

WŁYW FORMY CHEMICZNEJ NIKLU NA STOPIEŃ I SPECYFIKĘ USZKODZEŃ ROŚLIN JĘCZMIENIA JAREGO (*Hordeum vulgare* L.) ODMIANY POLDEK¹

Jolanta Molas¹, Janusz Matusiewicz²

¹ Zakład Biologii Roślin, Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu

² Centralne Laboratorium Analityczne, Akademia Rolnicza w Lublinie

Wstęp

Nikiel, podobnie jak wiele innych metali ciężkich, pobrany przez rośliny w nadmiarze powoduje uszkodzenia na różnych poziomach ich organizacji. Metal ten zakłóca przebieg wielu procesów biochemicznych i fizjologicznych (szczególnie fotosyntezy), jak też powoduje dezintegrację struktury morfologicznej i anatomicznej organów roślinnych oraz uszkadza komórki na ultrastrukturalnym poziomie ich organizacji [MISHRA, KAR 1974; VAN ASSCHE, CLIJSTERS 1990; L'HUILLIER i in. 1996; MOLAS 1997a, 1997b]. Dotychczasowe badania dotyczące stopnia i specyfiki uszkodzeń strukturalnych roślin wyższych na ogół koncentrowały się na badaniu wpływu formy nieorganicznej (siarczanowej, chlorkowej) tego metalu, którą wprowadzano do środowiska odżywczego roślin, najczęściej do pożywek wodnych, gdzie formy te dysocjują do wolnego jonu i nietrwałych kompleksów wodnych. Jednakże wiadomo, że nikiel w roztworze glebowym występuje w formie wolnego jonu (Ni^{2+}), jak też w formie jonów kompleksowych w połączeniu z ligandami organicznymi i nieorganicznymi i w tych formach jest on dostępny dla roślin [ADRIANO 1986; KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999]. Niemniej jednak odpowiedź roślin na toksyczne działanie niklu w formach kompleksowych jest sporadycznie badana i stosunkowo słabo poznana, aczkolwiek należy podkreślić, że w ostatnich latach budzi coraz większe zainteresowanie. Stąd też celem przeprowadzonych badań było porównanie morfologicznych i anatomicznych symptomów toksyczności niklu pobranego przez rośliny jęczmienia jarego z formy nieorganicznej (siarczanowej) i z kompleksów organicznych zróżnicowanych pod względem natury chemicznej liganda.

Materiał i metody

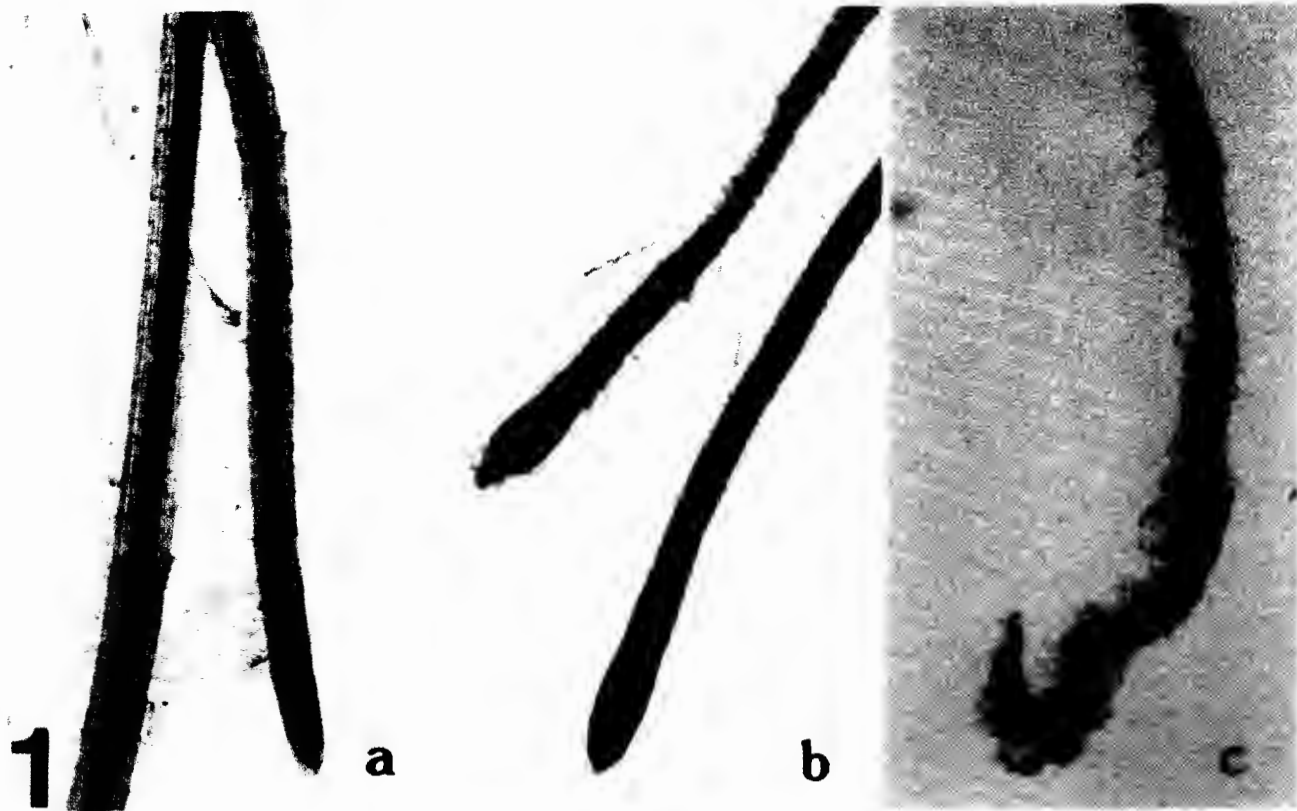
Doświadczenie przeprowadzono w kulturach wazonowych, na glebie lekkiej (o składzie granulometrycznym piasku słabo gliniastego, zawierającej 6% części

¹ Badania wykonano w ramach grantu KBN nr 5 PO6H 05419.

splawialnych), o odczynie kwaśnym (pH w H_2O – 4,7, pH w 1 mol $KCl \cdot dm^{-3}$ – 4,5), zawierającej $6,8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ substancji organicznej. Całkowita zawartość niklu w zastosowanej w doświadczeniu glebie wynosiła $7,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a zawartość form rozpuszczalnych w 1 mol $HCl \cdot dm^{-3}$ – $3,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. W doświadczeniu zastosowano nawożenie podstawowe, które w przeliczeniu na wazon wynosiło 1 g N (w formie NH_4NO_3), 0,5 g P ($Ca(H_2PO_4)_2$), 0,8 g K (KCl) i 0,3 g Mg ($MgSO_4$). Przed wysiewem ziarniaków do gleby wprowadzono nikiel w formie nieorganicznej ($NiSO_4 \cdot 7 H_2O$) oraz w formie trzech kompleksów organicznych, tj. kompleksu niklu z kwasem glutaminowym (Ni(II)-Glu), kwasem cytrynowym (Ni(II)-cytrynian) oraz z kwasem etylenodwuaminocteroctowym (Ni(II)-EDTA). Nikiel we wszystkich czterech formach dodano w koncentracjach odpowiadających 0, I, II, III i IV-temu stopniowi zanieczyszczenia gleby lekkiej tym metalem, tj. odpowiednio: 10, 30, 50, 100 i $400 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby [KARACZUN, INDEKA 1999]. Podczas wegetacji rejestrowano czas i specyfikę pojawiających się morfologicznych symptomów uszkodzeń roślin. Próby organów roślinnych (liść, korzeń) do badań mikroskopowych pobierano w fazie rozwoju wegetatywnego, tj. w fazie krzewienia. Pobrane próby organów roślinnych utrwalano w 2,5% aldehydzie glutarowym, odwadniano w serii etanolu i zatapiano w żywicy epoksydowej Spurr według standardowych technik mikroskopowych [GERLACH 1972]. Półcienkie skrawki sporządzano na ultramikrotomie LKB, barwiono roztworem azuru B + toluidyna [GERLACH 1972], obserwowano i fotografowano w mikroskopie świetlnym typu Zeiss.

Wyniki i dyskusja

W glebie zanieczyszczonej nikiem we wszystkich czterech badanych formach chemicznych (tj. $NiSO_4 \cdot 7 H_2O$, Ni(II)-Glu i Ni(II)-cytrynian i Ni(II)-EDTA) w koncentracjach odpowiadających trzeciemu i czwartemu stopniowi zanieczyszczenia gleby lekkiej tym metalem rośliny jęczmienia jarego odmiany Poldek już po wschodach stosunkowo szybko degenerowały, przy czym zdecydowanie najpóźniej w glebie zanieczyszczonej Ni(II)-EDTA. Wzrost roślin w glebie zanieczyszczonej nikiem w stopniu zerowym mniej więcej przebiegał na poziomie roślin kontrolnych, natomiast w glebie zanieczyszczonej w stopniu pierwszym i drugim wzrost roślin był ograniczony, przy czym jak wykazały badania MOLAS i in. [2001], stopień tej redukcji zależał zarówno od koncentracji niklu w glebie i w roślinie, jak też od jego formy chemicznej. Redukcji tempa wzrostu roślin towarzyszyły symptomy uszkodzeń, które obserwowano zarówno na morfologicznym, jak i na anatomicznym poziomie ich organizacji. Specyfika uszkodzeń roślin w niewielkim stopniu zależała od zastosowanej formy chemicznej niklu, natomiast czas ich pojawienia się w rozwoju rośliny, jak też ich natężenie zależały od formy chemicznej badanego pierwiastka. Najpóźniej w rozwoju rośliny i o najmniejszym natężeniu symptomy toksyczności niklu notowano u roślin rosnących na glebie zanieczyszczonej nikiem w formie kompleksu Ni(II)-EDTA, natomiast u roślin rosnących na glebie zanieczyszczonej nikiem w pozostałych trzech formach symptomy toksyczności tego metalu pojawiały się mniej więcej w tym samym czasie i o zbliżonym, aczkolwiek nieznacznie różnym natężeniu; pod względem natężenia symptomów toksyczności niklu formy te można uszeregować następująco: $NiSO_4 \cdot 7 H_2O \geq Ni(II)\text{-cytrynian} \geq Ni(II)\text{-Glu}$.



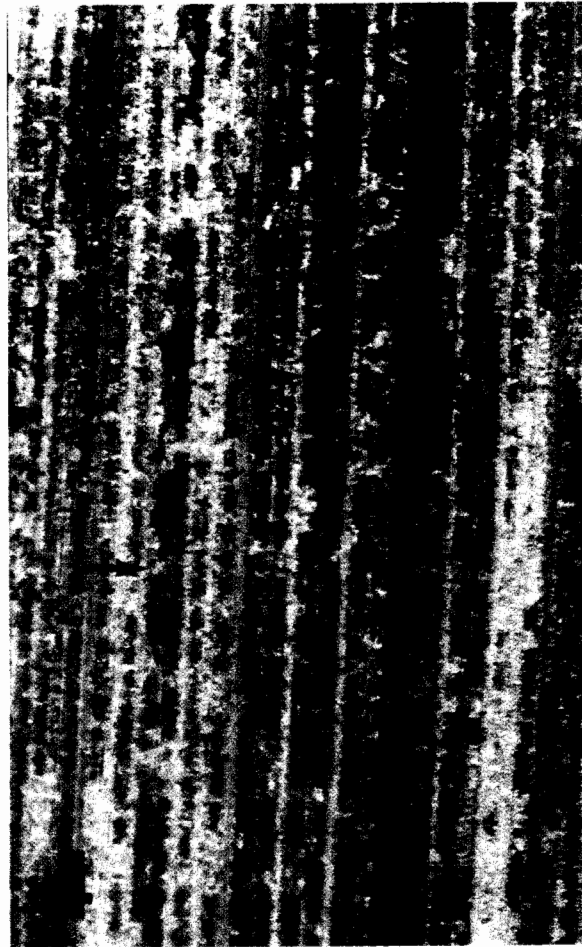
Fot. 1a-c. Morfologia korzenia jęczmienia jarego odmiany Poldek: fot. 1a – rośliny kontrolnej, fot. 1b, 1c – roślin rosnących na glebie zanieczyszczonej w II stopniu Ni w formie Ni(II)-EDTA (fot. 1b) i $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (fot. 1c)

Fig. 1a-c. Morphology of root of barley, cv. Poldek: Fig. 1a – of control plant, Fig. 1b, 1c – of plants grown on soil contaminated with Ni in the form of Ni(II)-EDTA (Fig. 1b) and $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (Fig. 1c), (2nd degree of contamination)



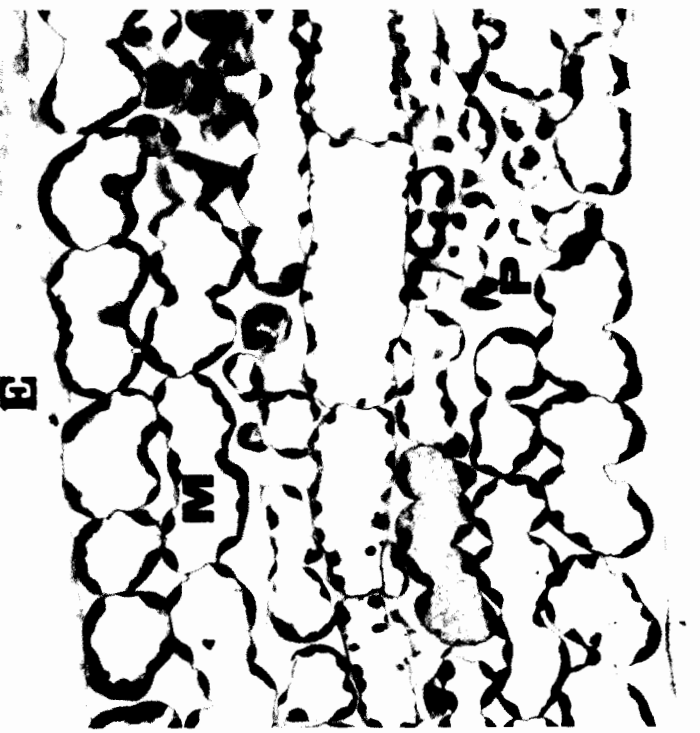
Fot. 2-4. Morfologia liści roślin jęczmienia jarego odmiany Poldek rosnących na glebie niezanieczyszczonej Ni (fot. 2a) oraz zanieczyszczonej Ni w koncentracji odpowiadającej II stopniowi zanieczyszczenia gleby tym metalem (fot. 2b, 2c, 2d, 3, 4). Widoczne: chloroza i zasychanie wierzchołka liścia (fot. 2d), chlorozy międzywiązkowe (fot. 2b, 2c, 3, 4) oraz plamy (fot. 3 – strzałki) i pasy (fot. 4 – strzałki) nekrotyczne

Fig. 2-4. Morphology of leaf of barley, cv. Poldek grown on soil not contaminated with Ni (Fig. 2a) and contaminated with Ni in concentrations corresponding to 2nd degree of contamination of soil with this metal (Fig. 2b, 2c, 2d, 3, 4). Visible: chlorosis and drying out of leaf apex (Fig. 2d), interbundle chlorosis (Fig. 2b, 2c, 3, 4) stains (Fig. 3 – arrows) and necrotic stripes (Fig. 4 – arrows)





6



5

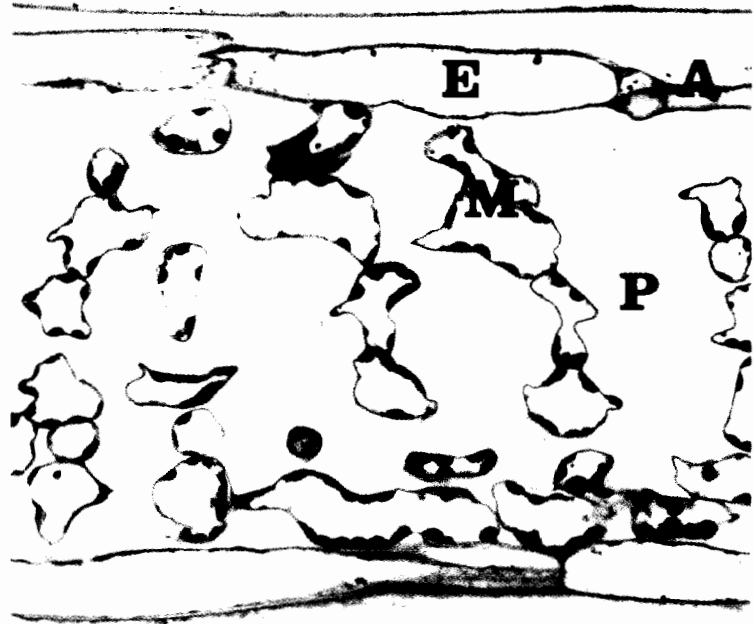
E – epiderma; epidermis
 M – mezofil liścia; leaf mesophyll
 A – aparat szparkowy; stomata apparatus
 P – przestwory międzykomórkowe; intercellular spaces
 Zaznaczone linie odpowiadają 300 μm ; Bars = 300 μm

Fot. 5–7. Przekroje poprzeczne blaszki liściowej roślin jęczmienia jarego odmiany Poldek rośliny kontrolnej (fot. 5) oraz roślin traktowanych Ni w formie Ni(II)-EDTA (fot. 6) i $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (fot. 7) w koncentracji odpowiadającej II stopniowi zanieczyszczenia gleby lekkiej tym metalem.

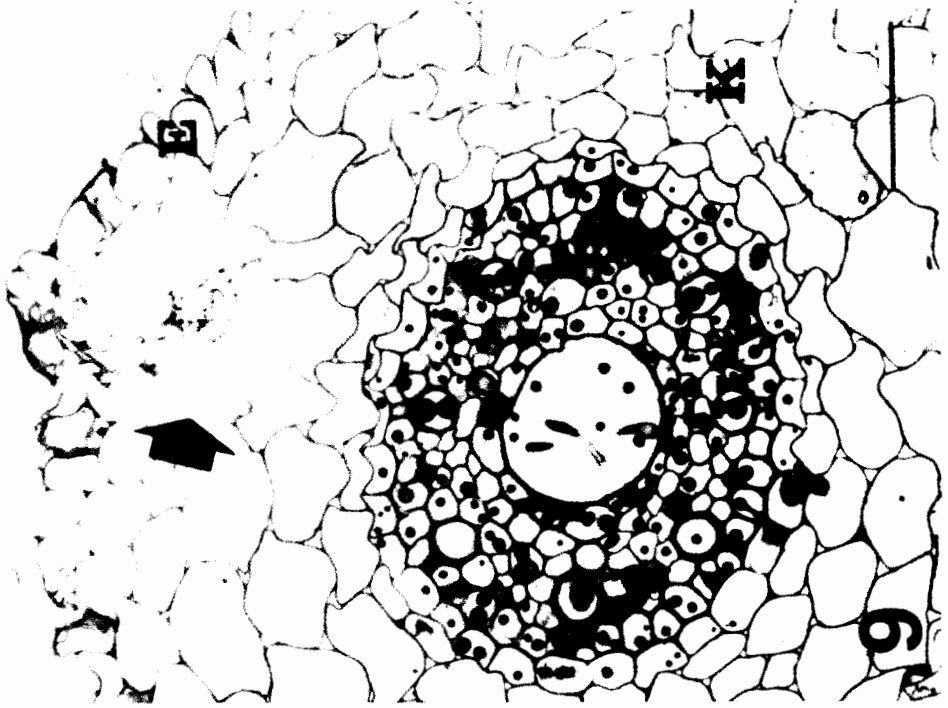
Tekstura ścian komórkowych mezofilu liścia mniej (fot. 6) lub bardziej (fot. 7) pofalowana, komórki obkurczone, duże przestwory międzykomórkowe (fot. 6, 7). Gwiazdki wskazują splazmolizowane protoplasty (fot. 6)

Fig. 5–7. Cross sections of leaf blade of barley plant, cv. Poldek of control plant (Fig. 5) and of plants treated with Ni in the form of Ni(II)-EDTA (Fig. 6) and $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (Fig. 7) in concentration corresponding to the 2nd degree of contamination of soil with this metal.

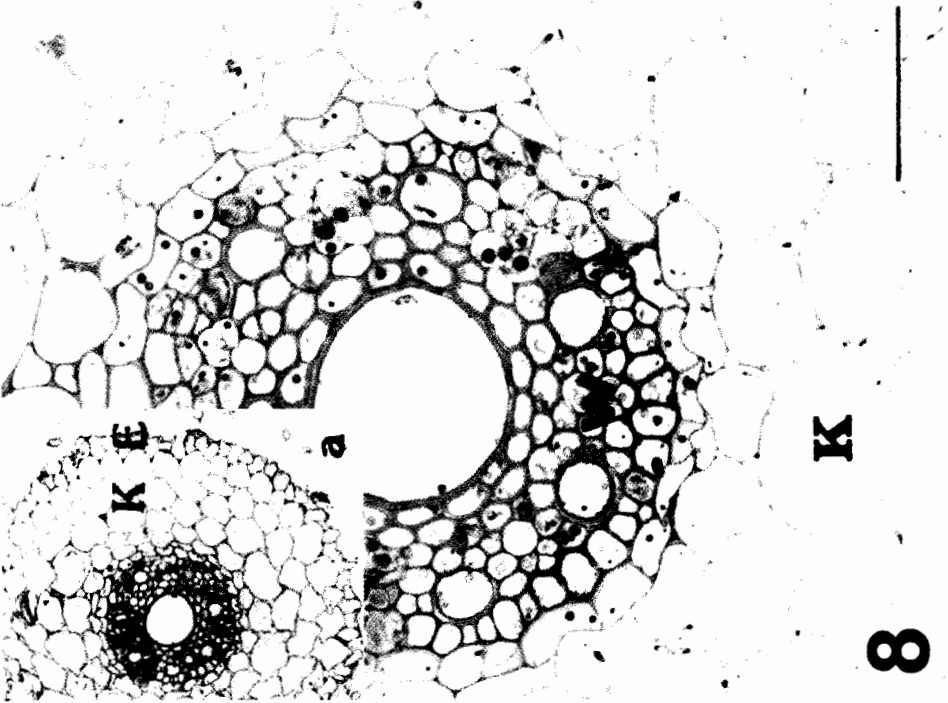
Texture of mesophyll leaf cell walls is corrugated more (Fig. 6) or less (Fig. 7), cells are shrunk, big intercellular spaces occur (Fig. 6, 7). Asterisks show plasmolysed protoplasts (Fig. 6)



7



9



K

8

Strzałki wskazują zewnętrzne (fot. 10) i wewnętrzne (fot. 9) „pęknięcia” kory pierwotnej. Komórki kory pierwotnej obkurczone, o pofalowanej teksturze ścian komórkowych.

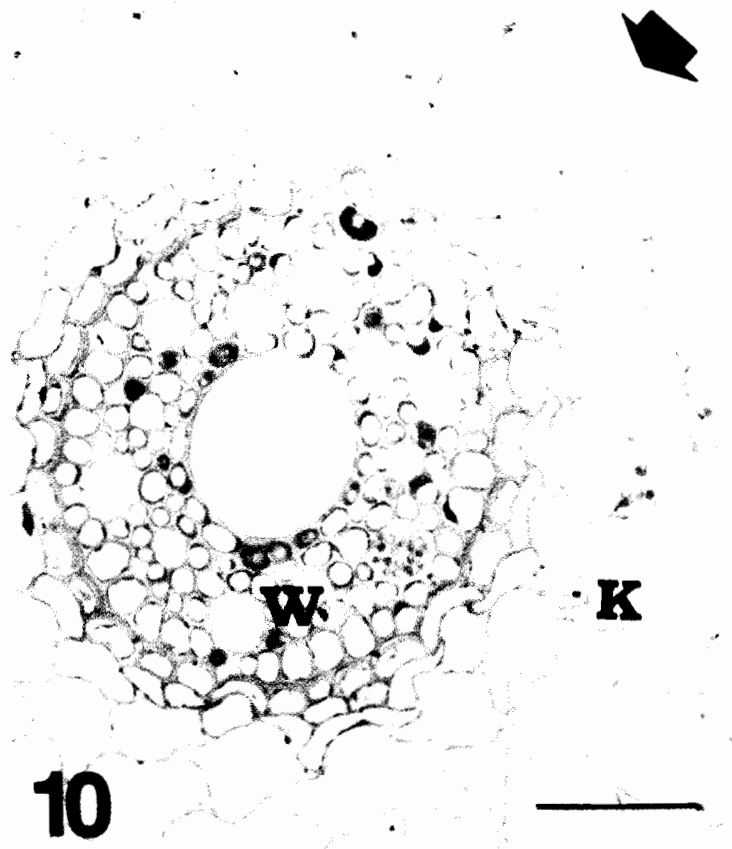
E – epiblema, K – kora pierwotna, W – tkanki walca osiowego. Zaznaczone linie odpowiadają 150 μm

Arrows show external (Fig. 9) and internal (Fig. 10) „cracks” in primary cortex. Primary cortex cells are shrunk and have a corrugated texture of cell walls

E – epidermis, K – primary cortex, W – tissues of vascular cylinder. Bars = 150 μm .

Fot. 8–10. Przekroje poprzeczne korzenia roślin jęczmienia jarego odmiany Poldek rośliny kontrolnej (fot. 8, 8a) oraz roślin traktowanych Ni w formie Ni(II)-EDTA (fot. 9) i $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (fot. 10) w koncentracji odpowiadającej II stopniowi zanieczyszczenia gleby lekkiej tym metalem

Fig. 8–10. Cross sections of root of barley plant cv. Poldek of control plant (Fig. 8, 8a) and of plants treated with Ni in the form of Ni(II)-EDTA (Fig. 9) and $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (Fig. 10) in concentration corresponding to the 2nd degree of contamination of soil with this metal



Morfologiczne symptomy toksyczności niklu we wszystkich czterech badanych formach chemicznych przejawiały się chlorozami, nekrozami oraz deformacją organów roślinnych (fot. 1b, 1c, 3, 4). Charakterystyczne było to, że u roślin rosnących na glebie zanieczyszczonej $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, Ni(II)-cytrynian i Ni(II)-Glu , symptomy uszkodzeń najwcześniej pojawiały się na liściach młodych i z czasem obejmowały także liście starsze, natomiast u roślin rosnących na glebie zanieczyszczonej Ni(II)-EDTA , symptomy te pojawiały się na liściach starszych, a liście młode na ogół nie były uszkodzone. Jednakże niezależnie od formy chemicznej niklu chlorozy najwcześniej pojawiały się na wierzchołkach liści, później obejmowały powierzchnie międzywiązkowe, tworząc tzw. „pasiastość liści” (fot. 2–4). Nekrozy występowały na wierzchołkach liści oraz w postaci plam (fot. 3) i pasów (fot. 4) na międzywiązkowych powierzchniach blaszki liściowej. Chlorozy liści roślin rosnących na glebie zanieczyszczonej Ni(II)-EDTA były barwy białej, a liście ciemno zielone, natomiast u roślin rosnących na glebie zanieczyszczonej niklem w pozostałych trzech zastosowanych formach chemicznych chlorozy były barwy żółtej, a liście jasno zielone. Zamieranie wierzchołków i tzw. „pasiastość liści” jest specyficznym objawem toksyczności niklu u roślin jednoliściennych i m.in. obserwowana była także u owsa [VERGNANO, HUNTER 1952; CROOK 1956] oraz u pszenicy jarej [SPLAK 1993].

W strukturze anatomicznej blaszki liściowej obserwowano mniejszą (w obecności Ni(II)-EDTA) lub większą (w obecności $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, Ni(II)-cytrynian , Ni(II)-Glu) redukcję wymiaru promieniowego komórek mezofilu, a w konsekwencji wzrost przestworów międzykomórkowych w stosunku do kontroli (fot. 5–7). Głównie na brzegach blaszki liściowej oraz w jej części wierzchołkowej część komórek degenerowała. Tekstura ścian komórkowych była mniej lub bardziej pofalowana, a protoplasty niektórych komórek były silnie splazmolizowane (fot. 6, 7). Jak wiadomo, pofalowana tekstura ścian komórkowych oraz plazmoliza protoplastów wskazują na utratę turgoru komórek. Badania te potwierdzają sugestię, że w reakcji komórek roślinnych na stres wywołany m.in. metalami ciężkimi dochodzi do zaburzenia gospodarki wodnej [KACPERSKA 1996], a problem czy obserwowane zmiany w strukturalnej organizacji komórki są następstwem bezpośredniego oddziaływania metalu (np. na błony biologiczne, kanały jonowe i aquaporyny), czy raczej stresu wodnego wywołanego przez ten metal wydaje się być nadal otwarty. W przeprowadzonych badaniach zanotowano także zmiany w liczbie chloroplastów w komórce mezofilu i ich objętości (fot. 5–7); zarówno liczba chloroplastów, jak i ich objętość były redukowane pod wpływem wszystkich zastosowanych form chemicznych niklu, a stopień tej redukcji wzrastał wraz ze wzrostem koncentracji metalu w glebie.

System korzeniowy roślin jęczmienia rosnących na glebie zanieczyszczonej niklem był skrócony i znacznie mniej rozkrzewiony niż roślin kontrolnych, przy czym stopień redukcji długości korzeni, jak i stopień redukcji rozkrzewienia systemu korzeniowego znacznie mniejszy był u roślin rosnących na glebie z dodatkiem Ni(II)-EDTA niż pozostałych trzech form niklu. Korzenie były mniej (w wariancie z Ni(II)-EDTA) lub bardziej (w wariantach z $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, Ni(II)-Glu i Ni(II)-cytrynian) morfologicznie zdeformowane, o nierównomiernych zgrubieniach wzdłuż osi (fot. 1). Na ogół merystem wierzchołkowy korzenia był pogrubiony (fot. 1b) i skrócony w stosunku do merystemu korzenia roślin kontrolnych (fot. 1a), mniej lub bardziej przebarwiony na brązowo, często zdeformowany i uszkodzony (fot. 1c). Korzeń był mniej lub bardziej nierównomiernie zgrubiał

wzdłuż osi (fot. 1b, 1c) i niekiedy wykazywał zaburzenia w reakcji geotropicznej (fot. 1c).

Komórki tkanek korzenia roślin rosnących w obecności niklu charakteryzowały się mniejszym wymiarem promieniowym niż komórki korzenia roślin kontrolnych (fot. 8–10), a ściany komórkowe na ogół wykazywały teksturę pofalowaną (fot. 9, 10). Zmiany te wskazywały na utratę turgoru. Jak ilustrują mikrofotografie 9 i 10 najbardziej charakterystycznym objawem toksyczności Ni we wszystkich czterech badanych formach chemicznych na anatomicznym poziomie organizacji korzenia były nekrozy komórek, które przede wszystkim obserwowano w epidermie i korze pierwotnej, rzadziej w tkankach walca osiowego. Wskutek nekrozy komórek powstawały tzw. „zagłębienia” od zewnętrznej powierzchni korzenia (fot. 10) oraz „wewnętrzne pęknięcia” (fot. 9). Podobne symptomy uszkodzeń korzenia obserwowano także pod wpływem toksycznego działania innych metali, m.in. glinu [WAGATSUMA i in. 1987; SZYMAŃSKA, MOLAS 1995].

Wnioski

1. Morfologiczne symptomy toksyczności niklu pobranego z formy nieorganicznej (siarczanowej) i kompleksów organicznych (tj. Ni(II)-cytrynian, Ni(II)-Glu i Ni(II)-EDTA) u roślin jęczmienia jarego odmiany Poldek były specyficzne dla nadmiaru tego metalu u roślin jednoliściennych, ale niespecyficzne dla danej jego formy. Przejawiały się one w wierzchołkowych i międzywiązkowych chlorozach i nekrozach liści oraz w redukcji długości i stopnia rozkrzewienia systemu korzeniowego, morfologicznej deformacji, przebarwieniach i miejscowych nekrozach korzenia.
2. Symptomy toksyczności badanych form chemicznych niklu na anatomicznym poziomie organizacji organów roślinnych (liście i korzenia) były także mało specyficzne i przejawiały się w redukcji wymiaru promieniowego komórek korzenia i liścia, falistej teksturze ścian komórkowych, w plazmolizie protoplastów komórek wskutek utraty turgoru oraz w miejscowych nekrozach tkanek (mezofilu liścia, epidermy i kory pierwotnej korzenia). Wskutek tej nekrozy powstawały tzw. „zewnętrzne zagłębienia” i „wewnętrzne pęknięcia” organów, głównie korzenia.
3. Najpóźniej w rozwoju i o najmniejszym natężeniu symptomy fitotoksyczności niklu notowane były u roślin rosnących na glebie zanieczyszczonej Ni(II)-EDTA, natomiast u roślin rosnących na glebie zanieczyszczonej $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, Ni(II)-Glu i Ni(II)-cytrynian natężenie symptomów uszkodzeń roślin było w niewielkim stopniu zróżnicowane i pojawiały się one mniej więcej w tym samym czasie.

Literatura

ADRIANO D.C. 1986. *Trace elements in the terrestrial environment*. Springer-Verlag, New York: 533 ss.

- CROOK W.M. 1956. *Effect of soil reaction on uptake of nickel from a serpentine soil*. Soil Sci. 81: 269–276.
- GERLACH D. 1972. *Zarys mikrotechniki botanicznej*. Wyd. PWN, Warszawa: 297 ss.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa: 398 ss.
- KACPERSKA A. 1996. *Czy można mówić o wspólnym podłożu odpowiedzi roślin na działanie stresowych czynników środowiska*, w: *Ekofizjologiczne aspekty reakcji roślin na działanie abiotycznych czynników środowiska*. Grzesiuk S., Miszalski Z. (red.), ZFR PAN, Kraków (wyd.): 49–58.
- KARACZUN Z.M., INDEKA L.G. 1999. *Ochrona środowiska*. Wyd. ARIES, Warszawa: 194–195.
- L'HUILIER L., D'UZAC J., DURAND M., MICHAUD-FERRICRE N. 1996. *Nickel effect on two maize (Zea mays) cultivars: growth, structure, Ni concentration, and localization*. Can. J. Bot. 74: 1547–1554.
- MISHRA D., KAR M. 1974. *Nickel in plant growth and metabolism*. Bot. Rev. 40: 395–452.
- MOLAS J. 1997a. *Ultrastructural response of cabbage outer leaf mesophyll cells (Brassica oleracea L.) to excess of nickel*. Acta Soc. Bot. Polon. 66(3–4): 307–317.
- MOLAS J. 1997b. *Changes in morphological and anatomical structure of cabbage (Brassica oleracea L.) outer leaves and in ultrastructure of their chloroplasts caused by an in vitro excess of nickel*. Photosynthetica 34(4): 513–522.
- MOLAS J., NIEMCZUK B., DZIUBA K. 2001. *Porównanie toksyczności i przyswajalności niklu u roślin jęczmienia jarego (Hordeum vulgare L.) Pobranego z formy nieorganicznej i z kompleksów organicznych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 481: 527–533.
- SPIAK Z. 1993. *Określenie granicy toksyczności niklu dla pszenicy jarej*, w: *Chrom, nikiel i glin w środowisku. Problemy ekologiczne i metodyczne*. Zesz. Nauk. PAN 5: 153–158.
- SZYMAŃSKA M., MOLAS J. 1995. *The cytotoxic influence of aluminium on Cucumis sativus L. seedling root*. Acta Agrobot. 48(2): 83–93.
- VAN ASSCIE F., CLIJSTERS II. 1990. *Effect of metals on enzyme activity in plants*. Plant Cell Environ. 13: 195–206.
- VERGNANO O., HUNTER J.G. 1952. *Nickel and cobalt toxicities in oat plants*. Ann. Botany XVII(66): 317–328.
- WAGATSUMA T., KANEKO M., HAYASAKA Y. 1987. *Destruction of plant root cells by aluminium*. Soil Sci. Plant Nutr. 33: 161–175.

Słowa kluczowe: anatomia roślin, formy chemiczne niklu, *Hordeum vulgare* L., morfologia roślin, nikiel, toksyczność niklu, zanieczyszczenie gleby

Streszczenie

W przeprowadzonych badaniach porównano stopień i specyfikę morfologicznych i anatomicznych symptomów toksyczności niklu pobranego przez rośliny jęczmienia jarego odmiany Poldek z formy nieorganicznej ($\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) i z kompleksów organicznych Ni(II)-cytrynian, Ni(II)-Glu i Ni(II)-EDTA. Czas pojawienia się symptomów toksyczności niklu i ich natężenie zależały od formy chemicznej niklu w glebie, natomiast symptomy te nie były specyficzne dla danej formy. Przejawiały się one w wierzchołkowych i międzywiązkowych chlorozach i nekrozach liści, morfologicznej deformacji, przebarwieniach i miejscowej nekrozie korzenia. Symptomy anatomiczne toksyczności badanych form niklu były także mało specyficzne i przejawiały się w redukcji wymiaru promieniowego komórek korzenia i liścia, falistej teksturze ścian komórkowych, plazmolizie protoplastów wskutek utraty turgoru oraz w miejscowych nekrozach tkanek. Wskutek tej nekrozy powstawały tzw. „zewnętrzne zagłębienia” i „wewnętrzne pęknięcia” korzenia. Najpóźniej w rozwoju roślin i o najmniejszym natężeniu symptomy uszkodzeń występowały u roślin rosnących na glebie zanieczyszczonej Ni(II)-EDTA, natomiast u roślin rosnących na glebie zanieczyszczonej niklem w trzech pozostałych formach pojawiały się mniej więcej w tym samym czasie i o podobnym natężeniu.

INFLUENCE OF CHEMICAL FORM OF NICKEL ON THE DEGREE AND TYPE OF DAMAGE OF BARLEY PLANTS (*Hordeum vulgare* L.) POLDEK CULTIVAR

Jolanta Molas¹, Janusz Matusiewicz²

¹Department of Plant Biology, Institute of Agricultural Sciences, Zamość

²General Diagnostic Laboratory, Agricultural University, Lublin

Key words: *Hordeum vulgare* L., nickel chemical forms, nickel, nickel toxicity, plant anatomy, plant morphology, soil contamination

Summary

In the present study the authors compared the degree and type of morphological and anatomical symptoms of nickel toxicity absorbed by barley plants Poldek cultivar from inorganic form ($\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) and from organic complexes: Ni(II)-citrate, Ni(II)-Glu and Ni(II)-EDTA. The time of appearance of symptoms of nickel toxicity and their intensity depended on the chemical form of nickel in the soil, but these symptoms were not typical of a given form. The symptoms manifested themselves in apical and interbundle chlorosis and necrosis of leaves, morphological deformation, change of colour and local necrosis of root. Anatomical symptoms of toxicity of the studied forms of nickel also were not very typical and manifested themselves in the reduction of radial diameter of root and leaf cells, corrugated texture of cell walls, protoplast plasmolysis as a result of loss of turgor, and in local necrosis of tissues. As a result of these necrosis the so-called „external cavings” and „internal cracks” of root appeared.

Symptoms of nickel toxicity were observed the latest and their intensity was the smallest in plants grown on soil contaminated with Ni(II)-EDTA. In plants grown on soils contaminated with nickel in the other three forms, symptoms of toxicity appeared basically at the same time and their intensity was also similar.

Dr Jolanta **Molas**
Zakład Biologii Roślin
Instytut Nauk Rolniczych
ul. Szczepieszka 102
22-400 ZAMOŚĆ
e-mail: jmolas@inr.edu.pl