

WPLYW TERMINU UPRAWY ORAZ RODZAJU GLEBY NA ZAWARTOŚĆ AZOTANÓW I METALI CIĘŻKICH W LIŚCIACH ROKIETTY SIEWNEJ (*Eruca sativa* L. DC.)

Anna Francke

Katedra Ogrodnictwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wstęp

Rokietta siewna (*Eruca sativa* L. DC.) nazywana także rukolą, arugulą, należy do rodziny *Brassicaceae*. Pochodzi z obszaru śródziemnomorskiego i Azji Wschodniej. Jest rośliną zielną, jednoroczną, której liście odznaczają się bardzo charakterystycznym aromatem i pikantnym, lekko orzechowym smakiem. Mogą być spożywane na surowo, jako komponent sałatek, dodatek do kanapek, past, twarogów, a także parowane lub gotowane (dodatek do zup, sosów, mięs, ryb). Zawierają dużo witamin, szczególnie witaminy C, soli mineralnych, kwasów organicznych i olejków eterycznych [PODBIELKOWSKI 1989; BREMNESS 1991; WIERZBICKA 2002]. Niestety podobnie jak i inne rośliny liściowe, szczególnie te o krótkim okresie wegetacji, ma także skłonności do gromadzenia znacznych ilości azotanów i metali ciężkich [FRĄSZCZAK, KNAFLEWSKI 2001; WIERZBICKA i in. 2002].

Celem pracy było porównanie zawartości azotanów i wybranych metali ciężkich w liściach rokiety siewnej uprawianej w terminach wiosennym i jesiennym na dwóch rodzajach gleby.

Materiał i metody badań

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2002–2003 na polu Ogrodu Doświadczalnego Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Założone zostało metodą losowanych podbloków w 3 powtórzeniach. Powierzchnia poletka wynosiła 1 m². Zastosowano 2 terminy uprawy – wiosenny i jesienny. Badanie przeprowadzono na 2 rodzajach gleby: 1) gleba typu czarna ziemia właściwa, zaliczona do klasy bonitacyjnej IIIb, należąca do kompleksu zbożowo-pastewnego mocnego; 2) gleba brunatna właściwa, zaliczona do klasy bonitacyjnej IVb, kompleks żytni dobry [Systematyka Gleb Polski 1989; BIENIEK 1994]. Przed założeniem doświadczenia w Stacji Chemiczno-Rolniczej w Olsztynie przeprowadzono analizy prób gleby. Zawartość N-NO₃ i Cl oznaczona została metodą jonometryczną, P – metodą kolorymetryczną, K i Ca – metodą fotometryczną (ekstrahowano w 0,03 molowym kwasie octowym), natomiast Mg i metale ciężkie oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) – ekstrakcja w wodzie królewskiej. Badanie wykazało, iż gleba typu czarna ziemia zawierała w 1 dm³: 28 mg N-NO₃,

137 mg P, 560 mg K, 2520 mg Ca, 208 mg Mg, 10 mg Cl oraz metale ciężkie (formy całkowite w mg·1000 g p.s.m. gleby): Cu – 19,5, Zn – 106,6, Pb – 23,4, Cd – 0,40 i Ni – 10,3. Odczyn gleby wynosił 7,5, zasolenie 0,4 g NaCl·dm⁻³. Odczyn gleby brunatnej wynosił 7,0 pH, zasolenie 0,1 g NaCl·dm⁻³. Zawierała ona w 1 dm³ 3 mg N-NO₃, 160 mg P, 80 mg K, 720 mg Ca, 79 mg Mg, 13 mg Cl oraz metale ciężkie (formy całkowite w mg·1000 g⁻¹ p.s.m. gleby): Cu – 4,8, Zn – 32,4, Pb – 5,9, Cd – 0,16 i Ni – 4,6. Przed siewem nie stosowano nawożenia rokiety.

W kolejnych latach wiosną nasiona wysiewano 26–27.03. i 14.04., natomiast w terminie jesiennym 9.08. i 25.07. Roślin w okresie wegetacji nie dokarmiano. Liście długości 10–12 cm ścinano ręcznie. Zbiory przeprowadzano 2-krotnie, a w 2003 roku jesienią z poletek założonych na glebie typu czarna ziemia nawet 3-krotnie. Jedynie w uprawie wiosennej na glebie brunatnej drugi zbiór był niemożliwy, ponieważ rośliny bardzo szybko wybijały w pędy kwiatostanowe nie tworząc prawie liści. Przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji rokiety siewnej przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1; Table 1

Wybrane dane meteorologiczne z okresu uprawy rokiety siewnej
Some meteorological data during growing period garden rocket

| Rok Year | Marzec March | Kwiecień April | Maj May | Okres uprawy marzec–maj Growing period March–May | Lipiec July | Sierpień August | Wrzesień Septem- ber | Okres uprawy lipiec–wrzesień Growing period July–September |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|------------|--------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Średnia temperatura dobowa powietrza; Mean daily air temperature (°C) | | | | | | | | |
| 2002 | 3,6 | 7,8 | 17,5 | 9,6 | 20,1 | 19,8 | 12,0 | 17,3 |
| 2003 | 1,2 | 6,0 | 14,1 | 7,1 | 19,2 | 17,4 | 12,9 | 16,5 |
| Suma opadów; Total rainfall (mm) | | | | | | | | |
| 2002 | 43,2 | 14,2 | 19,7 | 77,1 | 27,8 | 61,0 | 56,4 | 145,2 |
| 2003 | 14,9 | 35,5 | 30,2 | 53,6 | 79,2 | 56,5 | 32,2 | 167,9 |

Badania chemiczne przeprowadzano na próbach liści z pierwszych pokosów, które po zbiorach suszono do stałej masy i mielono.

Analizę zawartości azotanów wykonano metodą kolorymetryczną z zastosowaniem kwasu salicylowego [KRAUZE, DOMSKA 1991]. Uzyskane wyniki wyrażono w mg N-NO₃·kg⁻¹ świeżej masy. Zawartość metali ciężkich (Cu, Ni, Mn, Zn, Pb, Cd, Cr) określono metodą chromatografii cieczowej po uprzednim spalaniu materiału roślinnego na mokro. Wyniki podano w mg·kg⁻¹ świeżej masy.

Wyniki opracowano statystycznie. Średnie porównywano testem Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, iż na ilość azotanów zgromadzonych w liściach rokiety siewnej istotny wpływ wywarły zarówno termin uprawy, jak i rodzaj gleby, na jakiej uprawiano rośliny. Zdecydowanie więcej azotanów uzyskano w częściach jadalnych rokiety w terminie jesiennym – średnio 1557,5 mg·kg⁻¹ świeżej masy, w porównaniu do uprawy wiosennej – średnio 941,1

mg·kg⁻¹ świeżej masy. Powyższe wyniki są zgodne z tymi, jakie uzyskali wcześniej JAWORSKA i KMIECIK [1999], którzy w szpinaku zwyczajnym uprawianym jesienią oznaczyli prawie 16-krotnie więcej azotanów w porównaniu z terminem wiosennym. Takie same zależności stwierdzili również KRĘŻEL i KOŁOTA [2003] w uprawie kapusty pekińskiej oraz WIERZBICKA i in. [2002] w doświadczeniach z sałatą. Jest to wynikiem m.in. znacznie niższego natężenia światła w okresie jesiennym. Według SADY i in. [1995] niedobór światła zawsze prowadzi do nadmiernej kumulacji azotanów w roślinach. Potwierdzeniem mogą być doświadczenia FRĄSZCZAK i KNAFLEWSKIEGO [2001], którzy w uprawie rakiety w warunkach światła sztucznego w komorze vegetacyjnej oznaczyli w ziele znacznie więcej azotanów w porównaniu z uprawą szklarniową. Wpływ rodzaju gleby na zawartość badanego składnika nie był tak wyraźny – na glebie brunatnej rośliny zgromadziły średnio o 6,4% azotanów więcej niż na glebie typu czarna ziemia. W żadnym przypadku nie zostały przekroczone dopuszczalne wartości ustalone dla warzyw liściowych [ROZPORZĄDZENIE MZ 2003] (tab. 2).

Tabela 2; Table 2

Zawartość azotanów w liściach rakiety siewnej w zależności od terminu uprawy i rodzaju gleby (mg NO₃·kg⁻¹ św.m.)

Nitrate content in leaves of garden rocket as dependent on cultivation term and kind of soil (mg NO₃·kg⁻¹ FM)

| Gleba; Soil | | 2002 | 2003 | Srednio; Mean |
|----------------------------------------------------|---------------------------|----------------|--------|---------------|
| | | wiosna; spring | | |
| Czarna ziemia; Black soil | | 624,6 | 1217,4 | 919,7 |
| Brunatna; Brown soil | | 480,0 | 1447,7 | 962,5 |
| Średnio; Mean | | 552,3 | 1332,6 | 941,1 |
| Jesień; Autumn | | | | |
| Czarna ziemia; Black soil | | 1044,6 | 1958,0 | 1501,3 |
| Brunatna; Brown soil | | 1240,8 | 1986,7 | 1613,7 |
| Średnio; Mean | | 1142,7 | 1972,4 | 1557,5 |
| Średnio dla rodzaju gleby Average for soil type | czarna ziemia; black soil | 834,6 | 1587,7 | 1210,5 |
| | brunatna; brown soil | 860,4 | 1717,2 | 1288,1 |
| NIR _{0,05} ; LSD _{0,05} | | | | |
| – I termin uprawy; I term of cultivation | | 33,6 | 30,4 | 41,9 |
| – II gleba; II soil | | r.n.; n.s. | 30,4 | 41,7 |
| – I x II | | 47,5 | 43,1 | 59,2 |

Zawartość testowanych metali ciężkich w liściach rakiety siewnej zmieniała się istotnie zależnie od terminu uprawy i rodzaju gleby. Za wyjątkiem chromu wszystkie badane pierwiastki były gromadzone w większej ilości w terminie wiosennym. W liściach roślin uprawianych na glebie typu czarna ziemia stwierdzono istotnie więcej miedzi i ołowiu, natomiast na glebie brunatnej niklu, manganu, cynku, kadmu i chromu. Największą zmienność w kumulacji wykazano dla ołowiu (0,010–0,242 mg·kg⁻¹ św.m.), kadmu (0,047–0,143 mg·kg⁻¹ św.m.) i cynku (7,685–15,902 mg·kg⁻¹ św.m.). Zawartość metali ciężkich pozostawała na poziomie znacznie niższym niż dopuszczalne stężenia dla warzyw liściowych [ROZPORZĄDZENIE MZ 2003], wyższa jednak niż wartości uzyskane przez NURZYŃSKĄ-WIERDAK [2001] dla manganu, miedzi, cynku w ziele rakiety siewnej badanej w warunkach pełnej kontroli w doświadczeniu wazonowym (tab. 3).

Tabela 3; Table 3

Zawartość metali ciężkich w liściach rakiety siewnej
w zależności od terminu uprawy i rodzaju gleby (średnio w latach 2002–2003), ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ św.m.)

Content of some heavy metals in leaves of garden rocket as dependent
on cultivation term and kind of soil (mean for years 2002–2003), ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ FM)

| Gleba; Soil | | Miedź Copper | Nikiel Nickel | Mangan Manganese | Cynk; Zinc | Ołów; Lead | Kadm Cadmium | Chrom Chromium |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------|------------------|---------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| | | | | | | | | |
| Czarna ziemia; Black soil | | 0,678 | 0,246 | 4,358 | 7,682 | 0,242 | 0,047 | 0,140 |
| Brunatna; Brown soil | | 0,698 | 0,355 | 4,666 | 15,907 | 0,048 | 0,143 | 0,244 |
| Średnio; Mean | | 0,688 | 0,300 | 4,512 | 11,795 | 0,145 | 0,095 | 0,192 |
| Jesień; Autumn | | | | | | | | |
| Czarna ziemia; Black soil | | 0,615 | 0,214 | 3,966 | 7,826 | 0,030 | 0,048 | 0,260 |
| Brunatna; Brown soil | | 0,521 | 0,324 | 3,951 | 8,256 | 0,010 | 0,062 | 0,301 |
| Średnio; Mean | | 0,568 | 0,269 | 3,959 | 8,041 | 0,020 | 0,055 | 0,281 |
| Średnio dla rodzaju gleby Average for soil type | czarna ziemia; black soil brunatna; brown soil | 0,647 0,609 | 0,230 0,340 | 4,162 4,309 | 7,754 12,082 | 0,136 0,029 | 0,047 0,102 | 0,200 0,272 |
| NIR _{0,05} ; LSD _{0,05} | | | | | | | | |
| – termin uprawy (I); term of cultivation (I) | | | | | | | | |
| – gleba (II); soil (II) | | | | | | | | |
| – I x II | | | | | | | | |

Wnioski

1. Obydwa analizowane elementy, tj. termin uprawy oraz rodzaj gleby, miały wpływ na ilość zgromadzonych w zielu rakiety azotanów oraz mikroelementów.
2. Więcej azotanów (o ponad 65%) oznaczono w częściach jadalnych rakiety uprawianej w terminie jesiennym niż wiosennym. Wpływ rodzaju gleby na badany czynnik nie był tak wyraźny – na glebie brunatnej rośliny zgromadziły średnio o 6,4% azotanów więcej niż na glebie typu czarna ziemia.
3. Wszystkie badane pierwiastki, z wyjątkiem chromu, były gromadzone w większej ilości w terminie wiosennym. W liściach roślin uprawianych na glebie typu czarna ziemia stwierdzono istotnie więcej miedzi i ołowiu, natomiast na glebie brunatnej niklu, manganu, cynku, kadmu i chromu.

Literatura

- BIENIEK B.** 1994. *Gleby Ogrodu Doświadczalnego w Kortowie*. Maszynopis, Olsztyn.
- BREMNESS L.** 1991. *Wielka księga ziół*. Wyd. Wiedza i Życie, Warszawa: 288 ss.
- ROZPORZĄDZENIE MZ 2003.** Z dnia 13 stycznia w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności. Dz. U. Nr 37, poz. 326.
- FRĄSZCZAK B., KNAFLEWSKI M.** 2001. *Wpływ warunków świetlnych na plon i jakość ziela rakiety siewnej i trybuli ogrodowej*. Mat. Ogólnop. Konf. Nauk. „Biologiczne i agrotechniczne kierunki rozwoju warzywnictwa” 21–22 VI Skierniewice: 116–117.
- JAWORSKA G., KMIECIK W.** 1999. *Content of selected mineral compounds, nitrates III and V, and oxalates in spinach (*Spinacia oleracea* L.) and New Zealand spinach (*Tetragonia expansa* Murr.) from spring and autumn growing seasons*. Electronic J. of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology 2(2), <http://www.ejpau.media.pl/series/volume2/issue2/food/art-03.html>.
- KRAUZE A., DOMSKA D.** 1991. *Ćwiczenia specjalistyczne z chemii rolnej*. Wyd. ART Olsztyn: 161 ss.
- KRĘŻEL J., KOŁOTA E.** 2003. *Yield evaluation of some Chinese cabbage cultivars in spring and autumn cultivation*. Folia Horticulturae 15/1: 11–18.
- NURZYŃSKA-WIERDAK R.** 2001. *Yielding of garden rocket (*Eruca sativa*) in dependence on differentiated nitrogen fertilization*. Vegetable Crops Research Bulletin 54(2): 71–76.
- PODBIELKOWSKI Z.** 1989. *Słownik roślin użytkowych*. PWRiL Warszawa: 529 ss.
- SADY W., ROŻEK S., MYCZKOWSKI J.** 1995. *Effect of different forms of nitrogen on the quality of lettuce yield*. Acta Hort. 401: 409–416.
- Systematyka gleb polski** 1988. Roczn. Gleb. XL(3/4): 7–103.
- WIERZBICKA B.** 2002. *Mniej znane rośliny warzywne*. Wyd. UWM Olsztyn: 102 ss

WIERZBICKA B., MAJKOWSKA J., KUSKOWSKA M. 2002. Zawartość azotanów w sałacie uprawianej na podłożu z dodatkiem hydrożeli. Biul. Nauk. 14: 145–150.

Słowa kluczowe: rokieta siewna, azotany, metale ciężkie, termin uprawy, gleba

Streszczenie

Doświadczenie z uprawą rokiety siewnej zostało przeprowadzone w latach 2002–2003 na polu Ogrodu Doświadczalnego UWM w Olsztynie. Zastosowano 2 terminy uprawy – wiosenny i jesienny. Badanie przeprowadzono na 2 rodzajach gleby: 1) gleba typu czarna ziemia właściwa; 2) gleba brunatna właściwa.

Po zbiorach przeprowadzono analizy chemiczne materiału roślinnego na zawartość azotanów i mikroelementów (Cu, Ni, Mn, Zn, Pb, Cd, Cr).

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, iż na ilość azotanów zgromadzonych w liściach rokiety siewnej istotny wpływ wywarły zarówno termin uprawy, jak i rodzaj gleby, na jakiej uprawiano rośliny. Zdecydowanie więcej azotanów oznaczono w częściach jadalnych rokiety w terminie jesiennym – średnio 1557 mg·kg⁻¹ świeżej masy, w porównaniu do uprawy wiosennej – średnio 941 mg·kg⁻¹ świeżej masy. Wpływ rodzaju gleby na badany czynnik nie był tak wyraźny – na glebie brunatnej rośliny zgromadziły średnio o 6,4% azotanów więcej niż na glebie typu czarna ziemia.

Zawartość testowanych metali ciężkich w liściach rokiety siewnej zmieniała się istotnie, zależnie od terminu uprawy i rodzaju gleby. Za wyjątkiem chromu wszystkie badane pierwiastki były gromadzone w większej ilości w terminie wiosennym. W liściach roślin uprawianych na glebie typu czarna ziemia stwierdzono istotnie więcej miedzi i ołowiu, natomiast na glebie brunatnej niklu, manganu, cynku, kadmu i chromu.

THE EFFECT OF CULTIVATION TERM AND KIND OF SOIL ON ACCUMULATION OF NITRATES AND HEAVY METALS IN GARDEN ROCKET (*Eruca sativa* L. DC.)

Anna Francke

Department of Horticulture, University of Warmia and Mazury, Olsztyn

Key words: garden rocket, nitrates, heavy metals, cultivation time, soil

Summary

An experiment with garden rocket cultivation was conducted in 2002–2003 in a field of the Experimental Garden, University of Warmia and Mazury in Olsztyn. Two cultivation seasons were applied: spring and autumn. The experiment was carried out on two soil types: 1) typical black soil and 2) typical brown soil.

Post-harvest chemical analyses of plant material were completed to determine the content of nitrates and microelements (Cu, Ni, Mn, Zn, Pb, Cd, Cr).

Statistical analysis of the results showed that the content of accumulated nitrates in leaves of garden rocket was significantly affected by both, cultivation season and soil type applied. Considerably higher amounts of nitrates were recorded in edible parts of garden rocket cultivated in autumn, which averaged $1.557 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ fresh matter (for spring yield it averaged $941 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ fresh matter). The effect of soil type on examined factor was less distinct. Plants cultivated on brown soil accumulated on average 6.4% more nitrates than those cultivated on the black soil.

The content of examined heavy metals in garden rocket leaves was significantly modified by both, the cultivation season and soil type applied. Excluding chromium, all examined microelements were accumulated in larger amounts in the spring season. Significantly more copper and lead were found in plants cultivated on black soil, whereas in those cultivated on brown soil, greater amounts of nickel, manganese, zinc, cadmium and chromium were observed.

Dr inż. Anna Francke
Katedra Ogrodnictwa
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. Prawocheńskiego 21
10-718 OLSZTYN
e-mail: afrancke@uwm.edu.pl