INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 6/2011, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 137–145
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Robert Lamparski, Roman Rolbiecki, Dariusz Piesik

WPŁYW STOSOWANIA FERTYGACJI PODPOWIERZCHNIOWEJ AZOTEM WYBRANYCH ODMIAN SZPARAGA NA WYSTĘPOWANIE POSKRZYPEK

EFFECT OF NITROGEN SUBSURFACE DRIP IRRIGATION OF CHOSEN ASPARAGUS CULTIVARS ON THE OCCURRENCE OF ASPARAGUS BEETLES

Streszczenie

Celem przeprowadzonego doświadczenia było określenie wpływu stosowania fertygacji podpowierzchniowej azotem różnych odmian szparaga na występowanie poskrzypek.

Doświadczenia polowe zostały przeprowadzone w latach 2009-2010 we wsi Kruszyn Krajeński koło Bydgoszczy na młodej nieplonującej plantacji szparaga. Badania prowadzono jako dwuczynnikowe w układzie losowanych podbloków, w czterech replikacjach. Czynnikiem pierwszego rzędu było nawadnianie: bez nawadniania (kontrola) i podpowierzchniowe nawadnianie kroplowe połączone z fertygacją azotem. Drugim czynnikiem prowadzonych doświadczeń były odmiany szparaga: 5 z USA: 'Apollo', 'Atlas', 'UC-157', 'Grande' i 'Purple Passion' oraz 3 niemieckie: 'Ramada', 'Rapsody' i 'Ravel'. Trzykrotnie w okresie wzrostu pędów asymilacyjnych (w lipcu i sierpniu, co 3 tygodnie) przeprowadzono makroskopową obserwację stanu liczebności owadów doskonałych i larw poskrzypki szparagowej oraz dwunastokropkowej przebywających na wszystkich roślinach rosnących na poszczególnych poletkach doświadczalnych. Powierzchnia poletka doświadczalnego wynosiła 14,7 m^2 (20 roślin ^{x} 0,35 m ^{x} 2,1 m).

Badane odmiany szparagów chętniej zasiedlane były przez imagines i larwy poskrzypki dwunastokropkowej, w porównaniu do poskrzypki szparagowej. Imagines poskrzypki dwunastokrokowej preferowały fertygowane podpowierzchniowo odmiany szparaga: 'Atlas', 'UC-157', 'Grande' i 'Rapsody', niż rośliny nienawadniane tych odmian. Liczebność larw gatunku nie różnicowały, zarówno stosowanie fertygacji, jak i właściwości odmianowe szparagów. Stadium doskonałe poskrzypki szparagowej zasiedlało chętniej nienawadniane odmiany szpara-

ga: ‘Grande’ i ‘Purple Passion’ a larwy odmianę Rapsody, w porównaniu do roślin fertygowanych podpowierzchniowo.

Słowa kluczowe: poskrzypki, nawadniane kroplowe, fertygacja podpowierzchniowa azotem, odmiana uprawna

Summary

The aim of this study was the effect of the subsurface drip irrigation with nitrogen fertilization chosen asparagus cultivars on the occurrence of asparagus beetles.

The field experiment was carried out in two consecutive years (2009-2010) at Kruszyn Krajeński near Bydgoszcz. The experiment was conducted in a randomized block design of a two-factorial system with four replications. The first tested factor was irrigation in two following variants: non-irrigated plots (control) with hand sowing nitrogen fertilizer and subsurface drip irrigated plots with nitrogen fertigation. The second factor was associated with asparagus cultivars: 5 from USA: Apollo, Atlas, UC-157, Grande and Purple Passion, and 3 from Germany: Ramada, Rapsody and Ravel. The number of adults and larvae of both asparagus beetles was observed on every single plot area; three times during the vegetation period from July to August (beginning from the first decade of July and continuing every third week). The harvest plot area was 14,7 m^2 (20 plants x 0,35m x 2,1m).

The adults and larvae of twelve-spotted asparagus beetles were more numerous than common asparagus beetles on tested asparagus cultivars. The adults of twelve-spotted asparagus beetles prefered subsurface drip irrigation asparagus plants: Atlas, UC-157, Grande and Rapsody, than non-irrigated plants of these cultivars. Both subsurface drip irrigation and asparagus cultivars did not affect the occurrence of larvae of this species. The adults of common asparagus beetles were significantly more numerous on the non-irrigated asparagus cultivars: Grande and Purple Passion and the larvae of this species on the cultivar Rapsody, in comparison with subsurface drip irrigation plants of these cultivars.

Key words: *asparagus beetles, subsurface drip irrigation, nitrogen fertigation, cultivar*

WSTĘP

Nawadnianie kroplowe jest jednym ze sposobów uzupełniania niedoborów wodnych roślin w czasie ich wzrostu i plonowania. W polowej uprawie rzędowej warzyw stał się bardzo popularny z racji niskiego zużycia wody i energii [Rolbiecki 2004]. Umiejscowienie linii bądź taśmy kroplującej pod powierzchnią gleby pozwala na wykorzystanie tego systemu w uprawie warzyw wieloletnich (np. szparaga). Zastosowanie nawadniania podpowierzchniowego wymusza również łączne stosowanie wody i nawozów (fertygacja), gdyż pozwala to na bezpośrednie dostarczenie wody i składników mineralnych do systemu korzeniowego uprawianych roślin [Kaniszewski 2005].

W warunkach naszego kraju badano wpływ fertygacji powierzchniowej jak i podpowierzchniowej, głównie na wysokość i jakość plonu m. in. warzyw korzeniowych [Dyśko i Kaniszewski 2007; Kaniszewski i in. 2009], czy cebuli [Rumpel i in. 2003].

W Polsce nie ma natomiast informacji na temat wpływu fertygacji podpowierzchniowej na żerowanie i rozwój entomofauny zasiedlającej rośliny wieloletnie np. szparag. Zespół autorów przeprowadził wcześniejsze badania nad wpływem mikronawadniania kilku odmian roślin szparaga na zasiedlenie ich przez dwa najważniejsze szkodniki: poskrzypkę szparagową i dwunastokropkową Lamparski i in. [2010a, 2010b]. Wpływ stosowania powierzchniowego nawadniania kroplowego podczas wzrostu jednorocznych roślin warzywnych (głównie dyniowatych), w okresie wegetacyjnym na występowanie owadów został przedstawiony w innych badaniach Lamparskiego i in. [2007, 2008, 2009]. Mansour i in. [2010] wykazali, że stosowanie insektycydu systemicznego łącznie z nawadnianiem jest obiecującą metodą zwalczania wełnowców na plantacjach winorośli.

Stąd podjęto próbę określenia wpływu stosowania fertygacji podpowierzchniowej azotem różnych odmian szparaga na występowanie poskrzypek.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe zostały przeprowadzone w latach 2009-2010 we wsi Kruszyn Krajeński koło Bydgoszczy na młodej nieplonującej plantacji szparaga. Badania prowadzono jako dwuczynnikowe w układzie losowanych podbloków, w czterech replikacjach. Czynnikiem pierwszego rzędu było nawadnianie: bez nawadniania (kontrola), połączone z nawożeniem posypowym i podpowierzchniowe nawadnianie kroplowe połączone z fertygacją azotem. Drugim czynnikiem prowadzonych doświadczeń były odmiany szparaga: 5 z USA: ‘Apollo’, ‘Atlas’, ‘UC-157’, ‘Grande’ i ‘Purple Passion’ oraz 3 niemieckie: ‘Ramada’, ‘Rapsody’ i ‘Ravel’. Nawadnianie wykonywano w trakcie wzrostu pędów asymilacyjnych i było to tzw. nawadnianie pozbiorowe. Dawki wody oraz ich częstotliwość zależały od potencjału wodnego gleby kontrolowanego za pomocą tensjometrów glebowych. Nawadnianie rozpoczynano przy spadku potencjału wody w glebie poniżej – 0,05 MPa. Nawożenie azotowe wyniosło w 1 roku uprawy – 100kg N ha^{-1}, w drugim zaś - 150kg N ha^{-1}. Dawkę azotu w postaci saletry amonowej podzielono na 3 pojedyncze aplikacje w wysokości 50 kg N ha^{-1}.

Trzykrotnie w okresie wzrostu pędów asymilacyjnych (w lipcu i sierpniu, co 3 tygodnie) przeprowadzono makroskopową obserwację stanu liczebności owadów doskonałych i larw poskrzypki szparagowej i dwunastokropkowej przebywających na wszystkich roślinach rosnących na poszczególnych poletkach doświadczalnych. Wyniki przedstawiono jako średnią liczebność fitofagów

na analizowanych poziomach czynników badawczych. Powierzchnia poletka doświadczalnego wynosiła 14,7 m^2 (20 rośliny ^{x} 0,35 m ^{x} 2,1 m). Owady oznaczono przy pomocy kluczy: Warchołowski [1971] i Wilkaniec [2002]. Obliczenia statystyczne wykonano wykorzystując test Tukey'a.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji stwierdzono, że na analizowanych poletkach ze szparagami występowała nieco liczniej poskrzypka dwunastokropkowa, w porównaniu do poskrzypki szparagowej. Sytuację podobną odnotowano w przypadku wielu nawadnianych odmian europejskich szparaga we wcześniejszych badaniach autorów [Lamparski i in. 2010b].

Imagines poskrzypki dwunastokrokowej zasiedlały częściej fertygowane podpowierzchniowo odmiany szparaga: 'Atlas', 'UC-157', 'Grande' i 'Rapsody', w porównaniu do roślin z poletek kontrolnych z tymi odmianami. Lamparski i in. [2010b] podają ze dla niemieckiej odmiany Ramada stwierdzono podobna sytuacją w przypadki stosowania nawadniana kroplowego dla imago tego gatunku. W przypadku pozostałych testowanych odmian szparaga nie stwierdzono istotnych różnic w liczebności stadium dorosłego tego gatunku na roślinach z poletek testowych i kontrolnych. Stwierdzono, że najliczniej imagines poskrzypki dwunastokrokowej wystąpiły na odmianach: 'Atlas' i 'Grande' (1,50 szt. na poletko) spośród poddanych fertygacji podpowierzchniowej odmian szparaga, natomiast na niefertygowanych odmianach szparaga najliczniej imagines poskrzypki dwunastokrokowej wystąpiły na odmianie Ravel (1,04 szt. na poletko) (tab. 1). W badaniach Lamparskiego i in. [2010a] na niemieckiej odmianie Ramos, postać dorosła tego gatunku szkodnika najchętniej preferowała rośliny nawadniane kroplowo w porównaniu do kontroli. Odmiany szparagów nawadnianych kroplowo charakteryzują się względnie wysokimi pędami asymilacyjnymi, w porównaniu do roślin na poletkach kontrolnych (nie nawadnianych) Rolbiecki, Rolbiecki [2008].

Nie stwierdzono istotnych różnic w liczebności, zarówno w przypadku fertygowanych podpowierzchniowo, w porównaniu do kontrolnych roślin dla poszczególnych odmian, jak i różnic w liczebności wszystkich testowanych odmian, na których zastosowano fertygację lub na poletkach kontrolnych. Spośród poddanych fertygacji odmian szparaga stwierdzono od 1,29 szt. na poletko larw tego gatunku na odmianach: 'Grande' i 'Rapsody' do 1,96 na odmianie Ramada. Na nie fertygowanych odmianach szparaga liczebność larw poskrzypki dwunastokropkowej kształtowała się w przedziale od 1,46 ('Purple Passion') do 1,75 ('UC-157') (tab. 1).

Tabela 1. Liczebność poskrzypki dwunastokrokowej na fertygowanych podpowierzchniowo odmianach szparaga [szt./poletko]
Table 1. Number of twelve-spotted asparagus beetles on the subsurface drip irrigation asparagus cultivars [ind./plot]

Lata Years	I – Nawadnianie Irrigation	II – Odmiany – Cultivars								NIR $_{0,05}$ LSD$_{0.05}$
		Apollo	Atlas	UC-157	Grande	Purple Passion	Ramada	Rapsody	Ravel	
Poskrzypka dwunastokropkowa – imagines – *Crioceris duodecimpunctata* L. – adults										
2009	Fertygacja podpowierzchniowa Subsurface drip fertigation	1,00	1,50	1,42	1,67	1,42	0,83	1,67	0,92	I = 1,17 II = 1,49
	Kontrola Control	1,17	1,00	0,67	1,00	1,09	0,92	0,58	1,25	
2010	Fertygacja podpowierzchniowa Subsurface drip fertigation	0,84	1,50 B	1,08	1,34	1,17	0,83	1,08	0,92	I = 0,68 II = 1,03
	Kontrola Control	0,67	0,50 A	0,42	0,67	0,75	0,58	0,42	0,84	
2009-2010	Fertygacja podpowierzchniowa Subsurface drip fertigation	0,92 ab	1,50 Bc	1,25 Babc	1,50 Bc	1,29 abc	0,83 a	1,37 Bbc	0,92 ab	I = 0,56 II = 0,52
	Kontrola Control	0,92 ab	0,75 Aab	0,54 Aab	0,83 Aab	0,92 ab	0,75 ab	0,50 Aa	1,04 b	
Poskrzypka dwunastokropkowa – larwy – *Crioceris duodecimpunctata* L. – larvae										
2009	Fertygacja podpowierzchniowa Subsurface drip fertigation	1,92	1,75	1,50	1,17	1,17	1,67	0,75	1,25	I = 1,14 II = 1,66
	Kontrola Control	1,84	1,25	1,75	1,50	1,17	1,67	1,75	1,67	
2010	Fertygacja podpowierzchniowa Subsurface drip fertigation	1,58	2,00	1,25	1,42	1,58	2,25	1,83	1,75	I = 0,87 II = 1,43
	Kontrola Control	1,17	1,84	1,75	1,50	1,75	1,42	1,67	1,67	
2009-2010	Fertygacja podpowierzchniowa Subsurface drip fertigation	1,75	1,88	1,38	1,29	1,38	1,96	1,29	1,50	I = 0,61 II = 0,72
	Kontrola Control	1,50	1,54	1,75	1,50	1,46	1,54	1,71	1,67	

Legenda: wartości oznaczone tą sama literą nie różnią się istotnie przy α = 0,05 zgodnie z testem Tukey'a
(A, B,... – nawadnianie (I); a, b,... – odmiany szparaga (II))
Note: values with the same letter are not significantly different at α = 0.05 according to Tukey`s test
(A, B,… - irrigation (I); a, b,… – asparagus cultivars (II))

Tabela 2. Liczebność poskrzypki szparagowej na fertygowanych podpowierzchniowo odmianach szparaga [szt./poletko].
Table 2. Number of common asparagus beetles on the subsurface drip irrigation asparagus cultivars [ind./plot].

Lata Year	I – Nawadnianie Irrigation	II – Odmiany – Cultivars								NIR $_{0,05}$ LSD$_{0.05}$
		Apollo	Atlas	UC-157	Grande	Purple Passion	Ramada	Rapsody	Ravel	
Poskrzypka szparagowa – imagines – *Crioceris asparagi* L. – adults										
2009	Fertygacja podpowierzchniowa Subsurface drip fertigation	1,33	1,33	1,08	1,09 A	1,50	1,00	1,17	1,25	I = 0,91 II = 1,42
	Kontrola Control	0,83 a	1,58 abc	0,83 a	3,00 Bc	2,33 bc	1,42 ab	1,17 ab	1,42 ab	
2010	Fertygacja podpowierzchniowa Subsurface drip fertigation	0,50	0,50	0,58	0,50 A	1,00	0,92	1,17 B	0,50	I = 0,76 II = 1,23
	Kontrola Control	0,33 a	0,83 ab	0,33 a	2,08 Bc	1,75 bc	0,50 a	0,17 Aa	0,92 abc	
2009-2010	Fertygacja podpowierzchniowa Subsurface drip fertigation	0,92	0,92	0,83	0,79 A	1,25 A	0,96	1,17	0,88	I = 0,56 II = 0,72
	Kontrola Control	0,58 a	1,21 a	0,58 a	2,54 Bb	2,04 Bb	0,96 a	0,67 a	1,17 a	
Poskrzypka szparagowa – larwy – *Crioceris asparagi* L. – larvae										
2009	Fertygacja podpowierzchniowa Subsurface drip fertigation	1,42	1,33	1,00	0,75	1,00	0,92	0,00	0,92	I = 1,13 II = 1,64
	Kontrola Control	1,09	0,75	1,50	0,92	0,75	1,33	1,08	1,17	
2010	Fertygacja podpowierzchniowa Subsurface drip fertigation	0,92 ab	1,33 ab	0,25 a	0,75 ab	0,83 ab	1,50 Bb	0,92 ab	0,67 ab	I = 0,75 II = 1,23
	Kontrola Control	0,92	1,00	0,50	0,75	0,83	0,25 A	1,17	0,92	
2009-2010	Fertygacja podpowierzchniowa Subsurface drip fertigation	1,17 bc	1,33 c	0,63 ab	0,75 abc	0,92 abc	1,21 bc	0,46 Aa	0,79 abc	I = 0,55 II = 0,62
	Kontrola Control	1,00	0,88	1,00	0,84	0,79	0,79	1,13 B	1,04	

Legenda: wartości oznaczone tą sama literą nie różnią się istotnie przy α = 0,05 zgodnie z testem Tukey'a (A, B,... – nawadnianie (I); a, b,... – odmiany szparaga (II))
Note: values with the same letter are not significantly different at α = 0.05 according to Tukey`s test (A, B,… - irrigation (I); a, b,… – asparagus cultivars (II))

Stadium dorosłe poskrzypki szparagowej zasiedlały częściej odmiany szparaga z poletek kontrolnych: 'Grande' i 'Purple Passion' (odpowiednio: 2,54 i 2,04 szt. na poletko), w porównaniu do roślin fertygowanych podpowierzchniowo z tymi odmianami (odpowiednio: 0,79 i 1,25 szt. na poletko). W przypadku pozostałych testowanych odmian szparaga nie stwierdzono istotnych różnic w liczebności imagines tego gatunku na roślinach z poletek fertygowanych i kontrolnych. Stwierdzono, że imagines poskrzypki szparagowej wystąpiły w podobnej liczebności spośród poddanych fertygacji podpowierzchniowej odmian szparaga, natomiast na nie fertygowanych odmianach szparaga najliczniej imagines poskrzypki szparagowej wystąpiły na odmianach: 'Grande' i 'Purple Passion' (odpowiednio: 2,54 i 2,04 szt. na poletko) (tab. 2).

Lamparski i in. [2010a] twierdzą, że imagines, jak i larwy poskrzypki szparagowej, najmniej licznie zasiedlają odmianę Ramos. W przypadku osobników dojrzałych tego gatunku sposób mikronawadniania nie ma wpływu na ich liczebność. Gatunek ten składa jaja najchętniej na gałęziakach roślin szparaga, a w dalszej kolejności wybiera kwiaty oraz pędy boczne i główny a stadium dorosłe poskrzypki szparagowej w warunkach polskich najliczniej pojawia się zazwyczaj pod koniec maja, a larwy tego gatunku w czerwcu [Szwejda 2002; Knaflewski 2005]. Poza tym mimo wieloletniego odstępu czasu dynamika populacji tego gatunku szkodnika szparaga niewiele różniła się między sobą. W lipcu i w sierpniu, w latach, w których prowadzono obserwacje, stwierdzono liczebność *C. asparagi* nie przekraczającą kilku osobników na poletko [Szwejda 2002].

Stwierdzono, że w przypadku odmiany Rapsody larwy poskrzypki szparagowej zasiedlały częściej rośliny szparaga z poletek kontrolnych (1,13 szt. na poletko), w porównaniu do roślin fertygowanych podpowierzchniowo (0,46 szt. na poletko). W przypadku pozostałych testowanych odmian szparaga nie stwierdzono istotnych różnic w liczebności larw tego gatunku na roślinach z poletek testowych i kontrolnych. Stwierdzono także, że na fertygowanych odmianach szparaga najliczniej larwy poskrzypki szparagowej wystąpiły na odmianie Atlas (1,33 szt. na poletko) natomiast w podobnej liczebności na wszystkich odmianach na których fertygacji nie stosowano (tab. 2).

WNIOSKI

1. Badane odmiany szparagów chętniej zasiedlane były przez imagines i larwy poskrzypki dwunastokropkowej, w porównaniu do poskrzypki szparagowej.

2. Imagines poskrzypki dwunastokrokowej preferowały fertygowane podpowierzchniowo odmiany szparaga: 'Atlas', 'UC-157', 'Grande' i 'Rapsody', niż rośliny nienawadniane tych odmian. Liczebność larw gatunku nie różnicowało, zarówno stosownie fertygacji, jak i właściwości odmianowe szparagów.

3. Stadium doskonałe poskrzypki szparagowej zasiedlało chętniej nienawadniane odmiany szparaga: ‘Grande’ i ‘Purple Passion’ a larwy odmianę Rapsody, w porównaniu do roślin fertygowanych podpowierzchniowo z tymi odmianami.

BIBLIOGRAFIA

Dyśko J., Kaniszewski S. *Effect of drip irrigation, N-fertigation and cultivation method on the yield and quality of carrot*. Veg. Crops Res. Bull. 67, 2007, s. 25–33.

Kaniszewski S. *Nawadnianie warzyw polowych*. Wyd. Plantpress , Kraków. 2005 ss. 85.

Kaniszewski S., Dyśko J., Babik J. *Wpływ nawadniania i fertygacji kroplowej azotem na plonowanie warzyw korzeniowych.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 3, 2009, s. 43–54.

Knaflewski M. *Uprawa szparaga*. Wyd. Hotrpress, Warszawa. 2005, s. 128.

Lamparski R., Piesik D., Rolbiecki R. *Owady zasiedlające dynię makaronową uprawianą w warunkach nawodnień kroplowych.* Prog. Plant Prot. 47 (1), 2007, s. 276–279.

Lamparski R., Piesik D., Rolbiecki R. *Występowanie owadów zasiedlających rośliny kabaczka ‘White Bush’ uprawianego w warunkach nawadniania kroplowego na glebie lekkiej*. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. 527, 2008, s. 179–184.

Lamparski R., Rolbiecki R., Piesik D. *Wpływ nawadniania kroplowego na występowanie owadów w uprawie dwóch odmian dyni zwyczajnej (Cucurbita pepo L.*). Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 3, 2009, s. 159–166.

Lamparski R., Rolbiecki R., Piesik D. *Wpływ mikronawodnień wybranych odmian szparaga uprawianego na glebie bardzo lekkiej na występowanie poskrzypek*. Prog. Plant Prot. 50 (3), 2010a, po rec., w druku,

Lamparski R., Rolbiecki R., Piesik D., Pańka D. *Occurrence of Crioceris spp. of ten european asparagus cultivars depending on drip irrigation.* Veg. Crops Res. Bull. 73, 2010b, s. 99–106.

Mansour R., Youssfi F. E., Lebdi K. G., Rezgui S. *Imidacloprid applied through drip irrigation as a new promising alternative to control mealybugs in tunisian vineyards*. J. Plant Prot. Res. 50 (3), 2010, s. 314–319.

Rolbiecki R. *Nawadnianie szparaga.* Materiały XI Międzynarodowej Konferencji Szparagowej. Nowy Tomyśl. 2004, s. 24- 37.

Rolbiecki R., Rolbiecki S. *Effect of surface drip irrigation on asparagus cultivars in central Poland.* Acta Hortic. 776, 2008, s. 45–50.

Rumpel J., Kaniszewski S., Dyśko J. *Effect of drip irrigation and fertilization timing and rate on field of onion.* J. Veget. Crop Prod. 9 (2), 2003, s. 65–73.

Szwejda J. *Ecology of asparagus beetle (Crioceris asparagi) (Col., Chrysomelidae) with allowance for other insect species occurring on asparagus*. Veg. Crops Res. Bull. 56, 2002, s. 85–93.

Wilkaniec B. *Rozpoznawanie szkodników szparaga*. Mat. IX Międzynar. Konfer. Szparagowej. Nowy Tomyśl, 2002, s. 13–16.

Robert Lamparski, Dariusz Piesik
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Katedra Entomologii Stosowanej
ul. Kordeckiego 20
85-225 Bydgoszcz
e-mail: robert@utp.edu.pl

Roman Rolbiecki
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
ul. Bernardyńska 6
85-029 Bydgoszcz
e-mail: rolbr@utp.edu.pl

Recenzent: *Prof.dr hab. Cezary Podsiadło*