INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 1/II/2013, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 63–72
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

WPŁYW SPOSOBU STEROWANIA NAWADNIANIEM GERBERY NA WZROST ROŚLIN I PLON KWIATÓW

Jadwiga Treder, Waldemar Treder, Krzysztof Klamkowski, Anna Borkowska, Anna Tryngiel Gać

Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

INFLUENCE OF IRRIGATION CONTROLLING SYSTEMS ON GROWTH AND FLOWERING OF GERBERA

Streszczenie

W roku 2012 prowadzono doświadczenia nad sterowaniem nawadniania gerbery uprawianej w pojemnikach. Gerbery uprawiane na kwiaty cięte w szklarniach zwykle nawadnianie są kroplowo. Prawidłowe dostosowanie ilości pożywki nawozowej oraz częstotliwości nawadniania decyduje o warunkach powietrzno wodnych w podłożu, o wielkości plonu i jakości kwiatów oraz umożliwia oszczędność wody i nawozów. W doświadczeniu porównano wpływ 3 sposobów sterowania nawadnianiem gerbery miniaturowej 'Surabaja', uprawianej w pojemnikach (2 dm^3) na plon, jakość kwiatów oraz zużycie wody podczas 4-miesięcznego okresu uprawy. Kombinacje nawodnieniowe zróżnicowano następująco: I – kontrola (3 nawodnienia dziennie, niezależnie od przebiegu pogody), II – nawadnianie sterowane automatycznie przy ustalonym poziomie wilgotności podłoża (sonda pojemnościowa), III – nawadnianie sterowane automatycznie na podstawie ciągłego pomiaru masy 18 roślin (cała kombinacja ustawiona na wadze). Celem doświadczenia było opracowanie precyzyjnego sterowania nawadnianiem gerbery za pomocą prototypowego urządzenia wagowego, współpracującego ze sterownikiem nawodnieniowym. Skład pożywki nawozowej był identyczny we wszystkich kombinacjach (N 170, P 34, K 200, Mg 30, Ca 140 (mg/l) + mikroelementy). Automatyczne nawadnianie na podstawie pomiaru masy doniczek z roślinami powodowało uzależnienie dawek nawodnieniowych od zmiany warunków atmosferycznych, które wpływają na potrzeby wodne roślin (nasłonecznienie i temperatura). Gerbery nawadniane za pomocą systemu wagowego zużyły wprawdzie najwięcej wody w przeliczeniu na jedną roślinę, ale osiągnęły także najwyższy plon, a jej kwiaty charakteryzowały się najlepszą jakością (średnica i masa kwiatostanu). Najniższy plon kwiatostanów uzyskano w kombinacji kontrolnej – nawadnianej 3 razy dziennie niezależnie od warunków pogodowych. Stwierdzono

tu także okresowe „przelewanie" roślin i związany z tym wysoki dzienny drenaż oraz wzrost stężenia soli w podłożu.

Otrzymane wyniki wykazały dużą przydatność prototypowego systemu wagowego do sterowania nawadnianiem roślin uprawianych pod osłonami. Przy zastosowaniu systemu wagowego sumaryczne dawki wody były istotne zależne od nasłonecznienia i temperatury w szklarni (R^2 = 0,70). W przypadku sterowania nawadnianiem za pomocą czujnika pomiaru wilgotności tak silnej zależności pomiędzy dziennymi dawkami wody a nasłonecznieniem i temperaturą już nie stwierdzono (R^2 = 0,21).

Słowa kluczowe: *Gerbera*, kwiaty cięte, sterowanie nawadnianiem, drenaż, uprawy bezglebowe, ewapotranspiracja

Summary

The experiment concerning irrigation controlling of gerbera cultivated in containers was done in 2012. Usually gerbera plants cultivated for cut flower production are irrigated using drippers. Correct adjustment of plant fertigation of plants grown in pots (volume and frequency of application) strongly influenced physical and chemical paramertes of growing media, plant productivity, flower quality. The systems controlling irrigation should also have the possiblity to prevent excessive leaching of nutrient solution during the period when plants requirements decreased due to unfavorable weather conditions.

The aim of the experiment was to compare the effects of three methods of controlling irrigation on growth and flowering of gerbera 'Surabaja' cultivated in containers (2 dm^{-3}). The water consumption and leaching in each irragation treatment was also evaluated. Irrigation control systems were as follows: I – control (irrigation 3 times a day, irrespectively of weather conditions, II – automatically controlled irrigation, according to water sensor readings in growing medium), III - automatically controlled irrigation according continuous readings of plant weight (all plants placed on special balance connected with irrigation controller). The aim of the experiment was to evaluate the precise control of irrigation of gerbera plants using specially designed balance, according to plant requirements and environment changes in greenhouse (temperature, humidity, solar radiation). The nutrient solution was identical in all irrigation tratments: N 170, P 34, K 200, Mg 30, Ca 140 (mg/l) + microelements. The water consumption in III treatment (plants irrigated according to plant weight changes) was the highest, however this treatment gave the highest flower yield and the best flower quality (flower diameter and flower weight). The lowest yield gave plants in control treatment (I), (irrigated three times daily, irrespectively of weather conditions). In this treatment the periodical excessive watering was observed, resulted in high daily leaching of nutrient solution and increase of salinity in growing medium.

The obtained result showed that irrigation control system using specially designed balance connected to the computer gave very good results in gerbera cultivation. The daily water doses were strongly correlated with solar radiation and temperature in greenhouse (R^2 = 0,70). In case of treatment II – irrigation controlled with capacitance sensor, according to water content in growing medium, the correlation between water dose and climate parameters (solar radiation and temperature) was not so strong (R^2 = 0,21).

Key words: *Gerbera, cut flowers, irrigation controlling systems, irrigation sensors, soilles culture, ewapotranspiration*

WSTĘP

Gerbera należy do najpopularniejszych kwiatów uprawianych głównie na kwiaty cięte. W Polsce jest uprawiana na powierzchni około 90 ha, co daje jej 3 miejsce po różach i chryzantemach [Lisiecka, 2006]. Ze względu na dość wysokie wymagania termiczne (latem 20 – 25 ºC, zaś zimą 16-18 ºC w ciągu dnia) jest uprawiana tylko pod osłonami. Obecnie gerberę uprawia się przede wszystkim w pojemnikach, zawieszonych na specjalnych stelażach, co umożliwia zarówno eliminację potencjalnego wystąpienia chorób odglebowych jak również dobry dostęp światła, odpowiednią cyrkulację powietrza wokół roślin a przede wszystkim odpowiednią kontrolę nawadniania [Komosa, 1996; Van Labeke i Dambre 1998]. Gerbera jest rośliną o wysokich wymaganiach pokarmowych a jednocześnie o dużej wrażliwości na zasolenie [Ganege Don i in. 2010; Şirin 2011]. Z tego względu konieczne jest regularne nawożenie pożywką o dość niskim stężeniu soli mineralnych (fertygacja). Mała tolerancja gerbery na zalanie [Olivella i in. 2000] sprawia, że konieczne jest stosowanie podłoży o wysokiej porowatości i odpowiednich właściwościach powietrzno-wodnych [Nowak i Strojny 2003; Khalai i in. 2011; Mustapić-Karlić i in, 2012; Van Labeke i Dambre 1998]. Najczęściej stosuje się podłoża bezglebowe (głównie torf, perlit, włókno kokosowe, łuski ryżowe oraz mieszanki tych komponentów w różnych proporcjach. Rodzaj podłoża w istotny sposób może wpływać na plon i jakość gerbery [Paradiso i De Pascale, 2008; Syros i in. 2001]. Uprawa gerbery w pojemnikach w podłożu bezglebowym z odpowiednio dostosowaną częstotliwością nawadniania stwarza lepsze warunki do uprawy roślin a w związku z tym wyższe plony, lepszą jakość kwiatów i lepszą opłacalność uprawy w porównaniu do uprawy na zagonach [Grafiadellis i in. 2000]. Intensywna uprawa roślin w pojemnikach w małej objętości, zwykle o dużej porowatości stwarza konieczność umiejętnego sterowania nawadnianiem, dostosowanego do potrzeb roślin, fazy wzrostu oraz warunków klimatycznych w szklarni. By przeciwdziałać wzrostowi zasolenia w podłożu oraz gromadzenia się niektórych, wolniej pobieranych lub zbędnych składników mineralnych ilość pożywki dostarczanej roślinom jest zwykle większa niż rzeczywiste potrzeby, w związku z czym jej nadmiar jest odprowadzany jako drenaż. Prowadzi to do zanieczyszczenia środowiska oraz powoduje duże straty nawozów. Van Labeke i Dambre [1998] wykazali, że uprawa gerbery metodą zamkniętego obiegu pożywki prowadzi do 35% oszczędności nawozów. Wprowadzane ostatnio w Unii Europejskiej regulacje prawne dotyczące ochrony środowiska wskazują na konieczność redukcji ilości odprowadzanych wód drenarskich z intensywnych upraw ogrodniczych. Umiejętne sterowanie nawadnianiem roślin uprawianych w pojemnikach, jak najbardziej dostosowane do ich potrzeb oraz z uwzględnieniem zasad ochrony środowiska może być oparte na różnych parametrach. Oprócz zwykłego sterowania czasowego (jego efektywność zależy od doświadczenia ogrodnika) meto-

dy automatycznego sterowania nawadnianiem dzielą się na zależne od parametrów podłoża (pomiar wilgotności podłoża za pomocą tensjometru lub sondy pojemnościowej) oraz bazujące na parametrach klimatycznych w szklarni (nasłonecznienie, temperatura, wilgotność, ruch powietrza), które wpływają na ewapotranspirację [Bacci i in. 2008; Maloupa i in. 1993; Mascarini i in. 1001, Treder i in. 1997]. Ewapotranspiracja zależy również od parametrów dotyczących roślin np.: faza wzrostu, powierzchnia liści, potencjał wodny liści, a także rodzaj podłoża i rozmiar pojemników [Maloupa, i in. 1993]. Tsirogrannis i in. [2010] wskazują, że model sterowania nawadnianiem gerbery może komplikować fakt, że na tych roślinach okresowo usuwa się część starych lub uszkodzonych liści, co znacznie zmienia powierzchnię liści na roślinie a tym samym wpływa na ewapotranspirację. Na możliwość opracowania modeli sterujących nawadnianiem (wirtualne sensory) roślin uprawianych pod osłonami, w zależności od niemal wszystkich czynników zależnych od parametrów klimatycznych oraz od roślin wskazuje również Sanchez i in. [2012].

Celem doświadczenia było określenie przydatności systemu wagowego (mierzącego dynamiczne zmiany masy roślin umieszczonych na wadze wraz ze stelażem) do automatycznego sterowania nawadnianiem gerbery w porównaniu do sterowania za pomocą pomiaru wilgotności podłoża.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie prowadzono w okresie od maja do października 2012, w szklarni wyposażonej w automatyczny monitoring parametrów klimatycznych (system Priva), w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach. Sadzonki gerbery miniaturowej ‘Surabaja’ pochodzące z profesjonalnego gospodarstwa zajmującego się produkcja sadzonek posadzono 10 maja 2012 roku do pojemników (2 dm^3) w podłoże Kronen Klasmann Coarse. Pojemniki z roślinami umieszczono na specjalnym stelażach umożliwiających zbieranie wód drenarskich (przelewu). Rośliny nawadniane były kroplowo za pomocą 2 litrowych kroplowników typu CNL (Netafim). Zastosowano trzy kombinacje sterowania nawadnianiem:

I – Kontrola - 3 nawodnienia dziennie (niezależnie od przebiegu pogody)

II – Nawadnianie sterowane automatycznie przy ustalonym poziomie wilgotności podłoża (sonda pojemnościowa ECH_2O-10 (Decagon Devices, USA).

III – Nawadnianie sterowane automatycznie na podstawie pomiaru masy 18 roślin – cala kombinacja ustawiona na wadze.

Wielkość dawki nawodnieniowej zależała od czasu trwania nawadniania. Czas pojedynczego nawadniania wynosił od 1 do 2 minut w zależności od fazy wzrostu roślin i był identyczny we wszystkich kombinacjach. Do nawożenia zastosowano pożywkę o składzie: N 170, P 34, K 200, Mg 30, Ca 140 (mg/l) + mikroelementy, przygotowaną z nawozów: Kristalon Czerwony (12:12:36),

saletra wapniowa, saletra amonowa, saletra magnezowa. Pożywkę zakwaszano w miarę potrzeby kwasem fosforowym do poziomu 5,8-6,0. Końcową ocenę wzrostu i plonowania roślin wykonano po 4 miesiącach od rozpoczęcia kwitnienia roślin. Dane dotyczące zmian wilgotności podłoża (kombinacja II) oraz masy roślin (kombinacja III) gromadzono w komputerze klasy PC współpracującym ze sterownikiem nawodnieniowym. Nawadniane rozpoczynało się, jeśli poziom wilgotności podłoża spadł poniżej zadanego poziomu (kombinacja II) lub przy spełnieniu dwóch warunków przy systemie z wagą: a) masa uprawy jest niższa od zadanego poziomu minimalnego. b) sterownik nawodnieniowy ma zaprogramowany start nawadniania. Sterowanie przy użyciu wagi pozwalało na automatyczną regulację częstotliwości nawadniania w zależności od zmieniających się warunków pogodowych a przez to i potrzeb wodnych roślin.

Podczas trwania doświadczenia określano w odstępach tygodniowych plon kwiatostanów, zaś ich jakość określano mierząc masę, długość szypuł i średnicę kwiatostanów. Ocenę plonu przeprowadzono w okresie od 26 do 41 tygodnia roku. Codziennie mierzono wielkość przelewu z każdej kombinacji zaś okresowo kontrolowano zasolenie i pH podłoża. W każdej kombinacji było 36 roślin, każda roślina była traktowana jako powtórzenie. Przebieg kwitnienia w poszczególnych tygodniach, parametry jakościowe kwiatostanów oraz dzienne dawki nawozów i radiacji w szklarni przedstawiono graficznie zaś sumaryczną wielkość plonu, długość szypuł i średnice kwiatostanów w poszczególnych kombinacjach oceniono za pomocą analizy wariancji przy p = 0,05%.

WYNIKI I DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wskazują, że sposób sterowania nawadnianiem wpływa na plonowanie gerbery (tab. 1). Sterowanie nawadnianiem za pomocą testowanego automatycznego systemu wagowego spowodowało, że plon kwiatów w tej kombinacji był wyższy odpowiednio o 19 i 9% w stosunku do roślin w kombinacji I - kontrolnej (3 nawadnianie dziennie niezależnie od warunków klimatycznych) i kombinacji II - nawadnianej według wskazań czujnika wilgotności.

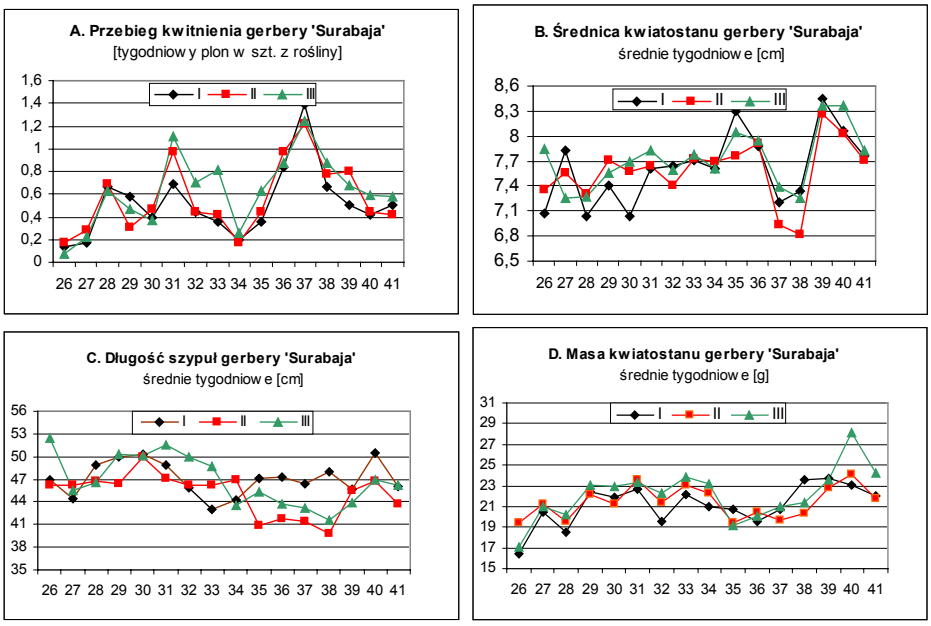
Tabela. 1. Plon kwiatostanów gerbery ‘Surabaja’ oraz jego parametry uzyskane w okresie 16 tygodni uprawy, przy zróżnicowanym systemie sposobu nawadniania
Table.1. Flower yield and their parameters of gerbera ‘Surabaja’, obtained during 16 weeks of cultivation as affected by irrigation controlling system

Parametr	Kombinacje		
	I	II	III
Liczba kwiatów (szt./roślinę)	8,3 a	9,0 a	9,9 b
Długość szypuł	47,4 b	44,6 a	46,8 b
Średnica kwiatostanu	7,5 a	7,6 a	7,8 b
Masa kwiatostanów	21,2 a	21,2 a	22,2 b

Najkrótsze szypuły (44,6 cm) miały kwiatostany w kombinacji II, zaś długość szypuł w kombinacji I (kontrolnej) i III (nawadnianie sterowane wagą nie różniła się istotnie i wynosiła 47, 4 i 46,8 cm, odpowiedni w kombinacji I i III. Średnica kwiatostanów wynosiła od 7,6 d 7,8 cm i była największa w kombinacji III. Nie są to wartości wysokie, ale należy pamiętać, że doświadczenie prowadzono na odmianie gerbery miniaturowej (o małej średnicy koszyczków kwiatostanowych). Wpływ zróżnicowanej częstotliwości nawadniania na plon i jakość kwiatostanów gerbery wykazali również Maloupa i in. [1993] oraz Velázquez i in. [2012]. Wielu autorów wskazuje na konieczność dopasowania częstotliwości nawadniania do ewapotranspiracji roślin mierzonej bezpośrednio lub poprzez wyznaczanie współczynników ewapotranspiracji dla gerbery K_c oraz wykorzystania współczynnika LAI (stosunek powierzchni liści do powierzchni uprawy) [Bacci i in. 2008; Schmidt i Excharchou, 2000; Tsirogiannis i in. 2010]. Olivella i in. [2000] wskazują, że z powodu dużej wrażliwości gerbery na brak tlenu w podłożu podczas uprawy („zalanie" systemu korzeniowego) szczególne znaczenie ma dobór porowatego podłoża, o dużej pojemności wodnej oraz nawadnianie roślin często ale małymi dawkami. Niektórzy wskazują jednak, że częste nawadnianie małymi dawkami, z małą ilością drenażu może powodować gorsze plonowanie gerbery. Tsirogiannis i in. [2010] uprawiając gerberę w tufie wulkanicznym i nawadniając identycznymi dobowymi dawkami pożywki jednocześnie różnicował częstotliwość nawadniania stosując dwa razy częściej nawadnianie małymi dawkami (50 ml/pojemnik), w porównaniu do nawadniania dużymi dawkami (po 100 ml/pojemnik). Uzyskał porównywalny plon kwiatostanów w obydwu kombinacjach jednakże średnica kwiatostanów analizowana w czasie trwania uprawy wskazywała na tendencję do silniejszego drobnienia kwiatostanów w kombinacji nawadnianie częściej małymi dawkami. Być może wynikało to z większego zasolenia podłoża w kombinacji nawadnianej często małymi dawkami pożywki nawozowej.

Wyniki uzyskane na gerberze 'Surabaja' wskazują, że regularne nawadnianie czasowe stałymi dawkami (niezależne od przebiegu pogody) wpłynęło na obniżenie wielkości i jakości plonu kwiatów. Stwierdzono tu także okresowe „przelewanie" roślin, czego konsekwencją był wysoki dzienny drenaż (rys. 3) oraz wzrost stężenia soli w podłożu. Sumaryczny drenaż kombinacji I - to 22,93 mm, II – 20,15 mm i III – 9,46 mm. W przypadku, gdy szklarnia produkcyjna nie jest wyposażona w system zamkniętego obiegu pożywki wody drenarskie odprowadzane są do środowiska naturalnego – powodując jego degradację. Gerbery nawadniane za pomocą systemu wagowego zużyły wprawdzie najwięcej wody w przeliczeniu na jedną roślinę, ale osiągnęły także najwyższy plon, a jej kwiaty charakteryzowały się najwyższą jakością wyrażoną jako: długość szypuły, średnica i masa kwiatostanu.

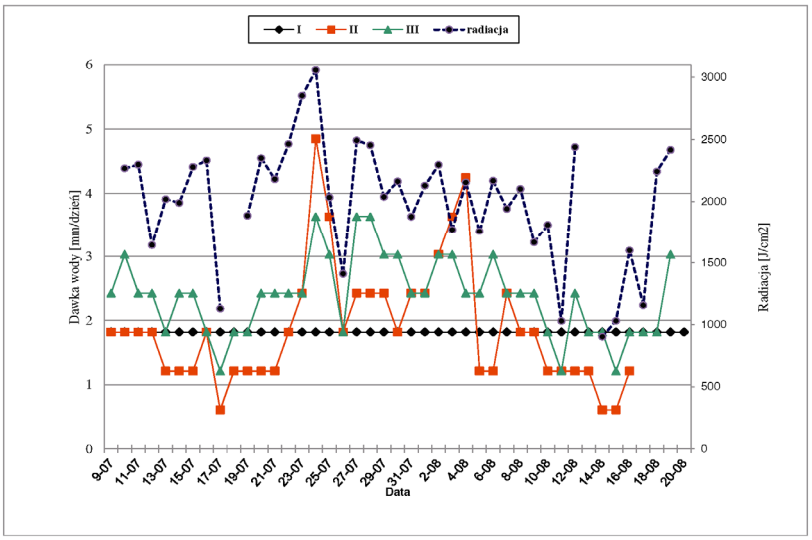
Niezależnie od sposobu sterowania nawadnianiem przebieg kwitnienia w poszczególnych tygodniach oraz parametry jakościowe kwiatostanów wykazywały podobną tendencję (rys. 1 A, B, C i D).



Rysunek 1. Wpływ sposobu sterowania nawadnianiem na parametry kwitnienia gerbery analizowane w okresie od 26 do 41 tygodnia (VI-X 2012), A. Plon kwiatostanów, B. Długość szypuł, C. Średnica kwiatostanu, D. Masa kwiatostanu; symbole I II i III oznaczają odpowiednio: sterowanie czasowe (3 nawadniania dziennie), sterowanie czujnikiem, sterowanie wagą

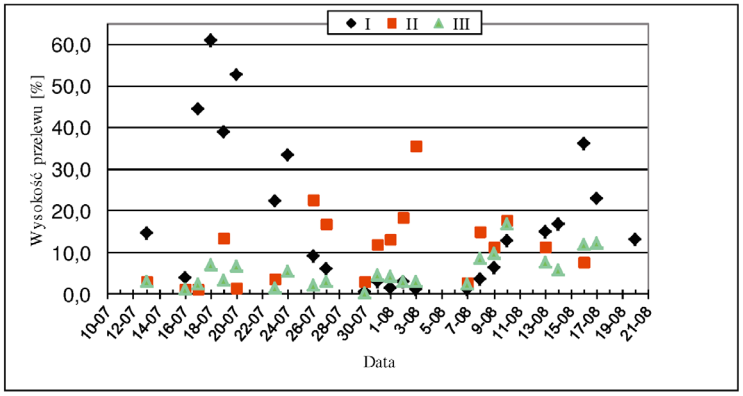
Figure 1. The influence of irrigation controlling metod on flowering parameters of gerbera analyzed between 26 to 41 week of the year (VI-X 2012); A. Flower yield, B. Peduncle length, C. Flower diameter, D. Flower weight; Symbols I, II, III means respectively: irrigation control based on time (3 irrigation per day); based on capacitance sensor readings, based on plant weight changes

Zaobserwowano, że w okresie pomiędzy 36 a 38 tygodniem roku wzrastał średni tygodniowy plon z rośliny (rys. 1A) i jednocześnie zmniejszała się średnica kwiatostanów (rys. 1C) w analizowanych kombinacjach. W doświadczeniu wykazano związek pomiędzy dobowymi dawkami wody oraz radiacją (z wyjątkiem oczywiście kombinacji I nawadnianej stałą dawką, niezależnie od warunków pogodowych), oraz wilgotności podłoża (rys. 2). Otrzymane wyniki wykazały dużą przydatność prototypowego systemu wagowego połączonego ze sterownikiem nawodnieniowym do sterowania nawadnianiem roślin uprawianych pod osłonami. Przy zastosowaniu systemu wagowego sumaryczne dawki pożywki nawozowej były istotne zależne od nasłonecznienia i temperatury w szklarni ($R^2 = 0,70$). W przypadku sterowania nawadnianiem za pomocą czujnika pomiaru wilgotności tak silnej zależności pomiędzy dziennymi dawkami a nasłonecznieniem i temperaturą już nie stwierdzono ($R^2 = 0,21$).



Rysunek 2. Dawki wody [mm] w poszczególnych kombinacjach. Symbole I II i III oznaczają odpowiednio: sterowanie czasowe (3 nawadniania dziennie), sterowanie czujnikiem, sterowanie wagą

Figure 2. Water doses in each irrigation controlling method during the period between 9.07-20.08. 2012. Symbols I, II, III means respectively: irrigation control based on time (3 irrigation per day); based on capacitance sensor readings, based on plant weight changes (balance)



Rysunek 3. Dobowa wielkość przelewu [%] w poszczególnych kombinacjach. Symbole I, II i III oznaczają odpowiednio: sterowanie czasowe (3 nawadniania dziennie), sterowanie czujnikiem wilgotności, sterowanie wagą

Figure 3. Daily drainage [%] in each irrigation treatments. Symbols I, II, III means respectively: irrigation control based on time (3 irrigation per day); based capacitance sensor readings, based on plant weight changes (balance)

WNIOSKI

1. Wyższym plonem i lepszą jakością kwiatostanów cechowały się gerbery uprawiane w kombinacji z wagowym system sterowania nawadnianiem.

2. Nawadnianie oparte wyłącznie o sterowanie czasowe może prowadzić do okresowo nadmiernego nawadniania, dużych strat wody i nawozów oraz niekorzystnych warunków w strefie korzeniowej a w efekcie pogorszyć plon i jakość kwiatów.

3. Sterowanie nawadnianiem w oparciu o ciągły pomiar masy roślin uwzględnia dynamiczne zmiany ewapotranspiracji w zależności od warunków klimatycznych w szklarni, pozwala szybko reagować na zmiany w zapotrzebowaniu roślin na wodę i jednocześnie pozwala na ograniczenie ilości drenażu a tym samym strat wody i nawozów.

4. Systemy nawaniania, które prowadzą do ograniczenia ilości drenażu powinny mieć dobrze zbilansowaną pożywkę nawozową, dostosowaną do zapotrzebowania roślin.

5. Niezależnie od sposobu sterowania nawadnianiem konieczna jest częsta kontrola parametrów drenażu (pH i EC) oraz jego ilości a także kontrola zasolenia podłoża.

BIBILOGRAFIA

Bacci L., Battista P., Rapi B. *An integrated method for irrigation scheduling of potted plants.* Scientia Horticulturae 116. 2008, s. 89–97.

Ganege Don K.K., Xia Y. P., Zhu Z., Le Ch., Wijeratne A. W. 2010. *Some deleterious effects of long-term salt stress on growth, nutrition, and physiology of gerbera (Gerbera jamesoni L.) and potential indicator of its salt tolerance.* J. of Plant Nutrition, 33:13, s. 2010-2027

Grafiadellis I., Mattas K., Maloupa E., Tzouramani I., Galanopoulos K. *An Economic Analysis of Soilless Culture in Gerbera Production*. HORTSCIENCE 35(2). 2000, s.300–303.

Khalaj, M. A. Amiri M. Sindhu S.S. *Study on the Effect of Different Growing Media on the Growth and Yield of Gerbera (Gerbera jamesonii L.)*. Journal of Ornamental and Horticultural Plants, 1(3), 2011, s. 185-189.

Komosa A. *Nowości w nawożeniu gerbery*. Materiały z konferencji naukowej „Zmiany w technologii uprawy gerbery". Skierniewice, 28.11.1996, ISiK w Skierniewicach. 1996, s. 19-23.

Lisiecka A. '*Gerbera*', rozdz. w "*Kwiaty cięte uprawiane pod osłonami*". PWRiL. 2006, s. 111-126.

Maloupa, E., Papadopoulos, A. Bladenopoulou, S. *Evapotranspiration and preliminary crop coefficient of gerbera soilless culture grown in plastic greenhouse*. Acta Hort. 335. 1993. s. 519-526

Mascarini, L., Delfino, O.S. and Vilella, F. 2001. *Evapotranspiration of two Gerbera jamesoni cultivars in hydroponics: Adjustment of models for greenhouses.* Acta Hort. 554, 2001, s. 261-270

Mustapić-Karlić J., Teklić T., Paradiković N., Vinković T., Lisjak M., Špoljarević M. *The effect of light regime and substrate on flower productivity and leaf mineral composition in two gerbera cultivars.* Journal of Plant Nutrition, 35:11, 2012, s. 1671-1682.

Nowak, J.S. Strojny Z. *Effect of different container media on the growth of gerbera*. Acta Hort., 608, 2003, s. 59-63.

Olivella C., Biel C., Vendrell M., Savé R. *Hormonal and Physiological Responses of Gerbera jamesonii to Flooding Stress.* HortScience. 35(2), 2000, s. 222–225.

Paradiso, R. De Pascale, S. *Effects of coco fibre addition to perlite on growth and yield of cut gerbera*. Acta Hort. 779. 2008, s. 529-534

Sanchez J. A. Rodrıguez F., Guzman J. L. Arahal M. R. *Virtual Sensors for Designing Irrigation Controllers in Greenhouses*. Sensors 12. 2012, s. 15244-15266.

Schmidt, U. Exarchou, E. *Controlling of irrigation sytems of of greenhouse plants by using measured transpiration sum*. Acta Hort. 537. 2000, 487-494.

Şirin U. *Effects of different nutrient solution formulations on yield and cut flower quality of gerbera (Gerbera jamesonii) grown in soilless culture system.* African J. of Agric. Research Vol. 6(21), 2011. s. 4910-4919.

Syros T., Economou A., Exarchou E., Schmidt U. *Flower and growth evaluation of gerbera cultivated on perlite in an open hydroponic system*. Acta Hort. 548. 2001, 625-630.

Treder, J., Matysiak, B., Nowak, J., Treder, W., *Evapotranspiration and potted plants water requirements as affected by environmental factors*. Acta Hort. 449, 1997, s. 235–239.

Tsirogiannis I., Katsoulas N., Kittas C. *Effect of irrigation scheduling on gerbera flower yield and quality*. HortScience 45(2), 2010, s. 265–270.

Van Labeke M.-Ch. Dambre P. 1998. *Gerbera cultivation on coir with recirculation of the nutrient solution: a comparison with rockwool culture*. Acta Hort 458. 1998, s. 357-362.

Velázquez, R., Martínez, M., Bartolomé, T., Coleto, J.M., Rodrigo, S., Honorio, F., Poblaciones, M.J., García, A. 2012. *Effects of different irrigation and crop year on Gerbera jamesonni production in substrate.* Acta Hort. 937, 2012, s. 519-524

Dr hab. Jadwiga Treder
Prof. dr hab. Waldemar Treder
Dr Krzysztof Klamkowski
Mgr Anna Borkowska
Mgr Anna Tryngiel Gać
Instytut Ogrodnictwa
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3
96-100 Skierniewice
tel. 468345551,
e-mail: jadwiga.treder@inhort.pl