INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 3/IV/2013, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 325–335
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

PORÓWNANIE PLONOWANIA TRZECH ODMIAN SAŁATY RZYMSKIEJ W UPRAWIE WIOSENNEJ I JESIENNEJ NA GLEBIE BARDZO LEKKIEJ W WARUNKACH FERTYGACJI KROPLOWEJ AZOTEM

Stanisław Rolbiecki[1], Roman Rolbiecki[1], Piotr Piszczek[1], Tomasz Knapowski[1], Wiesław Ptach[2], Sławomir Sositko[1]
[1]Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J.Śniadeckich w Bydgoszczy,
[2]Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskigo w Warszawie

COMPARISON OF YIELDS OF THE THREE ROMAINE LETTUCE CULTIVARS IN SPRING AND AUTUMN CULTIVATION ON THE VERY LIGHT SOIL UNDER FERTIGATION OF NITROGEN BY DRIP SYSTEM

Streszczenie

W ścisłych doświadczeniach polowych, przeprowadzonych w roku 2011 na glebie bardzo lekkiej w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy, porównywano reakcję trzech odmian sałaty rzymskiej w uprawie wiosennej i jesiennej na fertygację kroplową azotem. Doświadczenia założono jako dwuczynnikowe w czterech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były: dawka azotu podawana w formie płynnej (25 kg N·ha^{-1}, 50 kg N·ha^{-1}), odmiana uprawna (‘Barracuda’, ‘Chiquina’, ‘Romora’). Fertygację przeprowadzono przy użyciu proporcjonalnego dozownika do nawozów. Wyższy plon handlowy badanych odmian sałaty rzymskiej stwierdzono w uprawie wiosennej. Zwiększenie dawki nawożenia azotowego z 25 kg N·ha^{-1} do 50 kg N·ha^{-1} istotnie zwiększyło plon handlowy sałaty. Spośród badanych odmian ‘Romora’ wydała wyższy plon w uprawie wiosennej, natomiast w uprawie jesiennej najwyżej plonowała odmiana ‘Barracuda’. Najniżej plonowała odmiana ‘Chiquina’. W uprawie wiosennej uzyskano większą masę główki sałaty. Wyższa dawka azotu wpłynęła na istotne zwiększenie masy główki. Największą masę pojedynczej główki sałaty zanotowano u odmiany ‘Barracuda’. Wyższa dawka azotu spowodowa-

ła – przeciętnie dla trzech badanych odmian – zmniejszenie zawartości suchej masy w liściach sałaty w uprawie wiosennej, zaś w jesiennej – zwiększenie. Liście sałaty w uprawie wiosennej cechowały się wyższym poziomem azotanów od uprawianej jesienią. Wyższa dawka azotu wpływała na wzrost poziomu azotanów w liściach sałaty. Odmiana 'Romora' wykazała najmniejszą skłonność do kumulacji azotanów w liściach.

Słowa kluczowe: nawadnianie kroplowe, fertygacja azotem, odmiana uprawna, gleba bardzo lekka, sałata rzymska

Summary

Field experiments were conducted in 2011 on the very light soil in Kruszyn Krajeński near Bydgoszcz. Responses of the three romaine lettuce cultivars grown in spring and autumn to nitrogen fertigation by drip system were compared. Experiments were established as two-factorial trials, four times replicated. The experimental factors were: nitrogen dose of fertigation (25 kg N·ha^{-1}, 50 kg N·ha^{-1}), cultivars ('Barracuda', 'Chiquina', 'Romora'). Fertigation was conducted with the usage of proportional mixing dispenser. Higher marketable yield of romaine lettuce cultivars was noted in spring cultivation. Increased nitrogen dose (from 25 kg N·ha^{-1} to 50 kg N·ha^{-1}) significantly increased marketable yield of lettuce. From among the tested cultivars, 'Romora' was characterized by the higher yield in spring cultivation whereas 'Barracuda' – in autumn. 'Chiquina' was characterized by the lowest yield. The higher weight of a single lettuce head was noted in spring cultivation. The higher nitrogen dose significantly increased the single lettuce head. The highest single lettuce head was noted in case of 'Barracuda'. On average for cultivars tested, the higher nitrogen dose caused the decrease of dry matter content in leaves of lettuce grown in spring time, and in case of autumn cultivation this tendency was opposite – the higher nitrogen dose increased the DM content. Lettuce leaves in spring cultivation were characterized by the higher nitrate content as compared to those from the autumn cultivation. The higher nitrogen dose increased the nitrate content in leaves of lettuce. 'Romora' was characterized by the lowest tendency to accumulation of nitrates in leaves.

Key words: *drip irrigation, fertigation of nitrogen, cultivar, very light soil, romaine lettuce*

WSTĘP

W warunkach klimatycznych Polski intensywna uprawa warzyw w otwartym polu powinna być prowadzona na obiektach wyposażonych w nowoczesne systemy nawodnieniowe, aby zabezpieczyć uprawy warzywne przed deficytami wody w sezonie wegetacyjnym [Rolbiecki 2013]. Z uwagi na obserwowaną tendencję zmniejszania się zasobów wód dyspozycyjnych, do nawadniania powinno się wykorzystywać systemy wodooszczędne (m. in. nawadnianie kroplowe czy mikrozraszanie), które znalazły już zastosowanie np. w uprawie warzyw dyniowatych i liściowych [Jeznach i in. 1996, Ptach i Kowalski 1998, Rolbiecki i in. 2009, Rolbiecki 2007].

Cechą charakterystyczną sałaty jest krótki okres wegetacji, co sprawia, że uprawia się ją z reguły jako przedplon lub poplon [Dzieżyc 1988]. Sałata jest zaliczana do warzyw wrażliwych na brak lub wahania wilgotności gleby [Dzieżyc 1988, Kaniszewski 2005, 2006]. Szacuje się, że sałata rzymska w uprawie polowej wymaga gleby przepuszczalnej, utrzymywanej w wilgotności zbliżonej do 75-80% polowej pojemności wodnej [Dzieżyc 1988, Stępowska i Elkner 2005]. Potrzeby wodne sałaty wahają się od 80 do 120 mm [Kaniszewski 2005, 2006]. W Polsce niedobory wody w stosunkowo krótkim okresie wegetacji sałaty mogą dochodzić do 30 mm [Kaniszewski 2006].

Celem podjętych badań było porównanie reakcji trzech odmian sałaty rzymskiej w uprawie wiosennej i jesiennej na zróżnicowane nawożenie azotem przeprowadzane w formie fertygacji kroplowej w warunkach gleby bardzo lekkiej, w rejonie o niskich opadach atmosferycznych w okresie wegetacji. W tych samych warunkach glebowo-klimatycznych osiągnięto zadowalające efekty produkcyjne nawadniania sałaty kruchej ‘Rusałka’ w latach 1999-2000 [Rolbiecki i in. 2001] oraz sałaty rzymskiej w uprawie jesiennej w latach 2009-2010 [Rolbiecki i in. 2011].

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Dwa ścisłe doświadczenia polowe (na zbiór wiosenny i jesienny) przeprowadzono w roku 2011 w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy. Doświadczenia te założono na czarnej ziemi wytworzonej z piasku aluwialnego. Zaliczono ją

do podtypu ziemia zbrunatniała. Gleba ta cechowała się małą zdolnością retencji wody [Rolbiecki i in. 2007].

Doświadczenia założono jako dwuczynnikowe, w czterech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były: dawka nawożenia azotem (25 i 50 kg $N \cdot ha^{-1}$) i odmiana uprawna ('Barracuda', 'Chiquina' i 'Romora').

Rozsada sałaty została wysadzona w systemie pasowo-3 rzędowym (rozstawa 0,35 x 0,35 m) w dniach: 14 kwietnia i 18 sierpnia 2011 r. Początek zbioru miał miejsce 3 czerwca (zbiór wiosenny) i 28 września (zbiór jesienny).

Do nawadniania kroplowego wykorzystano linię kroplującą 'T-Tape' o wydatku 5 $dm^3 \cdot mb$. Wodę do nawadniania czerpano z ujęcia głębinowego. Nawadnianie prowadzono w oparciu o wskazania tensjometrów. Nie dopuszczano do spadku potencjału wody w glebie poniżej – 30kPa. Nawadnianie prowadzono – odpowiednio dla doświadczenia – w dniach: 14 kwiecień-7 czerwiec i 18 sierpień-13 wrzesień. Podano łącznie 57,8 mm wody w uprawie na zbiór wiosenny i 32,4 mm wody (uprawa na zbiór jesienny). Różnice wynikły z odmiennego przebiegu warunków opadowo-termicznych w okresach wegetacji sałaty.

Nawożenie P (100 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$) i K (150 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$) wykonano posypowo na całą powierzchnię doświadczenia. Nawożenie azotem zastosowano pogłównie – poprzez fertygację kroplową z wykorzystaniem dozownika proporcjonalnego mieszania (Dosatron). Stosowano do fertygacji mocznik (46% N).

Określono plon handlowy ($kg \cdot m^{-2}$), masę główki (g) oraz poziom suchej masy i azotanów w liściach. W statystycznym opracowaniu wyników (test Tukey'a) wykorzystano pakiet ANALWAR-5.FR.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon handlowy sałaty rzymskiej – średnio dla nawożenia i odmian – był wyższy o 40% w uprawie wiosennej aniżeli w jesiennej, wynosząc odpowiednio 1,23 i 0,88 $kg \cdot m^{-2}$ (tab. 1).

Wyższa dawka azotu zwiększyła istotnie plon handlowy. Stwierdzona zwyżka – średnio dla trzech testowanych odmian – wyniosła 32% w uprawie wiosennej i 27% w uprawie jesiennej.

Wśród badanych odmian 'Romora' wydała w uprawie wiosennej wyższy plon od dwu pozostałych odmian, przy czym istotna różnica zaistniała w tym przypadku tylko w odniesieniu do odmiany 'Chiquina'. Z kolei w uprawie

jesiennej najwyżej plonowała odmiana ‘Barracuda’, a najniżej – podobnie jak w uprawie wiosennej – ‘Chiquina’. Analiza statystyczna wykazała, że różnica w plonach pomiędzy tymi dwiema odmianami była istotna.

Dla porównania, średni plon handlowy tych samych odmian sałaty rzymskiej uprawianej na tej samej glebie w latach 2009-2010 na zbiór jesienny wyniósł 0,91 kg·m^{-2}, wahając się – w zależności od odmiany i roku badań – w zakresie od 0,71 do 1,1 kg·m^{-2} [Rolbiecki i in. 2011]. We wspomnianych badaniach na najwyższym poziomie (ponad 1 kg·m^{-2}) plonowała odmiana ‘Barracuda’.

Tabela 1. Plon handlowy sałaty rzymskiej w uprawie wiosennej i jesiennej, zależnie od odmiany i nawożenia azotem (kg·m^{-2})

Table 1. Marketable yield of romaine lettuce cultivated in spring and autumn as dependent on cultivar and nitrogen fertilization (kg·m^{-2})

Wyszczególnienie / Specification	Odmiana uprawna / Cultivar (II)			Średnio / Mean
	‘Barracuda’	‘Chiquina’	‘Romora’	
Dawka azotu / Nitrogen dose (I)	Uprawa wiosenna / Spring cultivation			
N_1	1,019	0,984	1,183	1,062
N_2	1,403	1,374	1,430	1,402
Średnio / Mean	1,211	1,179	1,307	1,232
Dawka azotu / Nitrogen dose (I)	Uprawa jesienna / Autumn cultivation (II)			
N_1	0,794	0,720	0,807	0,774
N_2	1,035	0,949	0,962	0,982
Średnio / Mean	0,915	0,834	0,885	0,878
Wyniki analizy statystycznej / Results of statistical analysis				
Uprawa wiosenna / Spring cultivation	$NIR_{0,05}$ – $LSD_{0,05}$: (I) – 0,133; (II) – 0,106 Interakcja – Interaction: (II)/(I) – r.n.-n.s.; (I)/(II) – r.n.-n.s.			
Uprawa jesienna / Autumn cultivation	$NIR_{0,05}$ – $LSD_{0,05}$: (I) – 0,057; (II) – 0,074 Interakcja – Interaction: (II)/(I) – r.n.-n.s.; (I)/(II) – r.n.-n.s.			

Masa pojedynczej główki sałaty w uprawie wiosennej – średnio dla nawożenia i odmian – była większa o 60% w porównaniu do jesiennej (tab. 2).

Tabela 2. Masa główki sałaty rzymskiej w uprawie wiosennej i jesiennej, zależnie od odmiany i nawożenia azotem (g)

Table 2. Weight of a head of romaine lettuce cultivated in spring and autumn as dependent on cultivar and nitrogen fertilization (g)

Wyszczególnienie / Specification	Odmiana uprawna / Cultivar (II)			Średnio / Mean
	'Barracuda'	'Chiquina'	'Romora'	
Dawka azotu / Nitrogen dose (I)	Uprawa wiosenna / Spring cultivation			
N_1	181	232	229	214
N_2	392	240	254	296
Średnio / Mean	287	236	242	255
Dawka azotu / Nitrogen dose (I)	Uprawa jesienna / Autumn cultivation (II)			
N_1	157	136	149	147
N_2	185	164	162	171
Średnio / Mean	171	150	156	159
Wyniki analizy statystycznej / Results of statistical analysis				
Uprawa wiosenna / Spring cultivation	$NIR_{0,05}$ – $LSD_{0,05}$: (I) – 22,697; (II) – 16,189 Interakcja – Interaction: (II)/(I) – 22,894; (I)/(II) – 26,892			
Uprawa jesienna / Autumn cultivation	$NIR_{0,05}$ – $LSD_{0,05}$: (I) – 12,785; (II) – 18,017 Interakcja – Interaction: (II)/(I) – r.n.-n.s.; (I)/(II) – r.n.-n.s.			

Wzrastające nawożenie azotem wpłynęło na istotne zwiększenie masy główki. W uprawie wiosennej wyższa dawka nawożenia azotem zwiększyła ten wskaźnik o 38%, natomiast w uprawie jesiennej pojedyncza główka – średnio dla odmian – miała w wariancie N_2 o 16% większą masę w odniesieniu do N_1.

Spośród testowanych – zarówno w uprawie wiosennej, jak i jesiennej – odmian, 'Barracuda' cechowała się – średnio dla dawek azotu – najwyższą masą pojedynczej główki. Wskaźnik ten kształtował się – odpowiednio – na poziomie 287 g i 171 g. 'Barracuda' wykazała też w odniesieniu do omawianego parametru najlepszą wśród badanych odmian reakcję na zwiększone nawożenie azotem:

masa główki zwiększyła się – odpowiednio dla uprawy wiosennej i jesiennej – o 116% i 18%. Analiza statystyczna wykazała, że masa pojedynczej główki – zarówno w uprawie wiosennej, jak i jesiennej – była u odmiany 'Barracuda' istotnie wyższa w porównaniu do dwu pozostałych odmian 'Chiquina' i 'Romora'. Wcześniejsze badania polowe z sałatą rzymską w uprawie jesiennej [Rolbiecki i in. 2011] wykazały, że odmiana 'Barracuda' charakteryzowała się największą masą pojedynczej główki, a odmiana 'Chiquina' – najmniejszą.

Tabela 3. Zawartość suchej masy w sałacie rzymskiej w uprawie wiosennej i jesiennej, zależnie od odmiany i nawożenia azotem (%)

Table 3. DM content in romaine lettuce cultivated in spring and autumn as dependent on cultivar and nitrogen fertilization (%)

Wyszczególnienie / Specification	Odmiana uprawna / Cultivar (II)			Średnio / Mean
	'Barracuda'	'Chiquina'	'Romora'	
Dawka azotu / Nitrogen dose (I)	Uprawa wiosenna / Spring cultivation			
N_1	8,04	9,59	8,04	8,56
N_2	7,08	7,20	8,09	7,46
Średnio / Mean	7,56	8,40	8,07	8,01
Dawka azotu / Nitrogen dose (I)	Uprawa jesienna / Autumn cultivation (II)			
N_1	7,62	6,62	8,48	7,57
N_2	8,61	8,94	7,79	8,45
Średnio / Mean	8,12	7,78	8,14	8,01

Według literatury liście sałaty rzymskiej zawierają około 7% suchej masy [Stępowska i Elkner 2005]. W badaniach własnych poziom suchej masy w liściach sałaty był wyższy i – średnio dla nawożenia, odmiany i terminu uprawy – wyniósł 8 % (tab. 3). Wyższa dawka azotu spowodowała generalnie zmniejszenie zawartości suchej masy w uprawie wiosennej, zaś w jesiennej – zwiększenie. Niższy poziom suchej masy w liściach sałaty często jest związany z nawadnianiem, bowiem w szeregu doświadczeń z tym warzywem zabieg nawadniania wpłynął na zmniejszenie zawartości suchej masy [Kaniszewski 2005, 2006, Rolbiecki i in. 2001, Rolbiecki i Rolbiecki 2007, Rolbiecki i in. 2011].

Zróżnicowany poziom suchej masy w liściach poszczególnych odmian uprawnych sałaty rzymskiej także znajduje potwierdzenie w literaturze [Goncalves i in. 2000, Rolbiecki i in. 2011].

Tabela 4. Zawartość azotanów w sałacie rzymskiej w uprawie wiosennej i jesiennej, zależnie od odmiany i nawożenia azotem (mg $N\text{-}NO_3 \cdot kg^{-1}$)

Table 4. Nitrate content in romaine lettuce cultivated in spring and autumn as dependent on cultivar and nitrogen fertilization (mg $N\text{-}NO_3 \cdot kg^{-1}$)

Wyszczególnienie / Specification	Odmiana uprawna / Cultivar (II)			Średnio / Mean
	'Barracuda'	'Chiquina'	'Romora'	
Dawka azotu / Nitrogen dose (I)	Uprawa wiosenna / Spring cultivation			
N_1	134,9	185,4	115,6	145,3
N_2	378,1	488,9	219,2	362,1
Średnio / Mean	256,5	337,2	167,4	253,7
Dawka azotu / Nitrogen dose (I)	Uprawa jesienna / Autumn cultivation (II)			
N_1	137,8	111,3	73,3	107,5
N_2	247,7	239,3	193,3	226,8
Średnio / Mean	192,8	175,3	133,3	167,2

Wyższy poziom azotanów w liściach sałaty stwierdzono u wszystkich odmian w uprawie wiosennej (tab. 4). Liście sałaty uprawiane na poletkach z wyższym nawożeniem azotowym (wariant N_2) charakteryzowały się większą zawartością azotanów. Najniższym poziomem azotanów zarówno w uprawie wiosennej, jak i jesiennej oraz przy niższej i wyższej dawce azotu – wśród testowanych odmian – cechowała się 'Romora'. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w danych z piśmiennictwa odnośnie kształtowania się poziomu azotanów w sałacie zależnie od nawadniania, nawożenia azotem i odmiany [Dzieżyc 1988, Rolbiecki i Rolbiecki 2001, Kaniszewski 2006]. W badaniach nad wpływem technologii nawadniania i nawożenia na jakość intensywnych warzyw przeprowadzonych przez Jeznach i in. [1996], najniższe zawartości azotanów i azotynów stwierdzono również w sałacie z obiektów nawadnianych.

WNIOSKI

1. Wyższy plon handlowy badanych odmian sałaty rzymskiej stwierdzono w uprawie wiosennej.
2. Zwiększenie dawki nawożenia azotowego z 25 kg $N \cdot ha^{-1}$ do 50 kg $N \cdot ha^{-1}$ istotnie zwiększyło plon handlowy sałaty.
3. Spośród badanych odmian 'Romora' wydała wyższy plon w uprawie wiosennej, natomiast w uprawie jesiennej najwyżej plonowała odmiana 'Barracuda'. Najniżej plonowała odmiana 'Chiquina'.
4. W uprawie wiosennej uzyskano większą masę główki sałaty. Wyższa dawka azotu wpłynęła na istotne zwiększenie masy główki. Największą masę pojedynczej główki sałaty zanotowano u odmiany 'Barracuda'.
5. Wyższa dawka azotu spowodowała – przeciętnie dla trzech badanych odmian – zmniejszenie zawartości suchej masy w liściach sałaty w uprawie wiosennej, zaś w jesiennej – zwiększenie.
6. Liście sałaty w uprawie wiosennej cechowały się wyższym poziomem azotanów od uprawianej jesienią. Wyższa dawka azotu wpływała na wzrost poziomu azotanów w liściach sałaty. Odmiana 'Romora' wykazała najmniejszą skłonność do kumulacji azotanów w liściach.

BIBLIOGRAFIA

Dzieżyc J. 1988. *Rolnictwo w warunkach nawadniania*. PWN, Warszawa.

Goncalves A.C.A., Rezende R., Frizzone J.A., Folegatti M.V. 2000. *Water management effects on soil variables and on lettuce (Lactuca sativa L.) yield*. Acta Horticulturae 537 (2), s. 799-804.

Jeznach M., Jeznach J., Pierzgalski E. 1996. *Wpływ technologii nawadniania i nawożenia na jakość sałaty.* Żywność, Technologia, Jakość. Nr 1, Kraków, 45-50.

Kaniszewski St. 2005. *Nawadnianie warzyw polowych*. Wyd. Plantpress, Kraków, s. 1-85.

Kaniszewski St. 2006. *Nawadnianie warzyw*. W: Nawadnianie roślin (St. Karczmarczyk i L. Nowak –red.), PWRiL, s. 295-332.

Rolbiecki R. 2007. *The effect of micro-irrigation on yields of zucchini* (*Cucurbita pepo* L.) *cultivated on sandy soil in Central Poland*. Acta Horticulturae 729: 325-329.

Rolbiecki R. 2013. *Ocena potrzeb i efektów mikronawodnień szparaga (Asparagus officinalis* L.*) na obszarze szczególnie deficytowym w wodę.*Wydawnictwa Uczelniane UTP w Bydgoszczy. Rozprawy 162, s. 103.

Rolbiecki St., Długosz J., Orzechowski M., Smólczyński S. 2007. *Uwarunkowania glebowo-klimatyczne nawodnień w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*,* 2/2007, s. 89-102.

Rolbiecki R., Rolbiecki St., Grzelak B. 2001. *O możliwościach uprawy sałaty kruchej (Lactuca sativa var. capitata L.) na luźnej glebie piaszczystej przy zastosowaniu mikronawodnień*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. PAN Warszawa, 478, s. 301-306.

Rolbiecki R., Rolbiecki St. 2007. *Effects of micro-irrigation systems on lettuce and radish production*. Acta Horticulturae 729, s. 331-335.

Rolbiecki R., Rolbiecki St., Piszczek P. 2011. *Plonowanie trzech odmian sałaty rzymskiej na glebie bardzo lekkiej w warunkach fertygacji kroplowej azotem*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*,* 6/2011, s. 205-209.

Ptach W., Kowalski M. 1998. *Badania nad technologią nawadniania i nawożenia melona w uprawie pod osłonami.* Przegląd Naukowy Wydz. Melioracji i Inżynierii *Środ*., Warszawa, 95-103.

Stępowska A., Elkner K. 2005. *Sałata rzymska – nowość w uprawie i na rynku.* Hasło Ogrodnicze. 5/2005, s. 122-125

Dr hab. inż. Stanisław Rolbiecki, prof. UTP
Dr inż. Roman Rolbiecki
Mgr inż. Sławomir Sositko
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
Tel. 052 374 9581, E-mail: rolbs@utp.edu.pl

Doc. dr inż. Piotr Piszczek
Katedra Roślin Ozdobnych i Warzywnych
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
Tel. 052 374 9533, E-mail: ppisz@utp.edu.pl

Dr inż. Tomasz Knapowski
Katedra Chemii Środowiska
Zakład Chemii Rolnej
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Seminaryjna 5, 85-326 Bydgoszcz
Tel.: (52) 374 9006, E-mail: knap@utp.edu.pl

Dr inż. Wiesław Ptach
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
Tel.: 022 593 5113, E-mail: wieslaw_ptach@sggw.pl