

Cezary Podsiadło\*, Dorota Jadczyk\*\*, Monika Grzeszczuk\*\*\*

\*Zakład Produkcji Roślinnej i Nawadniania,

\*\*Katedra Warzywnictwa,

\*\*\*Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa  
Akademia Rolnicza w Szczecinie

## Wpływ poziomu uwilgotnienia gleby na zawartość związków azotowych w plonie szpinaku nowozelandzkiego

### Streszczenie

Doświadczenia polowe przeprowadzono w Stacji doświadczalnej Akademii Rolniczej w Szczecinie. Zróżnicowany poziom uwilgotnienia gleby wpłynął istotnie na plonowanie szpinaku nowozelandzkiego. Zawartość azotu w roślinach była zależna od części rośliny. Ulistnione wierzchołki pędów powyżej 15 cm, zawierały istotnie więcej suchej masy, azotu ogólnego, białka, azotanów i azotynów niż same liście.

**Słowa kluczowe:** gleba, wilgotność, szpinak, jakość plonowania

### Wstęp

Szpinak nowozelandzki (*Tetragonia expansa* Murr.) jest jedyną rośliną jadalną z rodziny przyszczyrnicowatych (*Aizoaceae*). Częścią użytkową tego warzywa są liście, ulistnione wierzchołki pędów lub całe rośliny, ścinane tuż przy ziemi. W konsumpcji i przetwórstwie szpinak nowozelandzki może być wykorzystywany w taki sam sposób jak szpinak zwyczajny (*Spinacia oleracea* L.). Oba wymienione powyżej gatunki należą do grupy warzyw o dużych skłonnościach do gromadzenia azotanów. W ciągu ostatnich kilkunastu lat problem nadmiernej koncentracji azotanów i azotynów w surowcach roślinnych stał się przedmiotem wielu badań [Paschold i Hundt 1987, Niedzielski i Mokrosińska 1992, Kozik i Szkudlarek 1998, Jaworska i Kmiecik 1999]. Według Bąkowskiego i in. [1996] zawartość azotanów w szpinaku zwyczajnym zależy od terminu uprawy i odmiany. Rolbiecki i Rzekanowki [1996] oraz Podsiadło i in. [2002] wykazali, że istotny wpływ na zmniejszenie zawartości azotanów w warzywach ma ich nawadnianie.

Celem przedstawionych poniżej badań była ocena wpływu uwilgotnienia gleby na zawartość związków azotowych w różnych częściach użytkowych szpinaku nowozelandzkiego.

### Materiał i metody

Doświadczenie przeprowadzone w 2003 roku ma charakter wstępny i dotyczy wpływu poziomu uwilgotnienia gleby na wartość biologiczną szpinaku nowozelandzkiego. Materiał ba-

dawczy stanowiły rośliny uprawiane z rozsady, na glebie o różnym poziomie uwilgotnienia: bez nawadniania (kontrola) oraz przy potencjale wodnym 0,01 i 0,03 MPa. Doświadczenie założono w układzie podbloków losowanych, w czterech powtórzeniach. Wyprodukowaną w szklarni ogrzewanej rozsadę sadzono na polu 16 maja, w rozstawie 60×60 cm. Rośliny nawadniano z wykorzystaniem deszczowni półstałej, ze zraszaczami półobrotowymi typu Rin-ka. Potencjał wodny gleby mierzono za pomocą tensjometrów o długości 30 cm. Zbiór przeprowadzono w pięciu terminach, pierwszy - gdy pędy boczne osiągnęły długość około 40 cm (9 VII) i ścinano wówczas wierzchołki pędów o długości do 15 cm. Bezpośrednio po zbiorze materiał roślinny, z racji możliwości różnego użytkowania, podzielono na dwie frakcje: na pędy o długości 15 cm wraz z liśćmi oraz na same liście. Do analiz świeżego surowca przeznaczono wyłącznie materiał handlowy. Analizy składu chemicznego świeżego materiału roślinnego obu frakcji objęły oznaczenie zawartości: suchej masy (metodą suszenia do stałej wagi w temperaturze 105°C), popiołu (metodą mineralizacji w piecu muflowym w temperaturze 500°C, azotu ogólnego (metodą Kjeldahla), białka ogółem (po oznaczeniu azotu ogólnego stosując przelicznik 6,25), azotanów (metodą kolorymetryczną Johnsona-Ulricha, z kwasem fenolodwusulfonowym i wodorotlenkiem potasowym [wg Zalewskiego, 1971] oraz azotynów (metodą kolorymetryczną wg PN-92/A-75112 z odczynnikami Griessa). Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Istotność różnic oceniono testem Tukeya przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$ .

### **Wyniki i ich omówienie**

Zastosowane w doświadczeniu poziomy uwilgotnienia gleby wpłynęły istotnie na plonowanie szpinaku nowozelandzkiego (tab. 1). Mniejszy plon zebrano z obiektu kontrolnego, na którym rośliny uprawiano bez nawadniania.

Na podstawie analiz chemicznych świeżego surowca nie stwierdzono istotnego wpływu uwilgotnienia gleby na zawartość oznaczonych w doświadczeniu składników chemicznych (tab. 2 i 3). Udowodniono natomiast istotne różnice w zawartości suchej masy, azotu ogólnego, białka ogółem, azotanów i azotynów w różnych częściach użytkowych szpinaku nowozelandzkiego. Ulistnione wierzchołki pędów zawierały istotnie więcej wszystkich badanych składników, na uwagę zasługuje, w porównaniu z samymi liśćmi około 5-krotnie wyższa zawartość azotanów.

Tabela 1. Wpływ poziomu uwilgotnienia gleby na plonowanie szpinaku nowozelandzkiego (t ha<sup>-1</sup>)

Table 1. The effect of level of soil hydration on the yielding of New Zealand spinach (t ha<sup>-1</sup>)

Poziom uwilgotnienia gleby Level of soil hydration	Data zbioru (Harvest date)					Plon ogółem Total yield
	9 VII	21 VII	7 VIII	20 VIII	2 IX	
Kontrola (bez nawadniania) Control (without irrigation)	10,73	6,05	16,03	3,67	1,45	37,93
0,01 MPa	12,43	6,92	15,00	3,43	2,83	40,61
0,03 MPa	12,30	5,43	16,37	3,27	1,07	38,44
Średnia - Mean	11,82	6,13	15,80	3,46	1,78	38,99
NIR $\alpha=0,05$ (LSD $\alpha=0,05$ )	0,416	1,137	n.i.	n.i.	0,347	0,127

Tabela 2. Wpływ poziomu uwilgotnienia gleby na zawartość wybranych składników chemicznych w plonie szpinaku nowozelandzkiego

Table 2. The effect of level of soil hydration on the content of chosen chemical compounds in the yield of New Zealand spinach

Poziom uwilgotnienia gleby Level of soil hydration	Część użytkowa rośliny Usable part of plant	Sucha masa Dry matter [%]	Popiół Ash [% ś.m.] [% f.m.]	Azot ogólny Total nitrogen [% ś.m.] [% f.m.]	Białko ogółem Total protein [% ś.m.] [% f.m.]
Kontrola (bez nawadniania) Control (without irrigation)	Wierzchołki pędów Stems with leaves	9,24	1,79	1,36	8,50
	Liście - Leaves	8,26	1,82	1,06	6,62
	Średnia - Mean	8,75	1,80	1,21	7,56
0,01 MPa	Wierzchołki pędów Stems with leaves	9,45	1,69	1,35	8,43
	Liście - Leaves	8,20	1,77	1,22	7,65
	Średnia - Mean	8,82	1,73	1,29	8,04
0,03 MPa	Wierzchołki pędów Stems with leaves	9,42	1,77	1,36	8,53
	Liście - Leaves	8,13	1,79	1,07	6,71
	Średnia - Mean	8,78	1,78	1,22	7,62
Średnia dla części użytkowej rośliny Mean for usable part of plant	Wierzchołki pędów Stems with leaves	<b>9,37</b>	<b>1,75</b>	<b>1,36</b>	<b>8,49</b>
	Liście - Leaves	8,20	1,79	1,12	7,00
NIR $\alpha=0,05$ dla: (LSD $\alpha=0,05$ for:)					
poziomu uwilgotnienia gleby (level of soil hydration)		r.n.-n.s.	r.n.-n.s.	r.n.-n.s.	r.n.-n.s.
części użytkowej rośliny (usable part of plant)		0,176	r.n.-n.s.	0,034	0,207
interakcji (interaction)		r.n.-n.s.	r.n.-n.s.	0,059	0,359

Oznaczony w doświadczeniu poziom azotanów nie był jednak zbyt wysoki i spełniał wymagania Ministerstwa Zdrowia z 13 stycznia 2003 roku, dotyczące maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych, a zawartość azotanów w liściach szpinaku (średnio 201,50

mgNaNO<sub>3</sub> kg<sup>-1</sup>) nie wykraczała nawet poza zakres dopuszczalny przy produktach dla niemowląt i dzieci w wieku do 3 lat. W badaniach przeprowadzonych przez Jaworską i Kmiecika (1999) ulistnione pędy szpinaku nowozelandzkiego zawierały większe ilości azotanów, natomiast zawartość azotu ogólnego oraz suchej masy była znacznie mniejsza, w porównaniu z wynikami uzyskanymi w badaniach własnych.

Poziom azotynów oznaczony w ulistnionych wierzchołkach pędów oraz samych liściach szpinaku nowozelandzkiego był bardzo niski i nie przekraczał minimalnych wymogów wg Rozporządzenia MZ z 13.01.2003 r. Podobne wyniki uzyskali Jaworska i Gębczyński (1999). Badane przez nich rośliny szpinaku nowozelandzkiego zawierały średnio 0,27 mgNaNO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> ś.m.

Tabela 3. Wpływ poziomu uwilgotnienia gleby na zawartość azotanów i azotynów w plonie szpinaku nowozelandzkiego

Table 3. The effect of level of soil hydration on the content of nitrates and nitrites in the yield of New Zealand spinach

Poziom uwilgotnienia gleby Level of soil hydration	Część użytkowa rośliny Usable part of plant	Azotany Nitrates [mgKNO <sub>3</sub> kg <sup>-1</sup> ś.m.] [mgKNO <sub>3</sub> kg <sup>-1</sup> f.m.]	Azotany Nitrates [mgNaNO <sub>3</sub> kg <sup>-1</sup> ś.m.] [mgNaNO <sub>3</sub> kg <sup>-1</sup> f.m.]	Azotyny Nitrites [mgNa- NO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> ś.m.] [mgNa- NO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> f.m.]
Kontrola (bez nawadniania) Control (without irrigation)	Wierzchołki pędów Stems with leaves	1151,57	967,88	0,67
	Liście - Leaves	164,86	138,56	0,03
	Średnia - Mean	658,21	553,22	0,35
0,01 MPa	Wierzchołki pędów Stems with leaves	1018,48	856,03	0,31
	Liście - Leaves	358,72	301,50	0,00*
	Średnia - Mean	688,60	578,76	0,15
0,03 MPa	Wierzchołki pędów Stems with leaves	1719,48	1445,21	0,00*
	Liście - Leaves	195,66	164,44	0,00*
	Średnia - Mean	957,57	804,83	0,00*
Średnia dla części użytkowej rośliny Mean for usable part of plant	Wierzchołki pędów Stems with leaves	<b>1296,51</b>	<b>1089,71</b>	<b>0,32</b>
	Liście - Leaves	239,75	201,50	0,01
NIR $\alpha=0,05$ dla: (LSD $\alpha=0,05$ for:)				
poziomu uwilgotnienia gleby (level of soil hydration)		r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.
części użytkowej rośliny (usable part of plant)		450,437	378,596	0,149
interakcji (interaction)		r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	0,258

\* nie wykryto (were not found)

## Podsumowanie

Zastosowane w doświadczeniu zróżnicowane uwilgotnienie gleby zwiększyło plonowanie szpinaku nowozelandzkiego, w porównaniu do obiektu kontrolnego (bez nawadniania). Nie zaobserwowano istotnego zróżnicowania w składzie chemicznym plonu pod wpływem zwiększonego uwilgotnienia gleby.

Należy zaznaczyć, że w badaniach własnych stwierdzono znacznie mniejszą zawartość azotanów i azotynów aniżeli wskazują na to dane literaturowe, natomiast zawartość azotu ogólnego i suchej masy była wyraźnie wyższa. Uzyskane w doświadczeniu wyniki badań są bardzo obiecujące i wskazują, że wzrost uwilgotnienia gleby, w uprawie szpinaku nowozelandzkiego poprzez zabieg nawadniania, wpływa istotnie na poprawę wielkości i jakości plonu tego gatunku.

## Bibliografia

- Bąkowski J., Michalik H., Horbowicz M. 1996. Wpływ opakowania i warunków składowania na niektóre cechy jakościowe szpinaku. *Biuletyn Warzywniczy* 45, 91-103.
- Jaworska G., Gębczyński P. 1999. Zmiany zawartości azotanów (III i V) oraz szczawianów w procesie konserwowania warzyw liściowych. 30. Sesja Naukowa KTiChŻ PAN nt. Nauka o żywności na progu XXI wieku. Kraków 14-15 wrzesień: 121.
- Jaworska G., Kmieciak 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. *EJPAU, Food Science and Technology*, Vol. 2, Issue 2.
- Kozik E., Szkudlarek A. 1998. Zmiany zawartości azotanów i azotynów w warzywach w zależności od terminów pobierania prób. *Rocz. AR Pozn. Ogród.* 27: 165-170.
- Niedzielski Z., Mokrosińska K. 1992. Zmiany zawartości azotanów ( $\text{NO}_3^-$ ) i azotynów ( $\text{NO}_2^-$ ) podczas zamrażalniczego przechowywania wybranych warzyw. *Przem. Spożywczy* 46(2): 46-49.
- Pashold P.J., Hundt I. 1987. Einfluss von Standort und N-Angebot auf den Nitratgehalt von Spinat bei Frühjahrs-Herbst und Überwinterungsanbau. *Archiv für Gartenbau* 35(7), 287-296.

PN-92/A-75112. Owoce, warzywa i ich przetwory. Oznaczanie zawartości azotynów i azotanów.

Podsiadło C., Błaszowski J., Karczmarczyk S., Friedrich S. 2002. Zmiany w zdrowotności i rozwoju oraz plonowaniu łubinu białego i grochu siewnego pod wpływem deszczowania i nawożenia mineralnego. *Acta Agrobotanica*, vol. 55, z. 1, 271-283.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. 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.

Rolbiecki S., Rzekanowski Cz. 1996. Wpływ nawadniania deszczownianego i kroplowego na niektóre cechy jakościowe plonu wybranych gatunków warzyw, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 438, 205-212.

Zalewski W. 1971. Zagadnienie występowania różnych form azotu w warzywach w związku z nawożeniem azotowym. *Bromat. Chem. Toksykol.* 4(2): 147-154.

### **The effect of level of soil hydration on the content of nitrogen compounds in the yield of new zealand spinach**

#### **Summary**

The field experiment was carried out in the Experimental Station of Agricultural University of Szczecin in 2003. Different levels of soil hydration did not have a significant effect on the yielding of New Zealand spinach. The content of nitrogen compounds in the plants was significantly dependant on the usable parts of spinach plant. It was proved that stems with leaves up to 15 cm in length contained significantly more dry matter, total nitrogen, total protein, nitrates and nitrites than leaf blades alone.

**Key words:** soil hydration, spinach, yield and quality