

*Joanna Kostecka, Mieczysław Kołodziej*

*Zakład Przyrodniczych Podstaw Produkcji Rolniczej*

*Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie, Filia w Rzeszowie*

*Okręgowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Rzeszowie*

## **Niektóre cechy wermikompostu produkowanego przez dżdżownicę kompostową *Eisenia fetida* (Sav.)**

### **Wstęp**

W maju 1994 roku odbyła się organizowana przez Akademię Rolniczą w Krakowie, Filię w Rzeszowie, konferencja nt. „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic” [7, 28]. Ten aktualny od wielu lat na świecie temat, szczególnie istotny w dobie powrotu do wartości ekologicznych, doczekał się więc szerszego zainteresowania także i w Polsce. Tematyka Konferencji związana była głównie z dżdżownicą kompostową *Eisenia fetida* (Sav.), znaną w Polsce pod marketingową nazwą „czerwona kalifornijska”. Możliwości zastosowania tych zwierząt do rozwiązywania niektórych problemów ekologicznych i gospodarczych jest wiele [5, 6, 10, 11, 14]. Szczególnie interesujące są prace mówiące o cechach nawozu wytwarzanego przez dżdżownice [16, 20, 27]. Niektórzy zastanawiają się, czy jest on bardziej nawozem czy raczej środkiem ochrony roślin, jako że hamuje rozwój niektórych chorób [1]. Interesujące i ważne są także badania nad wpływem dżdżownic na otaczającą je mikroflorę [21]. Prowadząc wermikulturę, należy pamiętać o różnych zagadnieniach dotyczących tej specyficznej technologii i prawidłowego jej prowadzenia [12, 13, 15]. Nie można też nie zdawać sobie sprawy z roli dżdżownic, jako wektora niektórych chorób pasożytniczych [22].

Na konferencji w Rzeszowie poruszono temat nomenklatury dotyczącej masowych hodowli dżdżownic na odpadach organicznych. Postanowiono stosować termin wermikultura\* i wermikompost w celu podkreślenia szczególnego procesu, jaki zachodzi pod kontrolą człowieka z udziałem tych zwierząt.

---

\* Po łacinie w dawnych systematykach, dżdżownice zaliczano do „vermes” — stąd archaiczna już dzisiaj, choć utrwalona w słownictwie światowym nazwa.

Termin wermikultura jest powszechnie używany w literaturze angielskiej, niemieckiej, włoskiej, słowackiej [5,6, 20, 25, 26] i oznacza masową hodowlę dżdżownic na odpadach organicznych, przy zastosowaniu specyficznej technologii.

Terminy hodowla, chów i biohumus wzbudziły u niektórych autorów [2] wątpliwości co do prawidłowości ich użycia. W trakcie dyskusji na konferencji w Rzeszowie zdecydowano nie używać terminu biohumus, jako nie oddającego specyfiki procesu wermikultury (biohumus powstaje w każdym, nawet naturalnym, ekosystemie i pod wpływem bardzo różnych grup zwierząt, gdy tymczasem wermikultura wymaga specjalnej technologii, a produkowany nawóz — wermikompost — to praktycznie same odchody dżdżownic). Uzgodniono także, że dżdżownica kompostowa powinna być zapisywana jako *Eisenia fetida*, a nie *Eisenia foetida*, co zgodne jest z pisownią obowiązującą w większości najnowszych zagranicznych publikacji naukowych [3].

Hodując dżdżownice i produkując wermikompost, doprowadzamy do namnożenia dżdżownic do bardzo dużego zagęszczenia (100 tys. osobników/2 m<sup>2</sup>) w podłożach hodowlanych, przy czym dżdżownica kompostowa *Eisenia fetida* może być namnażana w celu produkcji cennego naturalnego nawozu oraz produkcji biomasy ciał dżdżownic bogatych w białko i inne substancje. Na V Światowym Seminarium Ekologii Dżdżownic, które odbyło się w Columbus, Ohio, USA w lipcu 1994 r. (uczestniczyła w nim autorka niniejszego opracowania) bardzo ciekawe wyniki badań przedstawili badacze chińscy. Wynikało z nich, że istnieje możliwość izolacji z ciał dżdżownic substancji wpływającej na regulację płodności człowieka, a także substancji o działaniu stabilizującym komórki rakowe.

Produkcja wermikompostu, znanego także pod nazwą nawozu koprolitowego lub biohumusu, jest już w Polsce znana. Pierwsze polskie hodowle dżdżownic propagowały głównie ten efekt działalności. Należy podkreślić, że wermikompost może spełnić dużą rolę w produkcji żywności o wysokich parametrach jakościowych (naturalny nawóz organiczny), w produkcji pasz (biomasa dżdżownic o dużej zawartości białka i innych związków), w ochronie środowiska przyrodniczego (utylicacja odpadów organicznych, rekultywacja gleb) i innych dziedzinach.

Na świecie zagęszczone populacje dżdżownic wykorzystuje się od ponad 40 lat, znajdując dla nich ciągle nowe zastosowania.

Natomiast w Polskiej literaturze na temat korzystnych cech produkowanych w wermikulturach odchodów dżdżownic, czyli wermikompostu, nie ma zbyt wiele wiadomości.

Tymczasem przez zastosowanie wermikompostu można osiągnąć szybkie zwiększenie zawartości łatwo przyswajalnych przez rośliny związków mineralnych oraz wzbogacić glebę w materię organiczną. Wermikompost wpływa także na zwiększenie aktywności biologicznej gleby i poprawia jej strukturę. Ponieważ składa się z drobnych, wałeczkowatych odchodów dżdżownic, o wymiarach około 0,5 x 1,5 mm, ma bardzo dużą powierzchnię. Odznacza się dużą porowatością, co wpływa korzystnie na stosunki powietrzne. Wszystkie cechy wermikompostu decydują o udokumento-

wanych doświadczalnie zwyżkach plonów [5, 20, 26]. Dżdżownice mogą produkować wermikompost z różnych substancji organicznych: z oborników zwierzęcych, resztek zwierzęcych, resztek poźniwnych, odpadów przetwórstwa rolniczego i innych odpadów organicznych.

W roku 1991 w Filii krakowskiej Akademii Rolniczej w Rzeszowie założono doświadczalno-dydaktyczną hodowlę dżdżownicy kompostowej. Sprawdzone proces technologii produkcji wermikompostu w warunkach terenowych, a także wykonano szereg oświadczeń w warunkach laboratoryjnych.

Prezentowane przez autorów wyniki badań dotyczą głównie właściwości fizykochemicznych wermikompostu z obornika mieszanego.

## Material i metodyka

---

Obiektami badań były: wermikultura doświadczalno-dydaktyczna Akademii Rolniczej w Krakowie, Filii w Rzeszowie, prowadzona w gospodarstwie Fundacji Rozwoju Ziemi Rzeszowskiej w Miłocinie koło Rzeszowa, oraz 121 hodowli terenowych prowadzonych na zlecenie firmy PW „Biopol” z Brzozowa w województwach regionu południowo-wschodniego Polski: krośnieńskiego, nowosądeckiego, przemyskiego, rzeszowskiego i zamojskiego.

Obserwacje siedliska doświadczalno-dydaktycznego prowadzono ciągle, a siedliska w hodowlach terenowych były obserwowane i sprawdzane sporadycznie. Hodowle trwały od pół do jednego roku. W czasie obserwacji siedlisk terenowych stwierdzono duże zróżnicowanie zagęszczenia dżdżownic. Było to związane z niedostateczną obsadą dżdżownic w czasie zakładania hodowli, jak również często z nieodpowiednim podłożem hodowlanym. Jego pH, stężenie soli, stosunek węgla do azotu odbiegały od optymalnych warunków dla hodowli *Eisenia fetida* [12].

Wystąpił więc problem, jakie kryteria wskazujące na zadowalający stopień mineralizacji materii organicznej przyjąć przy odbiorze wermikompostu. Aby dokonać takiej oceny wykonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Rzeszowie analizy próbek wermikompostu ze wszystkich 121 hodowli terenowych. Oznaczono w nich pH w wodzie, stężenie soli, zawartość azotu azotanowego oraz przyswajalne zawartości fosforu, potasu, wapnia i magnezu metodą wg Spruwaya w modyfikacji Nowosielskiego (metoda uniwersalna) [23], używając do ekstrakcji 0,03 n kwasu octowego.

Poza tym w wybranych 15 próbkach wermikompostów z hodowli terenowych i w próbkach wermikompostu z hodowli doświadczalno-dydaktycznej oznaczono dodatkowo suchą masę oraz całkowite zawartości azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu, aby ocenić w wermikompoście poziom przyswajalnych zawartości pierwiastków w stosunku do ich zawartości całkowitych.

Zastosowano metodę spalania na mokro w stężonym kwasie siarkowym oznaczając fosfor metodą kolorymetryczną, potas, wapń i sól fotometrycznie, a magnez metodą absorpcji atomowej. Analizy chemiczne przeprowadzone przez Okręgową

Stację Chemiczno-Rolniczą w Rzeszowie pozwoliły PW „Biopol” w Brzozowie na odbiór wermikopomostu z wybranych hodowli terenowych. Po jego podsuszeniu, rozdrobieniu i przesianiu przez sito ponownie wykonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Rzeszowie pełną analizę chemiczną w celu określenia, czy przyjęte kryteria oceny stopnia mineralizacji podłoża gwarantują uzyskanie wermikompostu o żądanych parametrach jakościowych. Dla pełniejszej charakterystyki wermikompostu wykonano dodatkowe badania mikrobiologiczne w Katedrze Mikrobiologii Akademii Rolniczej w Krakowie\* na wermikompoście z doświadczalno-dydaktycznej hodowli Filii Akademii Rolniczej w Rzeszowie.

## Wyniki analiz

Wyniki analiz przedstawiono w niżej zamieszczonych tabelach. W tabeli 1 podano wyniki analizy 121 próbek wermikompostów pobranych bezpośrednio z siedlisk. Wilgotność badanych próbek wynosiła około 75% i była zbliżona do poziomu wymaganego dla dżdżownic (70%). Zawartość przyswajalnego fosforu, potasu, wapnia i magnezu, a także pH i stężenie soli były bardzo zróżnicowane. Było to przede wszystkim wynikiem różnego stopnia mineralizacji podłoża, co z kolei było związane z różnym zagęszczeniem dżdżownic w podłożu. Wszystkie hodowle terenowe były prowadzone na oborniku bydlęcym, a więc wyjściowy skład chemiczny podłoży hodowlanych był zbliżony.

W tabeli 2 przedstawiono strukturę 121 prób wermikompostów pod względem zawartości przyswajalnych mikroelementów.

W skład większości próbek wermikompostów wchodziły następujące składniki: azotu azotanowego powyżej  $200 \text{ mg NO}_3/\text{dm}^3$ , przyswajalnego fosforu — powyżej  $700 \text{ mg P}/\text{dm}^3$ , potasu — powyżej  $1200 \text{ mg K}/\text{dm}^3$ , wapnia — powyżej  $1000 \text{ mg Ca}/\text{dm}^3$ , magnezu — powyżej  $400 \text{ mg Mg}/\text{dm}^3$ . Próbkę wermikompostu pobraną z hodowli doświadczalno-dydaktycznej bezpośrednio z siedliska zawierały:  $270 \text{ mg NO}_3/\text{dm}^3$ , przyswajalnego fosforu —  $900 \text{ mg P}/\text{dm}^3$ , potasu —  $2850 \text{ mg K}/\text{dm}^3$ , wapnia  $1900 \text{ mg Ca}/\text{dm}^3$ , magnezu —  $600 \text{ mg Mg}/\text{dm}^3$ .

Za zadowalający stopień mineralizacji podłoża przyjęto następujące zawartości mikroelementów na poziomie: azotu azotanowego min  $250 \text{ mg NO}_3/\text{dm}^3$ , fosforu —  $800 \text{ mg P}/\text{dm}^3$ , potasu —  $1400 \text{ mg K}/\text{dm}^3$ , wapnia —  $1000 \text{ mg Ca}/\text{dm}^3$ , magnezu —  $500 \text{ mg Mg}/\text{dm}^3$ . Należy podkreślić, że przyjęte wartości odnoszą się do wermikompostu bezpośrednio z hodowli, a więc nie oczyszczonego i zawierającego około 75% wody.

\* Dzięki uprzejmości Pana doc. dr. hab. Wiesława Barabasza z Katedry Mikrobiologii Akademii Rolniczej w Krakowie.

**Tabela 1.** Wyniki analizy metodą uniwersalną próbek wermikompostów z doświadczalno-dydaktycznej hodowli Akademii Rolniczej w Krakowie — Filii w Rzeszowie oraz ze 121 hodowli terenowych z lat 1991–93 (w wilgotnej masie wermikompostu)

| Analiza                     | Jednostka                           | Wartość  | Wyniki średnie | AR** |
|-----------------------------|-------------------------------------|----------|----------------|------|
| pH w wodzie                 | wskaźnik                            | 6,0–9,1  | 7,8            | 7,5  |
| Stężenie soli               | g NaCl/dm <sup>3</sup>              | 0,7–8,2  | 2,9            | 3,0  |
| Zawartość N-NO <sub>3</sub> | mg NO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup> | 10–900   | 289            | 270  |
| Zawartość fosforu           | mg P/dm <sup>3</sup>                | 152–1940 | 897            | 900  |
| Zawartość potasu            | mg K/dm <sup>3</sup>                | 266–7400 | 2342           | 2850 |
| Zawartość wapnia            | mg Ca/dm <sup>3</sup>               | 417–2700 | 1632           | 1900 |
| Zawartość magnezu           | mg Mg/dm <sup>3</sup>               | 110–1555 | 781            | 700  |
| Wilgotność                  | %                                   | 78–85    | 80             | 75   |

\*\* wermikompost z doświadczalno-dydaktycznej hodowli Akademii Rolniczej w Krakowie — Filii w Rzeszowie.

**Tabela 2.** Procentowy udział w poszczególnych przedziałach zawartości przyswajalnych dla roślin składników pokarmowych w próbkach z badanych 121 wermikultur terenowych

| Poziom zawartości w mg/dm <sup>3</sup> | Procentowa ilość prób w poszczególnych przedziałach zawartości |           |          |           |            |
|--|--|-----------|----------|-----------|------------|
|  | azotu NO <sub>3</sub>  | fosforu P | potasu K | wapnia Ca | magnezu Mg |
| <100                                   | 14   | —         | —        | —         | —          |
| 100–200                                | 20   | 1         | —        | —         | 1          |
| 200–300                                | 30   | 4         | 2        | —         | 1          |
| 300–400                                | 16   | 1         | 2        | —         | 4          |
| 400–500                                | 7  | 2         | 2        | 2         | 11         |
| 500–600                                | 6  | 4         | —        | 2         | 10         |
| 600–700                                | 1  | 9         | 1        | 2         | 16         |
| 700–800                                | 2  | 15        | 2        | 1         | 14         |
| 800–900                                | 4  | 18        | 2        | 7         | 14         |
| 900–1000                               | —  | 14        | 2        | —         | 12         |
| 1000–1200                              | —  | 19        | 8        | 7         | 11         |
| 1200–1400                              | —  | 6         | 9        | 14        | 2          |
| 1400–1600                              | —  | 6         | 8        | 14        | 4          |
| 1600–1800                              | —  | —         | 7        | 16        | —          |
| 1800–2000                              | —  | 1         | 8        | 14        | —          |
| 2000–2500                              | —  | —         | 6        | 16        | —          |
| 2500–3000                              | —  | —         | 16       | 5         | —          |
| 3000–3500                              | —  | —         | 6        | —         | —          |
| 3500–4000                              | —  | —         | 5        | —         | —          |
| 4000–5000                              | —  | —         | 8        | —         | —          |
| 5000–6000                              | —  | —         | 4        | —         | —          |
| 6000–7000                              | —  | —         | 1        | —         | —          |
| >7000                                  | —  | —         | 1        | —         | —          |

**Tabela 3.** Wyniki analiz zawartości całkowitych i zawartości przyswajalnych w próbkach wermikompostów z doświadczalno-dydaktycznej hodowli Akademii Rolniczej w Krakowie, Filii w Rzeszowie, oraz z 15 wybranych hodowli terenowych

| Składnik i wilgotność               | Jednostka                           | Zakres wyników | Wyniki średnie |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|
| Wilgotność                          | %                                   | 71,0–82,1      | 76,9           |
| Zawartość azotu całkowita           | mg N/dm <sup>3</sup>                | 2380–546       | 3384           |
| przyswajalna                        | mg NO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup> | 180–325        | 254            |
| udział zawartości N-NO <sub>3</sub> | %                                   |                | 2              |
| Zawartość fosforu całkowita         | mg P/dm <sup>3</sup>                | 770–1470       | 1001           |
| przyswajalna                        | mg P/dm <sup>3</sup>                | 460–1220       | 800            |
| udział zawartości przyswajalnej     | %                                   |                | 80             |
| Zawartość potasu całkowita          | mg K/dm <sup>3</sup>                | 1120–3040      | 2032           |
| przyswajalna                        | mg K/dm <sup>3</sup>                | 1100–2450      | 1825           |
| udział zawartości przyswajalnej     | %                                   |                | 90             |
| Zawartość wapnia całkowita          | mg Ca/ dm <sup>3</sup>              | 910–2520       | 1617           |
| przyswajalna                        | mg Ca/dm <sup>3</sup>               | 550–2000       | 1006           |
| udział zawartości przyswajalnej     | %                                   |                | 62             |
| Zawartość magnezu całkowita         | mg Mg/dm <sup>3</sup>               | 420–1330       | 777            |
| przyswajalna                        | mg Mg/dm <sup>3</sup>               | 350–650        | 461            |
| udział zawartości przyswajalnej     | %                                   |                | 59             |

**Tabela 4.** Wyniki analiz zawartości makro- i mikroelementów oraz niektórych metali ciężkich w wermikomposcie przygotowanym do sprzedaży przez PW „Biopol” w Brzozowie

| Rodzaj analizy        | Wynik w wilgotnej masie wermikompostu                     |
|-----------------------|---|
| Wilgotność            | 71,5%   |
| Sucha masa            | 28,5%   |
| Gęstość objętościowa  | 700 g/dcm <sup>3</sup>                                    |
| Substancja organiczna | 16%   |
| Popiół surowy         | 12,5%   |
| Zawartość azotu       | 4400 mg N/dcm <sup>3</sup> , w tym 400 mg NO <sub>3</sub> |
| Zawartość fosforu     | 1500 mg P/dcm <sup>3</sup> , w tym 1000 mg f.przysw.      |
| Zawartość potasu      | 3000 mg K/dcm <sup>3</sup> , w tym 3000 mg f.przysw.      |
| Zawartość wapnia      | 2600 mg Ca/dcm <sup>3</sup> , w tym 2000 mg f.przysw.     |
| Zawartość magnezu     | 1300 mg Mg/dcm <sup>3</sup> , w tym 800 mg f.przysw.      |
| Zawartość boru        | 4 mg B/dcm <sup>3</sup>                                   |
| Zawartość miedzi      | 8 mg Cu/dcm <sup>3</sup>                                  |
| Zawartość manganu     | 120 mg Mn/dcm <sup>3</sup>                                |
| Zawartość cynku       | 60 mg Zn/dcm <sup>3</sup>                                 |
| Zawartość żelaza      | 800 mg Fe/dcm <sup>3</sup>                                |
| Zawartość ołowiu      | 0,3 mg Pb/dcm <sup>3</sup>                                |
| Zawartość kadmu       | 0,2 mg Cd/dcm <sup>3</sup>                                |
| Zawartość niklu       | 1,3 mg Ni/dcm <sup>3</sup>                                |
| Zawartość chromu      | 4,3 mg Cr/dcm <sup>3</sup>                                |

Wyniki analiz wermikompostów z wybranych hodowli zawarte w tabeli 3 pozwalają na wstępną ocenę udziału związków rozpuszczalnych w 0,03% kwasie octowym, w stosunku do zawartości całkowitych, oznaczonych w mieszaninie kwasu nadchlorowego i azotowego. Średnio azot azotanowy (w przeliczeniu na N) stanowił około 2% azotu całkowitego, fosfor przyswajalny około 80% fosforu całkowitego, potas przyswajalny około 90%, wapń — około 60% i magnez około 60% magnezu całkowitego. Znajomość przyswajalnych zawartości pierwiastków w stosunku do ich zawartości całkowitych ma praktyczne znaczenie przy ustalaniu dawki wermikompostu pod uprawy ogrodnicze i rolnicze.

Tabela 4 zawiera wyniki analiz wermikompostu, przyjętego od hodowców na podstawie kryteriów ustalonych przez Stację Chemiczno-Rolniczą. Analizy wskazują na korzystne cechy tego wermikompostu. Zawartości makroelementów (azotu, fosforu, potasu, magnezu) w 1 kg wilgotnego wermikompostu są wyższe aniżeli stwierdzone bezpośrednio w siedliskach. Ma to bez wątpienia związek z różnicą uwilgotnienia wermikompostu. Stosunek zawartości całkowitych wynoszący 1 : 0.3 : 0.7 wydaje się korzystny dla większości upraw. Znaczące są także zawartości w uzyskanym wermikompoście takich mikroskładników, jak bor, miedź, magnez, cynk i żelazo.

Zawartości metali ciężkich — ołowiu, kadmu i niklu — są niskie i mieszczą się w granicach zawartości naturalnych, właściwych dla materiału biologicznego. Charakterystykę mikrobiologiczną wermikompostu z hodowli doświadczalno-dydaktycznej przedstawiono w tabeli 5. Wskazuje ona na bogactwo mikroorganizmów w wermikompoście.

**Tabela 5.** Liczba drobnoustrojów w próbce wermikompostu (1 g)\*

| Drobnoustroje   | Liczba drobnoustrojów (w tys.) |
|---|--------------------------------|
| Bakterie  |                                |
| formy czynne  | 1998                           |
| formy spoczynkowe   | 952                            |
| amonifikatory   | 2084                           |
| bakterie proteolityczne                                       | 690                            |
| Promieniowce  | 167                            |
| Grzyby  | 61                             |
| Asymilatory wolnego azotu                                     |                                |
| <i>Azotobacter</i>  | 801,7                          |
| <i>Clostridium</i>  | $10^{-4}$                      |
| Bakterie czynne w transformacji P nieorganicznego             | 570,3                          |
| Bakterie czynne w utlenianiu i redukcji N mineralnego — miano |                                |
| nityfikatory  | $10^{-6}$                      |
| denityfikatory  | $10^{-6}$                      |
| Bakterie amyloliczne — miano                                  | $10^{-6}$                      |
| Mikroorganizmy rozkładające błonnik                           | +++                            |

\* Wermikompost pochodzi z doświadczalno-dydaktycznej hodowli Akademii Rolniczej w Krakowie, Filii w Rzeszowie, oznaczenia dzięki uprzejmości doc. dr. hab. Wiesława Barabasza z Katedry Mikrobiologii AR w Krakowie.

Jak wykazują dane literaturowe [5, 20, 26] i doświadczenia własne, w technologicznie prawidłowo prowadzonych hodowlach zagęszczenie dżdżownic dochodzi do ok. 100 000 osobników/ $2\text{m}^2$  w siedlisku. Według autorów słowackich [20, 26] o produkcji wermikompostu można mówić dopiero wówczas, gdy gęstość dżdżownic przekracza 20 000 osobników/ $\text{m}^2$ . Wermikompost w doświadczalno-dydaktycznej hodowli Akademii Rolniczej w Krakowie, Filii w Rzeszowie, produkowany był przy tak dużym zagęszczeniu dżdżownic. Wiele wizytowanych hodowli terenowych natomiast rozpoczynało proces produkcji wermikompostu przy bardzo niskim zagęszczeniu *E. fetida*. Obserwowano hodowle, gdzie zagęszczenie dżdżownic wynosiło około 5 tys. osobników/ $\text{m}^2$ , a czasem znacznie mniej.

Niedostateczne zagęszczenie *Eisenia fetida* było często wynikiem zainstalowania w siedlisku bardzo słabej liczebnie populacji zarodowej, a także źle przygotowanego podłoża organicznego, stanowiącego pokarm dla dżdżownic. W bardzo wielu hodowlach stwierdzono nieprzygotowanie odpowiedniego środowiska hodowlanego [12]. Optymalne dla dżdżownic *E. fetida* pH powinno się wahać w granicach 6,5–7,5, podczas gdy w siedliskach hodowców terenowych stwierdzano częste przypadki pH 8. Stężenie soli (pożądane poniżej 3 mg NaCl/ $\text{dcm}^3$ ) często przekraczało nawet 7. Stosunek węgla do azotu (wymagany około 20), często niższy był od 12.

W takim środowisku dżdżownice nie mogły więc w pełni wykorzystać swoich potencjalnych możliwości rozrodczych i w efekcie ich zagęszczenie wzrastało powoli, co także decydowało o słabej mineralizacji.

Kompostowanie za pomocą dżdżownic ma wiele zalet w porównaniu do kompostowania metodami tradycyjnymi. Przy prawidłowo prowadzonej wermikulturze czas tego procesu skraca się trzykrotnie, przy jednoczesnym wzroście stopnia humifikacji i wzroście zawartości kwasów humusowych w produkcie. Według Zajonca [26] w średnio prowadzonej wermikulturze, startującej od 10 siedlisk (1 mln osobników), po 4 latach można osiągnąć następujące wyniki: liczba osobników (przybysza ich w postępie geometrycznym) wyniesie 128 mln, 384 t podłoża zostanie przerobione w 153,6 t wermikompostu, a prowadzona wermikultura będzie zajmować około  $2560\text{ m}^2$ .

Dżdżownice zwykle produkują wermikompost z obornika i innych odpadów organicznych, wobec czego jego skład jest znacznie bogatszy od składu samego obornika. Wermikompost charakteryzuje się też większą koncentracją składników w jednostce objętości. Przy wykorzystaniu daje to wymierną korzyść — w postaci obniżenia kosztów transportu.

Wermikompost zwykle zawiera wszystkie niezbędne mikroelementy — cynk, mangan, miedź, żelazo, bor, wapń i magnez, substancje z grupy witamin oraz bardzo bogatą mikroflorę [20, 26]. Stanowi także skuteczną barierę dla niektórych substancji szkodliwych i bakterii chorobotwórczych [1], tworząc wokół systemu korzeniowego

osłonę biologiczną. Nawóz ten może nadawać się na wszystkie gleby i do nawożenia różnych roślin uprawnych. Gdyby był produkowany z materii organicznej o kontrolowanej i niskiej zawartości pestycydów, antybiotyków, metali ciężkich itp. (to znaczy z „czystych” oborników zwierzęcych), powinien wtedy być szczególnie zalecany w produkcji żywności wysokiej jakości. Polskie popularnonaukowe [4, 8, 9, 17, 18, 19, 24] artykuły donoszą, że może być stosowany w rolnictwie, sadownictwie, warzywnictwie i kwiaciarstwie, gdzie wg doświadczeń stwierdzono wyraźne zwiększenie plonów. Cytuje się jednak głównie źródła zagraniczne, nie potwierdzone w naszych, polskich warunkach.

Na przykład wieloletni słowacki badacz dżdżownic — Zajonc [26], powołując się na wyniki badań „AGROBIO”, donosi o następujących zwyczajach plonów: pomidory o 36%, fasola o 28%, papryka o 33%, a ziemniaki nawet o 71%. Należałoby więc szybko podjąć na szeroką skalę doświadczenia nad efektami nawożenia wermikompostem z uwzględnieniem jego wpływu na wartość biologiczną plonów przeznaczonych do spożycia. Obiecujące pod tym względem wyniki dały wstępne badania Kołodziejka i Kosteckiej [16].

## Wnioski

---

1. Zastosowanie metody uniwersalnej w chemicznej analizie przy ocenie stopnia mineralizacji przerabianego przez dżdżownice podłoża hodowlanego może mieć znaczenie w praktyce przy weryfikacji jakości i przyjmowaniu wermikompostu.
2. Ustalenie minimalnych poziomów zawartości przyswajalnych makroelementów (azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu), określanych bezpośrednio w siedlisku hodowlanym, pozwala na pozyskiwanie wermikompostu o wystarczająco korzystnych właściwościach chemicznych.
3. Wstępne określenie udziału przyswajalnych związków azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu, w stosunku do zawartości całkowitych tych pierwiastków, pozwoli na bardziej precyzyjne ustalanie dawek wermikompostu pod uprawy ogrodnicze i rolnicze.
4. W wermikulturach ważny jest właściwy skład podłoża hodowlanego pod względem pH, stężenia soli i stosunku węgla do azotu. Dlatego uzasadniona jest analiza chemiczna podłoża przed nasadzeniem dżdżownic i na tej podstawie ocena przydatności podłoża wg powyższych kryteriów.
5. W związku ze stwierdzanymi błędami w technologii produkcji wermikompostu konieczne jest upowszechnianie prawidłowego procesu technologii.

- [1] Brzeski M.W., Szczech M. 1994. Vermikompost — nawóz czy biologiczny środek ochrony roślin? w: „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic” materiały z krajowej konferencji w Rzeszowie, *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie* 292, sesja Naukowa 41: 77–83.
- [2] Dudkiewicz J. 1989. Chów dżdżownicy kompostowej (*Eisenia foetida*). *Nowe Rolnictwo* 11–12: 13–14.
- [3] Easton G.E. 1993. A guide to the valid names of Lumbricidae (Oligochaeta). *Earthworm ecology from Darwin to vermiculture*. Ed. Satchell. J. London, Chapman, S. Hall: 475–485.
- [4] Fijałkowski M. 1989. Wnętrznosci ziemi: *Działkowiec* 9: 18–30.
- [5] Gaddie R., Douglas D. 1977. Earthworm for ecology and profit. Bookworm Publ. Comp. Ontario, California: 1–180.
- [6] Hand P. 1992. Earthworm biotechnology (vermicomposting). Resources and applications of biotechnology: The new wave. Greenshields R., Swansea, Wales: 49–58.
- [7] Kajak A., Kostecka J. 1995. Konferencja na temat „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic” (Rzeszów, 13–14 V 1994r.). *Wiadomości Ekologiczne* XLI(1): 72–73.
- [8] Kasprzak K. 1989. Właściwości i dawkowanie kompostu wytwarzanego przy udziale dżdżownic. *Działkowiec* 7: 15.
- [9] Kasprzak K. 1990. Amatorska hodowla dżdżownic na działce. *Działkowiec* 6: 23.
- [10] Kasprzak K. 1994. Stan badań nad dżdżownicami w Polsce. w: „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic” — materiały z krajowej konferencji w Rzeszowie, *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie* 292, Sesja Naukowa 41: 25–49.
- [11] Kostecka J. 1994. Znaczenie wermikultury w rozwiązywaniu niektórych problemów ekologicznych i gospodarczych. w: „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic” materiały z krajowej konferencji w Rzeszowie, *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie* 292, sesja Naukowa 41: 15–23.
- [12] Kostecka J. 1994. Poradnik hodowcy dżdżownic. Wydanie poprawione i poszerzone, Filia AR w Rzeszowie: 1–40.
- [13] Kostecka J. 1994. Czynniki środowiskowe regulujące liczebność populacji dżdżownicy kompostowej *E. fetida* w siedliskach hodowlanych. w: „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic” materiały z krajowej konferencji w Rzeszowie, *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie* 292, sesja Naukowa 41: 99–108.
- [14] Kostecka J., Kołodziej M. 1993. Wstępne badania nad zastosowaniem dżdżownic do uzdatniania osadów w oczyszczalniach ścieków. Materiały krajowej konferencji Naukowo-Technicznej „Problemy gospodarki osadowej w oczyszczalni ścieków”, Częstochowa: 175–182.
- [15] Kostecka J., Nowak P. 1994. Skuteczność ekstrakcji pokarmowej dżdżownic kompostowych *E. fetida*, jako metody ich oddzielania od podłoża hodowlanego. w: „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic” materiały z krajowej konferencji w Rzeszowie, *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie* 292, sesja Naukowa 41: 131–139.
- [16] Kołodziej M., Kostecka J. 1994. Niektóre cechy jakościowe ogórków i marchwi uprawianych na wermikomposcie, w: „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic” — materiały z krajowej konferencji w Rzeszowie, *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie*, 292, sesja Naukowa 41: 89–93.
- [17] Kotowski J. 1991. Praktyczne wykorzystanie biohumusu. *Działkowiec* 10: 14.
- [18] Kotowski J. 1991. Biohumus koprolitowy — nawóz ekologiczny. *Działkowiec* 8: 22.
- [19] Kotowski J. 1992. Z biologii dżdżownicy hodowlanej. *Działkowiec* 7: 15.
- [20] Lac J. 1991. Vermikopost a jeho hlavne možnosti vyuzitia v polnohospodarstve a lesnictve. *Bioterra*, Dolny Bar, Bratislava, pod Rovnicami 3: 1–34.
- [21] Makulec G., Chmielewski K., Kusińska A. 1994. Znaczenie *Lumbricus rubellus* w transformacji materii organicznej i kształtowaniu składu i liczebności mikroflory gleb łąkowych. w: „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic” — materiały z krajowej konferencji w Rzeszowie, *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie* 292, sesja Naukowa 41: 51–60.

- [22] Nowosad B., Rościszewska M., Skalska M. 1994. Rola dżdżownic w przenoszeniu chorób pasożytniczych. w: „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic” — materiały z krajowej konferencji w Rzeszowie, *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie* 292, sesja Naukowa 41: 121–129.
- [23] Nowosielski O. 1988. *Zasady opracowania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie*. PWRiL Warszawa.
- [24] Orlikowski L. 1992. Komposty poprawiające żyzność gleby. *Działkowiec* 7: 14.
- [25] Satchel I. E. 1983. *Earthworm ecology from Darwin to vermiculture*, London, Ed. Sat. J. Chapman, S. Hall: 1–495.
- [26] Zajonc I. 1992. Chov zizal a vyroba wermikompostu. Animapress, Dusan Barlik, Povoda, okres Dunajska Streda: 1–59.
- [27] Zawitkowska J., Starck J. R., Senatorska-Wiśnioch A., Okruszko B., Kędzierska Z. 1995. Zmiany zawartości dostępnych form składników mineralnych w odpadach komunalnych oraz innych podłożach pod wpływem działania dżdżownicy *Eisenia fetida* (Sav), *Biotechnologia* (w druku).
- [28] „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic” — materiały z krajowej konferencji w Rzeszowie, pod redakcją J. Kosteckiej, *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie* 292, 1994. Sesja Naukowa 41: 1–150.

## Some features of vermicompost produced by the compost worm *Eisenia fetida* (Sav.)

---

### Summary

In spite of the many advantages brought about by vermicultures, they are still too rare in Poland.

In 1991, at the Agriculture Academy — Department in Rzeszów a vermiculture of *E. fetida* was installed and this technology of vermicomposting has since been used in both didactic and extension services to introduce it as a feasible practice.

The authors discuss the features of vermicompost based on Polish and foreign publications and present vermicompost from Agriculture Academy's — Department in Rzeszów vermiculture and vermicompost obtained by others in the region.

The authors suggest to use the universal method of chemical analysis (Spruway's method modified by Nowosielski) to valuate the degree of mineralization vermicompost directly in the earthworm's bed and present results of analysis of full content and content of nutritive macroelements assimilable for plants.

The authors also disapprove of the vocabulary used by some Polish authors in discussing the subject of vermicomposting.