INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr III/1/2015, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 701–709
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

DOI: http://dx.medra.org/10.14597/infraeco.2015.3.1.056

EFEKTYWNOŚĆ NAWADNIANIA POMIDORÓW W PRODUKCJI POD OSŁONAMI

Czesław Przybyła, Jerzy Bykowski, Karina Walotka
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

IRRIGATION EFFICIENCY OF TOMATOES UNDER COVER PRODUCTION

Streszczenie

Celem pracy jest analiza produktywności i efektywności stosowania dwóch rodzajów nawadniania. Tradycyjnego z użyciem węży do podlewania i kroplowego z zastosowaniem linii kroplujących. Badania przeprowadzono w latach 2009-2011 w specjalistycznym gospodarstwie ogrodniczym w Karpicku koło Wolsztyna, w dwóch tunelach foliowych o powierzchni 180 m^2 każdy. Natomiast powierzchnie uprawy pomidorów zajmowały odpowiednio po 87 m^2. W każdym z tuneli wysadzano po 400 sadzonek pomidorów odmiany Nita® Nickerson – Zwann. Objętość wody wykorzystanej do nawadniania monitorowano przy użyciu dwóch niezależnych wodomierzy, natomiast zbiór pomidorów odbywał się raz w tygodniu. Zakres i pracochłonność zabiegów pielęgnacyjnych, ochronnych oraz związanych z nawożeniem były ewidencjonowane na podstawie rzeczywistej liczby roboczogodzin niezbędnych do ich wykonania. Efektywność produkcyjna wody była znacznie wyższa w wariancie z systemem linii kroplujących, gdyż dla uzyskania jednego kilograma pomidorów w tym systemie potrzeba było 33 litrów wody, a w systemie tradycyjnym prawie 58 litrów. Co oznacza, że efektywność produkcyjna nawodnień kroplowych była o 75% wyższa od nawadniania tradycyjnego z wykorzystaniem węży.

Słowa kluczowe: nawadnianie, zużycie wody, robocizna, efektywność, pomidory

Summary

The aim of the study is to analyze the productivity and efficiency of two types irrigation systems. First one, with using traditional hose, and second one, with using drip line system. The study was conducted in specialized vegetable farm in Karpicko near Wolsztyn, in years between 2009 to 2011, in two tunnels with an area of 180 m2 either. Cultivation areas of tomatoes, however, took up respectively 87 m2. In each of tunnels 400 tomatoes' seedlings (Nita® Nickerson – Zwann variety) were planted. The volume of water used for irrigation was checked by two independent water meters, whereas the crop took place once a week. The scope and labour intensity of treatment, protective attendance, and associated works with fertilization based on the actual number of manhours were recorded. The efficiency of water production was much higher in the drip line system; in order to obtain one kilogram of tomatoes the system needed 33 liters of water, whereas the traditional system almost 58 liters. It means that production efficiency of drip irrigation was about 75% higher than using the traditional irrigation system.

Key words: *irrigation, water consumption, labor cost, efficiency, tomatoes*

WSTĘP

Uprawa warzyw pod osłonami w Polsce jest prowadzona na bardzo wysokim poziomie, a ich powierzchnię w 2009 r. oszacowano na 5308 ha, z czego 61 % stanowiły wysokie tunele foliowe (Podymniak 2011). Blisko połowa powierzchni upraw warzyw pod osłonami to pomidory, pozostałe warzywa to ogórek, papryka, sałata i warzywa kapustne. W 2009 roku pomidory uprawiane były na powierzchni 2404 ha i zebrano ich w sumie 443 tys. ton. W 2010 roku powierzchnia uprawy pomidorów wzrosła do 2500 ha (Podymniak 2011). Jednym z najważniejszych czynników uzyskania wysokich i stabilnych plonów jest dostarczenie w odpowiedniej ilości wody, poprzez zastosowanie tradycyjnego lub kroplowego systemu nawadniania roślin (Kaczmarczyk i Nowak 2006). Badaniami nad nawodnieniem pomidorów w różnych warunkach uprawy zajmowali się w swoich pracach Dyśko i Kaniszewski (1996). Natomiast efektywnością ekonomiczno-produkcyjną Podsiadło i inni (2005) oraz Rutkowski i Wojciech (2008) zajmowali się badaniem nakładów energetycznych w produkcji pomidorów w szklarniach. Natomiast analizą funkcjonowania systemów nawodnień kroplowych w różnych warunkach środowiskowych oraz zarządzaniem jakością systemów oraz zarządzaniem jakością systemów w aspekcie konsumenta zajmowała się dr Maria Jeznach (1996 i 2006).

CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy była analiza efektywności stosowania dwóch systemów nawadniania: tradycyjnego i kroplowego – w uprawie pomidorów w tunelach foliowych. Nawadnianie sposobem tradycyjnym polegało na zwilżaniu powierzchni gleby strumieniem wody z elastycznego węża. Nawodnienie kroplowe prowadzono przy użyciu sieci linii kroplujących, wyposażonych w emitery umieszczone w odległościach co 20 cm.

Badania prowadzono w latach 2009-2011 w specjalistycznym gospodarstwie ogrodniczym zlokalizowanym w Karpicku koło Wolsztyna (województwo wielkopolskie), w dwóch tunelach foliowych (powierzchnia tunelu – 180 m^2, powierzchnia uprawy – 87 m^2), o jednakowo przygotowanym podłożu i identycznej dawce nawożenia przeduprawowego. W każdym z tuneli, pomiędzy 21 a 24 kwietnia analizowanych lat 2009, 2010 i 2011, sadzono po 400 sadzonek pomidorów odmiany Nita® Nickerson – Zwann, a uprawy prowadzono przez 175 – 185 dni.

Ilość wody zużytej do nawadniania monitorowano przy użyciu dwóch niezależnych wodomierzy firmy METRON, których stany zapisywano po każdym cyklu nawadniania.

Zbiór pomidorów odbywał się raz w tygodniu a ocenę jakości owoców określono na podstawie standardu jakości handlowej wprowadzonego rozporządzeniem Komisji (WE) Nr 790/2000 z dnia 14 kwietnia 2000 roku oraz zmianami do standardu zawartymi w rozporządzeniach Nr 717/2001 oraz Nr 46/2003.

Rodzaje i pracochłonność zabiegów pielęgnacyjnych były ewidencjonowane na podstawie rzeczywistej liczby roboczogodzin niezbędnych do ich wykonania oraz czas potrzebny na wykonanie zabiegów ochrony roślin. W związku z zastosowaniem dwóch odmiennych sposobów nawadniania w trakcie uprawy pojawiła się konieczność wykonania dodatkowych zabiegów pielęgnacyjnych, a w szczególności dodatkowego odchwaszczania powierzchni tunelu oraz dodatkowe usuwanie porażonych przez choroby liści. Wilgotność gleby utrzymywano w granicach PPW-0,6 PPW na podstawie bieżących odczytów z zainstalowanych tensjometrów.

WYNIKI

W sezonie uprawowym 2009 roku w tunelu foliowym o powierzchni uprawy pomidorów – 87 m^2, w którym stosowano nawadnianie kroplowe, dawki podawano systematycznie, co 3 dni przez pierwszy miesiąc wzrostu, a w czerwcu, co drugi dzień, przez 45 minut (około 520 litrów na jedno podlewanie). W okresie zwiększonego wzrostu roślin w lipcu i sierpniu pomidory były nawadniane codzienne przez 60 minut (690 litrów na każdorazowe nawadnianie), by później

do końca wegetacji, przywrócić dawkowanie co drugi dzień. W drugim tunelu o analogicznej powierzchni uprawy pomidorów częstość nawodnień systemem tradycyjnym była identyczna jak w systemie nawadniania kroplowego. W całym okresie produkcyjnym tego roku, który w przypadku nawadniania tradycyjnego trwał 168 dni, a w przypadku nawadniania kroplowego – 180 dni, wydatkowano odpowiednio 95,250 i 70,550 m^3 wody, co odpowiada 1094 i 811 mm słupa wody (tabela 1). Przy cenie jednostkowej brutto 2,10 zł/m^3 w 2009 roku (Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej w Wolsztynie), koszt poboru wody oszacowano dla nawadniania tradycyjnego na kwotę 200 zł, a dla kroplowego – 148 zł. Łączny zbiór pomidorów z analizowanej powierzchni nawadnianej tradycyjnie wyniósł w tym okresie 1590 kg, z czego 88,2 % odpowiadało klasie jakości A. W przypadku zastosowania nawadniania kroplowego łączny plon wyniósł 1969 kg, z czego 92,5 % w klasie A.

W 2010 roku stosowano niemal identyczny schemat częstości i czasów nawadniania kroplowego jak w roku 2009. W nawadnianiu tradycyjnym, w początkowym i końcowym okresie wzrostu roślin stosowano dawki co 2-3 dni, przy czasie polewu 25 minut. W okresie wzmożonego wzrostu rośliny, nawodnienie wężem prowadzono codziennie przez 20 minut. W trakcie 176 dniowego okresu uprawy pomidorów wydatkowano łącznie 95,400 m^3 (1097 mm) wody w nawadnianiu tradycyjnym i 58,600 m^3 (674 mm) – w kroplowym. Wobec ceny jednostkowej brutto 2,15 zł/m^3 w 2010 roku, koszt poboru wody oszacowano dla nawadniania tradycyjnego na kwotę 205 zł, a dla kroplowego – 126 zł. Efektem uprawy w warunkach nawodnienia tradycyjnego był zbiór 1542 kg owoców, w tym 76,2 % w klasie A i aż 23,8 % w klasie B. W warunkach nawadniania kroplowego plon wyniósł 2026 kg, z czego tylko 3,8 % w klasie B (tab. 1).

W sezonie uprawowym 2011 roku w gospodarstwie ogrodniczym zastosowano częściowo dwuzmianowy system nawadniania kroplowego pomidorów. W pierwszym okresie tj. do 24 czerwca stosowano dawki jednorazowe w czasie 40-45 minut. Od 64 dnia wzrostu rośliny (24.06.2011) cykl nawadniania podzielono na dwie zmiany: pierwsza – ranna, druga – popołudniowa, każda z nich o wydatku wody 460 litrów, w czasie 40 minut. Taką sekwencję utrzymano aż do 137 dnia (05.09.2011), po czym powrócono do nawodniania jednozmianowego. W tym samym czasie w tunelu nawadnianym tradycyjnie stosowano stały cykl podlewania z niezmiennymi dawkami polewowymi, według wcześniej opisanych schematów. Przy nawadnianiu tradycyjnym (wydatek wody – 92,850 m^3 / 1067 mm) uzyskano łączny plon pomidorów w ilości 1721 kg (85,5 % w klasie A,) a przy nawodnieniu kroplowym (wydatek wody – 84,450 m^3 / 971 mm) – 2409 kg, z czego 95 % w klasie A (tabela 1). Koszty poboru wody, przy cenie jednostkowej brutto 2,19 zł/ m^3 , koszty poboru wody oszacowano dla nawadniania tradycyjnego na kwotę 203 zł, natomiast kroplowego – 185 zł.

W tabeli 1 zestawiono wielkości zużycia wody w okresie badań 2009-2011 w litrach w przeliczeniu na efektywną powierzchnię uprawy wynoszącą 87 m^2.

Tabela 1. Zużycie wody w latach 2009-2011 w litrach
Table1. Water consumption in years 2009-2011 in liters

Okres wegetacji	System tradycyjny (l)	System kroplowy (l)	Różnica (l)
2009 2010 2011	92 520 95 400 92 850	70 550 58 600 84 450	21970 36800 8400
Średnia 2009-2011	93590	71200	22 390

Źródło: Opracowanie własne

Z obliczonych średnich wartości zużycia wody wynika, że w systemie tradycyjnym roczne zużycie wody wyniosło prawie 93 590 litrów, a w systemie kroplowym 71 200 litrów, co oznacza oszczędniejsze gospodarowanie wodą w systemie kroplowym o 22 390 litrów.

Natomiast w tabeli nr 2 zestawiono plonowanie pomidorów w latach badań (2009-2011) w kilogramach z powierzchni efektywnej uprawy wynoszącej 87 m^2. Średnio w systemie tradycyjnym zebrano 1 618 kilogramów pomidorów z badanej powierzchni i znacznie więcej, bo 2 135 kg z powierzchni nawadnianej systemem kroplowym. Średnio z okresu trzech lat badań, plony pomidorów w wariancie nawadniania kroplowego były o 517 kilogramów większa.

Tabela 2. Plonowanie w latach 2009-2011
Table 2. Yielding in years 2009-2011

Okres wegetacji	System tradycyjny (kg)	System kroplowy (kg)	Różnica (kg)
2009 2010 2011	1590 1542 1 721	1969 2026 2 409	-379 -484 -688
Średnia 2009-2011	1618	2135	-517

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 3. Koszt wykorzystanej w nawodnieniach wody w zł w latach 2009-2011
Table. 3. Water cost used by irrigation system in zł in years 2009-2011

Okres wegetacji	Nawadnianie tradycyjne (zł)	Nawadnianie kroplowe (zł)	Różnica (zł)
2009 2010 2011	200,00 205,00 203,00	148,00 126,00 185,00	52,00 79,00 18,00
Średnia 2009-2011	203,00	153,00	50,00

Źródło: Opracowanie własne

W tabeli nr 3 zestawiono koszty wykorzystanej wody w porównywanych wariantach nawodnieniowych.

Jak wynika z tabeli 3 średni sezonowy koszt nawadniania tradycyjnego wyniósł 203 zł w wariancie tradycyjnego nawadniania, a w zastosowaniu nawodnień kroplowych 153 zł, czyli o 50 złotych taniej aniżeli w nawadnianiu tradycyjnym.

W analizowanych trzech sezonach wegetacyjnych upraw pomidorów w tunelu foliowym o powierzchni 87 m^2, w nawadnianiu tradycyjnym z węża wydatkowano średnio 94,5 m^3 (1086 mm) wody w sezonie, natomiast w przypadku nawaniania kroplowego – 71,2 m^3 (818 mm), czyli o 23,3 m^3 (268 mm) mniej (tabela 1). Średni roczny koszt poboru wody w nawodnieniu kroplowym oszacowano na kwotę 153 złotych, co stanowiło 75 % kosztów wody w nawadnianiu tradycyjnym. Przy blisko o jedną trzecią mniejszym zużyciu wody w nawadnianiu kroplowym uzyskano średnio o 518 kg owoców więcej, w porównaniu do nawadniania z węża, z czego tylko 5,4 % w klasie B. Średni jednostkowy sezonowy plon przy nawadnianiu kroplowym był prawie o 6 kg/m^2 większy, w porównaniu z nawadnianiem tradycyjnym, co stanowiło jedną trzecią plonu uzyskanego przy nawadnianiu tradycyjnym. Średni łączny czas prowadzenia nawadniania kroplowego był około 3 krotnie dłuższy, niż miało to miejsce w nawodnieniu tradycyjnym. W nawadnianiu kroplowym średnio o 6 dni wydłużony też został cykl uprawy pomidorów.

Przy większej efektywności produkcyjnej, niższe też były koszty zabiegów wykonywanych przy uprawie pomidorów w tunelu foliowym z nawadnianiem kroplowym. Jak wynika z tabeli 2, łączny średni roczny koszt tych zabiegów oszacowano na 570 złotych, co stanowiło 62 % kosztów analogicznych zabiegów, wykonywanych w tunelu z nawadnianiem tradycyjnym za pomocą węża. Na powstałą różnicę wpływ miały przede wszystkim dodatkowe koszty robocizny z tytułu prowadzenia nawadniania tradycyjnego (280 zł). Większa też była średnia liczba wykonywanych zabiegów pielęgnacyjnych na uprawie z nawadnianiem tradycyjnym – 24, przy 19 z nawadnianiem kroplowym. W przypadku nawadniania tradycyjnego wydatkowano też większą ilość wody, której koszt poboru był średnio o 50 złotych większy niż w przypadku nawadniania kroplowego.

Przeprowadzone obserwacje pozwalają też na stwierdzenie, że w nawodnieniu tradycyjnym parująca woda z powierzchni zagonów przyczyniła się do wzrostu indeksu wilgotności pod folią, co w efekcie powodowało rozwój chorób grzybowych, zwłaszcza szarej pleśni i zarazy ziemniaka. W roku 2009 nastąpiło największe porażenie chorobami w drugiej dekadzie sierpnia i niestety miało to niekorzystne przełożenie, na jakość uzyskiwanych plonów.

W tabeli 4 zestawiono średnie roczne nakłady robocizny oraz kosztów zabiegów wykonanych w latach 2009-2011 w obu wariantach nawodnieniowych, w przeliczeniu na efektywną powierzchnię nawadnianą wynoszącą 87 m^2.

Tabela 4. Średnie roczne nakłady robocizny i koszty zabiegów wykonanych w latach 2009-2011 w tunelach foliowych podczas uprawy pomidorów o powierzchni 87 m^2 netto

Table 4. Average annual expenditures of labor and treatments costs done in 2009-2011 in tunnels while cultivation tomatoes with an net area of 87 m^2

Zabiegi	Nawadnianie tradycyjne		Nawadnianie kroplowe	
	nakład robocizny (r-g)	koszt zabiegów (zł)	nakład robocizny (r-g)	koszt zabiegów (zł)
Nawadnianie (bez kosztów wody)	35	280	-	-
Zabiegi pielęgnacyjne	46	368	38	304
Nawożenie	-	160	-	160
Ochrona roślin	10	105	10	105
Razem	91	913	48	570

Źródło: Opracowanie własne

Łączny koszt robocizny, zabiegów pielęgnacyjnych i ochronnych oraz nawożenia w systemie tradycyjnym wyniósł 1004 złote, natomiast w systemie nawodnień kroplowych 618 złotych. Dodając do tych kosztów, koszt zastosowanej wody, całkowite nakłady w produkcji pomidorów w wariancie tradycyjnego nawadniania wyniosły 1 207 złotych, a z wykorzystaniem systemu kroplowego 771 zł, czyli o 436 złotych taniej.

Natomiast efektywność produkcyjna wody była znacznie wyższa w wariancie z systemem linii kroplujących, gdyż dla uzyskania jednego kilograma pomidorów w tym systemie potrzeba było 33 litrów wody, a w systemie tradycyjnym prawie 58 litrów.

W nawadnianiu kroplowym musimy się liczyć z dodatkowymi kosztami instalacji. Były one jednak stosunkowo niewielkie. W analizowanym gospodarstwie ogrodniczym wykorzystano najtańszą i najprostszą instalację do nawadniania kroplowego o łącznej długości 90 m taśmy, której koszt materiałów oszacowano na kwotę 45 złotych na tunel. Nie uwzględniono przy tym kosztów robót montażowych, które zostały wykonane przez właścicieli gospodarstwa. Według informacji producenta system nawadniający został zaprojektowany na 3-4 sezony bezawaryjnego funkcjonowania, co potwierdzają dotychczasowe obserwacje użytkowników. W przypadku nawadniania sposobem tradycyjnym za pomocą węża nie uwzględniono kosztów jego zakupu. Niezależnie od stosowania innych technik nawadniania, jest on bowiem niezbędny do nawilżenia gleby podczas sadzenia roślin (pierwsza dawka).

WNIOSKI

Na podstawie badań prowadzonych w latach 2009-2011 nad efektywnością stosowania nawadniania kroplowego i tradycyjnego z węża w uprawie pomidorów w tunelach foliowych o powierzchni uprawy netto 87 m^2 sformułowano następujące wnioski:

1. Zastosowanie nawadniania kroplowego przyczyniło się do wzrostu plonowania owoców o około 30 % w porównaniu do nawadniania tradycyjnego (z węża). Przy blisko o jedną trzecią mniejszym zużyciu wody w nawadnianiu kroplowym uzyskano wagowo średnio o 518 kg owoców więcej, w porównaniu do tradycyjnego.
2. Zastosowanie nawadniania kroplowego poprawiło jakość uzyskiwanych owoców. W tunelu z nawadnianiem kroplowym 95 % owoców zakwalifikowano do klasy jakości A. W warunkach nawadniania tradycyjnego 83 % stanowiły pomidory klasy A, a aż 17 % klasy B, co wyraźnie odbiło się na opłacalności produkcji.
3. Przy większej efektywności produkcyjnej, niższe też były koszty zabiegów wykonywanych przy uprawie pomidorów w tunelu foliowym z nawadnianiem kroplowym. Średni roczny koszt tych zabiegów oszacowano na 570 złotych, co stanowiło 62 % kosztów analogicznych zabiegów, wykonywanych w tunelu z nawadnianiem tradycyjnym za pomocą węża
4. Zastosowanie kroplowego nawadniania pomidorów przyczyniło się do przyspieszenia plonowania o około 10 dni, które następowało około 60 dnia wegetacji. Zastosowanie nawadniania kroplowego zmniejszyło też zagrożenie rozprzestrzeniania się chorób grzybowych.

LITERATURA

Biuletyn Informacyjny Grodan 2. (2005),Wyd. Grodan, Warsaw, s.4.

Detaliczny cennik akcesoriów do nawadniania rok 2007. http://www.irriga.pl/.

Dyśko J., Kaniszewski S. (1996): *Badania nad nawadnianiem pomidora w uprawie na wełnie mineralnej*, Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych, z. 438, s. 199-204.

Jeznach M. (1996): *Analiza funkcjonowania systemów nawodnień kroplowych w różnych warunkach środowiskowych*, SGGW – Rozprawy Naukowe i Monografie, Warszawa s. 127.

Jeznach M. (2006): *Systemy zarządzania jakością w aspekcie indywidualnych potrzeb konsumentów*, Wyd. SGGW, Poznań, s. 37.

Karczmarczyk S., Nowak L. (2006): *Nawadnianie roślin*. PWRiL: 479.

Krzesiński W. Hasło Ogrodnicze 8/2003, Hasło Ogrodnicze, Warszawa, s.33.

MECKENZIE A. (2005): *Automatic the irrigation system*, Fruit & Veg. Tech., vol.4, no. 12-15.
Owczarek M. (2005): *Nawożenie w bezglebowej uprawie pomidorów pod osłonami*, Hasło Ogrodnicze 6/2004.
Podsiadło C., Jaroszewska A., Rokosz E. (2005): *Efektywność ekonomiczno-produkcyjna nawadniania i nawożenia mineralnego wybranych gatunków warzyw*, Inżynieria Rolnicza, R. 9, nr 4, s. 125-133.
Podymniak M. (2011): *Produkcja pod osłonami w liczbach*. (www.podoslonami.pl)
Rozporządzenie Komisji (EWG) nr 1677/88 z 15 czerwca 1988 roku z późniejszymi zmianami.
Rozporządzenie Komisji (WE) nr 790/2000 z 14 kwietnia 2000 roku z późniejszymi zmianami.
Rozporządzeniem Komisji (WE) Nr 790/2000 z dnia 14 kwietnia 2000 r. oraz zmianami wprowadzonymi do standardu rozporządzeniami Komisji (WE) Nr 717/2001 oraz Nr 46/2003.
Rutkowski K., Wojciech J. (2008): *Nakłady energetyczne na produkcję pomidora w szklarniach zblokowanych*, Inżynieria rolnicza 9, s. 257-262.

Prof. dr hab. inż. Czesław Przybyła
Dr hab. inż. Jerzy Bykowski, prof. UP
Karina Walotka
Instytut Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Piątkowska 94
60-649 Poznań
e-mail: czprzybyla@up.poznan.pl

Wpłynęło: 11.03.2015
Akceptowano do druku: 20.06.2015