

Cezary Podsiadło, Anna Jaroszevska, Ewa Rumasz-Rudnicka, Róża Kowalewska

**ZMIANY SKŁADU CHEMICZNEGO OWOCÓW WIŚNI
UPRAWIANYCH W RÓŻNYCH WARUNKACH
WODNYCH I NAWOZOWYCH**

***CHANGES OF CHEMICAL COMPOSITION OF FRUIT
OF CHERRY CULTIVATED ON DIFFERENT WATER
AND FERTILIZER CONDITIONS***

Streszczenie

Badania polowe przeprowadzono w latach 2002–2004 na glebie lekkiej, zaliczanej do kompleksu żytanego dobrego. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (ang. split-plot) w siedmiu powtórzeniach. Pomiedzy drzewami utrzymywano murawę, a w rzędach ugór herbicydowy. Oceniano odmiany 'Kelleris' i 'Łutówka' uprawianych w zróżnicowanych warunkach wodnych: kontrola (O) i nawadniane (W) oraz nawozowych: 0NPK, 1NPK – 130kg N·ha⁻¹ (40+ 30+60), 2NPK – 260 kg N·ha⁻¹ (80+60+120). Nawadnianie stosowano według wskazań tensiometru, gdy potencjał wodny gleby obniżył się poniżej 0,01 MPa. Do nawadniania użyto zraszacz typu 'Hadar' o zasięgu r = 1m, na każde drzewo przypadał jeden zraszacz. W zależności od sumy opadów atmosferycznych, w poszczególnych latach badań zastosowano od 27,5 do 61,3 mm wody. W pracy badano wpływ dawek nawodnieniowych i opadów w okresie wegetacji na zawartość N, P, K, Ca, Mg, cukrów, witaminy C i zawartości suchej masy owoców wiśni. Oceniane odmiany charakteryzowały się podobnymi możliwościami plonotwórczymi. Nawadnianie istotnie zwiększyło plony o 1,96 t·ha⁻¹ (36,5%). Najwyższe plony wiśni (6,78 t·ha⁻¹) zebrano z obiektów nawożonych najwyższą dawką 260 kg N·ha⁻¹. Rezultaty badań wykazały, że w trzyletnim okresie prowadzenia doświadczenia wystąpiła w nawadnianych owocach obniżka zawartości N, P, Mg, cukru, witaminy C w porównaniu do jego zawartości w owocach na obiektach nienawadnianych. Nawożenie mineralne przyczyniło się do obniżenia ilości Mg i cukru w owocach, natomiast zwiększyło koncentrację N, K, Ca, witaminy C.

Słowa kluczowe: wiśnia, nawadnianie, opady atmosferyczne, plony, skład chemiczny, gleba lekka

Summary

Field experiments were done in 2002–2004 on sandy soil. Crop productivity of cherry (cv. 'Kelleris' i 'Łutówka') was tested on different water regime (O – control, W – under-crown- irrigation) and various level of nitrogen doses: 0NPK, 1NPK – 130kg N ha⁻¹ (40+ 30+60), 2NPK – 260 kg N ha⁻¹ (80+60+120). The experiment was designe by split-plot method in 7 replications. Among the trees was the lawn but in the rows the selective herbicide was used. Irrigation was applied when tensiometer show that potential of soil water was lower than 0,01 MPa. Depending on rainfall the amount of supplemental irrigation equal 27,5–61,3 mm of water during vegetation period. The paper also presents the results of study on the effect of rainfall and total irrigation rates during vegetation on the content N, P, K, Ca, Mg, sugar, vit. C and dry matter of cherry. The cultivars had similar production capabilities. Irrigation significantly increased the yield, by 1,96 t ha⁻¹ (36,5%). The highest yield of cherry (6,78 t ha⁻¹) was obtained from plants, which had been fertilized with 260kg N ha⁻¹. After three years of the research the content of N, P, Mg, sugar, vitamin C in fruit decreased compare to control plots. Higher mineral fertilization caused decrease of Mg and sugar content in fruit, and increased the N, K, Ca, vitamin C.

Key words: cherry, irrigation, rainfall, yield, chemical composition, light soil

WSTĘP

Zwiększająca się konkurencja na europejskim rynku w handlu świeżymi i przetworzonymi owocami wymusza ciągle polepszanie jakości oferowanego towaru. Owoców wysokiej jakości oczekują nie tylko przetwórcy, ale również konsumenci, gotowi zapłacić więcej za towar wyższej jakości [Maciejuk 2008]. O przydatności owoców, zarówno konsumpcyjnej, jak i przetwórczej decyduje ich skład chemiczny [Lipecki i in.2001].

Poza istotnym podniesieniem poziomu plonowania nawadnianych i nawożonych sadów, zabiegi te nie pozostają bez wpływu na jakość zebranych owoców [Rzekanowski, Rolbiecki 1996]. Większość badań nad wpływem tych zabiegów na wysokość i jakość plonów prowadzona była w sadach jabłoniowych [Wrona, Sadowski 1998; Zydlik, Pacholak 1998; Pacholak 1986]. Natomiast niewielka ilość informacji w literaturze tematu dotycząca wiśni przyczyniła się do podjęcia decyzji o prowadzeniu takich badań.

Celem pracy było określenie wpływu nawadniania i nawożenia mineralnego NPK na zawartość wybranych makroskładników oraz cukru, witaminy C i suchej masy w owocach wiśni.

METODYKA BADAŃ

Materiał doświadczalny stanowiły drzewa wiśni odmiany Łutówka i Kelleris 16, uprawiane na glebie lekkiej o małej retencji wody użytecznej. Badania

przeprowadzono w stacji doświadczalnej w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego w latach 2002–2004. W przeprowadzonym doświadczeniu oceniano wpływ nawadniania oraz nawożenia mineralnego na skład chemiczny owoców wiśni. Założono je metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (ang. *split-plot*) w siedmiu powtórzeniach. Pomiędzy drzewami utrzymywano murawę, natomiast w rzędach ugór herbicydowy. Czynnikiem I rzędu było nawadnianie podkoronowe (minizraszanie): O – poletka kontrolne (bez nawadniania); W – poletka nawadnianie. Nawadnianie stosowano według wskazań tensometru, gdy potencjał wodny gleby obniżył się poniżej 0,01 MPa. Do nawadniania użyto zraszacz typu ‘Hadar’ o zasięgu $r=1\text{m}$, na każde drzewo przypadał jeden zraszacz. W zależności od sumy opadów atmosferycznych, w poszczególnych latach badań zastosowano od 27,5 do 61,3 mm wody. Czynnikiem II rzędu było nawożenie mineralne: 0 NPK – poletka kontrolne (bez nawożenia), 1 NPK – 130 kg ha^{-1} (40+30+60), 2 NPK – 260 kg ha^{-1} (80+60+120). Nawozy azotowe stosowano wczesną wiosną, przed ruszeniem wegetacji, natomiast fosforowe i potasowe jesienią, zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi. W zebranych owocach przeprowadzono analizę zawartości makroskładników (N, P, K, Ca, Mg). Koncentrację w owocach N – ogólnego oznaczono metodą Kiejdahla, K i Ca – metodą fotometryczną, P – kolometryczną, Mg – metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (ASA).

Średnia temperatura powietrza za lata 2002–2004 w okresie wegetacji wyniosła $15,8^{\circ}\text{C}$ i była o $1,9^{\circ}\text{C}$ wyższa aniżeli wielolecie (tab. 1).

Tabela 1. Temperatura powietrza ($^{\circ}\text{C}$) i opady (mm) w czasie prowadzenia badań na tle średnich z wielolecia (1961–1994)

Table 1. Temperature ($^{\circ}\text{C}$) and rainfall during the experiment as compared with multiyear average (1961–1994)

Lata	Miesiąc						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV–IX
Opady (mm)							
2002	28,5	34,1	34,9	24,2	38,4	55,4	215,5
2003	14,5	33,8	29,7	80,7	16,0	45,7	220,4
2004	20,7	39,4	61,0	69,8	47,2	33,5	271,6
Wielolecie 1961–1994	37,8	51,1	61,3	63,2	56,1	46,8	316,3
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)							
2002	8,6	15,6	18,4	20,7	21,6	14,7	16,6
2003	7,6	15,0	17,2	20,4	20,6	14,4	15,9
2004	9,4	13,0	16,0	17,9	19,9	13,9	15,0
Wielolecie 1961–1994	7,2	12,5	15,9	17,4	17,0	13,2	13,9

Suma opadów atmosferycznych w okresie od IV do IX kształtowała się na poziomie 236 mm, będąc wyższą od wielolecia aż o 80,3 mm. Najcieplejszym i najsuchszym okazał się rok 2002, w którym średnia temperatura powietrza

wynosiła 16,6⁰ C, a suma opadów 215,5 mm. Z kolei najchłodniejszym i obfitującym w opady był rok 2004, ze średnią temperaturą 15,0°C i sumą opadów 272 mm. Zastosowane dawki uzupełniającego nawadniania przedstawiono w tabeli 2. Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie, z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń wieloletnich. Przeprowadzono także analizy korelacji dla cech, które istotnie różnicowały współdziałanie czynników doświadczalnych.

Tabela 2. Dawki wody (mm) zastosowane do nawadniania wiśni
Table 2. Water doses (mm) used for irrigation of cherry

Miesiąc	Dekada	2002	2003	2004
V	1	–	–	3,75
	2	3,75	6,26	6,25
	3	3,75	7,50	3,75
VI	1	13,75	13,76	10,00
	2	10,00	16,26	3,75
	3	3,75	10,01	–
VII	1	5,00	–	–
	2	–	3,75	–
	3	–	3,75	–
Suma: IV–VIII		40,00	61,3	27,5

WYNIKI I DYSKUSJA

Plonowanie drzew wiśni w trzyletnim cyklu badań było zróżnicowane (tab. 3). Średnie plony owoców zebrane z drzew nienawadnianych kształtowały się na poziomie 4,30 kg drzewo⁻¹ (5,37 t ha⁻¹). Zastosowanie nawadniania istotnie zwiększyło plony owoców średnio o 1,57 kg drzewo⁻¹ (36,4%). Największy wpływ tego czynnika (wzrost plonów o 59,6% w porównaniu do kontroli) uwidocznił się w 2002 r., który należał do najbardziej suchych w okresie badawczym (opady stanowiły 68% normy wielolecia). O wysokiej skuteczności nawadniania i jego pozytywnym wpływie na produktywność drzew wskazują doświadczenia nie tylko krajowe Tredera i Miki [1996] przeprowadzone w sadzie jabłoniowym oraz Licznara i Szewczuka [1994] na wiśniach, ale również zagraniczne, dotyczące wpływu stresu wodnego na plon i wielkość owoców śliwy [Intrigliolo, Castel, 2006].

O prawidłowym wzroście i możliwości osiągnięcia wysokiego plonu drzew w sadzie decyduje właściwe zaopatrzenie w składniki mineralne [Chelpiński i in. 2004]. Zastosowane w doświadczeniu nawożenie NPK istotnie zwiększało plony wiśni w pierwszym i drugim roku badań, odpowiednio o 27,9 i 42,2% przy poziomie nawożenia 1NPK (130 kg ha⁻¹) oraz odpowiednio o 28,3 i 51,8% dzięki zastosowaniu dawki dwukrotnie wyższej (260 kg ha⁻¹). Zdecydowanie inne tendencje zaobserwowano w ostatnim roku prowadzenia badań,

w którym wraz ze wzrostem dawek nawożenia, plony owoców malały. Prawdopodobnie było to efektem zmiany odczynu gleby, który wpływa na zmianę gospodarki jonowej drzew owocowych. Procesowi zakwaszenia gleby sprzyja bardzo często ugór herbicydowy oraz nawożenie azotem [Klimek 1997]. Jednocześnie analiza warunków opadowych panujących w 2002–2004 roku wskazuje, że były to lata bardziej suche aniżeli wielolecie, co z kolei również mogło mieć wpływ na zawartość azotu w glebie.

Tabela 3. Plonowanie wiśni zależnie od nawadniania, dawki nawożenia NPK oraz odmiany

Table 3. Yield of cherry as dependent on irrigation, fertilizer doses and cultivar

Obiekty		2002		2003		2004		Średnia	
		[kg]	[t·ha ⁻¹]	[kg]	[t·ha ⁻¹]	[kg]	[t·ha ⁻¹]	[kg]	[t·ha ⁻¹]
Nawadnianie	O	2,13	2,66	5,00	6,25	5,77	7,21	4,30	5,37
	W	3,40	4,25	5,90	7,37	8,30	10,38	5,87	7,33
Odmiana	Kelleris 16	2,84	3,55	4,30	5,37	7,14	8,93	4,76	5,95
	Łutówka	2,70	3,38	6,60	8,25	6,93	8,60	5,41	6,74
Nawożenie	0 NPK	2,33	2,91	4,15	5,19	7,14	8,93	4,54	5,68
	1 NPK	2,98	3,73	5,90	7,38	7,00	8,75	5,29	6,62
	2 NPK	2,99	3,74	6,30	7,88	6,97	8,71	5,42	6,78
Średnia		2,77	3,46	5,45	6,82	7,04	8,80	5,08	6,36
NIR _{0,05} dla:	nawadniania	0,77	–	0,21	–	2,09	–		
	odmiany	r.n.	–	0,52	–	r.n.	–		
	nawożenia	0,39	–	0,53	–	r.n.	–		

Dane zawarte w tabeli 3, wskazują na brak istotnych różnic w plonowaniu obu testowanych odmian.

Badane czynniki w niewielkim stopniu modyfikowały zawartość składników mineralnych w owocach (tab. 4). Nawadnianie drzew obniżyło koncentrację N (o 1,4%), P (o 3,2%) i Mg (o 4,9%), podwyższyło zawartość K (o 4%) i nie wpłynęło na zmiany ilości Ca. Z badań krajowych dotyczących zmian zawartości azotu wynika, że nawadnianie z reguły obniża jego zawartość. Tendencje takie obserwował Koszański i in. [2006] oraz Rzekanowski i in. [1999] z nawadnianiem różnych odmian truskawek oraz Rumasz-Rudnicka i in. [2006] w wybranych warzywach cebulowych i korzeniowych. Natomiast zawartość pozostałych badanych makroskładników (P, K, Ca, Mg) w nawadnianych roślinach w opinii wielu autorów jest różna. Niektórzy obserwują obniżenie lub zwiększenie zawartości tych pierwiastków, a niekiedy brak zmian. Rozbieżności takie mogą wynikać z cech badanego gatunku, organu i wieku rośliny, a także zasobności gleby i różnic w agrotechnice.

Oddziaływanie warunków wodnych na gromadzenie makroskładników w owocach wiśni potwierdziła analiza korelacji, w której ich zawartość uzależniono od sumy opadów atmosferycznych i dawek nawodnieniowych w okresie wegetacji (tab. 6.). Uzyskane wyniki wskazują, że owoce zebrane z nawożonych

drzew charakteryzowały się wyższą koncentracją N, K i Ca w porównaniu do obiektów nienawożonych, odpowiednio o 6,5%, 4,6% i 2,4%. Zawartość P nie zmieniła się, a Mg zmalała. Podobne zmiany obserwowali Błaszczuk i Ben [1996] oraz Zydlik i Pacholak [1998] w uprawie jabłoni.

Tabela 4. Zawartość składników mineralnych w owocach wiśni (g kg^{-1} s.m.)

Table 4. Mineral components in fruit of cherry (g kg^{-1} s.m.)

Obiekty		N	P	K	Ca	Mg
Nawadnianie	O	11,46	2,25	13,72	1,65	3,26
	W	11,30	2,18	14,27	1,65	3,10
Nawożenie	0NPK	11,02	2,22	13,70	1,63	3,68
	2NPK	11,74	2,22	14,33	1,67	2,68
Średnia		11,38	2,22	14,00	1,65	3,18
NIR _{0,05} dla: nawadniania		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
nawożenia		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

Tabela 5. Zawartość cukru witaminy C w świeżej masie owoców oraz sucha masa (%)

Table 5. Content of sugar (% św.m.), vitmin C ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ św.m) in fresh matter and dry matter (%)

Obiekty		Cukier	Witamina C	Sucha masa
Nawadnianie	O	7,558	3,818	0,132
	W	7,450	3,626	0,134
Nawożenie	0NPK	7,765	3,688	0,135
	2NPK	7,243	3,757	0,131
Średnia		7,504	3,722	0,133
NIR _{0,05} dla: nawadniania		r.n.	r.n.	r.n.
nawożenia		r.n.	r.n.	r.n.

Tabela 6. Zależności pomiędzy opadami oraz sumą opadów i dawkami nawadniania (x) a zawartością makroelementów w owocach (y)

Table 6. Dependence between rainfall and total irrigation rates (x) and contents of macroelements in fruit

Badana zależność	Zawartość pierwiastków				
	N	P	K	Ca	Mg
Opady w okresie wegetacji a zawartość pierwiastka w owocach nienawadnianych	-0,61*	-0,90*	-0,92*	-0,69*	0,90*
Opady i nawadnianie w okresie wegetacji a zawartość pierwiastka w owocach nawadnianych	-0,59*	-0,56*	-0,99*	-0,25	0,97*
Opady i nawadnianie w okresie wegetacji a przyrost zawartości pierwiastka pod wpływem nawadniania w owocach.	-0,85*	-0,11	-0,85*	-0,30	-0,11

r* – oznaczone współczynniki korelacji istotne przy $p < 0,05$

Nawadnianie nie różnicowało istotnie poziomu cukru, witaminy C i suchej masy (tab. 5). Przeciętna zawartość cukru, witaminy C i suchej masy w owocach kształtowała się odpowiednio na poziomie 7,504% św.m., 3,722 mg 100g⁻¹ św.m. i 1,33%. W warunkach większego uwilgotnienia gleby wystąpiła tendencja do spadku zawartości cukru i witaminy C, co miało miejsce także w badaniach Rolbieckiego [2003] z różnymi odmianami aroni i czarnej porzeczki. Również Rzekanowski i Rolbiecki [1996] z jabłonią, czarną porzeczką i truskawką wskazują na takie zmiany, przy czym podkreślają ich istotne obniżenie. Rachunek korelacji wykazał, że zawartość witaminy C w owocach drzew nienawadnianych była wysoce istotnie uzależniona od sumy opadów. Wyliczone współczynniki korelacji wynosiły odpowiednio dla 'Kelleris' $r = 0,77^*$, a dla 'Łutówki' $r = 0,96^*$. Analiza wyników uzyskanych w badaniach własnych wskazuje, że pod wpływem nawożenia mineralnego wzrosła nieznacznie koncentracja witaminy C w owocach wiśni, natomiast zawartość cukrów i s.m. zmalała. Dane w literaturze na ten temat są rozbieżne, na co prawdopodobnie ma wpływ oprócz wody i nawożenia wiele czynników, co wskazuje we wcześniejszych badaniach Koszański i in. [2006] w uprawie roślin jagodowych oraz Jabłońska-Ceglarek [1989] warzywnych.

WNIOSKI

1. Plony wiśni były modyfikowane przez nawadnianie, nawożenie mineralne i zróżnicowane warunki pogodowe. Najwyższe efekty produkcyjne uzyskano pod wpływem nawadniania w roku 2002, najbardziej suchym (68% opadów normy wielolecia). Uzyskane istotne przyrosty plonu wynosiły 59,6%.
2. W porównaniu z nawadnianiem, nawożenie mineralne w mniejszym stopniu decydowało o wysokości plonu. Wraz z rosnącym poziomem nawożenia zaobserwowano istotny wzrost plonów tylko w pierwszym i drugim roku badań.
3. Żaden z badanych czynników nie miał istotnego wpływu na zróżnicowanie zawartości N, P, K, Ca i Mg oraz witaminy C, cukrów i suchej masy w owocach wiśni. Nawadnianie nieznacznie obniżało zawartość N, P, Mg, cukrów oraz witaminy C, zwiększając jednocześnie zawartość K i nie zmieniało koncentracji Ca. Wyższe dawki nawożenia mineralnego zwiększyły zawartość N, K, Ca oraz witaminy C, obniżyły Mg, cukru i suchej masy, a nie zmieniły poziomu P.

BIBLIOGRAFIA

- Błaszczczyk J., Ben J. *Wpływ nawożenia drzew azotem na koncentrację składników mineralnych w uprawie jabłoni i ich podatność na niektóre choroby fizjologiczne*. Materiały XXXIV Ogólnopolskiej Naukowej Konferencji Sadowniczej, Skierniewice 28-30 sierpnia 1996, s. 310–313.
- Chełpiński P., Ostrowska K., Mikiciuk G., Grajkowski J., Ochmian I., *Wpływ podkładki na zawartość składników mineralnych w liściach dwóch odmian czereśni*. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura 234 (99), 2004, s. 59–62.
- Intrigliolo D.S., Castel J. R. *Performance of various water stress indicators for prediction of fruit size response to deficit irrigation in plum*. Agricultural Water Management 83, 2006, s. 173–180.
- Jabłońska-Ceglarek R., *Wpływ nawadniania, nawożenia obornikiem, nawożenia mineralnego oraz uprawy po poplonach na wartość odżywczą kapusty białej późnej i selera korzeniowego*. Biul. Warz. XXV Instytut Warzywnictwa Skierniewice, 1989, s. 109–124.
- Klimek G. *Sadownictwo*. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, W-wa, 1997, s. 297.
- Koszański Z., Rumasz-Rudnicka E., Podsiadło C. *Wpływ nawadniania kropłowego i nawożenia mineralnego na jakość owoców truskawki*. J. Elementol. 11 (1), 2006, s. 21–27.
- Licznar M., Szewczuk A. *Nawadnianie kropłowe wiśni*. Sad Nowoczesny 7, 1994, s. 2–3.
- Lipecki J., Janisz A., Szember E., Sienkiewicz P. *Skład chemiczny owoców kilkudziesięciu odmian śliw*. Zesz. Nauk. Inst. Sad. i Kwiac. T.9, 2001, s. 243–250.
- Maciejuk A. *Kontrola i gwarancja jakości produktów*. Hasło Ogrodnicze 12/08, 2008, s. 49.
- Pacholak E. *Wpływ nawożenia i nawadniania na wzrost i plonowanie jabłoni odmiany James Grive*. Roczn. AR w Poznaniu, 160, 1986, s. 1–79.
- Rolbiecki S. *Reakcja trzech gatunków roślin jagodowych uprawianych na bardzo lekkiej glebie na mikronawodnienie*. Rozprawy nr 108, 2003, s. 87.
- Rumasz-Rudnicka E., Koszański Z., Podsiadło C., Gluba I. *Wpływ nawadniania wodą o różnym zasoleniu na zawartość wybranych pierwiastków w warzywach*. J. Elementol. 11 (1), 2006, s. 77–87.
- Rzekanowski Cz., Rolbiecki S., *Rola techniki nawodnień w kształtowaniu składu chemicznego plonu owoców truskawki*. Inżynieria Rolnicza 5 (11), 1999, s. 235–239.
- Rzekanowski Cz., Rolbiecki S., *Wpływ nawadniania kropłowego na niektóre cechy jakościowe plonu wybranych gatunków roślin sadowniczych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 438, 1996, s. 213–217.
- Treder W., Mika A. *Efektywność nawadniania jabłoni odmian Szampion i Gala przy dwóch sposobach sadzenia*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 438, 1996, s. 183–192.
- Wrona D., Sadowski A. *Efekty nawożenia jabłoni azotem w pierwszych czterech latach po posadzeniu*. I Ogólnopolskie Sympozjum Mineralnego Odżywiania Roślin Sadowniczych, Skierniewice 1–2XII 1998, s. 113–127.
- Zydlík Z., Pacholak E. *Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia N, P, K i Mg na wzrost i plonowanie jabłoni odmiany Cortland oraz zawartość składników w glebie i liściach*. I Ogólnopolskie Sympozjum Mineralnego Odżywiania Roślin Sadowniczych. Skierniewice 1–2 XII 1998, s. 100–112.

Dr hab. Cezary Podsiadło-prof.nadzw.
Katedra Gospodarki Wodnej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Słowackiego 17
71-434 Szczecin
tel.(091)4496245
e-mail: cezary.podsiadlo@zut.edu.pl

Dr inż. Anna Jaroszevska
Katedra Gospodarki Wodnej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Słowackiego 17
71-434 Szczecin
tel. (091) 449 6238
e-mail: nawodnienia@zut.edu.pl

Dr inż. Ewa Rumasz-Rudnicka
Katedra Gospodarki Wodnej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Słowackiego 17
71-434 Szczecin
tel. (091) 449 6248
e-mail: ewa.rumasz-rudnicka@zut.edu.pl

Róża Kowalewska
Katedra Gospodarki Wodnej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Słowackiego 17
71-434 Szczecin
tel. (091) 449 6249

Recenzent: *Prof. dr hab. Czesław Rzekanowski*