



## **EFEKTYWNOŚĆ NAWADNIANIA JABŁONI W SADZIE REPLANTOWANYM**

*Anna Tryngiel-Gać, Waldemar Treder, Katarzyna Wójcik,  
Krzysztof Klankowski*  
*Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach*

## **THE EFFICIENCY OF IRRIGATION IN A REPLANTED APPLE ORCHARD**

### ***Streszczenie***

Celem badań prowadzonych w latach 2011 – 2013 była ocena wzrostu i plonowania jabłoni w sadzie replantowanym w warunkach zróżnicowanego nawadniania i zastosowania wsiewki z gorczycy białej. Badania prowadzono na jabłoni odmiany Beni Shogun zaszczerpionej na podkładce M9. Ocenie poddano dwa czynniki główne zastosowane na glebie zmęczonej. Na dużych poletkach zróżnicowano nawadnianie (kontrola – bez nawadniania, nawadnianie), na małych zastosowanie wsiewki z gorczycy białej (gleba zmęczona, gleba zmęczona + wsiewka gorczycy). Częstotliwość nawadniania oraz ilość dostarczanej wody zależała od przebiegu pogody, a ponadto prowadzono pomiary wilgotności gleby. Wzrost vegetatywny w istotny sposób zależał od nawadniania, natomiast nie zaobserwowano korzystnego wpływu wsiewek z gorczycy białej na obniżenie skutków choroby replantacyjnej. Plonowanie jabłoni rozpoczęło się w trzecim roku po posadzeniu i było zróżnicowane w poszczególnych latach badań. Podobnie jak przy wzroście vegetatywnym, obserwowano także korzystny wpływ nawadniania zarówno na sumę plonu, jak i jakość owoców. Zastosowanie wsiewki z gorczycy białej nie tylko obniżyło uzyskany plon, ale również niekorzystnie wpłynęło na jakość owoców, szczególnie w kombinacji kontrolnej (bez nawadniania).

Uzyskane wyniki potwierdziły wysoką efektywność nawadniania w sadzie replantowanym.

**Słowa kluczowe:** nawadnianie, zmęczenie gleby, gorczyca.

### **Summary**

*The aim of the study (2011-2013) was assessment of growth and yielding of apple trees ('BeniShogun'/M.9) grown in replanted orchard. Undersowing the trees with white mustard and irrigation (performed on the basis of soil moisture measurements) were the experimental factors. Irrigation significantly affected plant growth, whereas no positive effect of white mustard application on performance of apple tree was observed. The trees started to yield in the third year after planting and yielding was different in the subsequent years of the study. A positive influence of irrigation on yield and fruit quality was observed. Undersowing the trees with white mustard reduced fruit yield and worsened its quality. It was especially visible on the non-irrigated plots. The results confirmed high effectiveness of irrigation of apple trees grown in replanted apple orchards.*

**Key words:** irrigation, soil sickness, white mustard.

## **WSTĘP**

Etiologia choroby replantacji sadów obejmuje zespół szkodliwych dla wzrostu roślin czynników pochodzenia biotycznego i abiotycznego. Zalicza się do nich m.in. nagromadzenie w glebie szkodliwych mikroorganizmów, w tym chorobotwórczych bakterii i grzybów, złą strukturę gleby, nieodpowiedni odczyn, koncentrację toksycznych substancji syntetycznych i naturalnych. (Sobiczewski i in. 2009). Prowadzona w ostatnich latach intensywna produkcja sadownicza i szkółkarska sprawia, że stale nasila się znaczenie choroby replantacyjnej, zwłaszcza w rejonach gdzie nie jest możliwe sadzenie drzew na tzw. glebie „dziewiczej”, na której przedtem nie były uprawiane drzewa tego samego gatunku.

Problem choroby replantacji w Polsce był sygnalizowany już ponad 20 lat temu (Rebandel, 1987; Rebandel i Szczygieł, 1995), a pierwsze publikacje w literaturze światowej na ten temat pochodzą z roku 1953 (Fritzsche i Vogel, 1953). Mimo wielu lat badań nad przyczynami i sposobami ograniczania skutków choroby replantacyjnej trudno jest w prosty sposób określić, jakie szkodliwe czynniki występują w danym sadzie, zarówno w ujęciu jakościowym jak i ilościowym, co utrudnia podjęcie decyzji o wyborze możliwego do zastosowania środka lub

środków przeciwdziałających chorobie. W literaturze jako najskuteczniejszą metodę przeciwdziałania chorobie replantacji sadów wymienia się zmianowanie, a najlepiej wykorzystywanie pod nowe nasadzenia sadów gleb nie uprawianych wcześniej sadowniczo. Nie zawsze jednak istnieje taka możliwość, dlatego ciągle poszukuje się innych rozwiązań, które przy intensywnym prowadzeniu sadów, zminimalizują skutki „zmęczenia” gleby. Najwyższą skuteczność można uzyskać wykorzystując do dezynfekcji gleby syntetyczne fumiganty i inne profilaktyczne środki chemiczne. Znacznym ograniczeniem, mogą być tutaj jednak wysokie koszty ich stosowania, a także zagrożenia, jakie stwarzają one dla środowiska. Coraz częściej zwraca się więc uwagę na możliwości wykorzystania środków pochodzenia naturalnego oraz środków stanowiących element szeroko rozumianej integrowanej produkcji roślin. Podstawowym celem stosowania tej metody jest odpowiednia agrotechnika oraz modyfikacja środowiska glebowego tak, aby sprzyjało ono wzrostowi i produktywności posadzonych roślin. Jednym z zabiegów powodujących zmiany fizyczne w strukturze gleby i ułatwiających adaptację roślin jest nawadnianie. Ponadto, jak podaje literatura jest to zabieg zmniejszający nasilenie specyficznych czynników choroby replantacyjnej (Pacholak i inni, 1995). Badania ostatnich lat wykazały również, że zastosowanie gorczycy białej, zarówno jako przedplon jak i dodatek do gleby mączki z nasion bardzo pozytywnie wpływało na właściwości podłoża oraz jakość uprawianych jabłoni (Sobiczewski i inni, 2009). Dlatego też celem podjętych badań była ocena wzrostu i plonowania jabłoni w sadzie replantowanym w warunkach zróżnicowanego nawadniania i zastosowania wsiewek z gorczycy białej.

## **MATERIAŁ I METODY**

Doświadczenie prowadzono w latach 2011 – 2013 w Sadzie Pomologicznym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach. Jabłonie odmiany Fuji Beni Shogun® szczepione na podkładce M.9 posadzono wiosną 2010 roku w rozstawie 4 x 1 m, w miejscu po usuniętym jesienią 2009 roku sadzie jabłoniowym. Wykonane testy (dane niepublikowane) wykazały, że występuje na tym terenie „zmęczenie” gleby. Dla całej plantacji zastosowano jednolite nawożenie mineralne NPK 12+11+8 (YaraMila Complex) wiosną, w dwóch dawkach dzielonych po 250 kg·ha<sup>-1</sup>. W pierwszych dwóch latach po posadzeniu zastosowano odpowiednio 1/2 i 3/4 ustalonej dawki. Choroby i szkodniki były zwalczane w miarę ich występowania, zgodnie z zaleceniami Integrowanej Ochrony Roślin.

W doświadczeniu oceniano wpływ zastosowanego nawadniania oraz wsiewki z gorczycy białej na wzrost i plonowanie jabłoni. Ocenie poddano dwa czynniki główne zastosowane na glebie zmęczonej. Na dużych poletkach zróżnicowano nawadnianie (kontrola – bez nawadniania i nawadnianie), na małych zastosowanie wsiewki z gorczycy białej (gleba zmęczona i gleba zmę-

czona + wsiewka gorczycy). Do nawadniania użyto linii kroplującej (DripNet PC, Netafim, Izrael), rozstawa emiterów co 60 cm, wydajność emitera 1,6 l·h<sup>-1</sup>. Nawadnianie prowadzone było w oparciu o pomiary wilgotności gleby prowadzone za pomocą miernika Diviner 2000 (Sentek Sensor Technologies, Australia), a częstotliwość nawadniania oraz ilość dostarczanej wody zależały od rozkładu i wielkości opadów (tab. 1). Gorczycę wysiewano w dwóch cyklach. Pierwszy, na początku sezonu wegetacyjnego, następnie po osiągnięciu przez rośliny wysokości 50 cm, rozdrabniano elementy zielone rośliny i wymieszano je z wierzchnią warstwą gleby. Po 2 tygodniach ponownie wysiewano nasiona gorczycy, a następnie powtarzano cały proces rozdrabniania i mieszania z glebą

**Tabela 1.** Sumaryczne dawki wody zastosowane w sadzie jabłoniowym po replantacji

**Table 1.** The sum of water doses applied in the apple orchard after replantation

Okres wegetacji IV – X	Suma opadów atmosferycznych [mm]	Sumaryczne dawki wody z nawadniania [mm]
2011	505,0	35,51
2012	296,8	46,8
2013	431,4	24,0

Źródło: badania własne.

**Tabela 2.** Średnia miesięczna temperatura powietrza w Skierniewicach w latach 2011-2013 w odniesieniu do średniej z wielolecia (1991-2010)

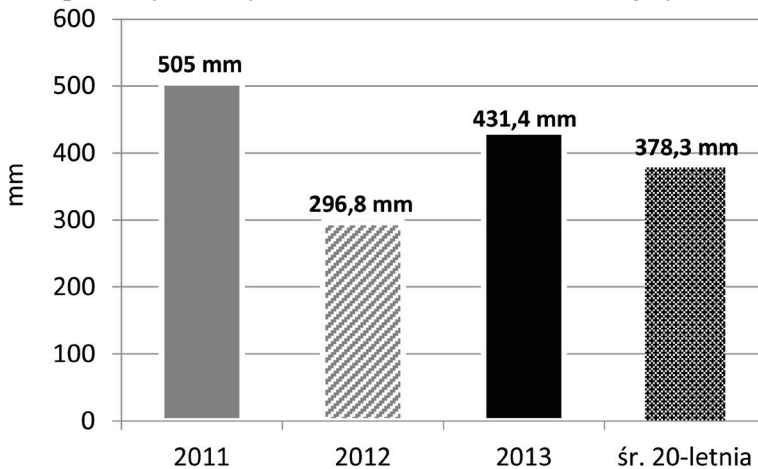
**Table 2.** Average monthly air temperature (°C) in Skierniewice in the years 2011–2013 as compared with multiyear average (1991 – 2010)

Średnie miesięczne temperatury [°C]							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2011	10,8	14,3	18,7	17,8	18,8	15,1	8,9
2012	9,5	15,5	17,2	20,8	19,1	14,6	8,1
2013	7,9	14,9	18,1	19,9	19,2	12,0	10,0
średnie miesięczne z wielolecia (1991-2010)	9,1	13,7	16,8	19,2	18,2	13,9	8,2

Źródło: badania własne

Średnie miesięczne temperatury powietrza w okresie wegetacji jabłoni, czyli od IV do X w okresie badań (lata 2011-2013) nieznacznie odbiegały od normy z wielolecia (tab. 2). Najchłodniejszy okazał się rok 2013, a najcieplej-

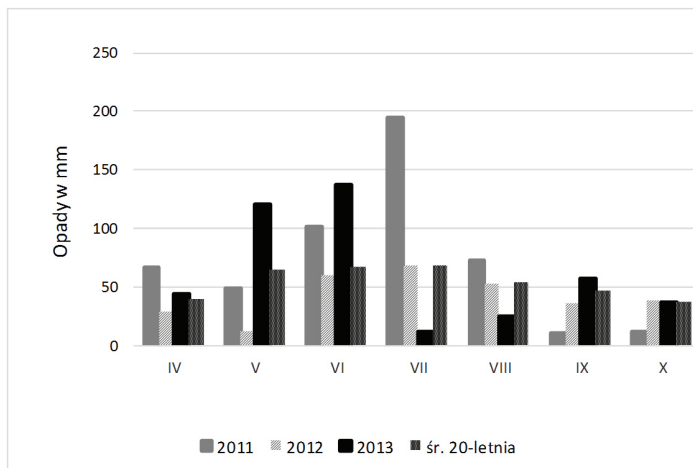
szy rok 2012. Opisywany w pracy okres badań charakteryzował się stosunkowo wysoką ilością opadów. Miesięczne sumy opadów w okresie wegetacji, były tu wyższe od normy z wielolecia, w 2011 roku o 126,7 mm, a w 2013 roku o 53,1 mm. Wyjątkiem okazał się rok 2012, w którym w okresie IV – X zaobserwowano o 81,5 mm niższe opady niż dane z wielolecia (rys. 1). Na uwagę zasługuje również specyficzny rozkład opadów w badanych latach (rys. 2). Sezon wegetacyjny 2011 roku charakteryzował się najwyższą sumą opadów spośród badanych lat. W maju sumy miesięczne opadów były nieznacznie niższe od normy z wielolecia (o 16 mm), natomiast w czerwcu i lipcu odnotowano aż 296 mm opadu, co stanowiło 58% sumy opadów rocznych w tym roku i 78% wielolecia. Rok 2012 według klasyfikacji zaproponowanej przez Kaczorowską (1962) pod względem ilości opadów można kwalifikować jako suchy, roczna suma opadów stanowiła 78% normy z wielolecia (Klamkowski i inni, 2011), najwyższe opady odnotowano w miesiącu VII (68,8 mm), a najniższe w V (12,6 mm). Sezon wegetacyjny 2013 roku charakteryzował się bardzo niekorzystnym rozkładem opadów. W maju i czerwcu sumy miesięczne opadów były wyższe od normy z wielolecia odpowiednio o 55,8 mm i 70,1 mm, natomiast w lipcu i w sierpniu obserwowano wręcz dramatyczny brak wody, gdyż w miesiącach tych spadło zaledwie 36 mm opadu. Tak nierównomierne rozłożenie ilości opadów wpłynęło istotnie na potrzeby i efektywność nawadniania w latach objętych badaniami.



Źródło: badania własne

**Rysunek 1.** Suma opadów sezonu wegetacyjnego (IV-X) w Skierniewicach w latach 2011-2013 w odniesieniu do średniej sumy (IV-X) z wielolecia (1991-2010)

**Figure 1.** Totals rainfall in a growing season (IV-X) in Skierniewice in the years 2011–2013 as compared with multiyear average (1991 – 2010)



Źródło: badania własne

**Rysunek 2.** Średnie miesięczne opady atmosferyczne w Skierniewicach w latach 2011-2013 w odniesieniu do średniej z wielolecia (1991-2010)

**Figure 2.** Average monthly rainfalls in Skierniewice in the years 2011–2013 as compared with multiyear average (1991 – 2010)

Doświadczenie zostało założone w układzie bloków całkowicie losowych w 3 powtórzeniach, po 5 drzew w każdym powtórzeniu.

Pomiary i obserwacje:

- wzrost vegetatywny oceniano na podstawie pomiaru długości przyrostów pędów jednorocznych (powyżej 5 cm) oraz pomiaru przekroju poprzecznego pnia wykonywanego jesienią każdego roku,
- plonowanie roślin oceniano poprzez wyznaczenie średniego plonu (kg/drzewo),
- jakość owoców wyrażona została średnią masą owocu.

Dane z doświadczenia zostały opracowane statystycznie za pomocą analizy wariancji przy użyciu programu STATISTICA PL 10.0. Istotność różnic między średnimi określono testem Duncana przy  $p < 0,05$ .

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wielokrotne zakładanie sadu po sadzie (replantacja), miało istotny wpływ na wzrost vegetatywny i plonowanie drzew. Przez pierwsze dwa lata po założeniu sadu obserwowano słaby wzrost vegetatywny i plonowanie na stosunkowo niskim poziomie. Już w drugim roku po posadzeniu zaobserwowano natomiast znacznie silniejszy wzrost drzew mierzony przekrojem poprzecznym pnia oraz

sumą przyrostów jednorocznych w kombinacji nawadnianej (tab. 3). Obserwacje te znajdują potwierdzenie w pracach innych autorów (Shalhevet i inni, 1983; Szczygieł, 1997) gdzie przy chorobie replantacji obserwowano korzystny wpływ zastosowanego nawadniania nie tylko na wzrost jabłoni, ale również truskawki, czy bakłażana. Natomiast w badaniach prowadzonych przez Pacholaka i innych (1998) wykazano, że wzrost wilgotności gleby osłabiał wzrost drzew odmiany *Sampion* szczepionych na podkładce P 60 w sadzie replantowanym.

Według literatury stosowanie roślin fitosanitarnych (a do takich zaliczana jest gorczyca) poprawia stan sanitarny środowiska glebowego, głównie poprzez oddziaływanie ich wydzielin korzeniowych (Mazzola i Gu, 2000; Sobiczewski i inni, 2009). Stosowanie wsiewek z takich roślin stymuluje rozwój pożytecznej mikroflory, przyczyniając się jednocześnie do ograniczenia liczebności czynników chorobotwórczych i szkodników (Smoleń, 2004). Wyniki prowadzonego doświadczenia nie potwierdzają jednak tych doniesień. Stosowanie wsiewek z gorzycy białej osłabiło wzrost drzew, szczególnie w kombinacji nienawadnianej. Przypuszczalnie było to spowodowane konkurencją roślin o wodę, szczególnie w warunkach ograniczonej wilgotności gleby. Chwasty, łatwiej niż drzewa owocowe przyswajają z gleby składniki pokarmowe i wodę, szczególnie w warunkach ograniczonej ich dostępności (Derr, 2001). Już w 1962 roku Bould i Jarrett, zaobserwowali konkurencję o wodę i składniki odżywcze roślin zielnych z młodym sadem jabłoniowym. Obserwacje te potwierdza również Anderson (1989) w sadzie wiśniowym. Haynes i Goh (1980) stwierdzili, że w sadach karłowych i półkarłowych z płytkim systemem korzeniowym, konkurencja chwastów o wodę i składniki pokarmowe może doprowadzić do zahamowania wzrostu, co znajduje potwierdzenie również w prowadzonym doświadczeniu. Najniższą sumę przyrostów (1730,2 cm), oraz najniższy przyrost średnicy pnia (11,11 mm) zaobserwowano w kombinacji kontrolnej (bez nawadniania) z zastosowaniem wsiewki z gorzycy białej. W kombinacji nawadnianej, w drugim i trzecim roku doświadczenia obserwowano korzystny wpływ zastosowania wsiewki na wzrost drzew; nie były to jednak różnice istotne statystycznie. Nie zaobserwowano istotności interakcji nawadniania i zastosowania wsiewki z gorzycy białej.

Plonowanie roślin rozpoczęło się w trzecim roku po posadzeniu drzew i już od pierwszego roku można było zaobserwować korzystny wpływ zastosowanego nawadniania zarówno na wysokość plonu jak jakość owoców (tab. 4). W 2012 roku plon z drzew w kombinacjach nawadnianych był wyższy od kontroli o 51%. Zaobserwowano również pozytywny wpływ nawadniania na jakość plonu. Zastosowanie wsiewki z gorzycy białej nie tylko obniżyło sumaryczny plon, ale również nie poprawiło jakości otrzymanych owoców. W 2013 roku uzyskano bardzo niskie plony z drzew we wszystkich kombinacjach doświadczalnych. 7 maja 2013 roku w Skierniewicach odnotowano bardzo intensywne opady gradu, który zniszczył zawiązujące się już owoce. Ponadto obserwowano

znaczne uszkodzenia skórki i w konsekwencji zagniwanie tych zawiązków, które nie zostały „strącone” przez grad. W roku tym nie zaobserwowano żadnych istotnych różnic pomiędzy badanymi kombinacjami. Na pozytywny wpływ zastosowanego nawadniania na plonowanie drzew w sadzie replantowanym zwracał uwagę Schuricht (1993). Natomiast w badaniach Pacholaka i Rutkowskiego (2001) oraz Przybyły i Rapczyńskiej (2008) obserwowano obniżenie zarówno wielkości jak i jakości uzyskanego plonu w kombinacjach nawadnianych.

**Tabela 3.** Wpływ nawadniania i wsiewki z gorczycy białej na przekrój poprzeczny pnia oraz sumę przyrostów jednorocznych jabłoni Fuji Beni Shogun (2010-2013).

**Table 3.** Effect of irrigation and undersown with *Sinapis alba* on the cross-section of the trunk and total length of one-year-old shoots of Fuji Beni Shogun apple trees (2010-2013).

Nawadnianie	Kombinacje	2010	2011	2012	2013	Suma przyrostu 2011-2013
Przekrój poprzeczny pnia [mm]						
Kontrola	Gleba zmęczona	17,04 a	21,85 a	27,65 ab	32,59 b	15,55 ab
	Gleba zmęczona + gorczyca	17,31 a	21,21 a	26,55 a	28,42 a	11,11 a
Nawadnianie	Gleba zmęczona	17,58 a	23,05 a	29,95 c	33,20 b	15,62 ab
	Gleba zmęczona + gorczyca	17,64 a	21,96 a	29,14 bc	34,22 b	16,58 b
Średnia	<b>kontrola</b>	<b>17,17 A</b>	<b>21,5 A</b>	<b>27,1 A</b>	<b>30,5 A</b>	<b>13,33 A</b>
	<b>nawadnianie</b>	<b>17,61 A</b>	<b>22,5 A</b>	<b>29,5 B</b>	<b>33,7 B</b>	<b>16,10 B</b>
	<b>Gleba zmęczona</b>	<b>17,31 A</b>	<b>22,45 A</b>	<b>28,8 A</b>	<b>32,89 A</b>	<b>15,58 A</b>
	<b>Gleba zmęczona + gorczyca</b>	<b>17,47 A</b>	<b>21,58 A</b>	<b>27,8 A</b>	<b>31,32 A</b>	<b>13,84 A</b>
Suma przyrostów jednorocznych [cm-drzewo <sup>-1</sup> ]						
Kontrola	Gleba zmęczona		389,3 ab	408,0 ab	1298,4 ab	2095,7 ab
	Gleba zmęczona + gorczyca		341,8 a	305,2 a	1083,2 a	1730,2 a
Nawadnianie	Gleba zmęczona		430,2 ab	461,8 ab	1297,2 ab	2189,2 ab
	Gleba zmęczona + gorczyca		557,1 b	536,7 b	1587,5 b	2681,3 b
Średnia	<b>kontrola</b>		<b>365,5 A</b>	<b>356,6 A</b>	<b>1190,8 A</b>	<b>1912,9 A</b>
	<b>nawadnianie</b>		<b>493,6 B</b>	<b>499,2 B</b>	<b>1442,4 B</b>	<b>2435,2 B</b>
	<b>Gleba zmęczona</b>		<b>409,7 A</b>	<b>434,9 A</b>	<b>1297,8 A</b>	<b>2142,4 A</b>
	<b>Gleba zmęczona + gorczyca</b>		<b>449,4 A</b>	<b>420,9 A</b>	<b>1335,3 A</b>	<b>2205,7 A</b>

\*Średnie w kolumnach w obrębie kombinacji oznaczone tymi samymi małymi literami nie różnią się istotnie P=0,05, test Duncana. Średnie w kolumnach w obrębie roku oznaczone tymi samymi wielkimi literami nie różnią się istotnie P=0,05, test Duncana

Źródło: badania własne



**Tabela 4.** Wpływ nawadniania i wsiewki z gorzycy białej na plonowanie jabłoni Fuji Beni Shogun oraz średnią masę owoców (2012-2013).

**Table 4.** Effect of irrigation and undersown with *Sinapis alba* on the yielding of apple tree cv. Fuji Beni Shogun and average fruit weight (2012-2013).

Nawadnianie	Kombinacje	2012	2013	
Suma plonu [kg·drzewo <sup>-1</sup> ]				
Kontrola	Gleba zmęczona	1,28 a	1,27 a	
	Gleba zmęczona + gorczyca	1,37 a	1,21 a	
Nawadnianie	Gleba zmęczona	2,85 b	1,50 a	
	Gleba zmęczona + gorczyca	2,29 b	1,66 a	
		ns	ns	
<b>kontrola</b>		<b>1,32 A</b>	<b>1,24 A</b>	
<b>nawadnianie</b>		<b>2,57 B</b>	<b>1,58 A</b>	
<b>Średnia</b>			<b>***</b>	<b>ns</b>
	<b>Gleba zmęczona</b>		<b>2,06 A</b>	<b>1,72 A</b>
	<b>Gleba zmęczona + gorczyca</b>		<b>1,83 A</b>	<b>1,63 A</b>
			<b>ns</b>	<b>ns</b>
Średni owoc [kg·drzewo <sup>-1</sup> ]				
Kontrola	Gleba zmęczona	0,175 ab	0,23 a	
	Gleba zmęczona + gorczyca	0,167 a	0,24 a	
Nawadnianie	Gleba zmęczona	0,199 b	0,29 a	
	Gleba zmęczona + gorczyca	0,179 ab	0,25 a	
		ns	ns	
<b>kontrola</b>		<b>0,171 A</b>	<b>0,235 A</b>	
<b>nawadnianie</b>		<b>0,189 B</b>	<b>0,270 A</b>	
<b>Średnia</b>			<b>**</b>	<b>ns</b>
	<b>Gleba zmęczona</b>		<b>0,187 A</b>	<b>0,260 A</b>
	<b>Gleba zmęczona + gorczyca</b>		<b>0,173 A</b>	<b>0,245 A</b>
			<b>ns</b>	<b>ns</b>

Średnie w kolumnach w obrębie kombinacji oznaczone tymi samymi małymi literami nie różnią się istotnie P=0,05, test Duncana. Średnie w kolumnach w obrębie roku oznaczone tymi samymi wielkimi literami nie różnią się istotnie P=0,05, test Duncana

Źródło: badania własne

## WNIOSKI

1. Na podstawie ogólnej oceny siły wzrostu drzew można stwierdzić, że zmęczenie gleby miało wpływ na osłabienie wzrostu wegetatywnego oraz na plonowanie jabłoni odmiany Fuji Beni Shogun.
2. Zastosowanie nawadniania w istotny sposób poprawiło zarówno wzrost jak i plonowanie drzew w sadzie replantowanym.
3. Nie zaobserwowano pozytywnego wpływu zastosowania wsiewek gorczycy na obniżenie skutków choroby replantacji.

## LITERATURA

- Anderson, J. L. 1989. Effects of repeat annual applications of preemergence herbicides on sour cherry orchard weed control. *Proceedings-Western Society of Weed Science*. 42: 209-211
- Bould, C. and R.M. Jarrett. 1962. The effect of cover crops and NPK fertilizers on growth, crop yield and leaf nutrient status of young dessert apple trees. *Journal of Horticultural Science*. 37: 58-82
- Derr, J. F. 2001. Biological assessment of herbicide use in apple production. I. Background and current use estimates. *HortTechnology*. 11: 11-19
- Fritzsche von R., Vogel W. 1953. Einiges zur Bodenmüdigkeit im Obstbau, Separatabdruck aus der „Schweiz. Zeitschrift für Obst – und Weinbau“.
- Haynes, R. J. and K. M. Goh. 1980. Some effects of orchard soil management on sward composition, levels of available nutrients in the soil, and leaf nutrient content of mature ‘Golden Delicious’ apple trees. *Scientia Horticulturae* 13: 15-25.
- Kaczorowska Z. 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. *Prace Inst. Geogr. Warszawa*.
- Klamkowski K., Treder W., Tryngiel-Gać A., Wójcik K. 2011. Wpływ ilości i intensywności opadów na zmiany wilgotności gleby w sadzie jabłoniowym. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. 05: 115-126
- Mazzola M., Gu Y-H. 2000. Phyto-management of microbial community structure to enhance growth of apple in replant soils. *Acta Hort*. 532, ISHS: 73-77
- Pacholak E., Rutkowski K. 2001. Wpływ sposobów zapobiegania zmęczeniu gleby na liczebność nicieni oraz wzrost i plonowanie jabłoni odmiany ‘Elstar’ w warunkach zróżnicowanej wilgotności gleby, *Zeszyty Naukowe ISK*, tom 9: 7-16
- Pacholak E., Przybyła C., Cwynar M. 1998. Nawożenie i nawadnianie a efektywność produkcyjna jabłoni w sadzie po replantacji. *Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk. Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych. Pr. Kom. Nauk Rol. I Kom. Nauk Leś.* 85: 143-151.
- Pacholak E., Cwynar M., Suterski Ł. 1995. Nawożenie i nawadnianie, a wzrost i plonowanie jabłoni po replantacji. *PTPN, Pr. Kom. Nauk Rol. I Leś.* 79, 195-202.

- Przybyła C, Rapczyńska S. 2008. Wpływ deszczowania na plonowanie replantowanego sadu jabłoniowego w warunkach klimatycznych i glebowych równiny szamotulskiej, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z 528, 267-274.
- Rebandel Z. 1987. Problem zmęczenia gleby w sadownictwie. W: Sadownictwo w Wielkopolsce. PWRiL, Warszawa.
- Rebandel Z., Szczygieł A. 1995. Choroba replantacji maliny i możliwości jej zwalczania. Pr. Kom. Nauk Rol. I Kom. Nauk Leś. 79: 209-215.
- Shalhevet J., Heuer B., Meiri A. 1983, Irrigation interval as a factor in the salt tolerance of eggplant. Irrig. Sci. 4, 83-93.
- Schuricht R. 1993. Wpływ przygotowania gleby na wzrost i owocowanie jabłoni. Materiały z XIII Międzynarodowego Seminarium Sadowniczego w Limanowej.
- Smoleń S. 2004. Zmęczenie gleby – przyczyny, skutki, łagodzenie objawów. Hasło Ogrodnicze, Nr 8/2004
- Sobiczewski P., Treder W., Mikiciński A., Krzewińska D., Berczyński S., Bryk H., Puławska J., Klamkowski K., Tryngiel – Gać A. 2009. Choroba replantacji sadów i możliwości ograniczania jej skutków. 52 Ogólnopolska Konferencja Ochrony Roślin Sadowniczych: 83-92
- Szczygieł A. 1997. Zmęczenie gleby w uprawie truskawek, Sad Nowoczesny, Nr 9:13.

Mgr Anna Tryngiel-Gać  
Prof. dr hab. Waldemar Treder  
Mgr Katarzyna Wójcik  
Dr Krzysztof Klamkowski  
tel. 46 8345329, e-mail: Anna.Gac@inhort.pl  
Instytut Ogrodnictwa  
96-100 Skierniewice, ul Pomologiczna 18

Wpłynęło: 10.01.2015

Akceptowano do druku: 17.04.2015