

Dorota JANICKA, Agnieszka DOBROWOLSKA

**WPLYW ZASOLENIA WYBRANYCH PODŁOŻY NA WZROST I KWITNIENIE
KRWAJNIKA POSPOLITEGO (*ACHILLEA MILLEFOLIUM* L.) I KRWAJNIKA
WIAZÓWKOWATEGO (*ACHILLEA FILIPENDULINA* LAM.)**

**THE EFFECT OF SALINITY AND MEDIUM ON GROWTH AND FLOWERING
OF COMMON YARROW (*ACHILLEA MILLEFOLIUM* L.) AND FERNLEAF
YARROW (*ACHILLEA FILIPENDULINA* LAM.)**

Katedra Ogrodnictwa, Pracownia Roślin Ozdobnych, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin e-mail: Agnieszka.Dobrowolska@zut.edu.pl

Abstract. Experiments which determined the influence of salinity and medium on the growth, development and quality of two yarrow species were conducted in the years 2008–2009. *Achillea millefolium* and *Achillea filipendulina* seedlings were sown in September, 7 months before the beginning of the experiments constituted the research material. Young plants in their vegetative phase were planted before April 10 in five substrates – deacidified peat was the first substrate; 10, 20 and 30% of zeolite was added to the three next ones, respectively, and a mixture of acidic peat and mineral soil 1:1 v/v constituted the last substrate. The Azofoska fertilizer was used at a dose of 5 g dm⁻³. 3 weeks after planting when the root system regenerated, the plants began to be watered with a NaCl solution with EC 6.3 mS cm, obtained by adding 3.4 g of NaCl to 1 dm³ of water. The salinization was performed for four consecutive weeks, once a week. For the fernleaf yarrow was used 300 ml, and for the common yarrow was used 500 ml of the working liquid per pot. The amount of the working liquid depended on the size of the pots. The salinization process was ended after phytotoxicity symptoms occurred on plants. It was found that the use of salt slightly stimulated the growth of the common yarrow and also increased the mass of the above-ground parts. Poorer and delayed flowering of plants treated with the NaCl solution was observed for the fernleaf yarrow. The partial browning and drying of shoot tips was observed in both species, which slightly reduced their decorative value.

Słowa kluczowe: krwawnik, odporność na zasolenie, podłoże, zasolenie, zeolit.

Key words: medium, salinity, salinity resistance, yarrow, zeolite.

WSTĘP

Uprawa roślin w terenach zurbanizowanych jest trudna i nie zawsze przynosi oczekiwane efekty. Jednym z istotnych czynników przyczyniających się do złego stanu zdrowotnego roślinności w miastach jest zasolenie. U większości roślin rosnących w zasolonym środowisku występuje zahamowanie wzrostu, zmniejszenie wymiarów oraz liczby liści i korzeni, przy czym ograniczenia wzrostu organów nadziemnych są większe niż ograniczenia wzrostu korzeni (Ramoliya i in. 2004). Zasolenie – oprócz toksycznego oddziaływania – ogranicza dostępność wody, co prowadzi do zaburzeń niemal wszystkich

procesów życiowych, w tym fotosyntezy (Starck 1980). Mała odporność roślin na zasolenie często stanowi problem przy opracowywaniu technologii produkcji nowych gatunków i odmian roślin ozdobnych, dlatego ciągle poszukuje się nowych genotypów roślin, które mogłyby być wykorzystane w rekultywacji terenów o zwiększonym zasoleniu (Wróbel i in. 2006).

Niektóre z podłoży ogrodniczych odznaczają się dużymi właściwościami sorpcyjnymi, pochłaniając i wiążąc niektóre jony i oddając je stopniowo roślinom. Do podłoży takich należą zeolity z grupy glinokrzemianów, które dzięki swoim właściwościom mogą pochłaniać m.in. metale ciężkie, pierwiastki promieniotwórcze i niektóre jony balastowe (Campbell i Davies 1997).

Celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie tolerancji dwóch gatunków krwawnika (*Achillea millefolium* L. i *Achillea filipendulina* Lam.) na podwyższone stężenie soli NaCl, a także przydatności kilku podłoży do uprawy roślin przy zwiększonym zasoleniu. Do badań wybrano rośliny łatwe w uprawie oraz o niewielkich wymaganiach siedliskowych.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia, w których oceniano wpływ zasolenia oraz podłoża na wzrost, rozwój oraz jakość roślin dwóch gatunków krwawnika, przeprowadzono w Katedrze Ogrodnictwa, Pracowni Roślin Ozdobnych ZUT w Szczecinie w latach 2008–2009. Materiał roślinny stanowiła rozsada krwawnika pospolitego i krwawnika wiązówkowatego, których nasiona wysiewano we wrześniu (siedem miesięcy przed założeniem doświadczeń). W pełni wykształcone, niekwitające rośliny posadzono w pierwszej dekadzie kwietnia do pięciu podłoży. Pierwsze podłoże stanowił torf odkwaszony, trzy kolejne podłoża stanowił torf z dodatkiem zeolitu w ilości 10, 20 i 30%, zaś ostatnie podłoże było mieszanką torfu kwaśnego i ziemi mineralnej 1:1 v/v. Jako nawóz zastosowano Azofoskę w dawce $5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$. Przed założeniem doświadczenia zmierzono EC oraz odczyn wszystkich zastosowanych podłoży. Do sadzenia użyto dwóch rodzajów doniczek: \varnothing 14 cm dla krwawnika wiązówkowatego oraz \varnothing 16 cm dla krwawnika pospolitego.

Po zregenerowaniu przez rośliny systemu korzeniowego oraz podjęciu przez nie wzrostu (około 3 tygodnie po posadzeniu) rozpoczęto podlewanie roztworem soli NaCl o przewodności elektrycznej $6,3 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, co uzyskano dodając 3,3 g NaCl na 1 dm^3 wody. Zasolenie prowadzono przez cztery kolejne tygodnie, raz w tygodniu, stosując odpowiednio: dla krwawnika wiązówkowatego – 300 ml, a dla krwawnika pospolitego 500 ml cieczy roboczej na doniczkę. Ilość cieczy roboczej podawanej roślinie zależała od wielkości doniczki. Kontrolę stanowiły rośliny podlewane wodą destylowaną w takich samych dawkach.

Doświadczenia założono jako dwuczynnikowe w pięciu powtórzeniach, po trzy rośliny w powtórzeniu, pierwszy czynnik stanowiło podłoże, drugi – zasolenie. Każdy z gatunków oceniano osobno. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, a istotność różnic między średnimi zweryfikowano za pomocą testu Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Zasolenie zakończono po czterech tygodniach, tj. po wystąpieniu objawów fitotoksyczności na roślinach. Po zakończeniu zasolenia wykonano pomiary cech morfologicznych roślin, a także właściwości podłoży. Zmierzono wysokość roślin, określono liczbę pędów, liczbę kwiatostanów oraz masę części nadziemnej, przeprowadzono ocenę bonitacyjną roślin w skali 1–5, gdzie 1 oznacza rośliny złej jakości, 5 – rośliny o dużych walorach dekoracyjnych. Po zakończeniu doświadczenia zmierzono także EC oraz pH podłoży.

WYNIKI I Dyskusja

Krwawniki należą do bylin łatwych w uprawie i o niewielkich wymaganiach. Mogą rosnąć w trudnych warunkach siedliskowych, nawet w bardzo suchej i mało urodzajnej glebie. Odznaczają się też tolerancją na zanieczyszczenie gleby i powietrza. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że zarówno zasolenie, jak i rodzaj podłoża, wpłynęły na wysokość badanych gatunków krwawnika. Zastosowanie soli NaCl w stężeniu $3,3 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ stymulowało wzrost roślin krwawnika pospolitego, a także zwiększało masę części nadziemnej (tab. 1).

Tabela 1. Wpływ podłoża oraz NaCl na cechy morfologiczne oraz wartość dekoracyjną krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium*)

Table 1. The effect of medium and NaCl on morphological traits and decorative value of common yarrow (*Achillea millefolium*)

| Cecha Trait | Zasolenie (B) Salinity (B) | Podłoże (A) – Medium (A) | | | | | \bar{x} |
|---|-------------------------------------|--------------------------|--|--|--|---|-----------|
| | | Torf Peat | Torf + zeolit 10% Peat + zeolite 10% | Torf + zeolit 20% Peat + zeolite 20% | Torf + zeolit 30% Peat + zeolite 30% | Torf + ziemia mineralna 1:1 v/v Peat + mineral soil 1:1 v/v | |
| Wysokość roślin (cm) Plants height (cm) | Kontrola Control | 102,0 | 94,0 | 69,1 | 95,1 | 89,2 | 89,9 |
| | NaCl | 106,1 | 100,6 | 90,3 | 90,2 | 97,2 | 96,9 |
| | Średnia Mean | 104,1 | 97,3 | 79,7 | 93,7 | 93,2 | |
| | NIR _{0,05} | A = 12,78 | B = 5,72 | A(B) = ns | B(A) = ns | | |
| Liczba pędów Number of shoots | Kontrola Control | 15,6 | 17,6 | 21,4 | 22,2 | 14,6 | 18,3 |
| | NaCl | 17,0 | 17,6 | 20,8 | 14,2 | 16,0 | 17,1 |
| | Średnia Mean | 16,3 | 17,6 | 21,1 | 18,2 | 15,3 | |
| | NIR _{0,05} | A = 5,46 | B = ns | A(B) = ns | B(A) = ns | | |
| Liczba kwiatostanów Number of inflorescences | Kontrola Control | 7,60 | 12,60 | 10,40 | 4,80 | 7,40 | 8,56 |
| | NaCl | 6,40 | 11,20 | 7,40 | 6,60 | 8,00 | 7,92 |
| | Średnia Mean | 7,00 | 11,90 | 8,90 | 5,70 | 7,70 | |
| | NIR _{0,05} | A = 5,44 | B = ns | A(B) = ns | B(A) = ns | | |
| Masa części nadziemnej (g) Weight of plant (g) | Kontrola Control | 197,9 | 214,7 | 152,8 | 215,5 | 171,3 | 190,4 |
| | NaCl | 211,1 | 261,9 | 224,0 | 192,5 | 206,7 | 219,2 |
| | Średnia Mean | 204,5 | 238,3 | 188,4 | 204,0 | 189,0 | |
| | NIR _{0,05} | A = 46,73 | B = 20,92 | A(B) = ns | B(A) = ns | | |
| Ocena bonitacyjna Valuation scale | Kontrola Control | 4,00 | 4,80 | 4,80 | 4,60 | 4,60 | 4,56 |
| | NaCl | 4,60 | 4,20 | 4,00 | 3,60 | 4,60 | 4,20 |
| | Średnia Mean | 4,30 | 4,50 | 4,40 | 4,10 | 4,60 | |
| | NIR _{0,05} | A = ns | B = 0,29 | A(B) = 0,92 | B(A) = 0,65 | | |

Jednak po czterech tygodniach spowodowało brązowienie i sporadyczne zasychanie wierzchołków pędów, co wpłynęło na nieznaczne obniżenie wartości dekoracyjnej roślin. Nie stwierdzono natomiast, aby zwiększone zasolenie miało wpływ na krzewienie się roślin oraz ich kwitnienie. Stosowanie dużych dawek nawozów w rolnictwie, a także stosowanie soli NaCl i CaCl₂ powoduje duże zagrożenie wywołane akumulacją jonów Na⁺ i Cl⁻ w glebach, a co za tym idzie – także w roślinach. Glikofity wykazują zaburzenia w przebiegu procesów życiowych, głównie wzrostu, już przy nieznacznym obniżeniu potencjału wodnego, przy czym ich wrażliwość na zasolenie jest bardzo zróżnicowana (Hasegova 1986). Wysokie zasolenie zazwyczaj powoduje silne zahamowanie wzrostu roślin nie będących halofitami, a nawet ich śmierć (Zörb i in. 2004). Umiarkowane zasolenie może jednak nie wywierać negatywnego wpływu na niektóre rośliny, nawet te sklasyfikowane jako wrażliwe (Hernández i in. 1999, Zörb i in. 2004). Badania niektórych autorów wykazują, że przy stosunkowo niskich stężeniach NaCl wzrost całych roślin jest stymulowany (Matuszak i in. 2004).

Podwyższone stężenie soli w podłożu nie miało wpływu na wysokość roślin i masę części nadziemnej krwawnika wiązówkowatego, a wpłynęło negatywnie na liczbę pędów w podłożu: torf plus ziemia mineralna (tab. 2). Istotny wpływ NaCl stwierdzono w odniesieniu do kwitnienia roślin; rośliny później rozpoczęły kwitnienie (dane niepublikowane) i w czasie pomiaru miały mniejszą liczbę kwiatostanów. U roślin obserwowano także liczne brązowienia oraz silniejsze niż u krwawnika pospolitego zasychanie wierzchołków pędów, przez co rośliny uzyskały niższą ocenę bonitacyjną. W badaniach Nowak i Kunki (2009) traktowanie roślin szalwii omączonej NaCl nieznacznie obniżało suchą masę, hamowało wzrost elongacyjny i opóźniało kwitnienie roślin, co niekorzystnie wpływało na wartość dekoracyjną roślin.

U obu gatunków roślin nie zaobserwowano zmian związanych z wędnięciem, utratą turgoru czy zamieraniem roślin. Badania przeprowadzone przez Sacałę (2008) wykazały, że u siewek ogórka nie stwierdzono żadnych objawów spadku turgoru pod wpływem zasolenia, zaś w liścieniach wystąpiły symptomy sukulencji. W przeciwieństwie do korzeni i liścieni ogórka jego liście były wrażliwe na stres solny, który spowodował ponad 20-procentową redukcję ich wzrostu.

W podłożach użytych do badań, przed wprowadzeniem soli, określono EC oraz pH (tab. 3). Podłoża w niewielkim stopniu różniły się pod względem przewodności elektrycznej, przy czym najniższą wartość odnotowano w podłożu złożonym z torfu z dodatkiem 10% zeolitu. Największą wartością pH odznaczało się podłoże złożone z torfu i ziemi mineralnej 1:1 v/v.

Rośliny krwawnika pospolitego uprawiane w podłożu torfowym, z dodatkiem 20% zeolitu, były niższe od pozostałych, wytworzyły natomiast więcej pędów o stosunkowo niskiej masie. Podobne zależności (mała liczba pędów i niewielka masa części nadziemnej) stwierdzono u roślin uprawianych w podłożu z dodatkiem ziemi mineralnej. Podłoże nie wpłynęło na ocenę bonitacyjną roślin, jednak przy zastosowaniu zasolenia u roślin uprawianych w torfie, z dodatkiem 30% zeolitu, rośliny odznaczały się w większym stopniu uszkodzeniami, m.in. zasychaniem pędów czy brązowieniem liści.

Stwierdzono wpływ podłoża na wzrost krwawnika wiązówkowatego. Stosunkowo słabo rośliny rosły w czystym podłożu torfowym, gdzie wytworzyły mało pędów i były niższe. Mało pędów wytworzyły także rośliny uprawiane w podłożu z dodatkiem ziemi mineralnej, a zwłaszcza przy zastosowaniu NaCl, a także rośliny, gdzie do podłoża torfowego dodano zeolit w ilości 10 i 30% (głównie rośliny kontrolne).

Tabela 2. Wpływ podłoża oraz NaCl na cechy morfologiczne oraz wartość dekoracyjną krwawnika wiązówkowatego (*Achillea filipendulina*)

Table 2. The effect of medium and NaCl on morphological traits and decorative value of fernleaf yarrow (*Achillea filipendulina*)

| Cecha Trait | Zasolenie (B) Salinity (B) | Podłoże (A) – Medium (A) | | | | | \bar{x} |
|---|--|--------------------------|--|--|--|---|-----------|
| | | Torf Peat | Torf + zeolit 10% Peat + zeolite 10% | Torf + zeolit 20% Peat + zeolite 20% | Torf + zeolit 30% Peat + zeolite 30% | Torf + ziemia mineralna 1:1 v/v Peat + mineral soil 1:1 v/v | |
| Wysokość roślin (cm) Plants height (cm) | Kontrola Control | 52,1 | 75,4 | 81,7 | 46,2 | 90,9 | 69,3 |
| | NaCl | 49,8 | 57,3 | 86,5 | 69,1 | 78,4 | 68,2 |
| | Średnia Mean NIR _{0,05} | 51,0 | 66,4 | 84,1 | 57,7 | 84,7 | |
| | | A = 31,42 | B = ns | A(B) = ns | B(A) = ns | | |
| Liczba pędów Number of shoots | Kontrola Control | 1,60 | 2,00 | 4,40 | 1,80 | 4,40 | 2,84 |
| | NaCl | 3,00 | 3,60 | 4,00 | 3,00 | 1,80 | 3,08 |
| | Średnia Mean NIR _{0,05} | 2,30 | 2,80 | 4,20 | 2,40 | 3,10 | |
| | | A = 1,88 | B = ns | A(B) = 2,66 | B(A) = 1,88 | | |
| Liczba kwiatostanów Number of inflorescences | Kontrola Control | 2,00 | 1,80 | 2,80 | 1,80 | 3,60 | 2,40 |
| | NaCl | 1,20 | 2,20 | 1,80 | 2,00 | 1,20 | 1,68 |
| | Średnia Mean NIR _{0,05} | 1,60 | 2,00 | 2,30 | 1,90 | 2,40 | |
| | | A = ns | B = 0,72 | A(B) = ns | B(A) = ns | | |
| Masa części nadziemnej (g) Weight of plant (g) | Kontrola Control | 55,8 | 63,1 | 106,2 | 67,9 | 101,0 | 78,8 |
| | NaCl | 75,4 | 71,7 | 81,8 | 94,8 | 63,5 | 74,4 |
| | Średnia Mean NIR _{0,05} | 65,6 | 67,4 | 94,0 | 81,4 | 82,3 | |
| | | A = ns | B = ns | A(B) = ns | B(A) = ns | | |
| Ocena bonitacyjna Valuation scale | Kontrola Control | 4,20 | 4,20 | 4,60 | 4,20 | 5,00 | 4,44 |
| | NaCl | 2,80 | 3,60 | 3,40 | 3,80 | 4,20 | 3,56 |
| | Średnia Mean NIR _{0,05} | 3,50 | 3,90 | 4,00 | 4,00 | 4,60 | |
| | | A = 0,96 | B = 0,43 | A(B) = ns | B(A) = ns | | |

Tabela 3. Przewodność elektryczna (EC) oraz pH podłoża przed założeniem doświadczenia

Table 3. Electrical conductivity (EC) and pH of medium before starting of the research

| | Podłoże – Medium | | | | |
|-----------------------------|------------------|---|---|---|---|
| | Torf Peat | Torf + zeolit 10% Peat + zeolite 10% | Torf + zeolit 20% Peat + zeolite 20% | Torf + zeolit 30% Peat + zeolite 30% | Torf + ziemia mineralna 1:1 v/v Peat + mineral soil 1:1 v/v |
| EC (mS · cm ⁻¹) | 0,51 | 0,34 | 0,55 | 0,62 | 0,49 |
| pH | 6,03 | 5,22 | 5,23 | 5,31 | 6,28 |

Wprowadzenie roztworu soli do podłoża spowodowało wzrost przewodności elektrycznej w stosunku do roślin kontrolnych (tab. 4). Największą przewodnością elektryczną odznaczały się podłoża z dodatkiem zeolitu, charakteryzowały się one także najmniejszym odczynem.

Tabela 4. Wpływ zasolenia oraz rodzaju podłoża na EC i pH podłoży krwawnika pospolitego i krwawnika wiązówkowatego po zakończeniu doświadczeń

Table 4. The effect of salinity and kind of medium on EC and pH of media of common yarrow and fernleaf yarrow after ending of experiments

| Cecha Trait | Zasolenie (B) Salinity (B) | Podłoże (A) – Medium (A) | | | | | \bar{x} |
|---|--|--------------------------|--|--|--|---|-----------|
| | | Torf Peat | Torf + zeolit 10% Peat + zeolite 10% | Torf + zeolit 20% Peat + zeolite 20% | Torf + zeolit 30% Peat + zeolite 30% | Torf + ziemia mineralna 1:1 v/v Peat + mineral soil 1:1 v/v | |
| Krwawnik pospolity – Common yarrow (<i>Achillea millefolium</i>) | | | | | | | |
| EC (mS · cm ⁻¹) | Kontrola Control | 0,28 | 0,45 | 0,45 | 0,23 | 0,44 | 0,37 |
| | NaCl | 1,12 | 1,65 | 1,79 | 1,76 | 1,19 | 1,30 |
| | Średnia Mean NIR _{0,05} | 0,70 | 1,05 | 1,12 | 0,50 | 0,82 | |
| | | A = 0,37 | B = 0,16 | A(B) = 0,52 | B(A) = 0,37 | | |
| pH | Kontrola Control | 5,28 | 5,03 | 5,18 | 4,89 | 6,47 | 5,37 |
| | NaCl | 5,56 | 4,90 | 4,87 | 4,71 | 7,10 | 5,43 |
| | Średnia Mean NIR _{0,05} | 5,42 | 4,97 | 5,03 | 4,80 | 6,79 | |
| | | A = 0,45 | B = ns | A(B) = 0,64 | B(A) = 0,45 | | |
| Krwawnik wiązówkowaty – Fernleaf yarrow (<i>Achillea filipendulina</i>) | | | | | | | |
| EC (mS · cm ⁻¹) | Kontrola Control | 0,61 | 0,60 | 0,30 | 0,61 | 0,55 | 0,53 |
| | NaCl | 1,06 | 1,73 | 1,67 | 1,31 | 0,88 | 1,13 |
| | Średnia Mean NIR _{0,05} | 0,84 | 1,17 | 0,49 | 0,96 | 0,72 | |
| | | A = 0,31 | B = 0,14 | A(B) = 0,44 | B(A) = 0,31 | | |
| pH | Kontrola Control | 6,04 | 5,52 | 5,50 | 5,24 | 6,79 | 5,82 |
| | NaCl | 6,18 | 5,06 | 5,31 | 4,92 | 7,23 | 5,74 |
| | Średnia Mean NIR _{0,05} | 6,11 | 5,29 | 5,41 | 5,08 | 7,01 | |
| | | A = 0,54 | B = ns | A(B) = ns | B(A) = ns | | |

WNIOSKI

1. Wprowadzanie roztworu soli NaCl do podłoża stymuluje wzrost krwawnika pospolitego, zwiększa masę części nadziemnej roślin, nie ma natomiast wpływu na krzewienie się roślin oraz liczbę kwiatostanów.

2. Traktowanie roślin krwawnika wiązówkowatego roztworem soli NaCl opóźnia i ogranicza kwitnienie roślin, nie wpływa natomiast na ich wysokość. Zwiększone stężenie soli w podłożu – torf plus ziemia mineralna – hamuje krzewienie się roślin.

3. Podlewanie krwawnika pospolitego i krwawnika wiązówkowatego roztworem soli NaCl powoduje częściowe brązowienie i zasychanie wierzchołków pędów, przez co obniża się wartość dekoracyjna roślin.

4. Podłoża z większym udziałem zeolitu (20 i 30%) odznaczały się większą przewodnością elektryczną.

PIŚMIENNICTWO

- Campbell L.S., Davies B.E.** 1997. Experimental investigation of plant uptake of caesium from soil amended with clinoptilolite and calcium carbonate. *Plant Soil* 189, 65–74.
- Hasegova P.M.** 1986. Cellular mechanism of salinity tolerance. *Hort. Sci.* 21, 1317–1324.
- Hernández J.A., Campillo A., Jiménez A., Alarcón J.J., Sevilla F.** 1999. Response of antioxidant system and leaf water relation to NaCl stress in pea plants. *New Phytol.* 141, 241–251.
- Matuszak R., Baranowski P., Walczak R., Brzóstowicz A.** 2004. Ocena wpływu zasolenia na wzrost, fotosyntezę, potencjał wody i temperaturę liści siewek pszenicy odmiany Almari. *Acta Agrophys.* 4 (1), 97–103.
- Nowak J., Kunka M.** 2009. The effect of salinity, mycorrhizal inoculation and compost supply on growth and flowering of mealycup sage 'Blue Victory' (*Salvia farinacea* Benth.). *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.* 539, 551–559.
- Ramoliya P.J., Patel H.M., Pandey A.N.** 2004. Effect of salinisation of soil on growth and macro- and micro-nutrient accumulation in seedlings of *Acacia catechu* (*Mimosaceae*). *Ann. Appl. Biol.*, 144, 321–332.
- Sacała E.** 2008. Wpływ umiarkowanego stresu solnego na wzrost oraz asymilację azotanów w siewkach ogórka (*Cucumis sativus* L.). *Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu. Rol.* XCII 568, 37–48.
- Starck Z.** 1980. Fizjologiczna reakcja roślin na zasolenie ze szczególnym uwzględnieniem regulatorów wzrostu. *Wiad. Bot.* 24 (3), 177–190.
- Wróbel J., Mikiciuk M., Stolarska A.** 2006. Wpływ warunków zasolenia gleby na aktywność wymiany gazowej u trzech klonów wierzby wiciowej *Salix viminalis* L. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.* 509, 269–281.
- Zörb Ch., Schmitt S., Neeb A., Karl S., Linder M., Schubert S.** 2004. The biochemical reaction of maize (*Zea mays* L.) to salt stress is characterized by mitigation of symptoms and not by specific adaptation. *Plant Sci.* 167, 91–100.

