

Joanna Cichocka*, Martyna Śnioszek*, Arkadiusz Telesiński*,
Helena Zakrzewska*

**KSZTAŁTOWANIE SIĘ AKTYWNOŚCI ANTYOKSYDACYJNEJ
SIEWEK CZĄBRU OGRODOWEGO (*SATUREJA HORTENSIS* L.)
W ZALEŻNOŚCI OD ZAWARTOŚCI W PODŁOŻU ZWIĄZKÓW FLUORU
I SELENU**

**ASSESSING OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SUMMER SAVORY
(*SATUREJA HORTENSIS* L.) SEEDLINGS DEPENDING ON FLUORIDE
AND SELENIUM CONTENT IN MEDIUM**

Słowa kluczowe: cząber ogrodowy, fluor, selen, polifenole, flawonoidy, pojemność antyoksydacyjna.

Key words: summer savory, fluorine, selenium, polyphenols, flavonoids, antioxidant capacity.

The aim of study was to determine how the radical scavenging activity is as summer savory depending on the content of fluorine compounds in the soil and selenium. The experiment was conducted in water culture with Hoagland solution with a pH = 5.8 (control) supplement containing selenium in oxidation state + IV (H_2SeO_3) and + VI (H_2SeO_4) at a dose of 0.05 mM·dm⁻³, and sodium fluoride at 10 mM·dm⁻³. The control seedlings were grown in water culture without addition of selenium and fluoride. During the experiment the plants were illuminated by a sodium vapor lamp Son-T-Agro-400 W, Philips, the intensity of radiation at the level of medium 90 μE·m⁻²·s⁻¹ PAR. Photoperiodism has been set for 12 hours day and night. After one month, seedlings were harvested. The content of total flavonoids content, total polyphenols content and antioxidant capacity was determined in methanol extracts.

Obtained results showed that the addition of both fluoride and selenium (in both oxidation state) to soil caused a significant increase in total flavonoid content in seedlings of summer

* Mgr inż. Joanna Cichocka, mgr inż. Martyna Śnioszek, dr inż. Arkadiusz Telesiński,
dr hab. inż. Helena Zakrzewska, prof. nadzw. – Zakład Biochemii, Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin;
tel.: 91 449 62 84; e-mail: joanna.cichocka@zut.edu.pl

savory. Selenium in oxidation state +VI also caused a decrease of polyphenols content, while selenium in oxidation state +IV caused an increase. Fluoride did not influence statistically the concentration of these compounds.

1. WPROWADZENIE

Cząber ogrodowy (*Satureja hortensis* L.) jest jedną z najstarszych aromatycznych roślin zielarskich. Zioło uprawiano i doceniono już w starożytności. Posiada ono szerokie zastosowanie zarówno w medycynie, jak i aromaterapii i kosmetyce, jednakże najczęściej i najdłużej, bo od ponad 2000 lat, jest stosowany jako zioło kulinarne [Bown 1999; Martyniak-Przybyszewska, Majkowska-Gadomska 2006]. Surowcem zielarskim są kwitnące wierzchołki pędów i liście [Dzida, Jarosz 2006], świeże lub wysuszone [Strzelecka, Kowalski 2000]. Najcenniejszą częścią rośliny są liście tuż przed kwitnieniem ponieważ w tym okresie posiadają najwięcej olejków o najlepszym składzie [Clark, Menary 1979]. Z doniesień piśmiennictwa wiadomo, że zioło to posiada oprócz olejków eterycznych szereg związków fenolowych i flawonoidów, które wpływają na aktywność antyoksydacyjną surowca [Balcerek 2007].

Zarówno selen, jak i fluor należą do pierwiastków o wąskim zakresie bezpieczeństwa i ich obecność w podłożu może wpływać na skład jakościowy i ilościowy surowców roślinnych. Pierwiastki te są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmów, a ich niedobór, tak jak ich nadmiar w produktach roślinnych, może powodować objawy chorobowe u zwierząt i ludzi. Pozytywna biologiczna rola selenu jest związana przede wszystkim z jego występowaniem w centrum aktywnym peroksydazy glutationowej, jednego z enzymów uczestniczących w procesie obrony przed stresem oksydacyjnym [Jendryczko, Grzeszczak 1995]. Fluor natomiast działa stymulująco na aktywność peroksydazy niespecyficzej, która również chroni komórki przed reaktywnymi formami tlenu [Chlubek i in. 2001].

W ostatnich latach znacząco wzrosło zainteresowanie konsumentów związkami biologicznie aktywnymi zawartymi w surowcach zielarskich. Przynajmniej częściowo można to wytłumaczyć wzrostem świadomości społeczeństwa na temat korzystnego wpływu roślinnych składników bioaktywnych na zdrowie człowieka. Wiadomo, że dieta bogata w przeciwutleniające pomaga w zmniejszeniu ryzyka zachorowalności na chorobę wieńcową serca, niektóre nowotwory czy choroby neurodegeneracyjne [Kahkonen i in. 1999; Wartanowicz, Ziemiański 1999; Mitek, Kalisz 2003; Chun i in. 2005]. Zawartość tych związków, a zwłaszcza polifenoli, wpływa na poziom ogólnej aktywności antyoksydacyjnej produktów roślinnych i ekstraktów ziołowych [Zheng, Wang 2001].

2. CEL I METODY BADAŃ

Celem badań było określenie jak kształtuje się aktywność przeciwutleniająca siewek cząbrzu ogrodowego w zależności od zawartości w podłożu związków fluoru i selenu. Do-

świadczenie przeprowadzono w kulturach wodnych, wypełnionych pełną pożywką Hoaglanda, o pH = 5,8 (kontrola), zawierającą dodatek selenu na stopniu utlenienia +IV (H_2SeO_3) oraz +VI (H_2SeO_4), w dawce $0,05 \text{ mM} \cdot \text{dm}^{-3}$ oraz jonów fluorkowych (F^-), w dawce $10 \text{ mM} \cdot \text{dm}^{-3}$.

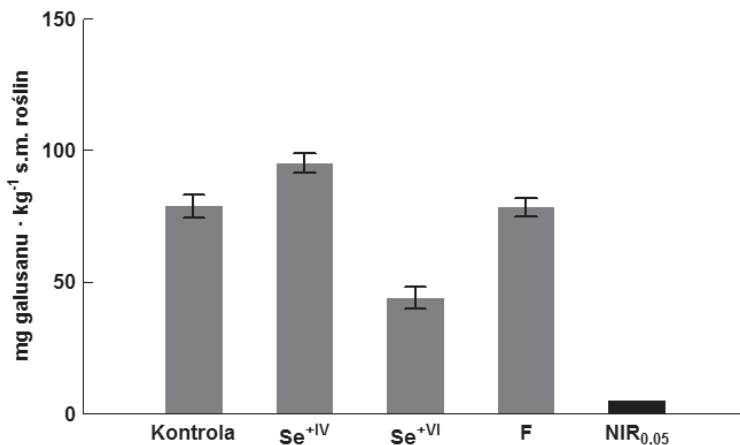
Próbę kontrolną stanowiły siewki rosnące w pożywkach bez dodatku selenu lub fluoru. W trakcie doświadczenia rośliny były oświetlane lampą sodową Son-T-Agro-400 W, firmy Philips, o natężeniu promieniowania na poziomie pożywki $90 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ PAR. Fotoperiodyzm został ustalony na 12 godzin dnia i nocy.

Po miesiącu zebrano siewki, wykonano z nich wyciągi metanolowe i oznaczono zawartość flawonoidów i polifenoli ogółem oraz pojemność antyoksydacyjną. Wyciągi metanolowe oraz analizy zawartości flawonoidów ogółem wykonano metodą Kumaran, Karumakaran [2007], pojemność antyoksydacyjną oznaczono według Prieto i in. [1999], a zawartość polifenoli ogółem metodą Yu i in. [2002].

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji. Najmniejsze istotne różnice (NIR) obliczono przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, za pomocą testu Tukey'a.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

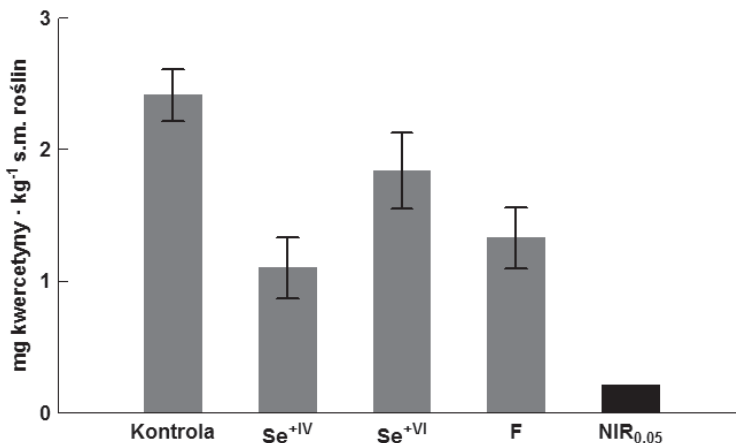
Zawartość flawonoidów i fenoli ogółem oraz pojemność antyoksydacyjną siewek cząbrzu ogrodowego rosnących w pożywkach z dodatkiem selenu lub fluoru przedstawiono w postaci wykresów słupkowych na rysunkach 1–3.



Rys. 1. Zawartość fenoli ogółem w siewkach cząbrzu ogrodowego rosnących w pożywkach z dodatkiem selenu i fluoru

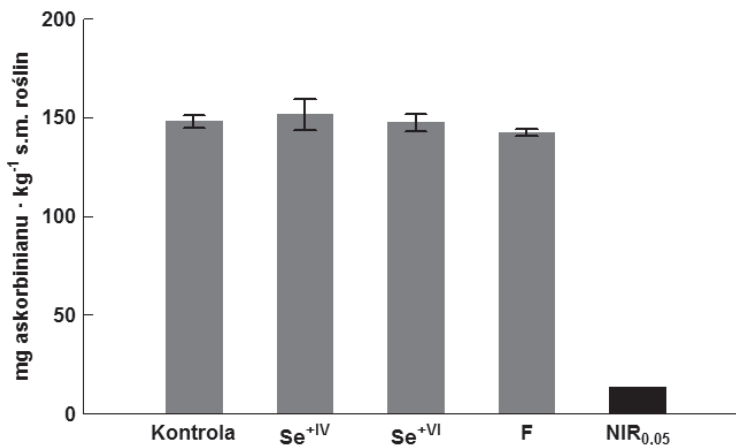
Fig. 1. Total phenol content in summer savory seedlings growing in medium with selenium and fluoride

Zawartość flawonoidów ogółem w siewkach kontrolnych cząbrzu ogrodowego wynosiła $78,73 \pm 4,49$ mg galusanu \cdot kg^{-1} s.m. roślin (rys. 1), flawonoidów ogółem – $2,41 \pm 0,20$ mg kwercetyny \cdot kg^{-1} s.m. roślin (rys. 2), pojemność antyoksydacyjna natomiast wynosiła $148,06 \pm 3,12$ mg askorbinianu \cdot kg^{-1} s.m. roślin (rys. 3). Güllüce i in. [2003], a także Gontaru i in. [2008], podają, że rośliny cząbrzu ogrodowego charakteryzuje wysoka aktywność przeciwutleniająca.



Rys. 2. Zawartość flawonoidów ogółem w siewkach cząbrzu ogrodowego rosnących w pożywkach z dodatkiem selenu i fluoru

Fig. 2. Total flavonoid content in summer savory seedlings growing in medium with selenium and fluoride



Rys. 3. Pojemność antyoksydacyjna siewek cząbrzu ogrodowego rosnących w pożywkach z dodatkiem selenu i fluoru

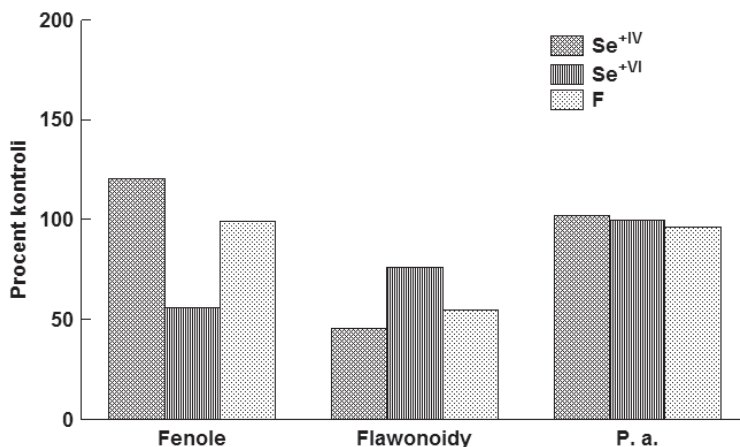
Fig. 3. Antioxidant capacity of summer savory seedlings growing in medium with selenium and fluoride

Na podstawie obliczonych wartości $NIR_{0,05}$ stwierdzono, że obecność w podłożu fluoru oraz selenu istotnie zmieniała koncentrację flawonoidów i fenoli ogółem w siewkach cząbrzu. Nie wpływała natomiast istotnie na pojemność antyoksydacyjną roślin.

W celu lepszego zobrazowania wpływu selenu i fluoru na oznaczane parametry potencjału przeciwutleniającego zawartość fenoli i flawonoidów ogółem oraz pojemność antyoksydacyjną przeliczono w stosunku do siewek kontrolnych i przedstawiono jako procent kontroli na rysunku 4.

Obecność w podłożu selenu na stopniu utlenienia +IV spowodowała zwiększenie koncentracji fenoli ogółem o około 20% oraz zmniejszenie zawartości flawonoidów ogółem o około 55%. Dodatek do pożywki selenu na stopniu utlenienia +VI wywołał natomiast spadek koncentracji zarówno flawonoidów, jak i fenoli ogółem, odpowiednio o 46 i 24%. Kłódka i in. [2009] zaobserwowali natomiast zwiększenie zawartości fenoli i flawonoidów w siewkach różnych gatunków roślin jednoliściennych. Podobną zależność odnotowali Telesiński i in. [2009] w siewkach roślin dwuliściennych.

Również wprowadzenie do podłoża fluoru zmniejszyło o 45% zawartość flawonoidów ogółem w siewkach cząbrzu ogrodowego. Nie spowodowało jednak istotnych zmian koncentracji fenoli ogółem. Śnioszek i in. [2009] natomiast zaobserwowali zmniejszenie zawartości fenoli ogółem w roślinach pszenicy oraz grochu siewnego.



Rys. 4. Procentowe zmiany zawartości fenoli i flawonoidów ogółem oraz pojemności antyoksydacyjnej siewek cząbrzu ogrodowego rosnących w pożywkach z dodatkiem selenu i fluoru
Fig. 4. Percentage changes of total phenol and flavonoid content and antioxidant capacity of summer savory seedlings growing in medium with selenium and fluoride

4. PODSUMOWANIE

Wprowadzenie do gleby zarówno fluoru, jak i selenu, na obu stopniach utlenienia, spowodowało znaczne zmniejszenie zawartości flawonoidów ogółem w siewkach cząbrzu ogrodowego. Dodatek selenu na stopniu utlenienia +VI również wywołał zmniejszenie zawartości polifenoli, selen natomiast na stopniu utlenienia +IV podwyższył koncentrację tych związków, a fluor nie wpłynął statystycznie na ich stężenie. Zmiany zawartości polifenoli i flawonoidów ogółem nie mają jednak odbicia w pojemności antyoksydacyjnej siewek.

PIŚMIENICTWO

- BALCEREK M., MODNICKI D. 2007. Cząbrak ogrodowy – nowe właściwości w świetle aktualnych doniesień. *Panacea* 2: 19.
- BOWN D. 1999. *Wielka encyklopedia ziół*. Wyd. MUZA, Warszawa.
- CHLUBEK D., STACHOWSKA E., BOBER J. 2001. Udział fluoru w reakcjach wolnorodnikowych i ich wpływ na aktywność enzymów antyoksydacyjnych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 34(3): 263–266.
- CHUN O.K., KIM D.-O., SMITH N., SCHROEDER D., HAN J.T., LEE C.Y. 2005. Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. *J. Sci. Food Agric.* 85: 1715–1724.
- CLARK R.J., MENARY R.C. 1979. The importance of harvest, date and plant density on yield and quality of Tasmanian peppermint oil. *J. Amer. Soc. Hort Sci.* 104(5): 703–706.
- DZIDA K., JAROSZ Z. 2006. Wpływ nawożenia azotowo-potasowego na plon i skład chemiczny cząbrzu ogrodowego (*Satureja hortensis* L.). *Acta Agrophis.* 7(4): 879–884.
- GONTARU L., PLANDER S., SIMANDI B. 2008. Investigation of *Satureja hortensis* L. as a possible source of natural antioxidants. *Hung. J. Indust. Chem.* 36(1–2): 39–42.
- GÜLLÜCE M., SÖKMEN M., DAFERERA D., AGAR G., ÖZKAN H., KARTAL N., POLISSIOU M., SÖKMEN A., SAHIN F. 2003. In vitro antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of essential oil and methanol extracts of herbal parts and callus cultures of *Satureja hortensis* L. *J. Agric Food Chem.* 51: 3958–3965.
- JENDRYCZKO A., GRZESZCZAK W. 1995. Glutathione peroxidase activities in erythrocytes and their relationship to cholesterol in lipoproteins of medical school students. *Appl. Biol. Comm.* 5(1–2): 37–43.
- KAHKONEN M.P., HOPIA A.I., VUORELA H.J., RAUHA J.P., PIHLAJA K., KUJALA T.S., HEINONEN M. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 47: 3954–3962.
- KŁÓDKA D., TELESIŃSKI A., MROCZEK J., KOMSTA A. 2009. Zmiany zawartości kwasu askorbinowego, glutationu, flawonoidów i związków fenolowych w różnych gatunkach

- roślin w zależności od stopnia utlenienia selenu dodanego do podłoża. Część I. Rośliny jednoliścienne. Ochr. Środ. Zas. Nat. 40: 293–300.
- KUMARAN A., KARUNAKARAN R.J. 2007. In vitro antioxidant activities of metanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. Elsevier. 40: 344–352.
- MARTYNIAK-PRZYBYSZEWSKA B., MAJKOWSKA-GADOMSKA J. 2006. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plon cząbrzu ogrodowego (*Satureja hortensis* L.) i lebidki pospolitej (*Origanum vulgare* L.). Ann. UMCS, Sectio EEE 16: 113–117.
- MITEK M., KALISZ S. 2003. Współczesne poglądy na właściwości przeciwutleniające soków owocowych i warzywnych. Przem. Spoż. 49(5): 37–39.
- PRIETO P., PINEDA M., AGUILAR M. 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. Anal Biochem. 269: 337–341.
- STRZELECKA H., KOWALSKI J. 2000. Encyklopedia zielarstwa i ziołolecznictwa. PWN, Warszawa.
- ŚNIOSEK M., TELESIŃSKI A., SMOLIK B., ZAKRZEWSKA H. 2009. Possibilities of using clay minerals to reduce fluorine effects on activity of phenolic metabolism selected enzymes in soil and pea and spring wheat plants. w: Pierwiastki, środowisko i życie człowieka [Pasternak K. (red.)], Wyd. System-Graf, Lublin: 344–356.
- TELESIŃSKI A., KŁÓDKA D., KOMSTA A., MROCZEK J. 2009. Zmiany zawartości kwasu askorbinowego, glutationu, flawonoidów i związków fenolowych w różnych gatunkach roślin w zależności od stopnia utlenienia selenu dodanego do podłoża. Część II. Rośliny dwuliścienne. Ochr. Środ. Zas. Nat. 40: 372–379.
- WARTANOWICZ M., ZIEMLAŃSKI S. 1999. Stres oksydacyjny oraz mechanizmy obronne. Żyw. Człow. Met. 1: 67–80.
- YU L., HALEY S., PERRET J., HARRIS M., WILSON J., QIAN M. 2002. Free radical scavenging properties of wheat extracts. J. Agric. Food Chem. 50: 1619–1624.
- ZHENG W., WANG S.Y. 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. J. Agric. Food Chem. 49: 5165–5170.