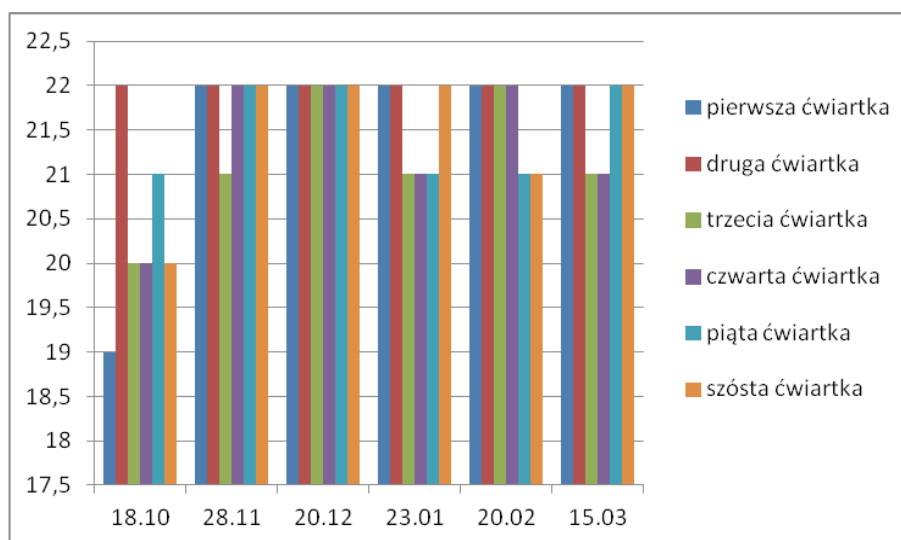
Pomiary temperatur na głębokości 30 cm badanego łoża mieściły się w przedziale 21–23°C i były wyższe



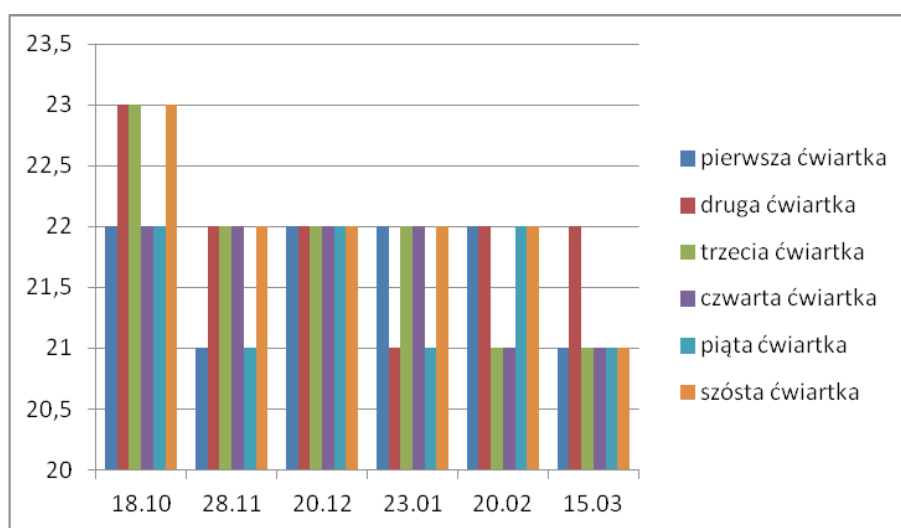
Ryc. 1. Porównanie wartości pH na powierzchni badanej próbki w kolejnych datach pomiaru
Fig. 1. Comparison of pH values on the surface of the test sample on subsequent measurement dates



Ryc. 2. Porównanie wartości pH na głębokości 30 cm badanej próbki w kolejnych datach pomiaru
 Fig. 2. Comparison of pH values at a depth of 30 cm of the test sample at subsequent measurement dates



Ryc. 3. Porównanie wartości temperatury na powierzchni badanej próbki w kolejnych datach pomiaru
 Fig. 3. Comparison of surface temperature values of the test sample on subsequent measurement dates



Ryc. 4. Porównanie wartości temperatury na głębokości 30 cm badanej próbki w kolejnych datach pomiaru
 Fig. 4. Comparison of temperature values at a depth of 30 cm of the test sample on subsequent measurement dates

Tabela 1. Zmiany wartości temperatury na powierzchni i głębokości 30 cm w badanej próbce w kolejnych datach prowadzonych badań

Table 1. Changes in surface temperature and depth values of 30 cm in the test sample on subsequent research dates

Miejsce pomiaru w glebie	Data pomiaru temperatury					
	18.10	28.11	20.12	23.01	20.02	15.03
Powierzchnia	22°C	21°C	22°C	22°C	22°C	21°C
	23°C	22°C	22°C	21°C	22°C	22°C
	23°C	22°C	22°C	22°C	21°C	21°C
	22°C	22°C	22°C	22°C	21°C	21°C
	22°C	21°C	22°C	21°C	22°C	21°C
	23°C	22°C	22°C	22°C	22°C	21°C
Głębokość 30 cm	19°C	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C
	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C	22°C
	20°C	21°C	22°C	21°C	22°C	21°C
	20°C	22°C	22°C	21°C	22°C	21°C
	21°C	22°C	22°C	21°C	21°C	22°C
	20°C	22°C	22°C	22°C	21°C	22°C

Tabela 2. Zmiany wartości pH na powierzchni i głębokości 30 cm w badanej próbce w kolejnych datach prowadzonych badań

Table 2. Changes in pH value on the surface and depth of 30 cm in the test sample on subsequent research dates

Miejsce pomiaru w glebie	Data pomiaru pH					
	18.10	28.11	20.12	23.01	20.02	15.03
Powierzchnia	7	4,0	3,0	4,0	4,5	5,0
	6,5	4,5	3,0	4,4	3,5	4,5
	6,5	4,5	3,0	4,0	3,5	5,0
	7,4	4,0	3,5	4,5	3,5	5,0
	7	4,5	3,5	4,5	4,5	5,0
	7	4,5	3,5	3,5	4,0	4,0
Głębokość 30 cm	6,2	3,8	3,0	4,0	4,5	4,5
	6,1	4,0	3,5	4	4,0	4,5
	6,5	4,2	3,0	3,5	4,5	5,0
	5,8	4,0	3,0	3,0	3,5	5,0
	6,0	3,9	3,0	4,0	3,5	4,5
	6,6	4,1	3,0	4,0	4,0	4,0

w stosunku do powierzchni o 1°C. Przyczyną takiej różnicy temperatur może być zarówno różne tempo procesów gnilnych na powierzchni i w głębi gleby, jak również oddziaływanie niższej temperatury otoczenia na powierzchnię gleby, która panowała w warunkach laboratoryjnych (18–19°C).

Zakończenie

Dżdżownice są jednym z najbardziej znaczących organizmów pedofauny (edafonu glebowego). Żyją w przypowierzchniowej części gleby, którą w czasie

aktywności troficznej penetrują na głębokości do 30 cm. Łącznie z innymi organizmami edafonu są głównym ogniwem w cyklu przemian materii organicznej. Odpowiadają za rozkład i mineralizację szczątków i produktów przemiany materii. Wydzielane przez dżdżownice drylodefensyny umożliwiają trawienie liści i neutralizację roślinnych polifenoli. Częsteczki tych związków odkrył zespół naukowców z Imperial College London dr Jake’a Bundy i dr Manuela Liebeke. Produkowane są w przewodzie pokarmowym dżdżownic w bardzo dużych ilościach. Dr Bundy i jego zespół stwierdzili, że im więcej polifenoli jest obecnych

w diecie dżdżownic, tym więcej drylodefensyn powstaje w ich przewodach pokarmowych. Ma to duże znaczenie z uwagi na fakt, że dżdżownice posiadają mechanizm metaboliczny trawiący liście wielu gatunków roślin posiadających niejednokrotnie mocno toksyczne związki chemiczne. Przewód pokarmowy (gardziel) zaopatrzony w gruczoły Morena wydziela substancję, która prawdopodobnie służy do zobojętniania kwasów humusowych znajdujących się próchnicy. Obecnie sądzi się, że wydzielina tych gruczołów przede wszystkim pełni rolę regulatora składu jonowego środowiska wewnętrznego, a zobojętnianie środowiska następuje w dalszych częściach jelita. Taka działalność przewodu pokarmowego dżdżownic przyspiesza procesy rozkładu materii organicznej i poprawia kwasowość gleby, co sprzyja rozwojowi wielu gatunków roślin.

Dżdżownice spełniają także kluczową funkcję w procesie remediacji środowiska zanieczyszczonego produktami pochodzenia naftowego, ponieważ mają zdolność wykorzystania węglowodorów jako źródła węgla i energii. Proces ten polega na biodegradacji toksyn zawartych w glebie i prowadzi do powolnych procesów samoczyszczania tego biotopu.

Przeprowadzone badania potwierdziły wpływ dżdżownic na zmiany wartości pH gleby.

W badaniach wskazano obszar najbardziej aktywnej działalności dżdżownic (do głębokości 30 cm w głąb gleby).

Wzrost temperatury łoża hodowlanego świadczy o intensywnych procesach rozkładu materii organicznej do których przyczynia się dżdżownica ziemna.

Literatura

- Bednarek R., Skiba S., 2015. Czynniki i procesy glebotwórcze. W: Andrzej Mocek (red.): *Gleboznawstwo*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 68–98. ISBN 978-83-01-17944-6. (pol.)
- Biologia 1, Kaczmarek D., Penga M., 2012. Wydawnictwo Pedagogiczne Operon
- Biologia 1 J. Balerstet, W. Lewiński 2010. Rumia: Wydawnictwo Pedagogiczne Operon
- Błaszak C., 2009. Red. nauk. *Zoologia: bezkręgowce*. t. 1. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, ISBN 978-83-01-16108-8.
- Bogdanowicz W., Chudzińska E., Pilipiuk I., Skibińska E. (red.). 2004. *Fauna Polski – charakterystyka i wykaz gatunków*. t. 1. Warszawa: Muzeum i Instytut Zoologii PAN, ISBN 83-88147-04-8.
- Degórski M., 2004. Geografia gleb jako dyscyplina fizycznogeograficzna. „Przegląd Geograficzny”. 3 (76), Warszawa: PAN Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania. ISSN 0033-2143.

- Erséus Ch., 2005. Phylogeny of oligochaetous Clitellata. „Hydrobiologia”. 535/536, s. 357-372.
- Falkowski T., Foremniak G., Holak E., 2006. *Matura biologia 2010*, Rumia: Wydawnictwo Pedagogiczne Operon.
- Kabała C. 2015. *Morfologia gleb*. W: A. Mocek (red.): *Gleboznawstwo*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 99–130. ISBN 978-83-01-17944-6. (pol.)
- Koźłwan B., Adamiak W., Grabas K., Pawełczyk A., 2006. *Podstawy mikrobiologii w ochronie środowiska*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Systematyka gleb Polski, wyd. 5. 2011. „Roczniki Gleboznawcze” 62, 3, Warszawa: Polskie Towarzystwo Gleboznawcze.
- Uziak S., Klimowicz Z., 2002. *Elementy geografii gleb i gleboznawstwa*. Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, s. 51. ISBN 83-227-1671-0. <https://www.google.pl/search?q=Profil+glebowy+obrazy>.

STRESZCZENIE

Gleba to środowisko życia wielu organizmów. Nazywane są one edafonem lub pedofauną. Stanowią je zarówno zwierzęta bezkręgowce, jak i kręgowce. Ich obecność w glebie w znaczący sposób kształtuje jej strukturę. Jest warstwą biologicznie czynną, co oznacza jej dużą dynamikę strukturalną (Bednarek, Skiba 2015). Ponieważ podlega stałym przekształceniom chemicznym, wpływa na zróżnicowanie listy florystycznej. Organizmami o dużym znaczeniu glebotwórczym są dżdżownice. Na głębokości 20 cm 1 hektara lasu żyje 6 ton dżdżownic, co pokazuje skalę oddziaływania tych zwierząt na zasiedlany przez nie biotop. Celem niniejszej pracy było wykazanie wpływu dżdżownicy ziemnej na parametry chemiczne (pH) i fizyczne gleby (temperatura). W tym celu hodowano przez okres 6 miesięcy 270 pozyskanych z warunków naturalnych dżdżownic. Pomiary wykonywano na powierzchni gleby i 20 cm głębokości. Hodowla przebiegała pod kontrolą stałej wilgotności. Otrzymane wyniki wskazują na stopniowo rosnące pH i wahającą się temperaturę, na którą może mieć wpływ intensywność przemiany materii organicznej w łożu hodowlanym.