

ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH W OWOCACH PAPRYKI NAWOŻONEJ WERMIKOMPOSTAMI

Anna Kiepas-Kokot, Zdzisław Zabłocki

Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Wstęp

Obecność w nadmiernej koncentracji metali ciężkich w produktach spożywczych stanowi istotne zagrożenie zdrowotne. Źródłem metali ciężkich w produktach pochodzenia roślinnego są przede wszystkim: gleby, nawozy (szczególnie w uprawach pod osłonami), a na terenach otwartych także opady pyłu z atmosfery. Badania monitoringowe przeprowadzone w Polsce nad jakością roślin uprawnych wykazały, że tylko nieznaczna część produkowanych w naszym kraju warzyw zawierała nadmierną ilość metali ciężkich [ANONIM 1997]. Przekroczenia dotyczyły w zasadzie wyłącznie zawartości kadmu i wśród całej przebadanej ilości warzyw (4000 prób z całego kraju) stwierdzono koncentracje wyższe od dopuszczalnej zawartości tego pierwiastka w 13,3% prób marchwi, 11% prób truskawek, 10,0% prób ziemniaków i 0,05% prób ogórków. Z uwagi na stosowanie w rolnictwie i ogrodnictwie bardzo różnych materiałów odpadowych istnieje konieczność oceny wpływu takich substancji nawozowych na wartość biologiczną plonu [KALEMBASA, DESKA 1998; KIEPAS-KOKOT, SZCZECH 1998].

Niniejsza praca ma na celu określenie wpływu stosowanych w uprawie papryki wermikompostów wytworzonych z różnych surowców (obornik, odpady gospodarcze, osady ściekowe) na zawartość metali ciężkich (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Pb, Cd, Co) w owocach papryki słodkiej.

Materiały i metodyka

Do uprawy wybrano odmianę papryki słodkiej Passat (Przedsiębiorstwo Nasienne WOMIR). Uprawę papryki w podłożach z udziałem wermikompostów prowadzono po wyprodukowaniu rozsady na standardowym podłożu ogrodniczym. Rośliny w fazie 10-ciu liści właściwych wysadzano do podłoża uprawowych sporządzonych z odkwaszonego torfu wysokiego z dodatkiem 25% s.m. porównywalnych wermikompostów. W każdym wariantcie doświadczenia (rodzaj wermikompostu) uprawiano po 8 sztuk roślin, każda w odrębnym wazonie, wypełnionym 8 dm³ podłoża. Do uprawy papryki wykorzystano wermikomposty sporządzone z: odpadów domowych (produkcja własna), zwanym w pracy „gospodarczym”, osadów ściekowych z oczyszczalni ścieków komunalnych w Goleniowie (produkcja

własna), zwanym w pracy „osadowym” i obornika końskiego (zakupiony od hodowcy), zwanym w pracy „obornikowym”.

Wermikomposty te wykorzystywano także do pogłównego nawożenia papryki (4-krotnie w okresie wegetacyjnym), każdorazowo wprowadzając na powierzchnię wazonu ½ dawki zastosowanej przy komponowaniu podłoża uprawowego (12,5% początkowej s.m. torfu). W przypadku stosowania wermikompostu „obornikowego” konieczne okazało się zastosowanie saletry amonowej, jako dodatkowego źródła azotu.

Plon papryki zebrano w dwóch terminach 30 VII (I zbiór) i 30 X (II zbiór). Owoce zbierano z każdej rośliny osobno, a do analizy chemicznej przygotowano z nich próbkę zbiorczą (około 300 g świeżej masy). Wyniki analizy przedstawiono jako średnią zawartość poszczególnych metali (z 8 prób owoców w każdym wariancie) wraz z odchyleniem standardowym. W owocach papryki i w wermikompostach oznaczono zawartość metali ciężkich (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Pb, Cd, Co) techniką absorpcji atomowej na spektrofotometrze SOLAAR 929, po uprzedniej mineralizacji powietrznie suchego materiału w stężonych kwasach: azotowym i nadchlorowym (4 : 1).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, przeprowadzając testy istotności różnic między średnią zawartością poszczególnych metali ciężkich w owocach papryki uprawianej na trzech różnych wermikompostach oraz zbieranych w dwu plonach.

Wyniki i dyskusja

Zawartość metali ciężkich w wermikompostach

Zastosowane w uprawie papryki wermikomposty różniły się rodzajem surowca wykorzystanego do ich wyprodukowania, co wpłynęło na zawartość w nich metali ciężkich (tab. 1). Najmniejszą zawartością tych składników charakteryzował się wermikompost wytworzony z obornika końskiego, co było niewątpliwie spowodowane rodzajem i jakością użytego substratu oraz nieco innym sposobem przetwarzania. Wermikompost ten powstał w technologii pryzmowej, która charakteryzuje się długim czasem wytwarzania, co zwiększa ryzyko wymywania zmineralizowanych składników. Świadczy o tym fakt, że tylko w przypadku tego wermikompostu konieczne było, dla zaspokojenia potrzeb pokarmowych papryki, dostarczenie azotu w postaci saletry amonowej.

Tabela 1; Table 1

Zawartość metali ciężkich ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w wermikompostach wykorzystanych w uprawie papryki

Heavy metal contents ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM) in vermicomposts used at sweet pepper cultivation

Wermikompost Vermicomposts	Fe	Zn	Mn	Cu	Ni	Pb	Cd	Co
Z odpadów gospodarczych; From household wastes	17 805	1 778	451	161	35,5	101,1	1,7	2,4
Z obornika końskiego; From horse manure	3 600	101	386	144	31,9	24,3	1,2	2,0
Z osadów ściekowych; From sewage sludge	38 750	1 404	420	116	26,0	60,7	2,4	2,6

Różnica w zawartości metali między badanymi wermikompostami pozyskanymi w technologii kontenerowej, z komunalnego osadu ściekowego oraz z odpadów gospodarczych, dotyczy przede wszystkim zawartości żelaza i ołowiu. Wermikompost „osadowy” zawierał ponad dwukrotnie więcej żelaza i blisko o połowę mniej ołowiu od wermikompostu „gospodarczego”. W wermikompoście uzyskanym z odpadów z gospodarstwa domowego (głównie obierek owoców i warzyw), stwierdzono bardzo wysoki poziom zawartości ołowiu (ponad 100 mg·kg⁻¹). Użyte do jego wytworzenia surowce były wyłącznie niejadalnymi odpadami roślinnymi, które są najsilniej zanieczyszczone, o czym świadczy duża skuteczność mycia i obierania w redukcji zawartości tych zanieczyszczeń [HOŁUBOWICZ 1998]. Jeszcze wyższe koncentracje ołowiu w wermikompostach stwierdzono we wcześniejszych badaniach, przy ich produkcji z wykorzystaniem przemysłowych osadów ściekowych, pochodzących z Zakładów Włókien Sztucznych „Chemitex-Wiskord” w Szczecinie. Koncentracja ołowiu w zależności od ilości dodanego osadu przemysłowego (10–90%) mieściła się w zakresie od 58–455 mg·kg⁻¹ s.m. nie wywołując negatywnych zmian w populacji dżdżownic *Eisenia fetida* [ZABŁOCKI i in. 1998].

W porównaniu do zawartości cynku w innych wermikompostach wykorzystane w doświadczeniu charakteryzowały się skrajnie różną od podawanej średniej zawartości tego metalu (364,9 mg·kg⁻¹ s.m.): „obornikowy” był ponad trzykrotnie uboższy w ten składnik, a „gospodarczy” i „osadowy” zawierały go ponad trzykrotnie więcej [DESKA, KALEMBASA 1998]. Znacznie wyższa od średniej dla wermikompostów (blisko 10-cio krotnie) w badanych materiałach była także zawartość miedzi.

Tak silne zróżnicowanie w obciążeniu wermikompostów metalami ciężkimi nie pozwala na jednolite ich traktowanie, tym bardziej, że powszechnie nazywane są one „nawozami ekologicznymi”, co może prowadzić do stosowania ich bez jakichkolwiek ograniczeń. Dużym uproszczeniem jest twierdzenie, że jeżeli w procesie wytwarzania wermikompostów nie obserwuje się negatywnych reakcji dżdżownic, to produkt taki jest w pełni bezpieczny. Progi toksyczności metali ciężkich dla tych organizmów są bardzo wysokie mimo, że podłoże hodowlane, jest zarówno ich pokarmem jak i środowiskiem życia.

Niewątpliwą zaletą wermikompostów jest ich duża zasobność w materię organiczną i obojętny odczyn, co skutecznie ogranicza pobieranie metali, o czym świadczą wyniki zawartości metali w owocach papryki, zamieszczone w tabeli 2. WOŹNY [1997] stwierdza, że pobieranie metali śladowych przez korzenie i pędy roślin wzrasta wraz ze wzrostem ich stężenia w środowisku glebowym. W omawianym przypadku, mimo znacznego zróżnicowania zawartości metali ciężkich w wermikompostach, nie zaobserwowano proporcjonalnego pobrania tych składników przez owoce. Pobieranie to mogło być zakłócone silną sorpcją metali przez substancję organiczną, której źródłem w podłożu uprawowym był zarówno torf jak i dodawane wermikomposty.

Wpływ terminu zbioru na zawartość metali ciężkich w owocach papryki

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że koncentracja poszczególnych metali ciężkich w owocach była silnie zróżnicowana i uwarunkowana przede wszystkim terminem zbioru papryki (tab. 2). W przypadku wermikompostów: „gospodarczego” i „osadowego” zawartość wszystkich analizowanych metali ciężkich istotnie różniła się między plonami (I i II). W przypadku wermikompo-

stu „obornikowego” nie wszystkie różnice w zawartości metali w owocach pochodzących z dwu zbiorów były statystycznie istotne. Owoce pochodzące z I zbioru zawierały istotnie mniej żelaza, cynku, manganu i niklu niż owoce zbierane w terminie późniejszym bez względu na wykorzystany w uprawie rodzaj wermikompostu. Zawartość kadmu była natomiast istotnie wyższa w owocach ze zbioru I niż II. W przypadku kobaltu zaobserwowano taką samą zależność lecz nie zawsze na poziomie statystycznie istotnym.

Tabela 2; Table 2

Zawartość metali ciężkich (wartość średnia \pm odchylenie standardowe) w owocach papryki nawożonej porównywanymi wermikompostami

Heavy metal contents (means and standard deviation) in fruits of sweet pepper fertilized with different vermicomposts

Metale (mg·kg ⁻¹ s.m.) Metals (mg·kg ⁻¹ DM)	Rodzaj wermikompostu wykorzystanego w uprawie papryki Vermicomposts used at sweet pepper growth					
	z odpadów gospodarczych from household wastes		z obornika końskiego from horse manure		z osadów ściekowych from sewage sludges	
	I zbiór harvest I	II zbiór harvest II	I zbiór harvest I	II zbiór harvest II	I zbiór harvest I	II zbiór harvest II
Fe	65,1 \pm 5,8*	87,9 \pm 33,9*	73,5 \pm 9,9*	102,5 \pm 26,2*	57,6 \pm 6,6*	89,1 \pm 8,7*
Zn	25,5 \pm 1,4*	53,5 \pm 1,0*	27,0 \pm 2,0*	42,7 \pm 2,7*	26,3 \pm 1,5*	50,0 \pm 4,7*
Mn	8,1 \pm 0,3*	29,3 \pm 0,9*	10,0 \pm 0,6*	31,2 \pm 7,3*	9,7 \pm 1,7*	38,1 \pm 2,2*
Cu	5,9 \pm 0,6*	4,5 \pm 0,6*	5,1 \pm 0,6	4,6 \pm 1,2	6,6 \pm 0,6*	8,6 \pm 1,6*
Ni	0,6 \pm 0,7*	1,3 \pm 0,4*	0,4 \pm 0,2*	0,7 \pm 0,3*	0,4 \pm 0,7*	0,9 \pm 0,3*
Pb	4,2 \pm 1,2*	6,6 \pm 1,0*	3,2 \pm 1,4	7,2 \pm 8,3	1,9 \pm 1,2*	8,1 \pm 0,5*
Cd	0,6 \pm 0,1*	0,1 \pm 0,1*	0,6 \pm 0,1*	0,1 \pm 0,2*	0,6 \pm 0,1*	0,1 \pm 0,0*
Co	1,6 \pm 0,2*	0,5 \pm 0,1*	0,3 \pm 0,3	0,1 \pm 0,1	1,2 \pm 0,3*	0,6 \pm 0,1*

* różnica między dwoma średnimi plonami istotna przy $p < 0,05$; difference between two harvest means significant at $p < 0.05$

Wpływ rodzaju wermikompostu na zawartość metali ciężkich w owocach papryki

Zawartość żelaza w owocach papryki była silnie zróżnicowana rodzajem wermikompostu w przypadku I zbioru owoców. II zbiór papryki pod względem zawartości żelaza nie różnił się istotnie w zależności od rodzaju zastosowanego wermikompostu. Najwyższą koncentrację żelaza stwierdzono w owocach uprawianych na wermikompoście „obornikowym” i była ona istotnie wyższa niż w przypadku wermikompostu „gospodarczego” a zwłaszcza „osadowego”.

Wcześniejszy plon owoców papryki nie był wyraźnie zróżnicowany pod względem zawartości cynku. Natomiast różnice takie stwierdzono w II plonie owoców. Najwyższą zawartością cynku charakteryzowały się owoce papryki uprawianej na wermikompoście „gospodarczym”, mniej tego składnika było w owocach z wermikompostu „osadowego” i najmniej z „obornikowego”.

Zawartość manganu w owocach zbieranych w I plonie była zbliżona w uprawie na wermikompoście „obornikowym” i „osadowym”, a istotnie niższa na „gospodarczym”. Drugi plon papryki pod względem zawartości manganu, był bogatszy w ten mikroelement w uprawie na wermikompoście „osadowym”, niższą zawartość stwierdzono na „obornikowym”, a najniższą na „gospodarczym”.

Najwyższą zawartością miedzi charakteryzowały się owoce papryki uprawianej

nej na wermikompoście „osadowym” zarówno w I jak i II plonie, mimo że wermikompost ten wśród porównywanych zawierał najmniejszą ilość tego składnika (tab. 1). W I plonie owoców stwierdzono istotną różnicę w zawartości tego składnika w owocach pochodzących z uprawy na porównywanych wermikompostach, w plonie II natomiast stwierdzono zbliżone zawartości tego składnika w uprawie na wermikompoście „gospodarczym” i „obornikowym”.

Zawartość niklu w I plonie owoców nie różniła się istotnie pod wpływem rodzaju zastosowanego w uprawie wermikompostu. Drugi plon wykazywał pewne zróżnicowanie w zawartości tego składnika i było go najwięcej w przypadku wermikompostu „gospodarczego”.

Zawartość ołowiu w owocach była najwyższa w uprawie z wermikompostem „gospodarczym” (I plon), a najniższa w „osadowym” (I plon). Odwrotne zjawisko miało miejsce w II plonie, gdzie najwyższą zawartość ołowiu w owocach papryki stwierdzono w wermikompoście „osadowym”, a najniższą w „gospodarczym”.

Zawartość kadmu nie różniła się istotnie w owocach pod wpływem rodzaju zastosowanego wermikompostu.

Owoce papryki zawierały zróżnicowaną ilość kobaltu, którego było najmniej w owocach pochodzących z uprawy na wermikompoście „obornikowym” (zarówno w I jak i II plonie). Najwyższą zawartość tego składnika stwierdzono w I plonie owoców zbieranych w I plonie i uprawianych na wermikompoście „gospodarczym”.

Koncentracje badanych metali ciężkich w owocach papryki pochodzących z uprawy na porównywanych wermikompostach, z wyjątkiem ołowiu, mieszczą się poniżej granicznych zawartości tych zanieczyszczeń zawartych w Zarządzeniu MZiOS z dnia 31 marca 1993 r., opublikowanych w Monitorze Polskim nr 22 z 11 maja 1993 r. (poz. 233, zał. 4).

Wnioski

1. Zawartość metali ciężkich w wermikompostach była silnie zróżnicowana w zależności od surowca z jakiego je wyprodukowano. W porównywanych trzech wermikompostach stwierdzono wyższe od średnich podawanych w literaturze zawartości metali przede wszystkim miedzi i ołowiu.
2. Stwierdzono, że termin zbioru miał istotny wpływ na koncentrację poszczególnych metali ciężkich w owocach papryki. Owoce pochodzące z I zbioru zawierały istotnie mniej żelaza, cynku, manganu i niklu, a więcej kadmu i kobaltu od owoców zebranych w II plonie.
3. Wysoka zawartość metali w wermikompostach wykorzystanych jako komponenty podłoża uprawowego na bazie torfu, oraz do nawożenia pogłównego, wpłynęły na obniżenie wartości biologicznej owoców papryki słodkiej, ocenianej na podstawie zawartości metali ciężkich, z uwagi na ponadnormatywną zawartość ołowiu w owocach zbieranych z II plonem.

Literatura

ANONIM 1997. *Raport z badań monitoringowych nad jakością gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych w 1996 r.* PIOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa: 29–43.

DESKA J., KALEMBASA S. 1998. Zawartość form całkowitych metali ciężkich w substancjach organicznych używanych w ogrodnictwie. Roczniki AR Poznań CCCIV. Ogrodnictwo 27: 51–58.

HOŁUBOWICZ T. 1998. Wpływ mycia owoców pod bieżącą wodą na zawartość metali ciężkich. Roczniki AR Poznań CCCIV. Ogrodnictwo 27: 101–108.

KALEMBASA S., DESKA J. 1998. Możliwości wykorzystania wermikompostów do uprawy rzodkiewki i papryki. Roczniki AR Poznań CCCIV. Ogrodnictwo 27: 131–136.

KIEPAS-KOKOT A., SZCZECH M. 1998. Możliwości wykorzystania wermikompostu z odpadów gospodarstwa domowego w ekologicznej uprawie roślin. Roczniki AR Poznań CCCIV. Ogrodnictwo 27: 137–143.

WOŹNY A. 1997. Odpowiedzi komórek roślinnych na obecność metali śladowych w ekosystemie. Teoretyczne i praktyczne aspekty badań ekologicznych. Burchardt L. (red.). Idee ekologiczne. T. 10, Ser. Szkice 6: 35–57.

ZABŁOCKI Z., KIEPAS-KOKOT A., TYBURCZY J. 1998. Skojarzone wermikompostowanie przemysłowych i komunalnych osadów ściekowych. Zeszyty Naukowe AR Kraków, Sesja Naukowa, Rzeszów, 58: 109–116.

Słowa kluczowe: papryka słodka, metale ciężkie, wermikomposty

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki analizy zawartości metali ciężkich (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Pb, Cd, Co) w owocach papryki (*Capsicum annuum* L.) odmiany Passat nawożonej trzema różnymi wermikompostami (z odpadów gospodarczych, osadów ściekowych i obornika końskiego). Podłoża do uprawy papryki sporządzono z odkwaszonego torfu, do którego zastosowano 25% dodatek wermikompostu. Poza tym wermikomposty te wykorzystywano do pogłównego nawożenia papryki (4-krotnie w okresie wegetacyjnym). Zawartość metali ciężkich oznaczono w owocach papryki pochodzących z dwóch zbiorów (30.07. i 30.10.). Określono statystyczną istotność różnic pomiędzy zawartością poszczególnych metali w owocach papryki, nawożonej trzema różnymi wermikompostami, oraz między ich zawartością w dwu plonach zbieranych z roślin uprawianych w tym samym wariancie doświadczenia (z dodatkiem określonego wermikompostu).

Wykazano silne zróżnicowanie w zawartości metali pomiędzy owocami zebranymi 30 lipca i 30 października. Zbiór późniejszy charakteryzował się wyraźnie wyższą zawartością metali, z wyjątkiem kadmu i kobaltu, gdzie wystąpiła odwrotna zależność.

HEAVY METAL CONTENTS IN FRUITS OF SWEET PEPPER GROWN ON VERMICOMPOST FERTILIZED MEDIA

Anna Kiepas-Kokot, Zdzisław Zabłocki
Department of Ecology and Environmental Protection,
Agricultural University, Szczecin

Key words: sweet pepper; heavy metals; vermicomposts

Summary

Research results on the content of heavy metals (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Pb, Cd, Co) in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits Passat cv. grown on the supplied with three different vermicomposts in a glasshouse pot experiment, were presented. Two vermicomposts from organic household wastes or municipal sewage sludges were obtained after 4 months composting in containers at density of *Eisenia fetida* earthworm population 20 individuals per 1 dm³. Another one, from the horse manure, was obtained from earthworms breeder after one year vermicomposting and storage in a prism. Growing media for sweet pepper cultivation were prepared from limed peat with 25% addition of each vermicompost. These vermicomposts were also used four times during vegetation period to topdressing of sweet pepper plants. In case of using vermicompost from horse manure, an additional application of the ammonium nitrate (as a source of nitrogen) was needed.

The contents of heavy metals were analysed in sweet pepper fruits of two harvests (30.07. and 30.10.1998). The significance of differences among particular metal contents in sweet pepper fruits fertilized with three vermicomposts and among the contents of metals in fruits collected in two harvests from plants grown on the same experimental treatment (with addition of particular vermicompost) were confirmed by statistical analysis. In spite of substantial differentiation in iron, zinc and lead contents in applied vermicomposts, in fruits of sweet pepper harvested at the same time the contents of these metals, except of lead, differed insignificantly. However significant differences were found between heavy metals concentration in sweet pepper fruits two harvests from. In fruits harvested later (30.10.1998) the content of all analysed heavy metals, except of cadmium and cobalt, were substantially higher.

Mgr inż. Anna **Kiepas-Kokot**
Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska
Akademia Rolnicza
ul. Słowackiego 17
71-434 SZCZECIN