

Sposób zmniejszenia absorpcji metali ciężkich przez rośliny korzeniowe

Przedmiotem wynalazku jest sposób zmniejszania absorpcji metali ciężkich przez rośliny korzeniowe, w konsekwencji poprawy ich jakości, zwłaszcza pietruszki, marchewki czy też buraka cukrowego.

5 Świadomość zagrożeń wynikająca z zanieczyszczenia środowiska naturalnego sprawia, że koniecznością stało się regularne kontrolowanie zawartości pierwiastków i substancji toksycznych w powietrzu, glebie i żywności. Do czynników mających największe praktyczne zastosowanie w przeciwdziałaniu nadmiernej koncentracji metali ciężkich w uprawach należą: odczyn gleby (pH), zawartość w niej substancji organicznej, a także makro i mikroelementów.

10 Ogólnie stwierdza się, że największa zawartość metali ciężkich występuje w warzywach liściowych, nieco mniej jest ich w roślinach kapustnych i korzeniowych, a najmniej w warzywach, których częścią jadalną są owoce. Dobór roślin o małej skłonności do akumulacji metali ciężkich ma duże znaczenie w uprawie warzyw na glebach o zwiększonej zawartości tych metali.

15 Spośród właściwości fizykochemicznych gleb jej odczyn pH ma największe znaczenie dla akumulacji metali ciężkich w roślinach. Większa wartość $\text{pH} > 6,5$ zdecydowanie zmniejsza ilość łatwo rozpuszczalnych form metali w glebie i ogranicza ich pobieranie oraz gromadzenie przez rośliny. W środowisku kwaśnym rośliny mogą pobierać duże ilości tych pierwiastków nawet z gleb mało zanieczyszczonych, szczególnie kadmu, cynku czy niklu. Obniżenie odczynu gleby
20 do lekko kwaśnego i kwaśnego powoduje wzrost stężenia w roztworze glebowym, dostępnych dla roślin, ruchomych form metali ciężkich, a tym samym podwyższenie wskaźnika ich akumulacji. Spowodowane jest to wzrostem

rozpuszczalności chemicznych połączeń tych pierwiastków, jak również
25 zmniejszeniem ich absorpcji na koloidach glebowych przy niskim odczynie gleby.
W publikacji Gębskiego pt. „Czynniki glebowe oraz nawozowe wpływające na
przyswajanie metali ciężkich przez rośliny”, Post. Nauk Roln. 5, 1998, s.3-16
najbardziej podatne na zmianę wartości pH są Cd i Zn. Ich mobilność rośnie już
30 przy spadku pH poniżej 6-6,5, natomiast Cu i Pb właściwość tę wykazują dopiero
przy pH < 5,0. Tyler i Olsson w publikacji pt. „Concentrations of 60 elements In the
soil solution as related to the soil acidity” Europ. J. Soil Scie. 52, 2001, s. 151-165
wykazali dwa wysokie poziomy koncentracji Cu i Pb w roztworze glebowym.
Jeden przy pH 5,2-6,5, drugi zaś przy pH 7,5-7,8. Dzieje się tak
35 najprawdopodobniej dlatego, że Cu i Pb wytwarzają w glebie stabilne kompleksy
z różnymi ligandami, których rozpuszczalność związana jest z rozpuszczalnością
substancji organicznej. Ponadto Blake i Goulding w publikacji pt. „Effects of
atmospheric deposition, soil pH and acidification on heavy metal contents in soils
and egetation of semi-natural ecosystems at Rothamsted Experimental Station”,
UK. Plant and Soil 240, 2002, s. 235–251 informują, iż aktywność Cd i Mn rośnie
40 przy pH 6,0-5,5, zaś Zn, Ni, Cu przy pH 5,5-5,0, a Pb przy pH <4,5. Badania
Nowaka i Wojtasika, których wyniki opublikowano w „Zawartość kadmu i niklu
w marchwi uprawianej na dwóch typach gleb przy zastosowaniu różnych nawozów
wieloskładnikowych” Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. 448a: 1997, s. 269 272
wykazały, że akumulacja Cd i Ni w plonie marchwi była wyższa na glebie lekkiej
45 kwaśnej (pH 4,2-4,7) niż na glebie ciężkiej o odczynie obojętnym (pH 7,0-7,5),
mimo że gleba ciężka zawierała dwukrotnie wyższą zawartość Cd i sześciokrotnie
wyższą zawartość Ni niż gleba lekka. Wobec tego, to niski odczyn gleby lekkiej
miał ogromny wpływ na wzrost stężenia fitoprzyswajalnych form tych metali
w środowisku glebowym.

50 Wyniki badań Zaniewicz-Bajkowskiej przedstawione w publikacjach
„Następczy wpływ nawożenia organicznego i wapnowania na pH gleby, zawartość
kadmu i ołowiu w glebie i w sałacie kruchej odmiany Samba uprawianej w trzecim
roku po nawożeniu” Ann. UMCS Sectio EEE Hort. 8, 2000 a, s. 183-188 oraz
„Zależność zawartości kadmu i ołowiu w glebie oraz w korzeniach buraka
55 ćwikłowego od nawożenia organicznego i wapnowania” Ann. UMCS Sectio EEE
Hort. 8, 2000 b, s. 123-128 wskazują, że zabieg wapnowania spowodował
obniżenie zawartości w glebie dostępnych dla roślin form Cd i Pb w stosunku do

gleby niewapnowanej, w skutek czego nastąpiło obniżenie akumulacji Cd i Pb w plonie kapusty, buraka ćwikłowego i sałaty uprawianych kolejno w pierwszym, 60 drugim i trzecim roku po wapnowaniu. Jednakże podniesienie odczynu gleby nie zawsze powoduje zmniejszenie stężenia fitodostępnych form metali ciężkich w glebie. W kolejnym badaniach Rosa i in., których wyniki opublikowano w „Wpływ wapnowania gleby na akumulację ołowiu w sześciu odmianach buraka 65 ćwikłowego” *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*. 41, 2009, s. 462-469 stwierdzili, iż pod wpływem wapnowania zawartość w glebie kadmu rozpuszczalnego obniżyła się o 9,52%. Wapnowanie gleby wpłynęło istotnie na zmniejszenie zawartości kadmu w buraku ćwikłowym. Pod wpływem wapnowania średnia zawartość kadmu w korzeniach spichrzowych i liściach zmniejszyła się odpowiednio o 8,26% i 7,09%. Uzyskane rezultaty są zbieżne z wynikami badań 70 innych autorów. Kuziemska i Kalembasa w publikacji „Wpływ wapnowania, dawki i rodzaju osadów ściekowych oraz nawożenia NPK na plon, skład chemiczny roślin i gleby” *Cz. III. Zawartość wybranych metali ciężkich w materiale roślinnym. Arch. Ochr. Środ.* 1–2, 1997, s. 127–138 stwierdzili, że wapnowanie gleby przyczyniło się do spadku zawartości kadmu w kukurydzy, jęczmieniu, pszenicy 75 i koniczynie czerwonej, natomiast Zaniewicz-Bajkowska i in. w publikacji „Direct and secondary effect of liming and organic fertilization on cadmium content in soil and in vegetables” *Plant Soil Environment*, 53(11), 2007, s. 473-481 wykazali znaczne zmniejszenie zawartości kadmu w selerze korzeniowym i porze uprawianych na glebie wapnowanej. Z kolei według Rosy i in. w publikacji 80 „Wpływ wapnowania gleby na akumulację ołowiu w sześciu odmianach buraka ćwikłowego” *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*. 41, 2009, s. 462-469 wapnowanie miało korzystny wpływ na zmniejszenie zawartości ołowiu rozpuszczalnego w glebie. Świadczą o tym także wartości wskaźników rozpuszczalności. W glebie niewapnowanej oznaczono zawartość ołowiu 85 rozpuszczalnego wynoszącą 0,236 mg·kg⁻¹ p.s.m., a w glebie wapnowanej – 0,208 mg·kg⁻¹ p.s.m. Stwierdzono, że buraki uprawiane w glebie wapnowanej akumulowały istotnie mniej ołowiu w częściach jadalnych od uprawianych na glebie niewapnowanej. W wyniku podniesienia odczynu gleby ilość ołowiu w burakach zmniejszyła się średnio o 7%.

90 Poza opisanymi zabiegami wapnowania występująca w glebie substancja organiczna w postaci związków próchnicznych, jak i ta wprowadzana do gleby

wraz z nawozami naturalnymi, organicznymi, organiczno-mineralnymi, przyczynia się do ograniczenia ilości dostępnych dla roślin form metali ciężkich, a tym samym uzyskania plonu charakteryzującego się obniżoną zawartością omawianych pierwiastków. Substancja organiczna w glebie wpływa na siłę, z jaką kwasowość gleby oddziałuje na rozpuszczalność metali ciężkich. Jednak wpływ ten zależy od wielkości cząstek materii organicznej, ilości strukturalnych związków humusowych, odczynu gleby, rodzaju i stężenia metalu w glebie. Na glebach wzbogaconych w materię organiczną (np. obornik, torf, komposty, węgiel brunatny), zmniejsza się udział dostępnych dla roślin form metali ciężkich, a tym samym maleje ich toksyczność dla roślin. Materia organiczna, wiążąc specyficznym metale ciężkie w związki nierozpuszczalne lub trudno rozpuszczalne w wodzie, ogranicza ich desorpcję do roztworu glebowego, a tym samym ich mobilność w glebie. Natomiast trwałość kompleksowych połączeń materia organiczna-metal zwiększa się wraz ze wzrostem stopnia jej rozkładu, jak i podniesieniem odczynu gleby.

Efekt zmniejszenia mobilności metali można uzyskać ponadto, wprowadzając do gleby materiały organiczne o dużej pojemności sorpcyjnej, takie jak torf, granulowany lub sproszkowany węgiel brunatny, kompost, trociny czy korę drzewną. Rzadziej stosowanym sposobem zwiększenia zdolności sorpcyjnych gleb lekkich jest zastosowanie dodatków bogatych w minerały ilaste, na przykład w formie zabiegu iłowania, polegającego na wymieszaniu powierzchniowej warstwy gleby piaszczystej z nawiezionym materiałem związlejszym. Sorpcję chemiczną metali ciężkich w glebie wspomagać można przez zastosowanie materiałów zawierających fosforany, np. fosforytów lub hydroksyapatytu. Należy tu zwrócić uwagę, że słabo zhumifikowana substancja organiczna wprowadzana do gleby może zawierać niskocząsteczkowe frakcje organiczne, łatwo rozpuszczalne w wodzie i zdolne do kompleksowania metali ciężkich, co może spowodować niepożądany wzrost ich rozpuszczalności.

Ponadto jak wynika z publikacji autorstwa Domagały-Świątkiewicz I. i Sady W. pt. „Jak ograniczyć nadmierną akumulację metali ciężkich w warzywach?” Owoce-Warzywa-Kwiaty, 2001, (15), s. 27-28 zrównoważona i optymalna zawartość mikro i makroskładników pokarmowych w glebie wpływa na uzyskanie plonów o małej zawartości metali ciężkich. Nawożenie powinno być dostosowane do warunków glebowych i klimatycznych panujących w rejonie uprawy,

a także przeznaczenia plonu. Należy preferować nawozy mineralne skoncentrowane - o dużej zawartości składnika pokarmowego (superfosfat potrójny, siarczan potasu, sól potasowa 60%) oraz nawozy wieloskładnikowe kompleksowe, zwłaszcza te, które oprócz podstawowych składników pokarmowych zawierają magnez i mikroelementy.

Jak z powyższego wynika, dotychczas stosowane sposoby ograniczenia absorpcji metali ciężkich przez uprawiane rośliny polegają na kosztownych zabiegach zmierzających do modyfikacji odczynu gleby (pH) czy też zmiany zawartości w glebie substancji organicznej, a także makro i mikroelementów. Poza dużymi kosztami tych zabiegów, stosowanie ich obciąża środowisko.

Okazało się, że w znacznie prostszy sposób można uzyskać lepszy rezultat zmniejszenia zawartości metali ciężkich w plonach roślin korzeniowych.

Sposób zmniejszania absorpcji metali ciężkich przez rośliny korzeniowe, zgodny z wynalazkiem charakteryzuje się tym, że nasiona tych roślin przed wysiewem poddajemy oddziaływaniu pola magnetycznego o indukcji 35 do 50 mT o częstotliwości 50 Hz przez 30 do 90 sekund.

Sposób ten jest tani w stosowaniu, nie wymaga wcześniej opisanych zabiegów modyfikacji odczynu, czy też struktury gleby poprzez wapnowanie lub wprowadzanie do niej dodatkowych ilości substancji organicznej oraz makro i mikroelementów. Jak z tego wynika jest to sposób ekologiczny nie obciążający środowiska. Poza tym jego stosowanie jest bardzo efektywne i pozwala na obniżenie zawartości metali ciężkich w przetestowanych uprawach marchwi, pietruszki oraz buraka cukrowego średnio o ponad 20% i równocześnie zwiększenie zawartości makroelementów średnio o 14%.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w przykładach jego zastosowania w uprawie marchwi, pietruszki oraz buraka cukrowego.

Przykład I

Sposób poprawy jakości warzyw korzeniowych zgodny z wynalazkiem zastosowano przy uprawie marchwi.

Nasiona poddano przedsięwzięciu działaniu pola magnetycznego. Zastosowano indukcję pola magnetycznego na poziomie 35 mT przez 35 sekund. Nasiona marchwi bezpośrednio po tym zabiegu wysiano w ostatnim tygodniu kwietnia, a zebrano w optymalnym czasie to jest pierwszym tygodniu października. Po zebraniu plonu korzeni poszczególnych roślin wyrosłych z nasion przedsięwzięcia

160 poddanych stymulacji magnetycznej jak i korzeni próby kontrolnej
przeprowadzono badania na zawartość makroelementów i metali ciężkich.
Stwierdzono, że korzenie roślin marchwi przedsięwzięte stymulowane polem
magnetycznym zawierały średnio o 14,0% więcej makroelementów, oraz o 27,0%
mniej metali ciężkich w porównaniu do próby kontrolnej dla której nie
165 zastosowano tego zabiegu.

Przykład II

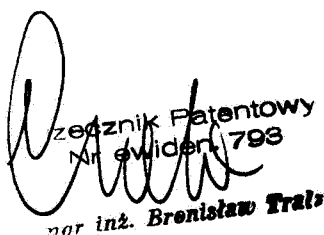
Sposób poprawy jakości warzyw korzeniowych zgodny z wynalazkiem
zastosowano przy uprawie pietruszki.

Stymulacji poddano jednorazowo przedsięwzięte nasiona pietruszki.
170 Zastosowano indukcję pola magnetycznego na poziomie 45 mT przez 60 sekund.
Nasiona pietruszki wysiano w pierwszej połowie kwietnia, rośliny zebrano
w optymalnym czasie to jest w sierpniu. Po zebraniu plonu korzeni poszczególnych
roślin wyrosłych z nasion przedsięwzięte poddanych stymulacji magnetycznej jak
i korzeni próby kontrolnej przeprowadzono badania na zawartość makroelementów
175 i metali ciężkich. Stwierdzono, że korzenie roślin pietruszki przedsięwzięte
stymulowane polem magnetycznym zawierały średnio o 16,9% więcej
makroelementów oraz o 24,3% mniej metali ciężkich w porównaniu do próby
kontrolnej dla której nie zastosowano tego zabiegu.

Przykład III

180 Sposób poprawy jakości rośliny przemysłowej-korzeniowych zgodny
z wynalazkiem zastosowano przy uprawie buraka cukrowego.

Nasiona poddano przedsięwziętemu działaniu pola magnetycznego. Zastosowano
indukcję pola magnetycznego na poziomie 50 mT przez 90 sekund. Nasiona po tym
zabiegu wysiano w pierwszym tygodniu kwietnia, a rośliny zebrano w pierwszej
185 połowie października. Po zebraniu plonu korzeni poszczególnych roślin wyrosłych
z nasion przedsięwzięte poddanych stymulacji magnetycznej jak i korzeni próby
kontrolnej przeprowadzono badania na zawartość makroelementów i metali
ciężkich w korzeniach. Stwierdzono, że korzenie roślin buraka cukrowego
przedsięwzięte stymulowane polem magnetycznym zawierały średnio o 13,4%
190 więcej makroelementów, oraz o 26,0% mniej metali ciężkich w porównaniu do
próby kontrolnej dla której nie zastosowano tego zabiegu.


Zezwornik Patentowy
Nr ewidencyjny 793
mgr inż. Bronisław Tralski

691560040
UNIwersytet Rzeszowski
ul. Rejtana 16 C, 35-959 Rzeszów
tel. 017 872 10 00

REKTOR

prof. dr hab. Aleksander Bobko