

Słowa kluczowe: kompost, genotoksyczność, testy roślinne, *Allium*, *Vicia*

Grażyna OBIDOSKA*, Anna HADAM*, Zbigniew KARACZUN*

PRZYDATNOŚĆ TESTÓW ROŚLINNYCH DO BADANIA GENOTOKSYCZNOŚCI KOMPOSTÓW Z ODPADÓW MIEJSKICH

Kompostowanie odpadów jest praktykowane w Warszawie, jednak jest ono nieefektywne i żaden z wytwarzanych tu produktów nie znajduje zastosowania w rolnictwie. Jak dotąd nie przeprowadzono gruntownej oceny toksykologicznej, dlatego w pracy niniejszej podjęto próbę oszacowania genotoksyczności kompostów z warszawskich odpadów miejskich przy pomocy testów roślinnych. Przeprowadzone badania posłużyły również do porównania przydatności do tego celu dwóch zastosowanych fitotestów.

Badano próbki trzech kompostów: produkowanego w kompostowni „Radiowo” z mieszanych odpadów komunalnych (RM), produkowanego w kompostowni „Radiowo” z odpadów zielonych (RZ), a także produkowanego w kompostowni przy ulicy Marywilskiej z odpadów zielonych (MZ). Wykonano badania analityczne pod kątem zawartości metali ciężkich i zasolenia oraz badania genotoksyczności z wykorzystaniem testów stożków wzrostu korzeni cebuli (*Allium cepa* Root Tip Assay) i bobiku (*Vicia faba* RTA).

Testy genotoksyczności zdecydowanie wskazywały na obecność czynników genotoksycznych w kompoście mieszanym z Radiowa, i zielonym z Marywilskiej. Natomiast kompost zielony z Radiowa wydawał się mieć znacznie lepsze właściwości jeśli chodzi o bezpieczeństwo dla roślin i ich konsumentów. Do oceny genotoksyczności bardziej przydatny okazał się być test *Allium* RTA aniżeli *Vicia* RTA, ze względu na większą czułość w stosunku do czynników genotoksycznych występujących w kompostach

1. WSTĘP

Kompostowanie jest najstarszą metodą przetwarzania odpadów i pomimo rozwoju innych technologii jego zalety dostrzega się i dziś. Znajduje coraz częściej miejsce w strategiach polityk odpadowych gdyż jest, w porównaniu ze spalaniem i składowaniem odpadów, metodą bezpieczną dla środowiska, sprawdzoną technicznie, stosunkowo łatwą i tanią, a ponadto daje produkt, który można stosować w celach nawozowych.

* Katedra Ochrony Środowiska, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, SGGW, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa, grazyna_obidoska@sggw.pl

Odpady kierowane do kompostowania mogą jednak zawierać substancje toksyczne i genotoksyczne, takie jak: metale ciężkie, dioksyne i furany (PCDD/F), polichlorowane bifenyle (PCB). Proces kompostowania nie powoduje redukcji zawartości metali, a w przypadku PCDD/F i PCB może nawet przyczyniać się do wzrostu ich ilości w produkcie końcowym w stosunku do wyjściowego [4]. Wprowadzanie kompostów do gleb może zatem stanowić zagrożenie dla środowiska i pośrednio dla zdrowia ludzi, dlatego pojawia się konieczność monitorowania ich toksyczności, a zwłaszcza genotoksyczności.

Kompostowanie odpadów jest praktykowane w Warszawie, jednak żaden z wytwarzanych tu produktów nie znajduje zastosowania w rolnictwie. Uważa się, że charakteryzują się złą jakością, lecz jak dotąd nie przeprowadzono gruntownej oceny toksykologicznej, dlatego w pracy niniejszej podjęto próbę oszacowania genotoksyczności kompostów z warszawskich odpadów miejskich przy pomocy testów roślinnych. Przeprowadzone badania posłużyły również do porównania przydatności do tego celu dwóch zastosowanych fitotestów.

2. METODY

Do badań pobrano próbki dwóch kompostów produkowanych w kompostowni „Radiowo”, należącej do Miejskiego Przedsiębiorstwa Oczyszczania w m. st. Warszawie, z mieszanych odpadów komunalnych (RM) oraz z odpadów zielonych (RZ), a także kompostu produkowanego z odpadów zielonych (MZ) w kompostowni przy ulicy Marywilskiej, podlegającej Zarządowi Oczyszczania m. st. Warszawa.

Wykonano badania analityczne kompostów pod kątem zawartości metali ciężkich i zasolenia. Całkowitą zawartość Pb, Cd, Cr, Ni i Zn oznaczono metodą adsorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA). Badania wykonane zostały przez Centrum Analityczne SGGW. Zasolenie zbadano metodą konduktometryczną.

Do oceny genotoksyczności wykorzystano testy stożków wzrostu korzeni cebuli (*Allium cepa* Root Tip Assay) i bobiku (*Vicia faba* RTA) wykonane wg procedury podanej przez Fiskesjö [5] i Kanaya [8]. Parametrami oceny genotoksyczności były: indeks mitotyczny (IM), aberracje ana i telofazowe (AAT), mikrojądra w komórkach interfazowych (MCN). Jako próbę kontrolną zastosowano podłoże torfowo-piaszczysto-gliniaste (70:20:10). Wyniki testów genotoksyczności poddano jednoczynnikowej analizie wariancji, a następnie przy pomocy testu Duncana przy poziomie istotności $p=0,05$ wyodrębniono grupy jednorodne.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

Kompost z odpadów mieszanych z Radiowa (MR) zawierał znacznie więcej metali ciężkich niż komposty zielone (tab.1). Uzyskane wyniki potwierdzają duże zanieczyszczenie metalami ciężkimi kompostów z odpadów mieszanych stwierdzone

przez innych autorów [4,6,12,]. Ze względu na niedopuszczalne ilości Pb, Cd, Cr, Ni i Zn [14], MR nie może być wykorzystywany do celów nawozowych.

Z kolei komposty zielone zawierają zazwyczaj bezpiecznie małe ilości metali ciężkich, tym samym uznaje się, że ich dogłębne stosowanie nie powoduje zagrożenia dla środowiska [4,10]. Komposty produkowane z mas roślinnych w Warszawie miały podobne zawartości metali ciężkich, które można uznać za dopuszczalne [13]. Różniły się jedynie zawartością Cu (ok. dwukrotnie więcej w ZM) i Zn (ok. dwukrotnie więcej w ZR).

Tab. 1. Zawartość metali ciężkich i zasolenie kompostów mieszanego i zielonego z Radiowa (MR, ZR) i zielonego z Marywilskiej (ZM)

Metale ciężkie [mg/kg s.m.]	Kompost		
	MR	ZR	ZM
Pb	131,0	112,0	114,0
Cd	3,8	0,67	0,74
Cr	114,0	11,7	11,5
Cu	141,0	32,7	64,8
Ni	38,1	10,8	8,6
Zn	592,0	287,0	181,0
Zasolenie [dS/m]	8,87	5,88	8,64

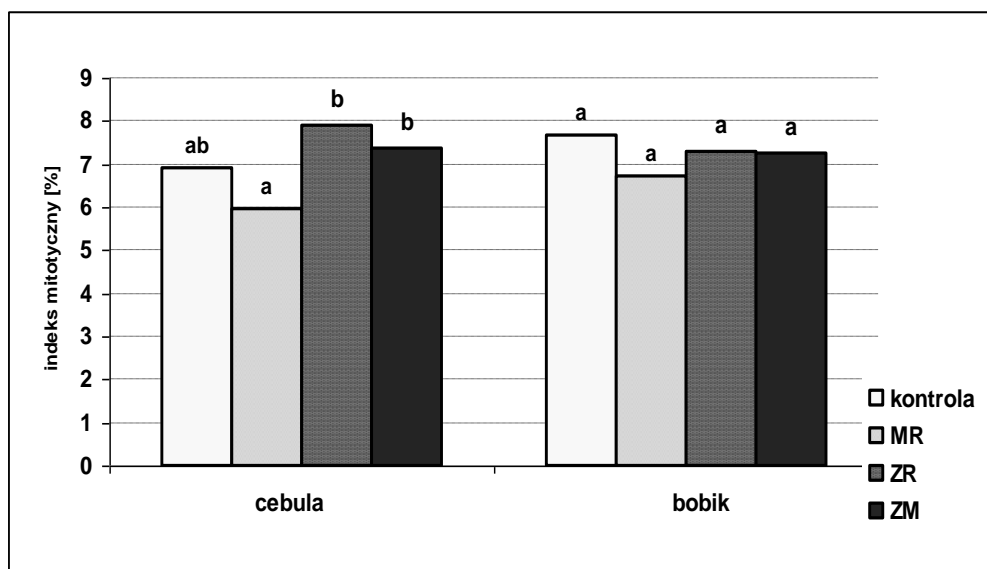
Rodzaj kompostu wpłynął znacząco na indeks mitotyczny (IM) w korzeniach cebuli (rys. 1). W porównaniu z kontrolą w kompoście mieszanym nastąpił istotny spadek IM, natomiast obydwa komposty zielone ZR i ZM stymulowały aktywność mitotyczną. U bobiku nie zanotowano istotnego wpływu żadnego z badanych kompostów na indeks mitotyczny.

W teście aberracji ana- telofazowych (AAT) jedynie dla kompostu zielonego z Radiowa (ZR) nie stwierdzono efektów genotoksycznego działania (rys. 2). Zarówno u cebuli jak i bobiku udział komórek z aberracjami w ZR był porównywalny z kontrolą. Pozostałe dwa komposty indukowały statystycznie istotny wzrost zaburzeń w rozdziale chromosomów, przy czym wyraźniejszą reakcję zanotowano w przypadku cebuli.

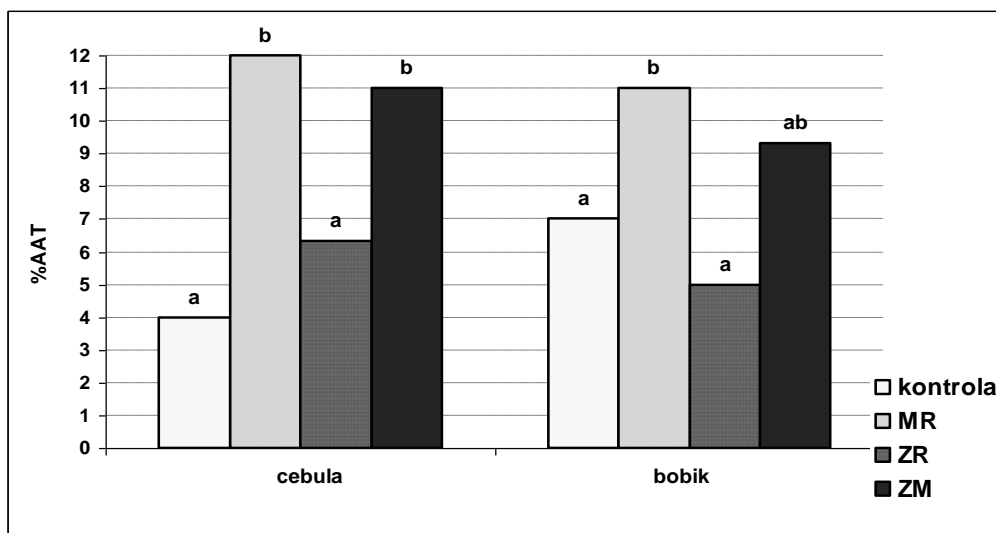
Test mikrojądrocy u cebuli wskazywał na obecność czynników genotoksycznych w kompoście mieszanym z Radiowa i zielonym z Marywilskiej (rys. 3). U bobiku kompost mieszanym jako jedyny powodował istotny, w stosunku do kontroli, wzrost udziału komórek z mikrojądrami.

Metale ciężkie i trwałe zanieczyszczenia organiczne mogą być pobierane przez korzenie roślin [15] i powodować zmiany genetyczne w komórkach [11]. Komposty z miejskich odpadów zmieszanych zwykle indukują więcej aberracji i mikrojąder niż komposty produkowane z odpadów zbieranych selektywnie [2,3] i faktycznie testy genotoksyczności zarówno *Allium* RTA jak i *Vicia* RTA zdecydowanie wskazywały na najwyższe nasilenie czynników genotoksycznych w kompoście mieszanym

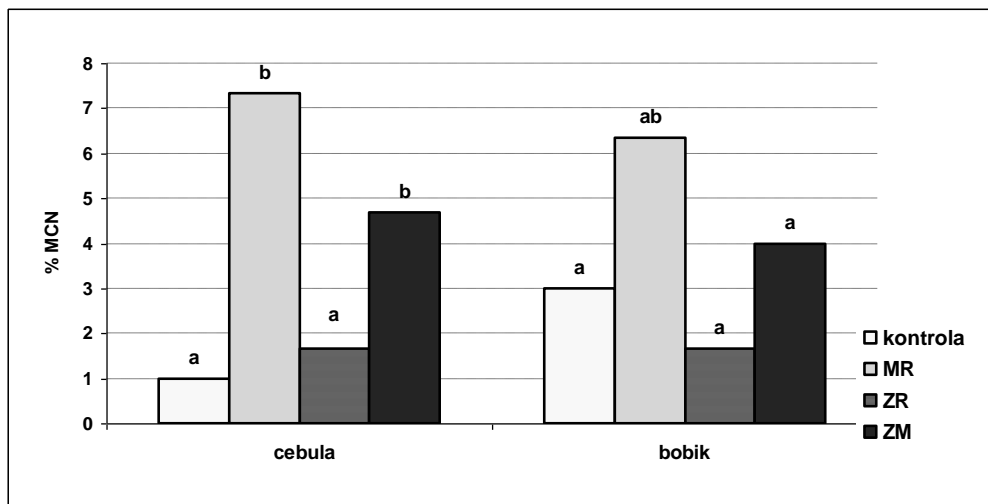
z Radiowa. Z kolei genotoksyczne działanie kompostu zielonego z Marywilskiej (ZM) tłumaczyć można stosunkowo dużym zasoleniem w porównaniu do zielonego z



Rys. 1. Wpływ kompostów mieszanego i zielonego z Radiowa (MR, ZR) i zielonego z Marywilskiej (ZM) na indeks mitotyczny w komórkach merystematycznych korzeni cebuli i bobiku



Rys. 2. Wpływ kompostów mieszanego i zielonego z Radiowa (MR, ZR) i zielonego z Marywilskiej (ZM) na powstawanie aberracji ana i telofazowych (AAT) w komórkach merystematycznych korzeni cebuli i bobiku



Rys. 3. Wpływ kompostów mieszanego i zielonego z Radiowa (MR, ZR) i zielonego z Marywilskiej (ZM) na powstawanie mikrojąder (MCN) merystematycznych komórkach interfazowych w korzeniu cebuli i bobiku

Radiowa (ZR) (tab. 1). Wpływ NaCl na chromosomy nie jest co prawda do tej pory wyjaśniony, jednak przypuszcza się, że zasolenie może pośrednio wywoływać działanie genotoksyczne [7] powodując stres oksydacyjny w roślinie [1]. Powstają reaktywne formy tlenu, które wykazują działanie szkodliwe dla struktur komórkowych i DNA [9].

4. WNIOSKI

- Testy genotoksyczności, zarówno *Allium* RTA jak i *Vicia* RTA, zdecydowanie wskazywały na obecność czynników genotoksycznych w kompoście mieszanym z Radiowa i zielonym z Marywilskiej, dyskwalifikując je jako podłoża dla roślin.
- Kompost zielony z Radiowa nie wykazał właściwości genotoksycznych i wydaje się nie zagrażać bezpieczeństwu roślin i ich konsumentów.
- Do oceny genotoksyczności bardziej przydatny okazał się być test *Allium* RTA aniżeli *Vicia* RTA, ze względu na większą czułość w stosunku do czynników genotoksycznych występujących w kompostach.

LITERATURA

- [1] Burdon R.H, O'Kane D., Fadzillah N., Gill V., Boyd P.A. Finom R.R. 1996. *Oxidative stress and responses in Arabidopsis thaliana and Oryza sativa subjected to chilling and salinity stress.* Biochemical Society Transactions, 24 (2): 469-472.

- [2] Cabrerra G.L., Rodriguez G., Guerrero M.G., Maruri A.B. 1997. *Genotoxicity of compost prepared from organic and domestic garbage using three bioassays*. Mutation Res. 379(1): S104.
- [3] De Simone C., Angelucci R., Erichetti M.F., Marconi S., Marconi S., Rossi M., Selvi S. 2005. *A statistical approach to evaluate compost genotoxicity*. Biology and Fertility of Soils, 41 (1): 9-14.
- [4] Favoino E., Pollak M. 2004. *Heavy metals and organic compounds in wastes used as organic fertilizer*. Perchtoldsdorf : 77-90; 93-105; 139-146.
- [5] Fiskesjo G. 1985. *The Allium test a standard in environmental monitoring*. Hereditas 102: 99- 112.
- [6] Gondek K. 2006. *Zawartość różnych form metali ciężkich w osadach ściekowych i kompostach*. Acta Agrophysica, 8 (4): 825-838.
- [7] Hossain Z., Mandal A., Shkula R., Datta S. 2004. *NaCl stress- its chromotoxic effects and antioxidant behavior in roots of Chrysanthemum morifolium Ramat*. Plant Science, 166: 215-220.
- [8] Kanaya N., Gill B.S., Grover I.S., Murin A., Osiecka R., Sandhu S.S., Andersson H.C. 1994. *Vicia faba chromosomal aberration assay*. Mutation Res., 310: 231-247.
- [9] Kultz D. I Chakravarty D. 2001. *Hyperosmolarity in the form of elevated NaCl but not urea causes DNA damage in murine kidney cells*. Proceedings of National Academy of Science, 98 (4): 1999-2004.
- [10] Mazur K., Filipek- Mazur B. 2001. *Wartość nawozowa kompostów i wermikokompostów z odpadów roślinnych oraz osadów ścieków przemysłowych i komunalnych*. [w]: Materiały Konferencyjne: „Kompostowanie odpadów – dobry interes czy uciążliwa konieczność?”, Towarzystwo na rzecz Ziemi, Fundacja Wspierania Inicjatyw Ekologicznych, Kraków, 19-21 września 2001: 1-4.
- [11] Rank J., Nielsen M.H. 1994. *Evaluation of the Allium anaphase – telophase test in relation to genotoxicity screening of industrial wastewater*. Mutation Res. 312 (1): 17-24.
- [12] Rosik-Dulewska Cz. 2001. *Zawartość składników nawozowych oraz metali ciężkich i ich frakcji w kompostach z odpadów komunalnych*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 477: 467-477.
- [13] Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby i standardów jakości ziemi (Dz. U. Nr 165, poz.1359)
- [14] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 1 lipca 2004 r. (Dz.U.04.164.1720).
- [15] Zemelduch A., Tomaszewska B. 2007. *Mechanizmy, procesy i oddziaływania fitoremediacji. Biodostępność zanieczyszczeń organicznych w środowisku*. Kosmos, 56(3-4): 393-407.

EFFECTIVENESS OF PLANT BIOASSAYS IN GENOTOXICITY TESTING OF COMPOSTS PRODUCED FROM MUNICIPAL WASTES

Genotoxicity of composts, prepared from non-selected (mixed) urban wastes and urban greenery wastes in two compost facilities – Radiowo and Marywilska, was assessed by the means of *Allium* and *Vicia* Root Tip Assays (RTA).

The genotoxicity of the three composts differed significantly: only one, produced from urban greenery wastes by Radiowo facility was practically non-genotoxic. The genotoxicities of two others: produced from mixed urban waste by Radiowo or urban greenery waste by Marywilska facility, were significant, eliminating them as soil amendments or plant substrates.

The *Allium* root tip assay (RTA) seems to be more sensitive to compost genotoxic components than *Vicia* RTA and therefore more efficient in compost genotoxicity testing.