Acta Juvenum vol. 3: s. 111-117, 2018
I Ogólnokształcące Liceum Akademickie
im Janiny Kossakowskiej-Dębickiej
w Kielcach

WPŁYW SOLI METALI CIĘŻKICH KOBALTU ($CoSO_4$) I OŁOWIU $(PbNO_3)_2$ ZAWARTYCH W GLEBIE NA ROZWÓJ SIEWEK OGÓRKA SIEWNEGO (*CUCUMIS SATIVUS*)

IMPACT OF HEAVY METAL SALTS OF COBALT ($CoSO_4$) AND $(PbNO_3)_2$ LEAD CONTAINED IN SOIL ON DEVELOPMENT OF CUCUMBER SEEDLINGS (*CUCUMIS SATIVUS*)

Katarzyna Tatar

ABSTRACT

Releasing metals in natural conditions can be caused by vulcanic eruptions, wild – fires, stone weathering and soil processing. Their level is not a danger for living organisms. Human activity (development of industry and communication) is engender of environmental poisoning of heavy metals; mainly soil, air and water. Among heavy metals there are very toxic elements, which are appearing in environment on doses higher than the highest acceptable intensity. Cobalt and lead are included. Only during motorisation development and implementation of leader petrol, there were input around 3 milion tones of lead into atmosphere (Järup 2003). Later use of unleaded petrol (late 80's) in petrol engines did not have impact on lowering the level of Pb in environment altough dynamic increasement of numbers of vehicles. Excess of metals, especially of lead and cadmium may cause phytotoxic symptoms, such as growth holding, constriction of photosyntesis and change of activity of some enxymes, ect. Heavy metals in organism cause creation of hydrogen peroxide (H_2O_2) – the compound interferecing the proper cell action. It is decayed by enzymes from peroxidase group, which increasing activity might be a signal of planet poisoning

In urban conditions the source of heavy metalsare sullage and waste, industrial and transport pollution. The most serious is air pollution caused by heavy metals in traffic jams, which are raising when the amount of petrol vehicles raises.

Accumulation of heavy metals in growing plants cause the accumulation of them in human organism. In effect, it could provide many illnesses and organism poisoning. The aim of the researches was to point morphologic changes in cucumber seedlings watered by solutions of cobalt and lead salts. With a view to researching there were four cultivations, which were watered by solutions (with variety of concetration) of cobalt and lead and one control cultivation. Each cultivation contained same amount of seeds. Obtained results let us to evaluate strengh of sprouting and also the morphology and conditio of seedlings. Results of experiment showed the negative influence of heavy metals salts on cucumber seedlings, which dependent on concentration of salts dose used in experiment.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, zanieczyszczenie środowiska, kumulacja, siewki
***Key words*:** *heavy metals, environment pollution, accumulation, seedlings*

Katarzyna Tatar, kl. II, I Ogólnokształcące Liceum Akademickie im Janiny Kossakowskiej-Dębickiej w Kielcach, e-mail: kasia.tatar123@gmail.com

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

Wprowadzenie

W środowisku życia człowieka, tj. w wodzie, powietrzu i glebie, znajdują się liczne pierwiastki zaliczane do grupy metali ciężkich. Zalicza się do nich takie metale, jak: rtęć, ołów, miedź, cynk, żelazo, kadm, kobalt. Pochodzenie tych pierwiastków może być różne. Uwalnianie ich w warunkach naturalnych może być wynikiem erupcji wulkanów, pożaru lasów, wietrzenia skał, jak również jako wynik procesów glebotwórczych. Uwalniane w wyniku naturalnego funkcjonowania ekosystemów nie stanowią zagrożenia dla organizmów żywych. Dopiero aktywność człowieka (rozwój przemysłu, komunikacji) jest źródłem skażenia środowiska, ponieważ wówczas zwykle przekraczają dopuszczalne normy (Sawicka-Kapusta i in. 2005). Wśród metali ciężkich znajdują się pierwiastki bardzo toksyczne, które występują w środowisku w dawkach wyższych niż NDS (najwyższe dopuszczalne stężenie). Należą do nich kobalt i ołów. Rozwój motoryzacji i zastosowanie benzyny etylizowanej spowodowało, że do powietrza atmosferycznego wprowadzono ok. 3 milionów ton ołowiu (Järup 2003). Zastosowanie benzyny bezołowiowej w silnikach benzynowych, ze względu na dynamiczny wzrost ilości samochodów, nie skutkowało obniżeniem poziomu Pb w środowisku. Nadmiar metali, zwłaszcza ołowiu, może powodować objawy fitotoksyczne, takie jak: zahamowanie wzrostu roślin, spadek intensywności procesu fotosyntezy, blokadę lub spadek aktywności niektórych enzymów (Conti i in.2004).

Metale ciężkie w organizmie przyczyniają się do powstawania nadtlenku wodoru (H_2O_2). Jest to związek ulegający rozkładowi w komórkach wątroby, w przeciwnym razie zakłóca prawidłowe działanie komórek. Jest on rozkładany przez enzymy z grupy peroksydaz, których wzrastająca aktywność może być sygnałem zatrucia roślin.

Kumulacja metali ciężkich w roślinach uprawianych skutkuje ich kumulacją w organizmie ludzkim, czego następstwem mogą być liczne schorzenia układowe, a w efekcie zatrucie organizmu. Dlatego ważne jest, aby uprawy roślin przeznaczonych do konsumpcji były z dala od tras komunikacyjnych i dużych aglomeracji miejskich. Przeprowadzone badania miały na celu wskazanie zmian morfologicznych w siewkach ogórka podlewanego wodnymi roztworami soli kobaltu i ołowiu o zróżnicowanym stężeniu oraz uprawę kontrolną.

Kobalt (Co) jest metalem ciężkim i mikroelementem. Kobalt występuje naturalnie w glebie i wodzie morskiej, najczęściej spotkać go można w połączeniu z niklem. Należy do grupy 9 w układzie okresowym z liczbą atomową 27, masą atomową 58,93. Tworzy jeden trwały izotop. W przyrodzie występuje w nielicznych minerałach, głównie siarczkach i arsenkach. Kobalt otrzymuje się przez redukcję tlenków kobaltu otrzymywanych z rud kobaltonośnych. W związkach chemicznych występuje najczęściej na +II i +III stopniu utlenienia. Sztucznie otrzymywany jest promieniotwórczy izotop 60Co (o czasie połowicznego zaniku 5,27 lat), stosowany jako źródło promieni γ w zwalczaniu nowotworów i w defektoskopii (urządzenie do jego przechowywania i osłaniania nazywa się „bombą kobaltową") (https://pl.wikipedia.org/wiki/Kobalt).

W organizmach zwierzęcych wchodzi w skład enzymów oraz buduje kobalaminę, czyli witaminę B12. Organizm człowieka wykazuje zapotrzebowanie na ten pierwiastek w ułamkach miligrama na dobę. Zbyt duża ilość tego pierwiastka dostarczana dobowo do organizmu może wywoływać objawy zatrucia. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) uznała go za czynnik rakotwórczy (Smith-Warner 2006). Jednak niewystarczające spożycie tego mikroelementu skutkuje rozwojem anemii złośliwej (https://bazawitamin.net/kobalt/).

Niedobory witaminy B12 mogą prowadzić do zmian zwyrodnieniowych w obrębie błony śluzowej żołądka oraz upośledzać procesy jej wchłaniania. Niedostateczna ilość w diecie zaburza funkcjonowanie układu nerwowego, przyczynia się też do hiperhomocysteinemii, czyli zwiększonego poziomu homocysteiny (https://kobieta.onet.pl/zdrowie/profilaktyka/kobalt-dlaczego-trzeba-na-niego-uwazac/2fz2gh7).

Niedobór witaminy B12 wzrasta u osób starszych, stosujących dietę wegetariańską lub nadużywających alkoholu. Ludzki organizm absorbuje go w postaci dymu lub pyłu wziewnie przez drogi oddechowe lub wraz z pokarmami, a także bezpośrednio przez skórę i błony śluzowe. Najczęściej pierwiastek dostaje się do ustroju z powietrza zanieczyszczonego w czasie obróbki metali twardych. Po wchłonięciu zostaje wydalany z kałem i moczem (okres półtrwania to ok. kilka dni). Kobalt jest jednym z najczęstszych alergenów kontaktowych, jednak izolowane alergie na ten pierwiastek rozpoznaje się stosunkowo rzadko; zwykle metal uczula z niklem albo chromem.

Zastosowanie i znaczenie kobaltu dla ludzkiego organizmu jest znaczące. Działa pobudzająco na procesy syntezy krwinek czerwonych, hamuje rozwój nowotworów, dzięki niemu tworzone są nowe ciałka krwi oraz komórki tworzące otoczki mielinowe neuronów. Kobalt decyduje o odtworzeniu istniejącego już kodu genetycznego w tych komórkach, które dopiero powstają i jest niezbędny podczas procesów powstawania

neuroprzekaźników. Jednak nadmiar kobaltu niesie za sobą negatywne skutki. Nasila czynność tarczycy oraz szpiku kostnego. Z tego powodu w ciele produkowana jest nadmierna ilość erytrocytów. Jest pierwiastkiem wymaganym przez rośliny motylkowe żyjące w symbiozie z bakteriami brodawkowymi (Jarosz, Bułhak-Jachymczyk 2008).

Źródłami antropogennymi przedostawania się Pb do atmosfery jest głównie emisja z procesów spalania paliw kopalnych w przemyśle (61,88%), w sektorze komunalno-bytowym (31,63%) oraz podczas spalania paliw płynnych w silnikach samochodowych (3,02%) – GUS (2007). Do powietrza ołów emitowany jest wraz z cząsteczkami pyłu, pozostaje w nim przez ok. 10 dni, a następnie w wyniku imisji suchej, wilgotnej lub mokrej dostaje się do organów asymilacyjnych roślin, do gleby i wód powierzchniowych. W glebie zostaje związany w trudno rozpuszczalnych związkach (siarczany, fosforany) i mimo jego niewielkiej ruchliwości, przy zakwaszeniu gleby, może stać się dostępny dla roślin, gdzie się akumuluje. Rośliny mają naturalną, niewielką zawartość tego pierwiastka, wynoszącą od 5 do 100 $mg*kg^{-1}$ (Kabata-Pendias i Pendias 1999). Stężenia powyżej 30 $mg*kg^{-1}$ uważa się za toksyczne dla roślin. Szczególnie duża jest akumulacja Pb w warzywach pochodzących z upraw na zanieczyszczonych glebach.

Ołów jest szczególnie toksyczny dla zwierząt i ludzi. U zwierząt akumuluje się w kościach, nerkach, skórze i mleku. Do organizmu człowieka Pb przedostaje się przede wszystkim drogą oddechową i przez układ pokarmowy. Akumuluje się głównie w tkankach twardych (kości, zęby – 80–90% Pb), a także w nerkach, wątrobie i mózgu. Ołów jest trucizną protoplazmatyczną, niszczącą strukturę białkową protoplazmy. Wywołuje zmiany w układzie nerwowym, krwionośnym i krwiotwórczym. Powoduje anemię i choroby wieńcowe. Jego nadmiar uszkadza wątrobę, nerki, komórki mózgowe i kości. Najbardziej narażone na szkodliwe działanie Pb są noworodki i małe dzieci oraz kobiety ciężarne. Zagrożenie płodu wynika z faktu, że łożysko nie stanowi efektywnej bariery biologicznej dla ołowiu. Ekspozycja kobiet ciężarnych na Pb może spowodować poronienia lub przedwczesne porody. Noworodki matek, które były narażone na ekspozycję Pb w czasie ciąży mają mniejszą wagę urodzeniową i mniejszy wzrost. Mogą też cierpieć na zaburzenia neurologiczne. Ze względu na możliwe konsekwencje w postaci uszkodzenia układu nerwowego, szczególnie zagrożone szkodliwym działaniem Pb są dzieci w wieku do 6 lat.

Testy na roślinach i zwierzętach wykazały właściwości kancerogenne Pb, a także działania teratogenne i embriotoksyczne (Kiczorowska 2009). Jego obecność u zwierząt podnosi ryzyko wystąpienia nowotworu płuc.

Średnioroczne stężenie dopuszczalne Pb w powietrzu według WHO wynosi 0,5 $\mu g*m^{-3}$. Wartość ta jest również wartością graniczną podawaną przez Unię Europejską oraz dopuszczalną wartością graniczną w Polsce.

Metodyka pracy

Do eksperymentu użyto pięć pojemników. Jeden z nich stanowił próbę kontrolną, pozostałe stanowiły próby badawcze. W każdym, wypełnionych glebą przeznaczoną do upraw ogrodowych, dostępną w sklepach Agrocentrum zasiano nasiona w 10 rzędach po 10 (po 100 nasion w każdym pojemniku). Po zasianiu nasion podlewano je wodą kranową w przypadku próby kontrolnej oraz odpowiednimi roztworami soli metali ciężkich (5% $Pb(NO_3)_2$; 10% $Pb(NO_3)_2$; 5% $CoSO_4$; 10% $CoSO_4$) w przypadku prób badawczych. Liczbę wykiełkowanych nasion notowano do momentu pojawienia się czterech liści u każdej siewki. Obserwacji podlegały blaszki liściowe, ich ilość, wygląd, stan ogólny roślin podlewanych zróżnicowanymi pod względem stężenia roztworami soli. Wyniki zestawiano tabelarycznie, uwzględniając terminy pojawiających się zmian. Uprawa została założona 25.02.2018 r.

Opis obiektu badań

Ogórek siewny (*Cucumis sativus*) – odmiana plenna, odporna na choroby. Wymaga nasłonecznienia oraz gleby przepuszczalnej i zasobnej w wodę. Wykształca kwiaty średniej wielkości, żółte (fot. 2), wyrastają z kątów liści występujące w trzech zróżnicowanych typach płci: męskie (z pręcikami), żeńskie (ze słupkiem) i hermafrodytyczne (zawierają zarówno słupki, jak i pręciki). Liczba kwiatów różnych typów płci na jednej roślinie oraz kolejność ich powstawania determinuje płeć całej rośliny. Dzięki temu wyróżnia się 3 podstawowe typy płci roślin ogórka: rośliny dwupienne – posiadają kwiaty żeńskie lub kwiaty męskie na odrębnych roślinach. Rośliny jednopienne zawierają na jednej roślinie, ale odrębne kwiaty żeńskie lub męskie. Rośliny obupłciowe, w budowie jednego kwiatu występują zarówno słupki, jak i pręciki, i są to kwiaty hermafrodytyczne. Owoce ogórka są podłużne, cylindryczne, w kolorze od ciemnozielonego do żółtego (fot. 1). Jest to owoc typu jagody mniej lub bardziej wydłużony, różnej wielkości, o skórce gładkiej lub pokrytej brodawkami, wypełniony nasionami. Kolor owoców jest zróżnicowany od ciemnozielonego do żółtego. Spotyka się również

odmiany partenokarpiczne niewymagające zapylania i są wówczas pozbawione nasion. Liście są owłosione, dłoniaste, pięcioklapowe (https://pl.wikipedia.org/wiki/Og%C3%B3rek_siewny).

Owoc zawiera małe ilości witamin i substancji mineralnych. Substancje odżywcze i składniki mineralne są skoncentrowane głównie w skórce. Oprócz zastosowania jako roślina uprawna, spożywcza, również jest stosowany w kosmetyce (sok z ogórków ma pozytywny wpływ na skórę, przede wszystkim ma działanie oczyszczające i regeneracyjne) (https://www.bing.com/images/search?q=og%c3%b3rek+siewny&qpvt=og%c3%b3rek+siewny&FORM=IGRE).

Fot. 1. Dojrzały owoc *Cucumis sativus*
Photo 1. Ripe fruit of Cucumis sativus
http://www.podoslonami.pl/uprawa-ogorkow-brodawkowych-welnie-mineralnej/

Fot. 2. Niedojrzały owoc i kwiat *Cucumis sativus*
Photo 2. Unripe fruit and flower Cucumis sativus
https://en.wikipedia.org/wiki/Og%C3%B3rek_Siewny

Wyniki

Tabela 1. Liczba kiełkujących nasion w kolejnych dniach prowadzenia uprawy w próbie kontrolnej ogórka siewnego (*Cucumis sativus*)
Table 1. The amount of germinating seeds of cucumber in the following days of cultivation in the control sample (Cucumis sativus)

Data pomiaru	Liczba wykiełkowanych siewek
25.02.2018	–
28.02.2018	1/100
04.03.2018	42/100
08.03.2018	67/100
22.03.2018	78/100
09.04.2018	84/100

Po wysianiu nasion ogórka siewnego w próbie kontrolnej podlewanej wodą kranową już w trzecim dniu prowadzenia uprawy zanotowano pierwsze kiełkujące nasiono. Następne terminy zliczania nowo kiełkujących nasion wykazują, że ich siła kiełkowania, sięgająca ponad 80%, jest typowa dla nasion selekcjonowanych dostępnych w centrach Agrocentrum. Kiełkujące rośliny wykazują wszystkie cechy charakterystyczne dla gatunku, tj. prawidłowo wykształcone blaszki liściowe. Blaszki są zielone z odpowiednią ilością chlorofilu niezbędnego do przeprowadzania procesu fotosyntezy, tworzące zawiązki kolejnych liści asymilacyjnych (fot. 3, 4).

Fot. 3. Kiełkujące siewki ogórka siewnego po upływie 9 dni od wysiania nasion zasilane $CoSO_4$ (fot. K. Tatar)
Photo 3. Sprouting seedlings of sowing cucumber 9 days after sowing seeds ($CoSO_4$) (photo. K. Tatar)

Fot. 4. Liście roślin 25 dni po założeniu uprawy (fot. K. Tatar)
Photo 4. Leaves of plants 25 days after setting up cultivation (photo. K. Tatar)

Tabela 2. Liczba kiełkujących nasion w kolejnych dniach prowadzenia uprawy podlewanej 5% roztworem $Pb(NO_3)_2$ w uprawie ogórka siewnego (*Cucumis sativus*)
Table 2. The amount of cucumber seeds germinated in the following days of cultivation watered with 5% $Pb(NO_3)_2$ solution (Cucumis sativus)

Data pomiaru	Liczba wykiełkowanych siewek
25.02.2018	–
28. 02.2018	–
04.03.2018	19/100
08.03.2018	32/100
22.03.2018	56/100
09.04.2018	61/100

Fot. 5. Stan roślin po podlaniu roztworami soli metali ciężkich (09.04.2018) (fot. K. Tatar)
Photo 5. State of plants watering them with solutions of heavy metal salts (09.04.2018) (photo. K. Tatar)

Pierwsze kiełkujące siewki pojawiły się w ósmym dniu prowadzonej uprawy. Na 42 rośliny wykiełkowane w próbie kontrolnej w przypadku próby badawczej podlewanej 5% roztworem $Pb(NO_3)_2$ stwierdzono jedynie 19 (tab. 2). Ponadto brzegi blaszek liściowych były podwinięte ku górze, a ich kolor przybierał barwę kremowożółtą (fot. 5). Liczba wykiełkowanych nasion w momencie zakończenia obserwacji w stosunku do próby kontrolnej była o 23 mniejsza (próba kontrolna 84 nasiona, próba badawcza 61 na 100 wysianych w uprawie).

Tabela 3. Liczba kiełkujących nasion w kolejnych dniach prowadzenia uprawy podlewanej 10% roztworem $Pb(NO_3)_2$ ogórka siewnego (*Cucumis sativus*)
Table 3. The amount of cucumber seeds germinated in the following days of cultivation watered with 10% $Pb(NO_3)_2$ solution (Cucumis sativus)

Data pomiaru	Liczba wykiełkowanych siewek
25.02.2018	–
28.02.2018	–
04.03.2018	15/100
08.03.2018	27/100
22.03.2018	38/100
09.04.2018	47/100

Zastosowanie w uprawie ogórka siewnego 10% roztworu $Pb(NO_3)_2$ do podlewania uprawianych roślin wskazuje na widoczny spadek liczby kiełkujących nasion. Spadek z 84 w próbie kontrolnej do 47 w próbie badawczej może wskazywać na wpływ wzrostu hipertoniczności roztworu glebowego w wyniku stosowania 10% roztworu soli, a w związku z tym zmniejszenie dostępu wody niezbędnej dla kiełkujących nasion.

Tabela 4. Liczba kiełkujących nasion w kolejnych dniach prowadzenia uprawy podlewanej 5% roztworem $CoSO_4$ w uprawie ogórka siewnego (*Cucumis sativus*)
Table 4. The amount of cucumber seeds germinated in the following days of cultivation watered with 5% $CoSO_4$ solution (Cucumis sativus)

Data pomiaru	Liczba wykiełkowanych siewek
25.02.2018	–
28.02.2018	–
04.03.2018	12/100
08.03.2018	36/100
22.03.2018	51/100
09.04.2018	66/100

Zastosowanie 5% roztworu $CoSO_4$ do zasilania uprawy ogórka siewnego dało wyniki wskazujące na niekorzystny wpływ tych soli na siewki ogórka. Liczba wykiełkowanych nasion w stosunku do uprawy kontrolnej jest o 30 kiełkujących nasion mniejsza. W dniu zakończenia obserwacji liczba wykiełkowanych nasion jest porównywalna z próbą stosującą 5% roztwór $Pb(NO_3)_2$ dla $Pb(NO_3)_2$, 61 siewek, dla $CoSO_4$ 66 siewek (tab. 2, 4).

Tabela 5. Liczba kiełkujących nasion ogórka siewnego w kolejnych dniach prowadzenia uprawy podlewanej 10% roztworem $CoSO_4$

Table 5. The amount of cucumber seeds germinated in the following days of cultivation watered with 10% $CoSO_4$ solution (Cucumis sativus)

Data pomiaru	Liczba wykiełkowanych siewek
25.02.2018	–
28.02.2018	–
04.03.2018	10/100
08.03.2018	28/100
22.03.2018	41/100
09.04.2018	48/100

Zastosowanie 10% roztworu $CoSO_4$ w uprawie ogórka siewnego wykazało niekorzystny wpływ soli kobaltu na siłę kiełkowania nasion ogórka (fot. 5). Odnotowano znaczący spadek wykiełkowanych nasion w stosunku do próby kontrolnej. Po zakończeniu przebiegu eksperymentu liczba wykiełkowanych siewek w stosunku do próby kontrolnej jest o 36 roślin mniejsza. Porównywalne wyniki otrzymano przy stosowaniu 10% roztworu soli ołowiu i 10% roztworu soli kobaltu w momencie zakończenia eksperymentu odpowiednio 47 i 48 siewek (tab. 3, 5).

Wnioski

1. Metale ciężkie mają niekorzystny wpływ na siewki ogórka siewnego.
2. Wzrost stężenia roztworów soli metali ciężkich w podłożu glebowym wywołuje procesy więdnięcia, żółknięcia, a następnie obsychania roślin.
3. Przyczyną więdnięcia i obsychania roślin może być wzrost hipertoniczności roztworu glebowego w wyniku zasilania go solami kobaltu i ołowiu.
4. Przypuszczalną przyczyną spadku siły kiełkowania siewek podlewanych roztworami soli jest niekorzystny wpływ metali ciężkich zawartych w stosowanych solach i ich oddziaływanie na enzymy kontrolujące przebieg procesów metabolicznych w kiełkujących nasionach.
5. Stosowanie roztworów o zróżnicowanej procentowo zawartości soli metali ciężkich, tj. 5% i 10%, wskazuje, że wyższe stężenie soli ma większy negatywny wpływ na siłę kiełkowania nasion ogórka.
6. Wpływ zastosowanych soli metali ciężkich do zasilania uprawy ogórka siewnego zarówno przy 5%, jak i 10% roztworach jest porównywalny w odniesieniu do siły kiełkowania (5% $Pb(NO_3)_2$ – 61 siewek; 5% $CoSO_4$ – 66 siewek; 10% $Pb(NO_3)_2$ – 48 siewek; 5% $CoSO_4$ – 47 siewek), jak również w odniesieniu do zmian morfologicznych uprawianych roślin. Mają one podobny charakter i polegają na podwijaniu brzegów blaszek liściowych, żółknięciu, zahamowaniu rozwoju kolejnych blaszek liściowych, więdnięciu i zamieraniu roślin.

Literatura

Conti M.E., Cecchetti G., 2001. Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment – a review, Envirn. Pollut., 114: 471-492.

Conti M.E., Tudino M., Stripeikis J., Cecchetti G., 2004. Heavy metal accumulation in the Lichen Evernia prunastri transplanted at urban, Rural and industrial sites in Central Italy. J. Atmosph. Chemistry, 49: 83-94.

https://bazawitamin.net/kobalt/.

https://kobieta.onet.pl/zdrowie/profilaktyka/kobalt--dlaczego-trzeba-na-niego-uwazac/2fz2gh7.

https://pl.wikipedia.org/wiki/Kobalt.

https://pl.wikipedia.org/wiki/Og%C3%B3rek_siewny.

https://www.bing.com/images/search?q=og%c3%b3rek+siewny&qpvt=og%c3%b3rek+siewny&FORM=IGRE.

Jarosz M., Bułhak-Jachymczyk B., 2008. Normy żywienia człowieka. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa: 233-286.

Järup L., 2003. Hazards of heavy metal contamination. British Medical Bulletin, 68, 167-182.

Kabata-Pendias A., Pendias H., 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ISBN: 83-01128-23-2

Kiczorowska B., 2009. Kumulacja ołowiu i kadmu w skórce i miąższu wybranych odmian jabłek, Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych; 40: 365-371.

Sawicka-Kapusta K., Zakrzewska M., Gdula-Argasińska J., 2005. Air pollution in the base stations of the Environmental Integrated Monitoring System in Poland, Air Pollution, 82: 465-475.

Smith-Warner S.A., Genkinger J., Giovannucci E., 2006. Fruit and Vegetable Consumption and Cancer. Nutritional Oncology (Second Edition): 97-173.

STRESZCZENIE

Uwalnianie metali w warunkach naturalnych może być wynikiem erupcji wulkanów, pożaru lasów, wietrzeniem skał oraz jako wynik procesów glebotwórczych. Ich poziom nie stanowi zagrożenia dla organizmów żywych. Dopiero aktywność człowieka (rozwój przemysłu, komunikacji) jest źródłem skażenia środowiska metalami ciężkimi, głównie gleby, powietrza i wody (Conti, Cecchetti 2001). Wśród metali ciężkich znajdują się pierwiastki bardzo toksyczne, które występują w środowisku w dawkach wyższych niż NDS (najwyższe dopuszczalne stężenie). Należą do nich kadm i ołów. Tylko w wyniku rozwoju motoryzacji i zastosowania etylizowanej benzyny do powietrza atmosferycznego wprowadzono ok. 3 milionów ton ołowiu (Järup 2003). Późniejsze zastosowanie benzyny bezołowiowej (koniec lat 80.) w silnikach benzynowych ze względu na dynamiczny wzrost ilości samochodów nie wpłynęło na obniżenie poziomu Pb w środowisku. Nadmiar metali, zwłaszcza ołowiu, może powodować objawy fitotoksyczne, takie jak: zahamowanie wzrostu, ograniczenie fotosyntezy, zmiany aktywności niektórych enzymów itp. Metale ciężkie w organizmie powodują powstawanie nadtlenku wodoru (H_2O_2) – związku zakłócającego prawidłowe działania komórek. Jest on rozkładany przez enzymy z grupy peroksydaz, których wzrastająca aktywność może być sygnałem zatrucia roślin. W warunkach miejskich źródłem pochodzenia metali ciężkich są zanieczyszczenia komunalne, przemysłowe i komunikacyjne. Szczególnie poważne jest skażenie powietrza metalami ciężkimi w ciągach komunikacyjnych, które nasila się w miarę wzrostu ilości pojazdów spalinowych.

Kumulacja metali ciężkich w roślinach uprawianych skutkuje ich kumulacją w organizmie ludzkim, czego następstwem mogą być liczne schorzenia układowe, a w efekcie zatrucie organizmu. Przeprowadzone badania miały na celu wskazanie zmian morfologicznych w siewkach ogórka podlewanego wodnymi roztworami soli kobaltu i ołowiu. W celu przeprowadzenia badań założono cztery uprawy badawcze, które podlewano wodnymi roztworami kobaltu i ołowiu o zróżnicowanym stężeniu oraz uprawę kontrolną. Każda uprawa charakteryzowała się taką samą liczbą wysianych nasion. Uzyskane wyniki pozwoliły na ocenę siły kiełkowania, jak również ocenę morfologiczną i kondycję kiełkujących siewek. Wyniki doświadczenia wykazały negatywny wpływ soli metali ciężkich na siewki ogórka, zależny od stężenia dawek soli używanych w eksperymencie.