



OCENA NAWADNIANIA KROPCOWEGO W UPRAWIE POMIDORA SZKLARNIOWEGO W WARUNKACH PRODUKCYJNYCH

Daniel Liberacki, Piotr Stachowski, Paweł Kozaczyk
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

EVALUATION DRIP IRRIGATION IN THE CULTIVATION OF TOMATO GREENHOUSE IN THE CONDITIONS OF PRODUCTION

Streszczenie

Celem pracy była ocena nawodnienia kropkowego w uprawie pomidora, prowadzonego w szklarniach jako najbardziej ekonomicznego i powszechnie stosowanego systemu nawodnień. Obiektem badań było gospodarstwo ogrodnicze o powierzchni 2 ha, położone 20 km od Kalisza w miejscowości Szczytniki.

W gospodarstwie zastosowano nawadnianie kropkowe uprawy pomidora w ilości 50000 roślin. Wybrany sposób nawadniania spowodował skrócenie czasu pracy, zmniejszenie nakładów na jednostkę produkcji oraz wzrost wydajności pracy. Uprawa pomidora odbywała się na węglinie mineralnej, dlatego niezbędne stało się systematyczne nawadnianie powiązane z dozowaniem roztworów, w których zawartość składników pokarmowych wymaga dostosowania do określonej fazy wzrostu rośliny z uwzględnieniem indywidualnych wymagań odmiany.

Słowa kluczowe: szklarnie, uprawa i nawadnianie kropkowe pomidora

Abstract

Aim of this study was to evaluate the drip irrigation based on tomato crops in greenhouses carried out as the most economical and widely used irrigation system. The object of the study was a horticultural farm with an area of 2 hectares, which is located 20 km from Kalisz town, close to Szczytniki village, near the Kalisz – Łódź route. A drip irrigation system intended to irrigate 50,000 plants is used in the farm. This system is the best tomato irrigation system currently available on the market. It reduces the operating time resulting in reduction of expenditures per unit of output and labour productivity growth. On the farm tomato cultivation is carried out on mineral wool, which makes necessity of systematically irrigation associated with dispensing solutions, where the nutrient content needs to be adapted to a particular stage of the crop, considering individual needs variety.

Key words: greenhouses, tomato growing and drip irrigation.

WSTĘP

W ostatnich latach uprawa pomidorów pod osłonami stała się ważną częścią produkcji warzyw w Polsce. W roku 2010 uprawa warzyw pod osłonami osiągnęła 4891 ha w 12463 gospodarstwach. Jest znamienne, że w 6191 gospodarstwach produkowano pomidory. W roku 2012 areał ten zwiększył się do 2300 ha. Łącznie wyprodukowano 435 tys. ton pomidorów, co klasyfikuje Polskę na 5 miejscu w UE (Maciejuk 2013).

Popyt na pomidory powoduje podjęcie intensyfikacji produkcji poprzez stworzenie w ogrodnictwie nowoczesnych metod melioracyjnych i hodowlanych (Szafranski i in. 1998, Bykowski i in. 2003). Wymusza to stworzenie jak najkorzystniejszych warunków zapewniających uzyskanie wysokich plonów przy jak najniższych wydatkach (Rutkowski i Wojciech 2008). Jednym ze sposobów na obniżenie kosztów produkcji może być oszczędne i precyzyjne gospodarowanie wodą oraz wykorzystanie nawozów mineralnych, stosując nawożenie razem z nawadnianiem kropłowym (Pacholak i in. 1995, Rzekanowski i in. 2001, Wichrowska i in. 2007). Obecnie jest ono najbardziej ekonomicznym systemem nawadniania pomidorów, dostępnym na rynku (Jeznach 2009). System ten skraca czas pracy powodując zmniejszenie nakładów na jednostkę produkcji. System kropłowy nawadniania nie powoduje zwilżania całych roślin, woda jest podawana tylko w strefie korzenia, co w efekcie zmniejsza ryzyko porażenia roślin przez choroby grzybowe i bakteryjne. Możliwość powolnego nawadniania pozwala na utrzymanie stałej, optymalnej wilgotności podłoża, co przyczynia się do wzrostu i poprawy jakości owoców. Istotną zaletą tego systemu jest również moż-

liwość pełnego zautomatyzowania procesu nawadniania i połączenia go z nawożeniem roślin składnikami pokarmowymi. Dzięki stosowanemu nawodnieniu istnieje możliwość bezpośredniego podania środków ochrony roślin w strefie korzeniowej, co jest szczególnie przyjazne środowisku ze względu na bardzo dobre ich wykorzystanie i bardzo niskie emisje do środowiska. System zapewnia równomierny rozdział wody na wszystkie rośliny w tym samym czasie. Koszt założenia takiego systemu nawodnieniowego bardzo szybko się zwraca. Wadą jest wymagana czysta woda, nie zawierająca soli żelaza i zanieczyszczeń mechanicznych, gdyż mogą one powodować zatykanie emiterów. Niekorzystnym zjawiskiem jest również ograniczony rozwój systemu korzeniowego roślin, który odbywa się jedynie w niewielkiej odległości od kropłownika.

CEL, PRZEDMIOT I METODYKA BADAŃ

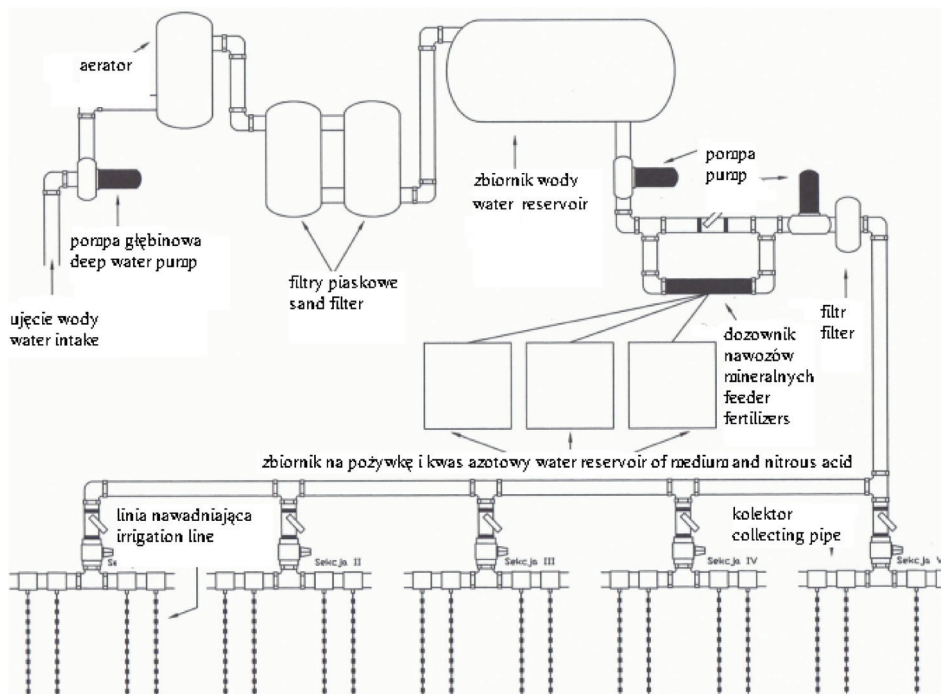
Celem pracy jest ocena zastosowanego nawadniania kropłowego w uprawie pomidora, prowadzonej w szklarni zblokowanej typu Venlo. Badania prowadzono w indywidualnym gospodarstwie ogrodniczym o powierzchni 2 ha (50000 roślin), położonym w miejscowości Szczytniki. W badanym gospodarstwie prowadzono uprawę pomidora odmiany `Sandoline`.

W gospodarstwie po raz pierwszy testowano odmianę `Sandoline F1`, która w porównaniu z wcześniejszymi uprawami np. `Brooklyn F1`, lepiej plonowała, co zdecydowało o jej zastosowaniu i opłacalności. Zachętą do zastosowania uprawy pomidora odmiany `Sandoline F1` był również fakt, że zbiór wcześniejszych odmian odbywał się w połowie lipca, gdy duży wysyp pomidorów i ceny drastycznie spadały. Odmiana `Sandoline F1` pozwala rozpocząć zbiór o 2 tygodnie wcześniej (w czerwcu). Nie bez znaczenia w tej odmianie było bardzo dobra (aż do końca uprawy) duża wielkość owoców w poszczególnych gronach. Cenną cechą tej odmiany jest również odporność jej na nicienie i brunatną plamistość liści, dzięki czemu bez dużego ryzyka można ją sadzić na stanowiskach, na których wcześniej już uprawiano pomidory. Do pozytywnych cech tej odmiany można także zaliczyć: silny wigor, dobry balans genetyczno-wegetacyjny, dobre wiązanie owoców, regularnie prowadzenie w 10 lub 11 gronach. Owoce mają masę od 160 do 180 g o barwie intensywnie czerwonej, okrągły kształt, są twarde i długo zachowują jakość handlową. Pomidory wysadzone zostały na welnie mineralnej, a grunt przykryto białą folią. Pomidory posadzono systemem pasowo rzędownym. Między roślinami pozostawiono pas o szerokości 1,0 m. Odległość między roślinami w rzędach wynosiła 0,4 m, a ilość wysadzonych roślin wynosiła 2,5 sztuk na 1 m² powierzchni.

Źródłem wody do nawadniania była studnia głębinowa o głębokości 120 m. W celu usunięcia nadmiaru żelaza z wody został zastosowany aerator ciśnieniowy o wydajności 4 m³·h⁻¹, który wprowadza sprężone powietrze do wody

w postaci drobnych pęcherzyków. Napowietrzona woda podawana była do zbiornika zwanego odżelaziaczem, gdzie żelazo zostało wytrącone i pozostawiało na złożach piasku. Po zakończonym procesie uzdatniania, oczyszczona woda tłoczona była do zbiornika o pojemności 60 m³, a następnie napełniła zbiornik przy mikserze nawozowym (rys. 1).

Ponieważ w gospodarstwie uprawa pomidora odbywa się na wleńie mineralnej, dlatego niezbędne jest systematyczne nawadnianie powiązane z dozowaniem roztworów pożywek, w których zawartość składników pokarmowych wymaga dostosowania do określonej fazy wzrostu rośliny, z uwzględnieniem indywidualnych wymagań odmiany. Pożywka przygotowywana była „ręcznie”. Przy przygotowywaniu stężonych roztworów nie można było razem łączyć związków wapnia z fosforanami i siarczanami, ze względu na wytwarzanie się nierozpuszczalnych soli w wodzie, które przyczyniały się do zatykania filtrów i emiterów (Blaine 2005). Aby ograniczyć wytrącanie tych związków, pożywki przygotowano w dwóch osobnych zbiornikach. W jednym zbiorniku umieszczono sole wapienne, natomiast w drugim zbiorniku umieszczono związki fosforu i siarczany.



Rysunek 1. Schemat instalacji nawadniania kropowego w gospodarstwie
Figure. 1. Scheme of drip irrigation in household

Częstotliwość nawodnień oraz czas ich trwania w gospodarstwie regulowały urządzenia sterujące, np. sterowniki czasowe, tensometry i maty startowe. Sterowniki czasowe dzięki mechanizmowi zegarowemu umożliwiły zaprogramowanie terminów i czasu podawania pożywki, niezależnie od warunków termicznych i wilgotnościowych. Była także możliwość wprowadzenia ustawień pracy za pomocą maty startowej lub czujnika światła, które regulowały nawadnianiem w oparciu o aktualną pojemność wodną podłoża. W zbiorniku przy mikserze nawozowym mieszała się woda z pożywką nawozów mineralnych. Ilość wody była regulowana za pomocą pływaka oraz elektrozaworów. Powstała pożywka została podana za pomocą pompy do filtra dyskowego, a następnie wraz z pożywką podawana była do systemu rur, które rozprowadzały ją na poszczególne szklarnie. System nawadniania w gospodarstwie podzielono na 5 sekcji, w każdej z nich jest po 10.000 roślin. Woda z rur rozprowadzających tłoczona była do kolektorów podłączonych z liniami kropłującymi, które ułożone były wzdłuż rzędów roślin.

W gospodarstwie zastosowano linie kropłujące z kroploownikami i turbulentnym przepływem wody, kompensacją ciśnienia, która zapewnia uzyskanie samoczynnej regulacji przepływu wody oraz równomiernego jej wydatku na całej długości ciągu. Do linii kropłujących podłączone są kroploowniki PC Dripper firmy Irriga, które doprowadzają wodę, połączoną z pożywką do wełny mineralnej w zasięgu korzenia rośliny.

Przy sterowania częstotliwością i liczbą załączeń instalacji dozującej pożywkę wykorzystywano:

- pomiar temperatury liści (system dozujący wodę w zależności od temperatury liści ustalał częstotliwość i intensywność dawki nawodnieniowej),
- matę startową (mata zainstalowana w środku obiektu, w zależności od masy roślin i poziomu pożywki w pojemniku sterowała parametrami dozowania świeżej pożywki roślinom, sterowanie za pomocą maty startowej odbywało się w oparciu o poziom dwóch czujników regulujących poziom pożywki w pojemniku),
- sumę energii promieniowania słonecznego, pyranometr umieszczono na zewnątrz budynku, mierzył sumę energii promieniowania słonecznego (Kurpaska 2007).

Zastosowanie automatyki w produkcji ogrodniczej gospodarstwa przyniosło wymierne korzyści w postaci zwiększonej efektywności i jakości pomidorów, oszczędności czasu pracy i energii oraz poprawiło komfort użytkownika szklarni.

Kontrola przelewu i zasolenia w matach (podłożu, w którym uprawiano pomidory) odbywała się w godzinach rannych, przed rozpoczęciem nawadniania. Zasolenie mierzone było ecemetrem i polegało na pobraniu małej ilości wody z tzw. „przelewu” do miernika i odczytu wyniku. Codzienna kontrola EC była bardzo ważnym elementem w prawidłowym wzroście i rozwoju uprawy pomidora. Rosnący poziom EC wskazywał na przesychnienie podłoża lub

świadczył o nadmiernym nagromadzeniu składników w podłożu. Utrzymanie wysokiego stężenia soli przez dłuższy czas mogło powodować uszkodzenie korzeni. Natomiast za niski poziom EC świadczył o nadmiernym nawilgoceniu podłoża lub za małej ilości podawanych składników w stosunku do wymagań pokarmowych roślin.

WYNIKI BADAŃ

Uprawa pomidora w rozpatrywanym gospodarstwie odbywała się w cyklu od połowy stycznia do końca września. Prowadzona była na wełnie mineralnej o pojemności wodnej ok. 90 % objętości, o odczynie obojętnym zawierającym śladową zawartość składników pokarmowych. Średni plon pomidora w badanym gospodarstwie zmieniał się od 35 do 50 kg·m⁻². Uzyskany plon był podobny do otrzymanego przez Chudzika (2002, 2009) na poziomie ok. 44 kg·m⁻², prowadzącego uprawę na podłożu z wełny mineralnej.

Wymagania wodne pomidora są wysokie, gdyż system korzeniowy jest dobrze rozwinięty. Zapotrzebowanie na wodę wzrasta od chwili wiązania owoców i jest największe w okresie pełnego owocowania, co potwierdzają badania Kołoty i Osińskiej (2000) oraz Wysockiej-Owczarek (1998).

Na kondycję roślin oraz zapotrzebowanie w wodę bardzo duży wpływ mają również warunki pogodowe oraz świetlne. Początek prowadzonych badań (styczeń) charakteryzował się bardzo małym natężeniem słonecznym. Ze względu na deficyt światła oraz początkową fazę wzrostu pomidorów w uprawie wykorzystano od 100 do 200 ml wody na dobę (tab. 1).

Tabela 1. Zapotrzebowanie na wodę pomidorów w różnych okresach wzrostu i plonowania (Wysocka-Owczarek 1998)

Table 1. The demand for water of tomatoes in different periods of growth and yield

Okres uprawy	Przybliżone zapotrzebowanie pożywki
Ustawianie roślin na matach	Jednorazowa dawka ~ 200ml
Ustawianie roślin w otworach	Zapotrzebowanie dzienne 0,6÷1,0 l na roślinę
Okres kwitnienia od 1 do 3 grona	Zapotrzebowanie dzienne 0,8÷1,2 l na roślinę
Okres od 3 do 5 grona	Zapotrzebowanie dzienne 1,8÷2,5 l na roślinę
Początek plonowania	Zapotrzebowanie dzienne 1,8÷2,5 l na roślinę
Pełnia plonowania	Zapotrzebowanie dzienne 2,5÷3,5 l na roślinę

Od lutego do kwietnia natężenie światła wzrosło, powodując wzrost zapotrzebowania uprawy w wodę w ilości od 0,5 l do 1,5 l na roślinę. Rośliny w tym czasie były w pełni wzrostu i owocowania, potrzebowały ciągłego, systematycznego nawadniania. W tym okresie zastosowano dawkę nawodnieniową w ilości

od 2,6 l do 2,8 l wody na roślinę. W miesiącach letnich: od czerwca do sierpnia, mimo długiego dnia widoczny był znaczny spadek natężenia słonecznego i zapotrzebowania wody (około 1,3 l wody na roślinę).

Przed wstawieniem roślin na podłoże mineralne, zalewano pożywką o wartości EC 3,0. Podłoże zostało nasączone roztworem pożywki w ilości $3 \div 3,5$ l na roślinę. Po wstawieniu roślin w otwory, w celu dobrego ich ukorzenia (wywołanie czynnika stresogennego) stosowano nawadnianie w ilości ok. 100 ml na roślinę przez okres 10 dni. Wraz ze wzrostem rośliny zwiększano dawkę podlewania.

Pomidor wykazuje również dużą wrażliwość na nadmiar wody w glebie. Zbyt duża wilgotność gleby powoduje warunki beztlenowe, co prowadzi do zniszczenia systemu korzeniowego, wędnięcia i żółknięcia liści oraz hamuje dalsze kwitnienie i owocowanie. Zależnie od nasłonecznienia, różny jest czas nawadniania i częstotliwość dozowania pożywki. Korzystniejsze jest dla wzrostu roślin kilkakrotne dozowanie pożywki w ciągu dnia. W początkowym okresie rozwoju jednorazowa dawka pożywki może być większa przy mniejszej częstotliwości, a w późniejszym okresie zmniejsza się ilość podawanej pożywki w jednym cyklu, a zwiększa się ilość cykli. Wraz ze wzrostem rośliny i nasłonecznienia ilość i częstotliwość pożywki wzrasta (Wysocka-Owczarek 1998). Starano się prowadzić taki cykl nawodnieniowy i stosowanie cykli równych 4-6% objętości podłoża aby zapewnić resaturację maty i drenaż w odpowiednim momencie. Średni poziom nawadniania podłoża utrzymywano na poziomie $7,5 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}$. Nawadnianie cyklami stanowiącymi 4% objętości podłoża wynosiło $300 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}$, to znaczy 120 ml na emiter-kropłownik, przy założeniu 2,5 emitera na 1 m^2 .

W okresie zimowym (styczeń-marzec), w czasie pochmurnej pogody zastosowano dawkę w ilości od 0,2 do 1,0 l na roślinę / na dobę. Dawkę zwiększono do 2,0 l w czasie słonecznej pogody. Latem, w okresie pełni zbiorów okresowo nawadniano częściej, a ilość podanej wody w ciągu doby wynosiła od $2,5 \div 3,5$ l na roślinę.

Przy słonecznej i suchej pogodzie, dawkę wody okresowo zwiększono nawet do 4 l na roślinę w okresie, w którym roślina posiadała od $16 \div 18$ dużych wyrośniętych liści.

W fazie wzrostu zapotrzebowanie pomidora w wodę jest najmniejsze. Wraz ze wzrostem i rozwojem oraz dłuższym dniem, czyli pojawieniem się większego promieniowania słonecznego rośliny potrzebowały więcej wody w ilości od 1,5 do 1,7 l (tab. 2).

W drugiej fazie wzrostu od kwietnia do lipca zapotrzebowanie na wodę wynosiło 262 l/roślinę.

W pełni okresu owocowania i zbiorów zastosowana średnia ilość wody na roślinę w ciągu doby wynosiła 2,5 l (tab. 3).

Tabela 2. Zastosowanie dawki wody w pierwszej fazie wzrostu
Table 2. Application of water intake in the first phase of growth

Miesiąc	Średnia ilość wody na roślinę w ciągu doby	Średnia ilość wody na roślinę w ciągu miesiąca	Średnia radiacja Miesiąca J·cm ⁻²
druga połowa stycznia	0,2 l/roślinę	3,0 l+3,0 l (pożywka czerpana z podłoża) =6,0 l/roślinę	280
luty	0,5 l/roślinę	14 l/roślinę	650
marzec	1,0 l/roślinę	31 l/roślinę	850
pierwsza połowa kwietnia	1,5 – 1,7 l/roślinę	25,5 l/roślinę	1620
		Łączna ilość wody do pierwszych zbiorów – 76,5 l/roślinę	

Tabela 3. Zastosowanie dawki wody w drugiej fazie wzrostu pomidora
Table 3 Application of water intake in the second phase of growth

Miesiąc	Średnia ilość wody na roślinę w ciągu doby	Średnia ilość wody na roślinę w ciągu miesiąca	Średnia radiacja Miesiąca J·cm ⁻²
druga połowa kwietnia	1,5 – 1,7 l/roślinę	25,5 l/roślinę	1620
maj	2,6 – 2,8 l/roślinę	87 l/roślinę	2500
czerwiec	2,5 – 2,7 l/roślinę	81 l/roślinę	2300
lipiec	2,1 – 2,2 l/roślinę	68 l/roślinę	1600
		Łączna ilość wody w II fazie wzrostu i owocowania – 261,5 l/roślinę	

Tabela 4 Zastosowanie dawki wody w trzeciej fazie wzrostu pomidora
Table 4. Application of water intake in the third phase of growth

Miesiąc	Średnia ilość wody na roślinę w ciągu doby	Średnia ilość wody na roślinę w ciągu miesiąca	Średnia radiacja Miesiąca J·cm ⁻²
sierpień	1,9 – 2,0 l/roślinę	62 l/roślinę	1680
wrzesień	1,3 – 1,4 l/roślinę	42 l/roślinę	1200
		Łączna ilość wody w III fazie wzrostu i owocowania – 104 l/roślinę	

W trzeciej fazie wzrostu, uprawa pomidora potrzebowała mniej wody w łącznej ilości około 160 l na roślinę niż w fazie drugiej. Wynikało to przede wszystkim z krótszego dnia. W tym okresie średnia ilość wody podawana roślinie w ciągu doby wynosiła około 1,3 l (tab. 4).

PODSUMOWANIE

Oceną zastosowanego nawadniania kropłowego objęto uprawę pomidora odmiany `Sandoline F-1` w szklarni typu Venlo o powierzchni 2 ha. Największe zapotrzebowanie roślin na wodę wystąpiło w drugiej fazie wzrostu i rozwoju pomidora, w okresie od drugiej połowy kwietnia do lipca. W tym czasie nawadnianie trwało 10 godzin na dobę, a łączna ilość wody na roślinę wyniosła około 262 l. Mniejsze zużycie wody stwierdzono w III fazie uprawy, w okresie sierpień-wrzesień, w którym łączna ilość wody na roślinę wyniosła 104 l. Najmniejsze zapotrzebowanie na wodę w ilości 77 l na roślinę zastosowano w I fazie wzrostu pomidora, w okresie od połowy stycznia do połowy kwietnia. Łączna ilość wody zużyta w ciągu całego sezonu przez jedną roślinę wyniosła 442 l.

W rozpatrywanym gospodarstwie ogrodniczym o powierzchni 2 ha i obsadzie 50.000 sztuk roślin, wymagana ilość wody potrzebna do nawadniania uprawy pomidora wyniosła około 22 tys. m³, co oznaczało łączną dawkę nawadniania w ilości 1105 mm.

WNIOSKI

1. Jednym z elementów decydujących o opłacalności uprawianych pomidorów w szklarniach jest wysokość osiągniętego plonu. Średni plon uzyskany w badanym gospodarstwie wyniósł 41 kg·m⁻².
2. Wraz ze wzrostem rośliny i nasłonecznieniem ilość i częstotliwość pożywki wzrasta. W okresie zimowym w czasie pochmurnej pogody wystarczało około 100 ml wody na każde zawiązane grono. Dawka nawadniania wzrastała do 200 ml wody w czasie słonecznej pogody. Latem, w okresie pełni zbiorów ilość podanej wody w ciągu dnia wynosiła od 2,5 do 3,5 l na roślinę, a w skrajnych przypadkach przy słonecznej i suchej pogodzie dawkę wody zwiększano nawet do 4 l na roślinę.
3. Łączna ilość wody zużyta w ciągu całego sezonu na jedną roślinę to 442 l. W analizowanym gospodarstwie o powierzchni 2 ha, przy liczbie roślin na poziomie 50000 sztuk, objętość wody potrzeba na 1 sezon uprawy pomidora wynosiła 22100 m³.

LITERATURA

Blaine H. (2005): *Drip Irrigation of Processing Tomatoes*. University of California ANR Publications 3506, page 33-34.

Bykowski J., Kozaczyk P., Przybyła Cz. (2003): *Wpływ warunków meteorologicznych na zmiany retencji glebowej na Nizinie Wielkopolskiej*. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Inż. Środ. Z. 24: 263-272.

Chudzik A. (2002): *Oplacalność produkcji pomidorów szklarniowych w regionie środkowowschodniej Polski*. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowskiej. 11, Lublin.

Chudzik A. (2009) *Oplacalność produkcji pomidorów pod osłonami*. Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa im. Szczepana Pieniążka. T 17, s 159-167, Kraków

Dasberg S. Dani Or. (1999): *Drip irrigation*. Springer

Jeznach J. (2009): *Aktualne trendy w rozwoju mikronawodnień*. SGGW, Warszawa, Nr. 06/2009, s. 91

Kołota E., Osińska M., (2000): *The effect of foliar nutrition on yield of greenhouse tomatoes and quality of the crop*. Acta Physiol. Plant. 22(3), 373–376.

Kurpaska S. (2007): *Szklarnie i tunele foliowe*. PWRiL, Poznań. s. 216-220

Maciejuk A. (2013): *Hasło Ogrodnicze. Z rynku pomidorów*. Portal ogrodniczy ogroinfo.pl/

Pacholak E., Przybyła Cz., Stachowski P. (1995): *Wpływ eksploatacji nawodnień deszczownianych, podkoronowych i kropłowych na efektywność produkcyjną sadów jabłoniowych*. Zeszyty Naukowe AR Wrocław, 335-342.

Rutkowski K., Wojciech J. (2008): *Nakłady energetyczne na produkcję pomidora w szklarniach zblokowanych*. Inżynieria Rolnicza 9 (107), Warszawa, s. 257-262.

Rzekanowski Cz., Rolbiecki S., Żarski J. (2001): *Potrzeby wodne i efekty produkcyjne stosowania mikronawodnień w uprawie roślin sadowniczych w rejonie Bydgoszczy*. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 478, s. 313-325.

Szafrański Cz., Bykowski J., Fiedler M. (1998) : *Rola melioracji w zrównoważonym rozwoju obszarów wiejskich*. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, 333, Z. 59, 47-55.

Wichrowska D., Wojdyła T., Rolbiecki S., Rolbiecki R.,(2007): *Wpływ nawadniania kropłowego i mikrozaszaniawania wysokość i jakość plonu owoców aronii*. Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa, Tom 15, 63-70, Kraków

Wysocka-Owczarek M. (1998): *Pomidory pod osłonami .Uprawa tradycyjna i nowoczesna*. Hort – Press Sp.zo.o. Warszawa1998,166–187.

Dr hab. inż. Daniel Liberacki
Dr hab. inż. Piotr Stachowski
Dr inż. Paweł Kozaczyk
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
Instytut Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji
ul. Piątkowska 94, 60-649 Poznań,
tel. 618466427
e-mail: dliber@up.poznan.pl,
pstach@up.poznan.pl,
kozpawel@up.poznan.p

Wpłynęło: 27.02.2016

Akceptowano do druku do druku : 7.07.2016