



**WPLYW WARUNKÓW WODNYCH NA ZAWARTOŚĆ
MAKRO I MIKROSKŁADNIKÓW W LIŚCIACH DRZEW
PESTKOWYCH. CZ. I. ŚLIWA ODM.
'AMERS' I 'CACAŃSKA RANA'**

Anna Jaroszewska, Cezary Podsiadło, Róża Kowalewska
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

***INFLUENCE OF WATER CONDITIONS ON CONTENT MACRO-
AND MICROELEMENTS IN THE LEAVES OF STONE FRUIT
TREES .I. PLUM CV. 'AMERS' AND 'CACAŃSKA RANA'***

Streszczenie

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2011-2012 w Stacji Doświadczalnej w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego. Gleba, na której zostało założone doświadczenie zaliczana jest do IV b klasy bonitacyjnej, kompleksu żyniego dobrego, a pod względem uprawy do gleb lekkich o małej retencji wody użytecznej. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków u układzie niezależnym, w czterech powtórzeniach. Pomiędzy drzewami utrzymywano krótko ściętą murawę, a w rzędach ugór herbicydowy. Badano wpływ nawadniania uzupełniającego na zawartość makro – i mikrośladników w liściach śliwy odm. 'Amers' i 'Cacańska Rana'. Schemat doświadczenia obejmował poletka kontrolne, bez nawadniania – O oraz poletka nawadniane – W. Nawadnianie stosowano według wskazań tensjometru, gdy potencjał wodny gleby obniżył się poniżej – 0,01 MPa. Do nawadniania użyto zraszaczy typu Hadar o zasięgu $r = 2m$. W zależności od sumy opadów w poszczególnych latach zastosowano od 11,8 do 14,0 m³ wody. Badania wykazały, że obie badane odmiany drzew pestkowych reagowały podobnie na zastosowany czynnik wodny. W liściach pobranych z drzew nawadnianych zanotowano tendencję do zmniejszenia koncentracji azotu, a zwiększenia fosforu. Po-

dobną reakcję obu odmian stwierdzono również w przypadku koncentracji potasu i wapnia. Ponadto na obiektach, na których zanotowano wzrost zawartości cynku wyraźnie obniżała się koncentracja żelaza. Zależność ta szczególnie zaznaczyła się w liściach odmiany ‘Cacańska Rana’.

Słowa kluczowe: nawadnianie, zawartość makro – i mikrośladników, śliwa, odmiany

Summary

Field experiments were done in 2011-2012 in ES Lipnik near Starogard Szczeciński on the sandy soil (good rye complex) and small retention of usefulness water. The experiment was designed by randomized block method in 4 replications. Among the trees was the lawn but in the rows the selective herbicide was used. The aim of the studies was to determine the effect of under crown irrigation on the chemical composition of leaves plum cv. ‘Amers’ and ‘Cacańska Rana’. The experimental design consisted control fields, without irrigation – O and irrigated fields – W. Supplemental irrigation was used when tensiometer have shown that water potential of soil dropped lower than – 0,01 MPa. For irrigation the “Hadar” sprinkler were used ($r = 2$ m). Depending on rainfall the amount of irrigation from 11,8 to 14,0 m³ there used. Studies have shown similar reaction of both plum varieties to the applied water factor. The leaves taken from trees irrigated had tends to reduce the concentration of nitrogen and phosphorus. A similar reaction of both varieties was also found in the case of the concentration of potassium and calcium. In addition, the objects on which there was an increase of zinc content significantly decreased concentration of iron. This relationship is particularly marked in leaf varieties ‘Cacańska Rana’.

Key words: irrigation, macro – and microelements, plum, cultivars

WSTĘP

Rozwój drzew w odwodnionej glebie może prowadzić do uszkodzeń liści, których komórki najwolniej ze wszystkich organów osiągają docelowy turgor nocą. Przy utrzymującej się suszy odwodnione komórki liści tracą zdolność rozszerzania się, a zamknięte szparki ograniczają produkcję fotosyntezy i hormonów. Z kolei ich brak w korzeniach spowalnia wzrost korzeni, co ogranicza absorpcję wody i minerałów (Suchocka 2011). Fizjologiczne funkcje makro – i mikroelementów w budowie i funkcjonowaniu roślin są bardzo różnorodne: pierwiastki te są składnikami różnych związków organicznych wchodzących w skład struktur komórkowych, w tym enzymów i koenzymów, ich zawartość

decyduje o odporności roślin na choroby. Odgrywają rolę w regulacji aktywności enzymów, osmoregulacji, ruchu aparatów szparkowych i ruchach roślin. Uczestniczą prawie we wszystkich procesach życiowych (Starck 1998). Wyniki analiz zawartości składników mineralnych w liściach nie są jednoznaczne, gdyż mogą być modyfikowane przez wiele czynników. Przykładowo w przypadku koncentracji azotu może to być poziom owocowania, siła wzrostu drzew, odmiana, warunki klimatyczne czy zabiegi agrotechniczne (Treder i Olszewski 2004). Nawadnianie niwelujące nierównomierny rozkład opadów w okresie wegetacyjnym ogranicza stres wodny u roślin sadowniczych w krytycznych okresach ich rozwoju. Współzawodnictwo o wodę w tym okresie pomiędzy liśćmi a owocami w decydującym stopniu wpływa na poziom odżywienia drzew, w szczególności na pobieranie składników mineralnych z roztworu glebowego. W produkcji sadowniczej szczególnie niebezpieczna jest susza przypadająca w okresie kiedy z jednej strony wyczerpują się zapasy wody pozimowej, a z drugiej następuje najintensywniejszy wzrost drzew. Przy skrajnym braku wody i utrudnionym w związku z tym pobieraniu składników mineralnych, może dochodzić do wycofania się zakumulowanego w owocach wapnia z powrotem do liści (Mills i in. 1997, Pieniążek 2000). Śliwy należą do drzew charakteryzujących się wysokimi wymaganiami wodnymi. Wymagają nie tylko ciepła, ale przede wszystkim dużej wilgotności powietrza, ponieważ drzewa te silnie transpirują. Suche, gorące okresy lata są dla śliw niekorzystne, gdyż powodują zrzucanie zawiązków i owoców. Śliwy lepiej znoszą nadmiar wody niż jej niedostatek (Rozpara 2001, Treder i Pacholak, 2006).

Publikowane dotąd wyniki badań zajmujących się wpływem nawadniania uzupełniającego na procesy fizjologiczne zachodzące w roślinie nawadnianej, a tym samym plonowanie i jakość plonu dotyczyły głównie roślin jagodowych (Koszański i in. 2011, Tryngiel-Gać i in. 2013) czy warzyw (Pińska i in. 2009, Rolbiecki i Rzekanowski 1996, Rolbiecki i Rolbiecki 2012). Nadal niewiele jest informacji dotyczących wpływu tego zabiegu na skład chemiczny liści drzew pestkowych.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu nawadniania na dynamikę zmian koncentracji makro- i mikroskładników w liściach dwóch odmian śliwy uprawianej na glebie lekkiej w rejonie Niziny Szczecińskiej.

METODY

Doświadczenie polowe zostało przeprowadzone w Stacji Doświadczalnej w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego. Gleba, na której prowadzono doświadczenie należy do gleb rdzawych typowych (Systematyka Gleb Polski 2011) klasyfikowana jest jako Haplic Cambiosol (IUSS WORKING GROUP WRB 2006). W poziomie Ap wykazuje skład granulometryczny piasku gliniastego

lekkiego o odczynie lekko kwaśnym. Zawartość próchnicy (1,3-1,5%), części spławianych (11-13%). Zawartość mineralnych form fosforu wysoka, natomiast potasu i magnezu średnia.

Badano wpływ nawadniania uzupełniającego na zawartość makro-i mikro-składników w liściach śliwy odm. 'Amersis' i 'Cacańska Rana'.

Doświadczenie jednoczynnikowe założono w układzie niezależnym, w czterech powtórzeniach. Badania prowadzone były na drzewach posadzonych w rozstawie 4,5x4 m. Pomiędzy drzewami utrzymywano krótko ścinaną murawę, a w rzędach ugór herbicydowy. Czynnikiem doświadczenia było nawadnianie podkoronowe: O – poletka kontrolne, bez nawadniania oraz W – poletka nawadniane. Nawadnianie stosowano według wskazań tensjometru, gdy potencjał wodny gleby obniżył się poniżej – 0,01 MPa. Do nawadniania użyto zraszaczy typu Hadar o zasięgu $r = 2\text{ m}$ i wydajności 4 lxh^{-1} . W zależności od sumy opadów w poszczególnych latach dawki nawadniania kształtowały się od $11,8\text{ m}^3$ do $14,0\text{ m}^3$ wody.

Warunki klimatyczne w latach 2011-2012 przedstawiono w tabeli 1. Zarówno pierwszy, jak i drugi rok badań charakteryzowały się wysoką, w porównaniu do wielolecia, średnią temperaturą powietrza, szczególnie w kwietniu i maju. Podobnie w obu tych miesiącach oraz czerwcu wystąpił duży niedobór opadów, przekraczający ponad 50% normy opadów z wielolecia.

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

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

Lata/Years	Miesiąc/Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
Opady (mm)/Rainfall							
2011	11,6	28,0	32,3	150,5	40,5	56,1	319,0
2012	23,4	18,4	31,2	111,2	94,2	20,0	298,4
Wielolecie 1961-1994 Multiyears 1961-1994	37,8	51,1	61,3	63,2	56,1	46,8	316,3
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)/Temperature							
2011	11,4	14,1	17,5	17,4	18,0	15,0	15,6
2012	8,3	14,1	15,5	18,2	17,7	14,3	14,7
Wielolecie 1961-1994 Multiyears 1961-1994	7,2	12,5	15,9	17,4	17,0	13,2	13,9

W okresie wegetacji, w czasie zawiązywania owoców (1 termin), zbioru owoców (2 termin) oraz miesiąc po zbiorach (3 termin), pobrano liście do badań laboratoryjnych. Materiał pobierano ze środkowej części długopędów rozmieszczonych na obwodzie korony w połowie jej wysokości ze wszystkich powtórzeń każdej kombinacji doświadczalnej. Koncentrację N – ogólnego oznaczono metodą Kiejdahla, K i Ca – metodą fotometryczną, P – kolorymetryczną, Mg, Fe, Zn – metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (ASA).

Wyniki badań dotyczące koncentracji makro – i mikrośladników w liściach śliwy opracowano statystycznie, z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń wieloletnich, a istotność różnic przy $NIR_{0,05}$ oceniono testem Tuckey'a.

Tabela 2. Zawartość makroskładników w liściach śliwy odm. 'Amers' [g·kg⁻¹ s.m], w trzech terminach

Table 2. Content of macroelements in leafs of plum cv. 'Amers' [g·kg⁻¹ D.M.], in three terms

Obiekty*/ Objects	2011														
	N			P			K			Ca			Mg		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
O	14,1	14,4	17,1	3,74	4,33	5,63	31,6	30,5	33,9	13,2	14,2	15,7	2,99	2,92	2,89
W	17,4	17,4	14,4	3,92	5,21	6,12	29,7	31,7	33,4	11,7	13,9	13,9	2,57	3,02	3,09
$NIR_{0,05}$	1,04	2,09	2,09	r.n.	0,22	0,22	0,31	0,05	0,29	0,19	r.n.	0,19	0,04	r.n.	0,16
2012															
O	16,9	16,0	16,2	5,78	4,84	5,45	45,1	37,8	45,9	7,31	5,10	8,50	5,34	4,33	4,62
W	14,6	17,0	18,3	3,51	5,92	6,85	36,6	44,6	50,2	5,73	6,27	10,1	4,11	5,37	4,87
$NIR_{0,05}$	0,17	2,81	0,69	0,49	0,16	0,27	0,03	0,01	0,04	0,03	0,14	0,06	0,04	0,03	r.n.

r.n. – różnica nieistotna, n.s. not significant, *jak w metodycie, as in the methodology

WYNIKI I DISKUSJA

Dotychczasowe wyniki badań (Podsiadło i in. 2005, Rumas-Rudnicka i in. 2009) wskazują, że stosowanie nawadniania uzupełniającego w znacznym stopniu modyfikuje zawartość makro- i mikrośladników w liściach, co znajduje potwierdzenie w badaniach własnych (tab. 2-5).

Zastosowane uzupełniające nawadnianie zwiększyło koncentrację azotu w liściach śliwy odmiany 'Amers' w pierwszym roku badań w 1 i 2 terminie, a zmniejszyło w 3-cim (o 16%). Z kolei w roku 2012 niższą zawartość badanego pierwiastka stwierdzono w liściach zebranych w okresie

zawijazywania owoców – 1 termin (o 14%), natomiast wyższą w dwóch pozostałych terminach (tab. 2).

Na poletkach nawadnianych istotny wzrost koncentracji fosforu zanotowano w okresie zbiorów oraz miesiąc po zbiorach w pierwszym roku badań. W drugim roku badań istotny wpływ czynnika wodnego na zawartość fosforu w liściach odmiany ‘Amers’ stwierdzono we wszystkich trzech terminach. Spadek koncentracji fosforu odnotowano jedynie w pierwszym terminie (o 39%). Zawartość potasu w liściach drzew nawadnianych była wyraźnie niższa w okresie zawiązywania owoców, a wyższa w okresie zbiorów, zarówno w pierwszym jak i drugim roku badań, kolejno o 6% i 19% oraz 4% i 18%. Koncentracja wapnia w liściach pobieranych z poletek nawadnianych była niższa w trzech kolejnych terminach badań w 2011 roku oraz w okresie zawiązywania owoców w 2012 roku. W okresie zbiorów oraz miesiąc po zbiorach w 2012 roku wartość badanej cechy wzrosła odpowiednio o 23% i 19%. W pierwszym i drugim roku badań koncentracja magnezu zmalała jedynie w okresie zawiązywania owoców kolejno o 14% i 23% (tab. 2).

Istotny wpływ nawadniania uzupełniającego na ilość cynku w liściach badanej odmiany stwierdzono w okresie zbiorów oraz miesiąc po zbiorach w 2011 oraz 2012 roku. W obu latach badań odnotowano również tendencję do zmniejszenia zawartości żelaza w liściach drzew nawadnianych. Większą zawartość tego pierwiastka w liściach nawadnianych drzew stwierdzono w okresie zbiorów oraz miesiąc po zbiorach, kolejno o 17% i 3%, w porównaniu do obiektów kontrolnych (bez nawadniania), (tab. 4).

W liściach odmiany ‘Cacańska Rana’ istotny wpływ czynnika wodnego na wzrost zawartości azotu zanotowano jedynie w pierwszym roku badań miesiąc po zbiorach, wzrost o 4% w porównaniu do kontroli (tab. 3).

Podobnie, jak w odmianie ‘Amers’, również w odmianie ‘Cacańska Rana’, w drugim roku badań, istotnie zmalała koncentracja fosforu w okresie zawiązywania owoców (o 28%), a wzrosła w okresie zbiorów oraz miesiąc po zbiorach, odpowiednio o 24% i 26%. Również zawartość potasu zmieniała jednakowo u obu ocenianych odmian. Niższe wartości tego pierwiastka odnotowano w terminie pierwszym, a wyższe w terminie drugim w 2011 i 2012 roku. Różnice w koncentracji potasu zanotowano w trzecim spośród badanych terminów, w którym to w pierwszym roku badań zawartość potasu w liściach drzew nawadnianych wzrosła (o 10%), a w drugim roku zmalała (o 16%). Tak samo jak w odmianie ‘Amers’ koncentracja wapnia w liściach odmiany ‘Cacańska Rana’ pobieranych z poletek nawadnianych była niższa w trzech kolejnych terminach badań w 2011 roku oraz w okresie zawiązywania owoców w 2012 roku. Wyniki dotyczące zawartości magnezu wskazują na tendencję do zmniejszania ilości tego pierwiastka w liściach drzew nawadnianych, w porównaniu do liści z drzew nienawadnianych. Wyższą koncentrację magnezu zanotowano w drugim

roku badań w okresie zbiorów, ale nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanego nawadniania na zmianę wartości badanej cechy (tab. 3).

Tabela 3. Zawartość makroskładników w liściach śliwy odm. ‘Cacańska Rana’ [g kg⁻¹ s.m], w trzech terminach

Table 3. Content of macroelements in leaves of plum cv. ‘Cacańska Rana’ [g kg⁻¹ D.M.], in three terms

Obiekty*/ Objects	2011														
	N			P			K			Ca			Mg		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
O	16,80	19,60	16,94	3,41	3,74	4,56	37,63	37,16	39,13	15,67	16,59	16,99	3,28	4,01	4,19
W	17,78	18,48	17,71	3,33	3,74	6,18	36,29	43,21	42,81	14,16	14,76	15,64	3,06	2,99	3,19
NIR _{0.05}	r.n.	0,70	0,17	r.n.	r.n.	1,20	0,01	0,17	0,27	0,35	0,11	0,02	0,15	0,09	0,05
2012															
O	13,09	17,71	14,21	4,64	4,40	6,67	46,22	31,09	55,43	6,60	4,97	7,86	4,54	4,79	5,37
W	14,63	14,63	12,95	3,32	5,45	8,38	43,29	41,73	46,87	6,51	6,88	8,09	4,14	4,98	5,03
NIR _{0.05}	r.n.	1,74	1,04	0,33	0,19	0,11	0,11	0,01	0,06	0,01	0,03	0,01	0,02	r.n.	0,08

r.n. – różnica nieistotna, n.s. not significant, *jak w metodyce, as in the methodology

Tabela 4. Zawartość mikroskładników w liściach śliwy odm. ”Amers” [mg kg⁻¹ s.m], w trzech terminach

Table 4. Content of microelements in leaves of plum cv. ‘Amers’ [g kg⁻¹ D.M.], in three terms

Obiekty*/ Objects	2011					
	Zn			Fe		
	1	2	3	1	2	3
O	17,28	16,04	15,29	158,8	136,3	151,3
W	16,77	17,59	15,49	133,5	126,3	132,9
NIR _{0.05}	r.n.	0,29	0,09	6,8	6,2	7,2
2012						
O	19,52	14,84	13,57	57,19	60,27	74,14
W	19,68	17,52	13,62	66,88	54,79	76,37
NIR _{0.05}	r.n.	0,26	0,02	0,09	0,07	0,14

r.n. – różnica nieistotna, n.s. not significant, *jak w metodyce, as in the methodology

Uzyskane wyniki badań wskazują również, że w przypadku cynku i żelaza mamy do czynienia ze znaczną zmiennością koncentracji tych pierwiastków zarówno w pierwszym jak i drugim roku badań (tab. 5).

Tabela 5. Zawartość mikrośkładników w liściach śliwy odm. "Cacańska Rana" [mg·kg⁻¹ s.m], w trzech terminach

Table 5. Content of microelements in leafs of plum cv. 'Cacańska Rana' [g·kg⁻¹ D.M.], in three terms

Obiekty*/ Objects	2011					
	Zn			Fe		
	1	2	3	1	2	3
O	18,37	18,68	22,08	184,0	171,3	213,8
W	17,62	21,06	19,94	201,3	206,3	190,0
NIR _{0.05}	0,373	0,236	0,266	6,832	5,380	3,106
2012						
O	19,46	17,74	14,61	79,00	43,95	112,3
W	22,47	15,53	15,11	62,28	69,17	98,83
NIR _{0.05}	0,040	0,161	0,004	0,082	0,014	0,001

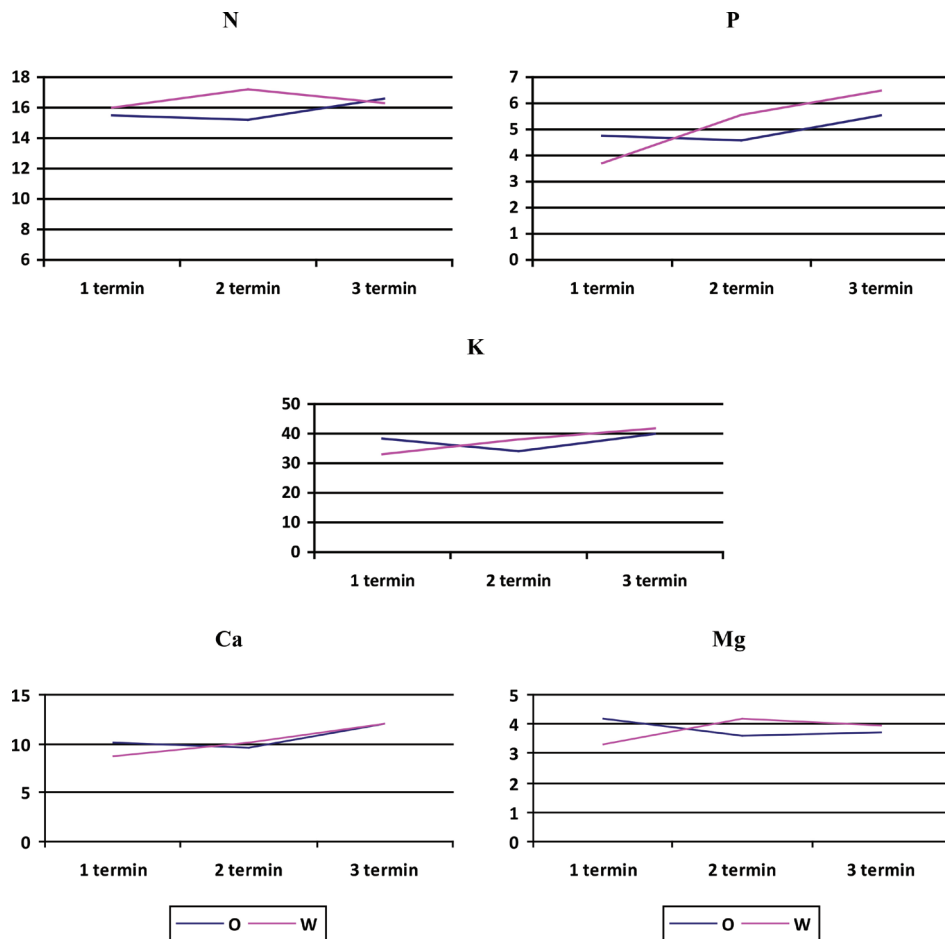
r.n. – różnica nieistotna, n.s. not significant, *jak w metodyce, as in the methodology

Analizując zmiany koncentracji makrośkładników w liściach, średnio z dwóch lat badań, można zauważyć wyraźną tendencję, która związana jest z nawadnianiem. Otóż, w stosunku do wszystkich ocenianych makrośkładników zabieg ten powodował wzrost ich zawartości począwszy od drugiego terminu, w przypadku obu odmian (ryc. 1 i 2). Jedynie w odmianie 'Cacańska Rana' nie zaobserwowano tej tendencji w stosunku do zawartości azotu. Prawdopodobnie można to tłumaczyć szybszym tempem jej rozwoju (ryc. 2).

Podobną zależność stwierdzono w stosunku do koncentracji żelaza i cynku (ryc. 3).

Przedstawione powyżej wyniki badań nie znajdują w pełni potwierdzenia w doświadczeniach Pacholaka i Przybyły (1996), którzy nie odnotowali zależności pomiędzy nawadnianiem, a zawartością składników w liściach jabłoni. Podobnie uważają Pietranek i Jadcuk (2004), które nie stwierdziły istotnego wpływu nawadniania na zawartość makrośkładników w liściach jabłoni, choć zauważono tendencję do wzrostu zawartości potasu, a jednocześnie niższej koncentracji magnezu. W badaniach własnych wyższą koncentrację potasu przy jednoczesnym zmniejszeniu zawartości magnezu zanotowano wyłącznie w liściach śliwy 'Cacańska Rana' w pierwszym roku badań w okresie zbiorów i miesiąc po zbiorach. Z kolei według Guzewskiego i in.(1998) nawadnianie obniżyło kon-

centrację potasu w liściach jabłoni. W badaniach własnych niższą koncentrację potasu zanotowano w okresie zbiorów w liściach obu odmian zarówno w 2011 jak i 2012 roku oraz miesiąc po zbiorach w odmianie ‘Amers’ w pierwszym roku badań i odmianie ‘Cacańska Rana’ w drugim roku badań.



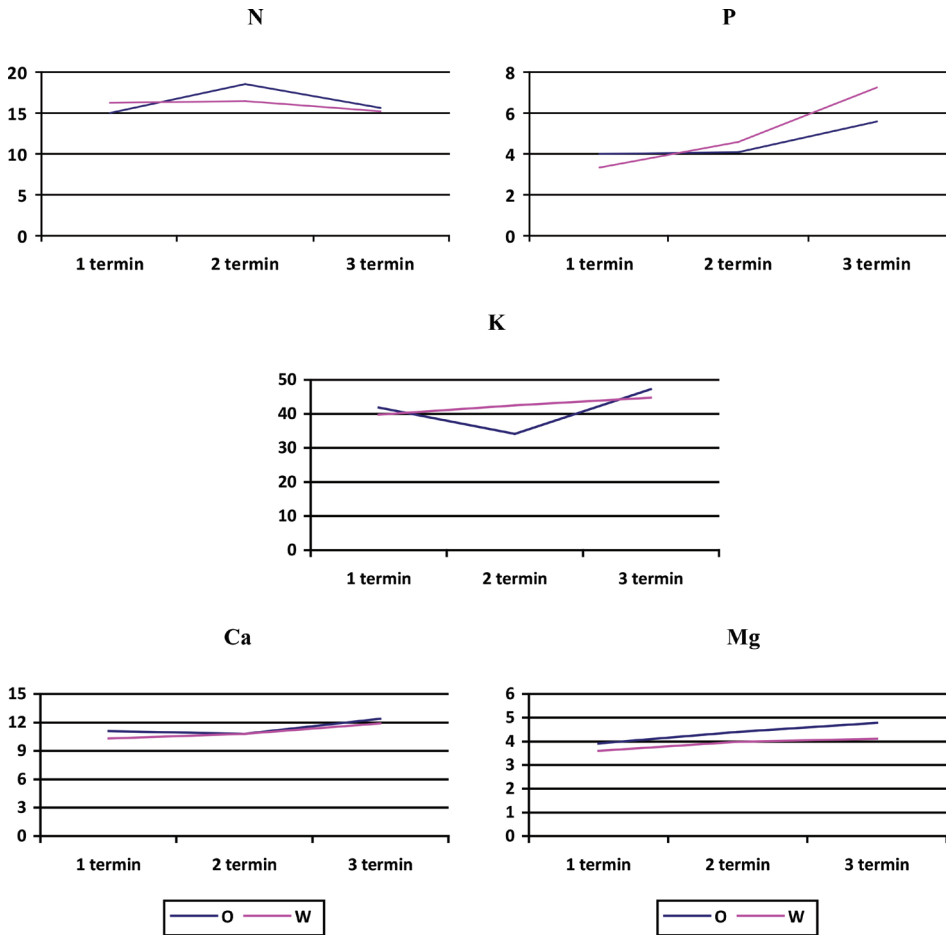
Rysunek 1. Zawartość makroskładników w liściach śliwy odm. ‘Amers’ [mg·kg⁻¹ s.m], w trzech terminach

Figure 1. Content of microelements in leaves of plum cv. ‘Amers’ [g·kg⁻¹ D.M.], in three terms

Niższa zawartość azotu w liściach drzew nawadnianych w przeprowadzonym doświadczeniu była prawdopodobnie wynikiem lepszego wykorzystania przez nie tego pierwiastka, co z kolei wpływa na zwiększenie plonu, a jedno-

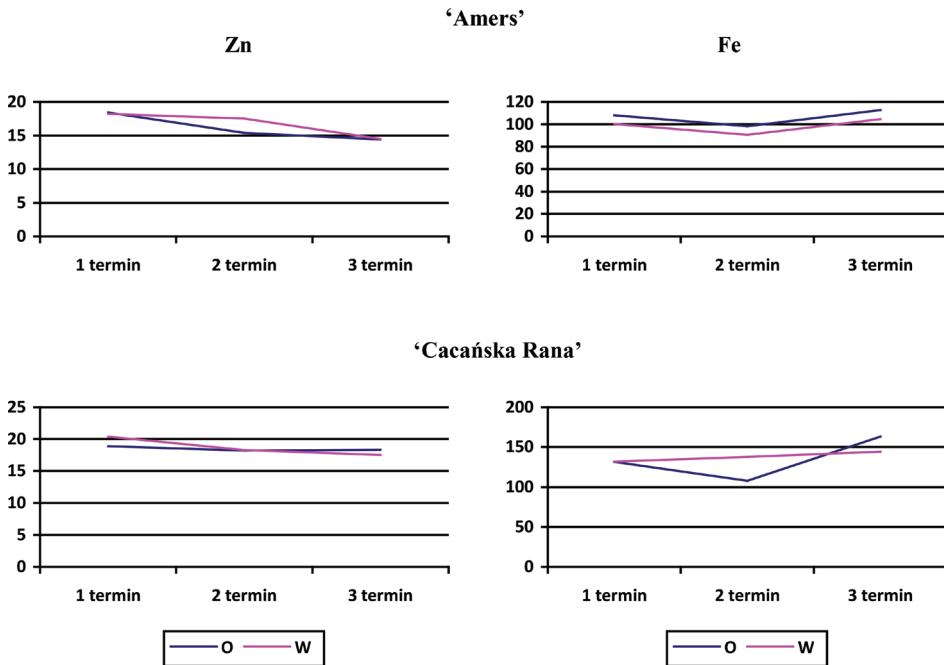
częściej zmniejsza stężenie azotanów w warunkach wyższego uwilgotnienia, co potwierdza Wojcieszka (1994). Stwierdzono również zależność pomiędzy koncentracją cynku i żelaza. Na poletkach, na których stwierdzono wzrost zawartości cynku obniżała się koncentracja żelaza, co może świadczyć o nadmiarze tego pierwiastka i jednoczesnym zahamowaniu pobierania żelaza (Klimek 1997).

Zawartość badanych pierwiastków w liściach śliwy obu odmian kształtowała się w zakresie niskiej w przypadku azotu, optymalnej dla magnezu i fosforu do wysokiej dla potasu (Klimek 1997, Sadowski 2000).



Rysunek 2. Zawartość makroskładników w liściach śliwy odm. ‘Cacańska Rana’ [mg·kg⁻¹ s.m], w trzech terminach

Figure 2. Content of macroelements in leaves of plum cv. ‘Cacańska Rana’ [g·kg⁻¹ D.M.], in three terms



Rysunek 3. Zawartość mikrośladników w liściach śliwy odm. 'Amers' i 'Cacańska Rana' [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m], w trzech terminach

Figure 3. Content of microelements in leaves of plum cv. 'Amers' and 'Cacańska Rana' [$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ D.M.], in three terms

WNIOSKI

1. Analiza uzyskanych wyników badań wskazuje na zróżnicowane kształtowanie się zawartości makro – i mikrośladników w liściach, obu ocenianych odmian nawadnianej śliwy, w zależności od sezonu terminu wegetacji.
2. W liściach z drzew nawadnianych zaobserwowano tendencję do zmniejszenia koncentracji azotu, a zwiększenia fosforu, potasu i wapnia. W pierwszym i drugim roku badań w liściach obu odmian zawartość potasu malała w okresie zawiązywania owoców, natomiast w okresie zbiorów wzrastała. Koncentracja wapnia zmniejszyła się w pierwszym roku badań we wszystkich trzech terminach, z kolei w drugim roku jedynie w okresie zawiązywania owoców. W okresie zbiorów oraz miesiąc po zbiorach wyraźnie wzrosła. Zawartość ma-

gnezu liściach obu odmian zmalała w 2011 i 2012 roku w pierwszym terminie badań, wzrosła jedynie w 2012 roku w drugim terminie.

3. Koncentracja cynku i żelaza charakteryzowała się dużą zmiennością w czasie. Ponadto na obiektach na których zanotowano wzrost zawartości cynku wyraźnie obniżała się koncentracja żelaza. Zależność ta szczególnie zaznaczyła się w liściach odmiany 'Cacańska Rana'.

LITERATURA

- Guzewski W., Lipecki M., Jadczuk E. 1998. Intensywność fotosyntezy i poziom odżywienia jabłoni odmiany Katja w zależności od nawadniania i nawożenia potasem. I Ogólnopolskie Sympozjum mineralnego Odżywiania Roślin Sadowniczych Skierniewice 1–2.12. 1998, 89–112.
- Klimek G. 1997. Sadownictwo. WSiP Warszawa.
- Koszański Z., Rumaszk-Rudnicka E., Jaroszewska A., Kowalewska R. 2011. Reakcja borówki wysokiej odmiany 'Spartan' i 'Patriot' na nawadnianie kropłowe. *Infrastr. Ekol. Teren. Wiej.* 05, 95-103.
- Mills. T.M., Clothier B.E., Behboudian M.H. 1997. The water relations of 'Braeburn' apple fruit grown under deficit irrigation. *ISHA Acta Horticulturae* 449 <http://www.actahort.org>
- Pieniążek S.A. 2000. Sadownictwo. PWRiL Warszawa.
- Pietranek A., Jadczuk e. 2004. Stan odżywienia mineralnego jabłoni odmiany Katja w zależności od nawadniania, nawożenia, podkładki. Materiały z II Ogólnopolskiego Sympozjum Mineralnego Odżywiania Roślin Sadowniczych, Warszawa 7-8.09.2004,53.
- Podsiadło C., Jaroszewska A., Herman B., Biczak R. 2005. Wpływ nawadniania podkoronowego i nawożenia mineralnego na wielkość i jakość plonów owoców brzoskwini. *Inżynieria Rolnicza.* 4 (64), 117-124.
- Pacholak E., Przybyła Cz. 1996. Wpływ nawadniania i zasobności gleb na jakość plonów jabłoni odmiany Idared. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 438, 165-173.
- Pińska M., Wojdyła T., Rolbiecki S., Rzekanowski C., Rolbiecki R. 2009. Wpływ nawadniania uzupełniającego i nawożenia azotem na jakość wczesnych odmian ziemniaka. *Infrastr. Ekol. Teren. Wiej.* 06, 245-256.
- Rolbiecki S., Rzekanowski Cz., 1996. Wpływ nawadniania deszczownianego i kropłowego na niektóre cechy jakościowe plonu wybranych gatunków warzyw. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 438, 205-212.
- Rolbiecki R., Rolbiecki S. 2012. Wpływ nawadniania kropłowego na plonowanie dyni olbrzymiej odmiany 'Rou-ge vif d'etampes' uprawianej na glebie bardzo lekkiej. *Infrastr. Ekol. Teren. Wiej.* 02 (1), 191-197.
- Rozpara E. 2001. Wymagania klimatyczno-glebowe śliwy. Śliwa domowa i japońska owoce z mojego ogródka. Multico Oficyna Wydawnicza Warszawa.

- Rumasz-Rudnicka E., Koszański Z., Kowalewska R. 2009. Wpływ nawadniania kropłowego i nawożenia azotem na skład chemiczny owoców i liści maliny. *Acta Agrophysica*. 13(3), 771-779.
- Sadowski A. 2000. Utrzymanie gleby w sadzie. Odżywianie mineralne roślin sadowniczych. [w: Sadownictwo]. PWRiL Warszawa.
- Starck Z. 1998. Gospodarka Mineralna Roślin.[w: Podstawy Fizjologii Roślin] Red. J. Kopcewicz i S. Lewak. PWN Warszawa.
- Suchocka M. 2011. Wpływ zmiany warunków siedliskowych na stan drzewostanu na terenach inwestycji. *Człowiek i Środowisko* 35 (1-2), 73-91.
- Treder W., Olszewski T. 2004. Ocena wpływu sposobu nawożenia na zawartość azotu w liściach jabłoni. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*. 3(2), 111-122.
- Treder W., Pacholak E. 2006. Nawadnianie roślin sadowniczych.[w: Nawadnianie roślin] Red. S. Karczmarczyk i L. Nowak. PWRiL Poznań.
- Tryngiel-Gać A., Treder W., Krawiec A. 2013. Efektywność nawadniania kilku odmian borówki wysokiej. *Infrastr. Ekol. Teren. Wiej.* 02 (1), 13-23.
- Wojcieszka U. 1994. Fizjologiczna rola azotu w kształtowaniu plonu roślin. Część I. Oddziaływanie azotu na wielkość plonu roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 1,115-126.

Dr inż. Anna Jaroszevska,
Prof. dr hab. Cezary Podsiadło,
Róża Kowalewska,
Katedra Agronomii,
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie,
71-434 Szczecin, ul. Słowackiego 17
tel. 091 4496249, e-mail: anna.jaroszevska@zut.edu.pl

Wpłynęło: 4.01.2015

Akceptowano do druku: 17.04.2015