

## WPLYW NIEDOBORU MIEDZI NA BUDOWĘ ANATOMICZNĄ ŁODYGI I LIŚCI POMIDORA

Barbara Dyki, Jan Borkowski

Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach

### Wstęp

Pomidor (*Lycopersicon esculentum* L.) jest rośliną bardzo wrażliwą na deficyt miedzi w podłożu. Pierwszym sygnałem braku tego pierwiastka jest więdnienie górnej części rośliny w dni słoneczne, mimo obfitego podlewania [BORKOWSKI 1997]. Zapotrzebowanie roślin pomidora na miedź wzrasta wraz z intensywnością światła [GUMIŃSKA i in. 1984]. Długotrwały stres spowodowany deficytem miedzi ogranicza wysokość roślin pomidorów, powoduje opadanie kwiatów oraz zmniejsza plon handlowy, [BORKOWSKI i in. 1996]. Objawy sugerują, że utrata turgoru roślin, spowodowana deficytem miedzi, ma ścisły związek z zaburzeniami w gospodarce wodnej pomidora. Może o tym świadczyć znaczna liczba owoców z objawami suchej zgnilizny, która jest zaburzeniem fizjologicznym związanym z brakiem wody w roślinie [BORKOWSKI i in. 1994]. Celem tej pracy było zbadanie mechanizmu działania niedoboru miedzi na poziomie budowy komórkowej łodygi i liści, które są organami odpowiedzialnymi za przewodzenie wody w roślinie oraz utrzymanie jej optymalnego turgoru.

### Materiał i metody

Rośliny pomidora odmiany Corindo F<sub>1</sub> rosły w wazonach o pojemności 12 litrów z substratem torfowym. Zawartość miedzi w podłożu roślin kontrolnych wynosiła 9,56 mg·dm<sup>-3</sup>, a przy deficycie tego pierwiastka 0,85 mg·dm<sup>-3</sup>. Przedmiotem badań były liście i ogonki liściowe (u nasady blaszki liściowej) oraz fragmenty łodyg pochodzące z górnej części pędów roślin owocujących, mających czwarte grono kwiatowe. Zmierzono również średnicę łodygi (4 cm od powierzchni podłoża) i ogonków liściowych (u nasady blaszki liściowej) dziesięciu roślin z każdego obiektu. Pobierano do badań mikroskopowych czwarty i piąty liść od wierzchołka pędu oraz fragment łodygi pochodzący z połowy jej wysokości.

Badania mikroskopowe obejmowały:

- mikromorfologię powierzchni epidermy dolnej strony liści ze szczególnym uwzględnieniem liczby, długości i szerokości aparatów szparkowych oraz liczby włosków. Zastosowano tu metodę zdzierania epidermy z liści przy

pomocy taśmy klejącej i barwienie jej błękitem toluidyny [DYKI, HABDAS 1996];

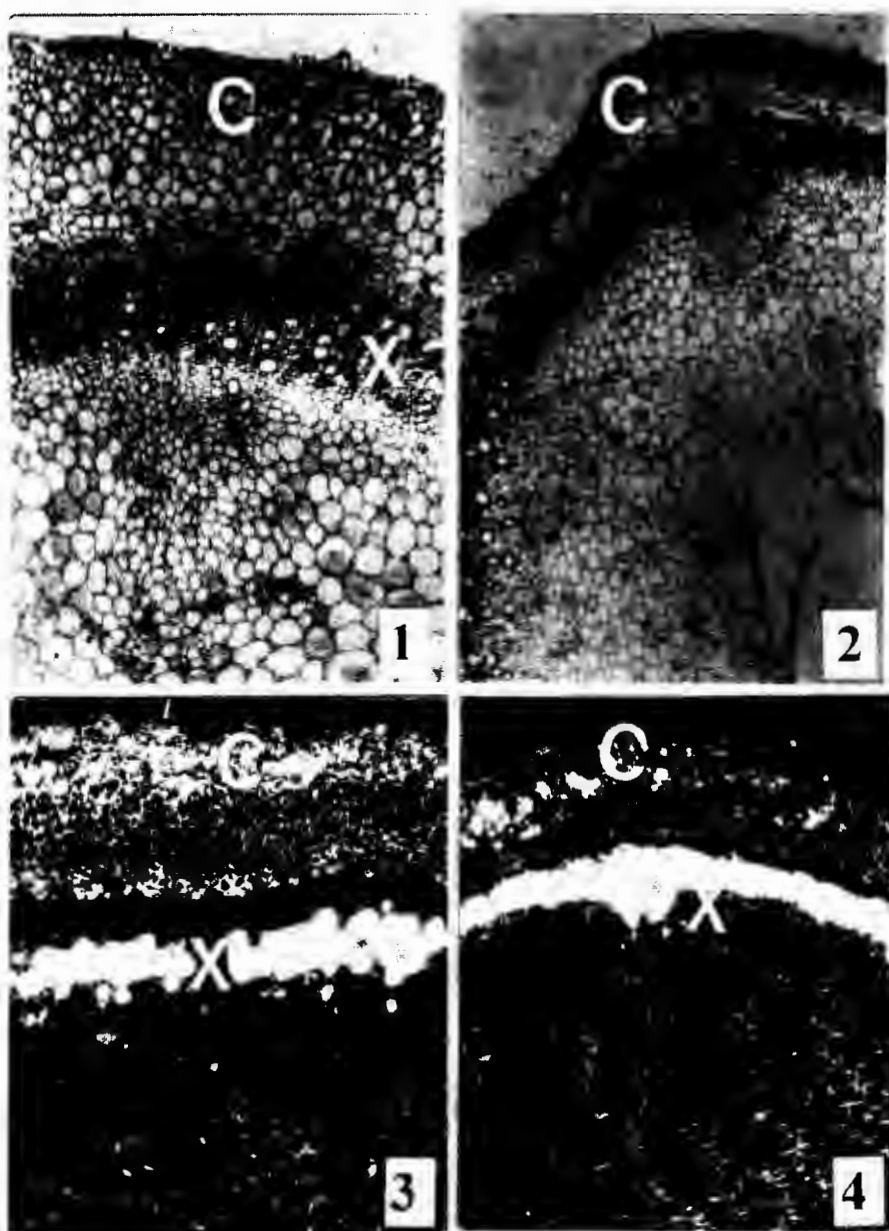
- przekroje poprzeczne przez tkanki łądygi i ogonków liściowych pomidora utrwalone w utrwalaczu CrAF (kwas chromowy, kwas octowy lodowaty, woda destylowana), wykonane metodą parafinową, barwione safraniną z zielenią ciemną, a następnie oceniane w świetle przechodzącym i świetle spolaryzowanym mikroskopu.

### Wyniki i dyskusja

Rośliny pomidora rosnące w warunkach niedoboru miedzi różniły się od roślin kontrolnych rurkowato zwiniętymi liśćmi o widocznie mniejszym turgorze. Średnia grubość łądygi tych roślin wynosiła 18,2 mm, podczas gdy w kontroli notowano 22,4 mm. Również ogonki liściowe przy deficycie miedzi charakteryzowały się mniejszą grubością niż w kontroli, i wynosiły odpowiednio 6,7 mm oraz 9,2 mm. Redukcja grubości łądygi i ogonków liściowych związana była ze zmianami w budowie tkankowej zarówno w obrębie tkanek kory pierwotnej, jak i walca osiowego (fot. 1–4). Różnice w budowie tkanek dotyczą głównie wielkości komórek i grubości ścian komórkowych (fot. 5–12). Struktura powierzchni liści roślin rosnących przy deficycie miedzi różniła się również większą liczbą aparatów szparkowych niż w kontroli, ale ich rozmiary były wyraźnie mniejsze (fot. 13, 14). Potwierdza to wcześniejsze obserwacje autorów, dotyczące struktury liści pomidora. Liście pomidora odmiany Tukan F<sub>1</sub>, uprawiane przy braku miedzi, broniły się przed utratą wody, długotrwałym zamykaniem aparatów szparkowych, ograniczając w ten sposób proces transpiracji. W badaniach tych stwierdzono ok. 195 aparatów szparkowych na 1 mm<sup>2</sup> liścia u rośliny rosnącej przy braku miedzi i ok. 156 przy deficycie wody, podczas gdy liście roślin kontrolnych miały ich ok. 112. Jednak aparaty szparkowe roślin kontrolnych były największe (29 μm długości), podczas gdy przy deficycie miedzi ok. 22 μm, przy braku wody 24 μm [DYKI i in. 1998].

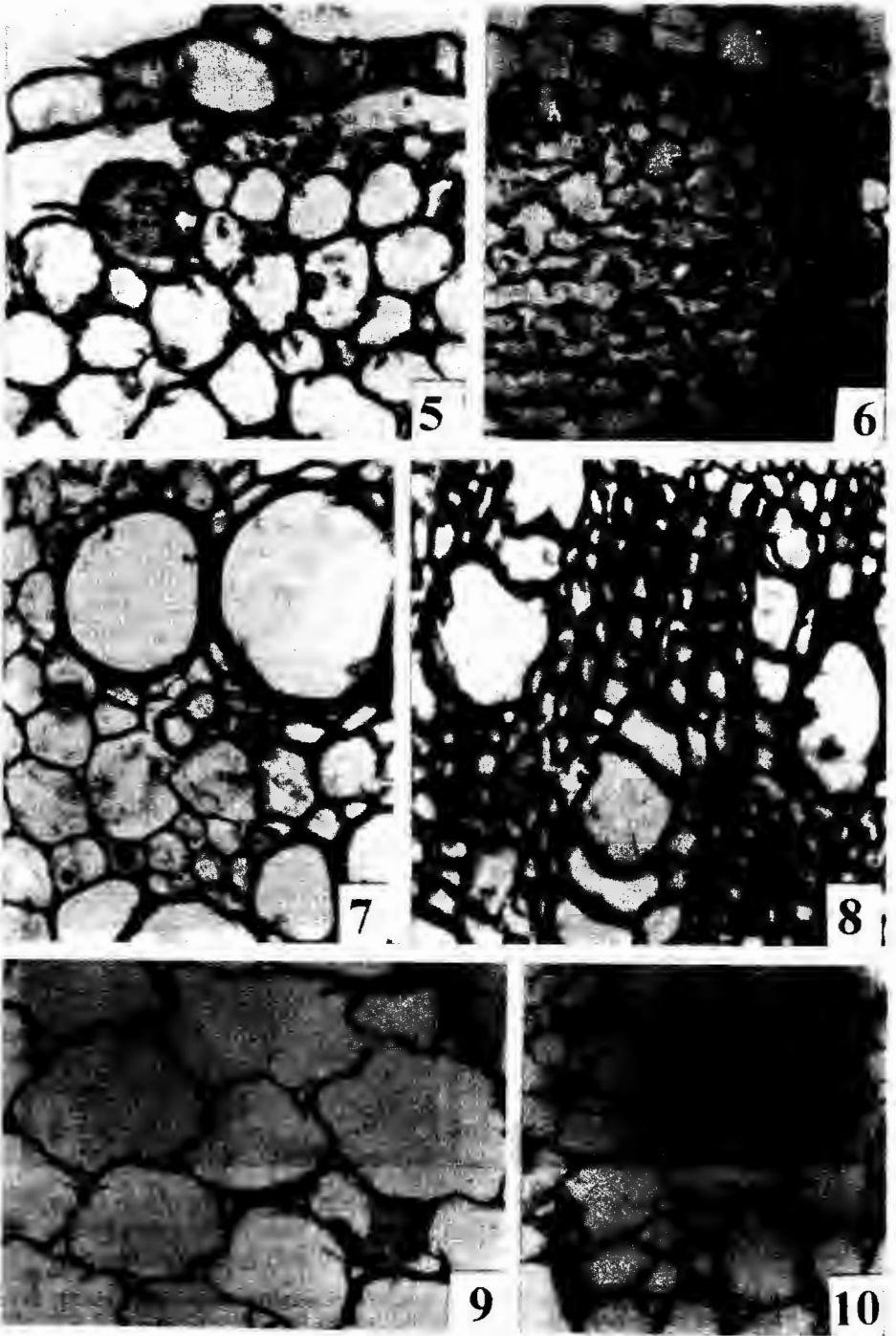
Stwierdzono również, że deficyt miedzi spowodował nie tylko redukcję grubości ksylemu, tkanki przewodzącej wodę (fot. 1, 2, 11, 12), ale również zmniejszenie grubości kory pierwotnej (fot. 1–4). Porównawcza analiza mikroskopowa wykazała bardzo istotne dla gospodarki wodnej zmiany anatomiczne w obrębie komórek łądygi i ogonków liściowych pomidora rosnącego przy deficycie miedzi. Zmiany anatomiczne obejmowały następujące cechy komórek łądygi i ogonków liściowych:

- zmniejszenie rozmiarów komórek mięksiszowych w obrębie kory pierwotnej i walca osiowego łądygi (fot. 1, 2, 9, 10), plazmolizę komórek mięksiszowych i deformację ich kształtu (głównie w obrębie walca osiowego), (fot. 3, 4, 9, 10)
- zwiększenie przestrzeni międzykomórkowych w tkance mięksiszowej łądygi i ogonka liściowego oraz tworzenie „pustych” komór w centralnej części walca osiowego łądygi (fot. 1, 2),
- zmniejszenie wielkości komórek i grubości ścian komórkowych w tkance wzmacniającej i warstwie ksylemu (fot. 5–8),
- deformację kształtu komórek ksylemu i komórek mięksiszowych, a czasami ich zgniatanie przez komórki przyległe (fot. 7, 8),



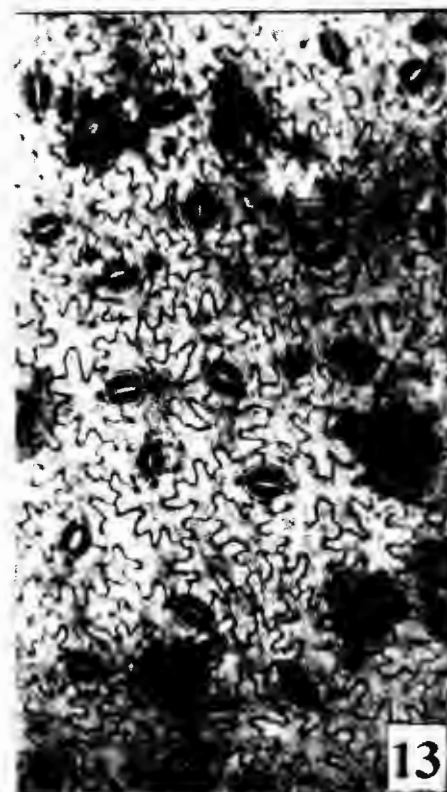
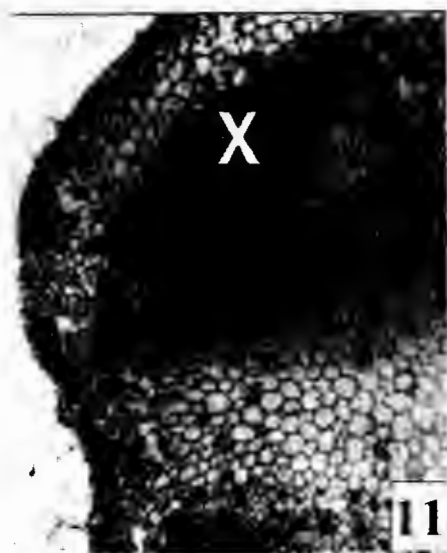
Fot. 1-4. Przekroje poprzeczne przez fragmenty łodygi roślin pomidora kontrolnego (fot. 1, 3) i z deficytem miedzi (fot. 2, 4) widoczne w mikroskopie świetlnym (fot. 1, 2) i w mikroskopie polaryzacyjnym (fot. 3, 4). X - warstwa ksylemu, C - kolenczyma. Pow.  $\times 120$

Photo 1-4. The cross-sections through the stems of control tomato (Photo 1, 3) and with copper deficiency (Photo 2, 4) in light microscope (Photo 1, 2) seen and polarized microscope (Photo 3, 4). X - xylem layer, C - collenchyma. Magn.  $\times 120$



Fot. 5-10. Przekroje poprzeczne przez różne tkanki łodygi pomidora kontrolnego (fot. 5, 7, 9) i pomidora rosnącego przy niedoborze miedzi (fot. 6, 8, 10). Kolenchyma - tkanka wzmacniająca (fot. 5, 6). Największe komórki naczyniowe ksylemu (fot. 7, 8). Komórki miękkiszowe (fot. 9, 10). Pow.  $\times 600$

Photo 5-10. The cross-sections through different tissues of control tomato stem (Photo 5, 7, 9) and with copper deficiency (Photo 6, 8, 10). Collenchyma (Photo 5, 6). The largest xylem cells (Photo 7, 8). The parenchyma cells (Photo 9, 10). Magn.  $\times 600$



- Fot. 11, 12. Fragmenty przekrojów poprzecznych przez ogonki liściowe rośliny kontrolnej (fot. 11) i rośliny z deficytem miedzi (fot. 12). Pow.  $\times 120$
- Photo 11, 12. Cross-sections throught the leaf petioles in control plant (Photo 11) and plant with copper deficiency (Photo 12). Magn.  $\times 120$
- Fot. 13, 14. Powierzchnia epidermy liści pomidora z widocznymi aparatami szparkowego (a) i włoskami (w) u rośliny kontrolnej (fot. 13) i rośliny rosnącej przy deficycie miedzi w podłożu (fot. 14). Pow.  $\times 280$
- Photo 13, 14. The epiderma surface of tomato leaves with stomata (a) and trichomes (w) for control plant (Photo 13) and plant with Cu deficiency (Photo 14). Magn.  $\times 280$

- zmniejszenie średnicy największych komórek naczyniowych ksylemu (fot. 7, 8) i redukcja stopnia lignifikacji ścian komórkowych (fot. 3, 4).

Wyniki badań autorów dotyczące głównie ksylemu, tkanki przewodzącej wodę, są zbliżone do wyników badań roślin owsa, pszenicy, łubinu i peluszki. rosnących przy deficycie miedzi [WERYSZKO-CHMIELEWSKA 1992]. Autorka stwierdziła ograniczoną lignifikację tkanek, redukcję liczby wiązek przewodzących i zmniejszenie średnicy komórek naczyniowych. Zmiany anatomiczne badanych roślin pomidora, poddanych deficytowi miedzi, są odpowiedzialne za ograniczenie ich możliwości do pobierania, przewodzenia i transpiracji wody. Świadczą o tym najwyraźniej więdnące i zasychające liście.

### Wnioski

1. Deficyt miedzi spowodował redukcję grubości warstwy ksylemu i deformację komórek tej tkanki, co utrudniało przewodzenie wody i objawiało się więdnieniem roślin pomidora.
2. Pod wpływem deficytu miedzi aparaty szparkowe liści zamykały się, ograniczając proces transpiracji wody.

### Literatura

- BORKOWSKI J. 1997. *Wzrost i plonowanie pomidorów w warunkach niedoboru miedzi*. Post. Nauk Rol. 3: 83–93.
- BORKOWSKI J., KOWALCZYK W., OSTRZYCKA J., DYŚKO J. 1996. *Oznaki niedoboru miedzi na pomidorach uprawianych w substracie torfowym*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 425–429.
- BORKOWSKI J., PAUL M., KOWALCZYK W. 1994. *Wpływ niedoboru miedzi na wzrost i plon pomidorów uprawianych w szklarni*. Symposium z okazji 30-lecia Instytutu Warzywnictwa „Integrowane metody produkcji warzyw”. Cz. II. Postery: 11–14.
- DYKI B., BORKOWSKI J., KOWALCZYK W. 1998. *Wpływ niedoboru miedzi i stresu wodnego na mikrostrukturę powierzchni liścia pomidora (*Lycopersicon esculentum* L.)*. Acta Agrobotanica 51(1–2): 119–125.
- DYKI B., HABDAS H. 1996. *Metoda izolowania epidermy liści pomidora i ogórka dla mikroskopowej oceny rozwoju grzybów patogenicznych*. Acta Agrobotanica 49(1–2): 123–129.
- GUMIŃSKA Z., CIECHANOWSKA J., SKIBICKA B. 1984. *Mikroelementy we wrocławskiej uprawie hydroponicznej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 242: 499–508.
- WERYSZKO-CHMIELEWSKA E. 1992. *Zmiany morfologiczne i anatomiczne w organach kilku gatunków roślin w warunkach niedoboru miedzi*. Rozpr. hab., Wydawn. AR Lublin: 72 ss.

**Słowa kluczowe:** pomidor, deficyt miedzi, liść, łodyga, badania anatomiczne

### Streszczenie

Badania mikroskopowe wykazały, że deficyt miedzi powoduje zmiany w budowie epidermy liści, tkanek łodygi i ogonków liściowych pomidora. Komórki roślin rosnących przy deficycie miedzi charakteryzują się mniejszym turgorem i mają skłonność do plazmolizy. Aparaty szparkowe są mniejsze, ale jest ich więcej niż u roślin kontrolnych. Mniejsze są również komórki tkanki miękkiszowej, wzmacniającej i przewodzącej w łodydze i ogonkach liściowych. Wtórne ściany komórkowe są cieńsze i mniej zlignifikowane. Komórki ksylemu przewodzące wodę są zdeformowane i często ulegają zgniataniu przez komórki przyległe. Ten rodzaj zmian powoduje ograniczenia w gospodarce wodnej rośliny, co objawia się wędnięciem i zasychaniem liści.

### EFFECT OF COPPER DEFICIENCY ON ANATOMY OF THE STEM AND LEAVES IN TOMATO PLANTS

*Barbara Dyki, Jan Borkowski*  
Institute of Vegetable Crops, Skierniewice

Key words: tomato, copper deficiency, leaf, stem, anatomy

#### Summary

The microscopic study showed that the copper deficiency caused some anatomical changes in leaf epidermis, stem and petiole tissues of tomato plants. The cells of plants grown at Cu deficiency were characterized by lower turgor and some susceptibility to plasmolysis. The stomata were smaller but more numerous than in control plants. The parenchyma, collenchyma cells and the vessels showed the tendency to be smaller than in stems and petioles of control plants. The secondary cell walls were thinner and less lignified than the control ones. The largest of xylem vessels were deformed and often collapsed by adjoining cells. These anatomical changes resulted in disturbance of water distribution in tomato plants, leading to fading and drying of the leaves.

Dr Barbara Dyki  
Instytut Warzywnictwa  
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3  
96-100 SKIERNIEWICE