

*Anna Jaroszevska*

**WPLYW NAWADNIANIA PODKORONOWEGO  
I NAWOŻENIA MINERALNEGO NA WYBRANE  
WSKAŹNIKI ŻYZNOŚCI GLEBY LEKKIEJ  
UŻYTKOWANEJ SADOWNICZO. CZ. I. GĘSTOŚĆ  
OBJĘTOŚCIOWA I ZAPASY WODY GLEBOWEJ**

---

***INFLUENCE OF UNDER -CROWN IRRIGATION  
AND MINERAL FERTILIZATION  
ON SELECTED INDICATORS OF SANDY SOIL FERTILITY  
FOR USE OF ORCHARD. I. THE BULK DENSITY AND SOIL  
WATER STOCKS***

**Streszczenie**

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2003-2005 w Stacji Doświadczalnej Lipnik k/Stargardu Szczecińskiego, gdzie zostały założone trzy dwuczynnikowe doświadczenia. Przeprowadzono je na glebie lekko kwaśnej brunatnej wylugowanej o uziarnieniu piasku gliniastego lekkiego przechodzącego na głębokości 50-100 cm w piasek gliniasty mocny (wg. PTG 1974). Gleba ta zaliczana jest do IVb klasy bonitacyjnej, kompleksu żyniego dobrego, a pod względem uprawy do gleb lekkich o małej retencji wody użytecznej. W każdym z doświadczeń oceniano: wpływ nawadniania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego na zmiany gęstości objętościowej i zapasy wody glebowej. Wszystkie doświadczenia były założone metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (ang. split-plot), w siedmiu powtórzeniach w doświadczeniu z wiśnią, pięciu z brzoskwinia i czterech powtórzeniach w doświadczeniu ze śliwą. Przeprowadzone były na drzewach w czwartym roku po posadzeniu, wchodzących w trzeci rok owocowania. Między drzewami utrzymywano murawę, a w rzędach drzew - ugór herbicydowy. Czynnikiem I rzędu było nawadnianie podkoronowe (minizraszanie): O-kontrola (bez nawadniania); W-objekty nawadniane, gdy potencjał wodny gleby obniżył się poniżej 0,01 MPa. Do nawadniania zastosowano system podkoronowy, w którym woda rozprowadzana była za pomocą minizraszaczy typu Hadar

o zasięgu zraszania dla wiśni r-1m, brzoskwini r-1,5m oraz śliwy r-2m. Wielkość dawek wody pod drzewa pestkowe w poszczególnych okresach wegetacji wahała się od 21,7 do 61,3 mm w zależności od sumy miesięcznych opadów atmosferycznych w poszczególnych latach badań (tab.1). Czynnikiem II rzędu było nawożenie mineralne. W uprawie wiśni i śliwy zastosowano następujące dawki nawozów: 0 NPK - kontrola (bez nawożenia), 1 NPK - 130 kg NPK·ha<sup>-1</sup> (40+30+60), 2 NPK - 260 kg NPK·ha<sup>-1</sup> (80+60+120); natomiast w uprawie brzoskwini: 0 NPK - kontrola (bez nawożenia), 1 NPK - 150 kg NPK·ha<sup>-1</sup> (40+50+60), 2 NPK - 300 kg NPK·ha<sup>-1</sup> (80+100+120). Nawozy azotowe stosowano wczesną wiosną, przed ruszeniem wegetacji, natomiast fosforowe i potasowe jesienią zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi. W warunkach zwiększonej wilgotności oraz wysokiego nawożenia mineralnego zanotowano zmiany zarówno zapasu wody glebowej jak i gęstości objętościowej.

**Słowa kluczowe:** nawadnianie, nawożenie mineralne, gleba, zapas wody, gęstość objętościowa

### Summary

*A field experiment was conducted in 2003-2005 at the Experimental Station Lipnik near Stargard, where they were founded three two-factor experiment. The research was conducted on an acid brown soil. The soil is classified as quality class IVb, good rye complex, and for cultivation of light soils with low water retention useful. In each of the experiments were evaluated: the impact of different irrigation and fertilization on bulk density and soil water stocks. All experiments were randomized block design established in the system dependent (called a split-plot), in seven replications in the experiment with cherry, five replications with peach and four replications in the experiment with the plums. Were carried out on trees in the fourth year after planting, fall within the third year of fruiting. Maintained grass between the trees, and rows of trees - herbicide fallow.*

*Order factor was irrigation under-crown: O-control (without irrigation), W-objects irrigated when soil water potential fell below 0.01 MPa. Irrigation system was used in which water was distributed by type of Hadar scale spraying for cherry r-1m, peach r-1,5m, and plum r-2m. The dosages of water under the tree stone in different growing seasons ranged from 21.7 to 61.3 mm depending on the amount of monthly precipitation in individual years of the study (Table 1). Second order factor was the mineral fertilization. The cultivation of cherries and plums, the following doses of fertilizers: 0 NPK - control (without fertilization), an NPK - 130 kg · ha NPK<sup>-1</sup> (40 +30 +60), 2 NPK - 260 kg NPK ha<sup>-1</sup> · (80 + 60 120), while in peach cultivation: 0 NPK - control (without fertilization), an NPK - 150 kg NPK · ha<sup>-1</sup> (40 +50 +60), 2 NPK-NPK 300 kg · ha<sup>-1</sup> (80 + 100 120). Nitrogen fertilizers applied in early spring, before moving the vegetation, while phosphorus and potassium in the autumn according to the agricultural. In conditions of high humidity and high fertilization respondents reported changes soil water stocks and bulk density.*

**Key words:** irrigation, mineral fertilization, soil, soil water stocks, bulk density

## WSTĘP

Pośrednią miarą zdolności gleby do zaopatrywania korzeni w wodę i tlen są różnorodne właściwości fizyczne. Spośród parametrów, które w największym stopniu oddziałują na rozwój roślin należy wymienić m.in. pojemność wodną gleby oraz gęstość objętościową. Zmiany fizycznych właściwości gleby, zwłaszcza lekkiej, oznaczają spadek lub wzrost jej żyzności, co wyraźnie odzwierciedlają zmieniające się w niej stosunki wodne [Koćmit i in. 1996, Pieniązek 2000, Poniatowska 2003]. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu nawadniania oraz nawożenia mineralnego na gęstość objętościową i zapas wody glebowej w glebie lekkiej pod wybranymi roślinami sadowniczymi.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2003-2005 w Stacji Doświadczalnej Lipnik k/Stargardu Szczecińskiego, gdzie zostały założone trzy dwuczynnikowe doświadczenia. Przeprowadzono je na lekko kwaśnej glebie brunatnej wylugowanej o uziarnieniu (wg. PTG 1974) piasku gliniastego lekkiego, przechodzącego na głębokości 50-100 cm w piasek gliniasty mocny. Gleba ta zaliczana jest do IVb klasy bonitacyjnej, kompleksu żyniego dobrego, a pod względem uprawy do gleb lekkich o małej retencji wody użytecznej. W każdym z doświadczeń oceniano: wpływ nawadniania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego na zmiany gęstości objętościowej oraz zapasy wody glebowej. Wszystkie doświadczenia były założone metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (ang. split-plot), w siedmiu powtórzeniach w doświadczeniu z wiśnią, pięciu z brzoskwinią i czterech powtórzeniach w doświadczeniu ze śliwą. Przeprowadzone były na drzewach w czwartym roku po posadzeniu, wchodzących w trzeci rok owocowania. Między drzewami utrzymywano murawę, a w rzędach drzew - ugór herbicydowy. Czynnikiem I rzędu było nawadnianie podkoronowe (minizraszanie): O-kontrola (bez nawadniania); W-objekty nawadniane, gdy potencjał wodny gleby obniżył się poniżej 0,01 MPa. Do nawadniania zastosowano system podkoronowy, w którym woda rozprowadzana była za pomocą minizraszaczy typu Hadar o zasięgu zraszania dla wiśni r-1m, brzoskwinii r-1,5m oraz śliwy r-2m. Wielkość dawek wody pod drzewa pestkowe w poszczególnych okresach wegetacji wahała się od 21,7 do 61,3 mm w zależności od sumy miesięcznych opadów atmosferycznych w poszczególnych latach badań (tab.1). Czynnikiem II rzędu było nawożenie mineralne. W uprawie wiśni i śliwy zastosowano następujące dawki nawozów: 0 NPK - kontrola (bez nawożenia), 1 NPK - 130 kg NPK·ha<sup>-1</sup> (40+30+60), 2 NPK - 260 kg NPK·ha<sup>-1</sup> (80+60+120); natomiast w uprawie brzoskwinii: 0 NPK - kontrola (bez nawożenia), 1 NPK - 150 kg NPK·ha<sup>-1</sup> (40+50+60), 2 NPK- 300 kg NPK·ha<sup>-1</sup> (80+100+120). Nawozy azotowe stosowano wczesną wiosną, przed ruszeniem wegetacji, natomiast fosforowe i potasowe jesienią zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi. Warunki meteorologiczne panujące w latach badań przedstawiono w tabeli 2.

Analizę materiału glebowego przeprowadzono w ujęciu dynamicznym, próbki gleby do oznaczenia gęstości objętościowej pobierano 2-krotnie: wiosną i jesienią, natomiast na zapas wody co miesiąc od maja do sierpnia. Próbkę pobierano z każdego doświadczenia polowego (z kombinacji nawozowych - 0 NPK i 2 NPK w podbloku nawadnianym i nie nawadnianym) z warstw gleby od 0-25 cm i 26-50 cm, w trzech powtórzeniach.

Spśród fizycznych i wodnych właściwości gleby oznaczono:

– zapas wody (w skład którego wchodzi: woda kapilarna, higroskopowa i błonkowa), z warstwy gleby 0-100 cm, co 20 cm - metodą suszarkowo-wagową na podstawie PN-SS/B-04487 (Dzieżyc 1974) przy użyciu cylinderek Kopecky'ego,

– gęstość objętościową, z warstwy gleby 0-30 cm, co 10 cm, przy użyciu cylinderek Kopecky'ego.

Wyniki badań opracowywano statystycznie, z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń wieloletnich, na średnich obiektowych z pojedynczych doświadczeń z odtworzonymi błędami, a istotność różnic przy NIR<sub>0,05</sub> oceniono testem Tuckey'a.

**Tabela 1.** Dawki wody zastosowanej do nawadniania w latach 2003-2005 (mm)

**Table 1.** Supplemental irrigation of stone fruit trees in years 2003-2005 (mm)

Lata	Gatunek		
	wiśnia	brzoskwinia	śliwa
2003	61,3	53,3	37,9
2004	27,5	28,6	21,7
2005	48,8	42,8	26,1
łącznie	137,6	124,7	85,7

**Tabela 2.** Sumy opadów (mm) oraz średnie wartości temperatury powietrza (°C) w latach 2003-2005

**Table 2.** Sum of rainfall (mm) and mean air temperature (°C) in years 2003-2005

Miesiąc	Średnie wieloletnie 1961-1994		Opady (mm)			Temperatura (°C)		
	Opady (mm)	Temperatura (°C)	Lata					
			2003	2004	2005	2003	2004	2005
IV	37,8	7,2	14,5	20,7	13,7	7,6	9,4	9,2
V	51,1	12,5	33,8	39,5	67,5	15,0	13,0	13,1
VI	61,3	15,9	29,7	61,0	25,7	17,2	16,0	15,8
VII	63,2	17,4	80,7	69,8	76,2	20,4	17,9	19,4
VIII	56,1	17,0	16,0	47,2	53,2	20,6	19,9	16,6
IX	46,8	13,2	45,7	33,5	25,8	14,4	13,9	15,5
X	38,9	8,6	35,1	40,0	20,5	5,7	9,6	10,2
IV-X	355,2	13,1	255,5	311,7	282,6	14,4	14,2	14,3

## WYNIKI I DYSKUSJA

Przedstawione w tabelach 3-4 oraz na rysunkach 1-3 dane wskazują na wyraźny wpływ nawadniania i nawożenia mineralnego na gęstość objętościową i zapas wody glebowej.

**Tabela 3.** Wpływ nawadniania i nawożenia mineralnego na gęstość objętościową – wiosną i jesienią (średnio z lat, w warstwie gleby 0-30 cm)

**Table 3.** Effect of irrigation and mineral fertilization on bulk density – spring and fall (average of years, the soil layer 0-30 cm)

Objekty*		Gęstość objętościowa (g·cm <sup>-3</sup> )					
		wiosna			jesień		
		wiśnia	brzoskwinia	śliwa	wiśnia	brzoskwinia	śliwa
Nawadnianie	O	1,42	1,70	1,58	1,68	1,74	1,72
	W	1,54	1,65	1,56	1,68	1,61	1,59
Poziomy nawożenia	0 NPK	1,52	1,69	1,52	1,66	1,70	1,65
	2 NPK	1,44	1,66	1,62	1,70	1,65	1,66
NIR <sub>0,05</sub>	nawadnianie	r.n.**	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	nawożenie	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

\*-jak w metodyce, \*\* różnica nieistotna

**Tabela 4.** Zależności korelacyjne pomiędzy zapasem wody w glebie (x), a plonem wiśni, brzoskwini i śliwy (y) (lata 2003-2005)

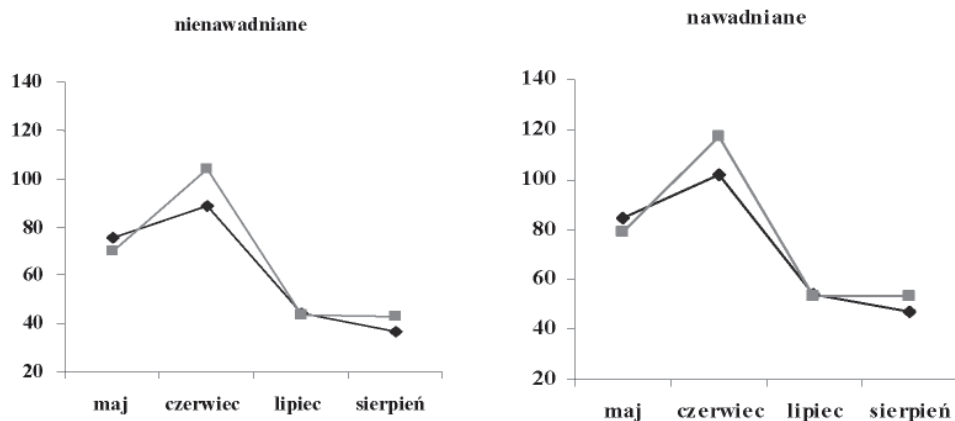
**Table 4.** The correlation between the supply of water in the soil (x), and yield of sour cherry, peach and plum (s) (2003-2005)

Y Gatunek	X Zapas wody (mm)		
	2003	2004	2005
Wiśnia	0,28	-0,26	<b>0,72*</b>
Brzoskwinia	0,29	0,49	-
Śliwa	<b>0,56</b>	<b>0,61</b>	<b>0,82</b>

\* istotna

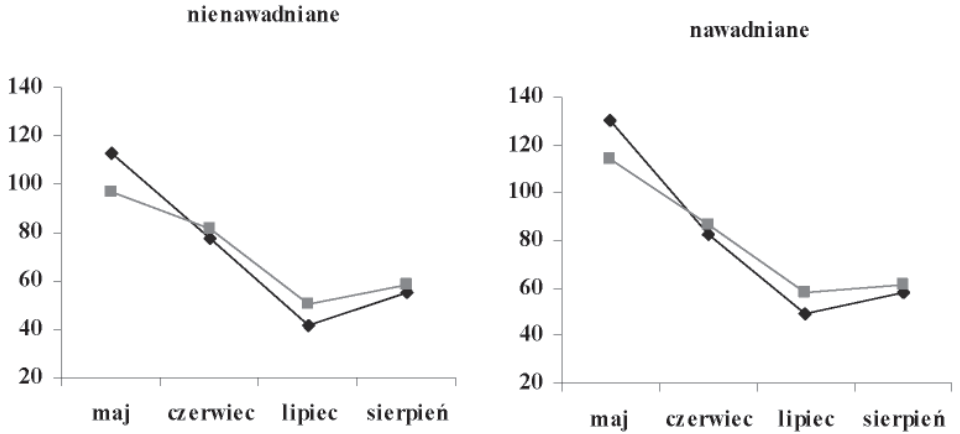
Gęstość objętościowa gleby w wyniku zastosowanego nawadniania wzrosła wiosną jedynie w glebie spod wiśni (o 8%), zmalała natomiast w glebie pod brzoskwinia o 3% wiosną i 7% jesienią, a także pod śliwą odpowiednio o 1% i o 8%. Nie stwierdzono natomiast różnic pomiędzy gęstością objętościową na polkach nawadnianych i nie nawadnianych w glebie pod wiśnią w okresie jesienim (tab. 3). Najwyższa dawka nawozów (2 NPK) zwiększyła wartość badanej cechy wiosną i jesienią wyłącznie w glebie spod śliwy odpowiednio o 7% i 1%. Jesienią na obiektach nawożonych większą gęstość objętościową odnotowano również w glebie spod wiśni (o 2%), natomiast wiosną jej wartość wyraźnie się zmniejszyła. Gęstość objętościowa w glebie spod brzoskwini wiosną i jesienią była wyraźnie mniejsza w porównaniu do obiektów nie nawożonych (tab. 3).

Największy zapas wody glebowej na poletkach nawożonych najwyższą dawką nawozów (2 NPK) stwierdzono w glebie spod wiśni w czerwcu, a spod brzoskwini i śliwy w lipcu. Wyraźny wzrost zapasu wody glebowej pod wpływem nawożenia dawką  $260 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$  zanotowano w glebie spod wiśni na poletkach nie nawadnianych i nawadnianych w miesiącu czerwcu, (o 15 mm). Wyższe wartości badanej cechy na poletkach nawadnianych z jednoczesnym nawożeniem odnotowano w maju (o 3,5 mm), czerwcu (o 28 mm), lipcu (o 9 mm) oraz sierpniu (o 16,3 mm), w porównaniu do kontroli (rys. 1). W wyniku zastosowanego nawożenia mineralnego (2 NPK) największy zapas wody w glebie spod brzoskwini na obiektach kontrolnych i nawadnianych zanotowano w maju, natomiast najmniejszy w lipcu. Podobnie jak w przypadku gleby spod wiśni zastosowane nawadnianie z nawożeniem mineralnym w najwyższej dawce zwiększyło wartość badanej cechy w całym okresie badawczym w porównaniu do kontroli, kolejno o: 1,5 mm w maju, 8,7 mm w czerwcu, 16,2 mm w lipcu oraz 6,8 mm w sierpniu (rys.2). Z kolei nawożenie mineralne w dawce  $260 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$  (2 NPK) spowodowało wzrost zapasu wody w glebie spod śliwy na poletkach nie nawadnianych i nawadnianych w maju, czerwcu i lipcu. Najmniejszy zapas wody w glebie w wyniku zastosowanego nawożenia stwierdzono w sierpniu zarówno na poletkach nie nawadnianych jak i nawadnianych (spadek o 4,8 mm). Współdziałanie obu zabiegów agrotechnicznych zwiększyło zapas wody zarówno w maju, lipcu, czerwcu jak i sierpniu. Największy wzrost tej cechy w porównaniu z obiektem kontrolnym (nie nawadniany i nie nawożony) odnotowano w lipcu (o 36 mm) (rys. 3).

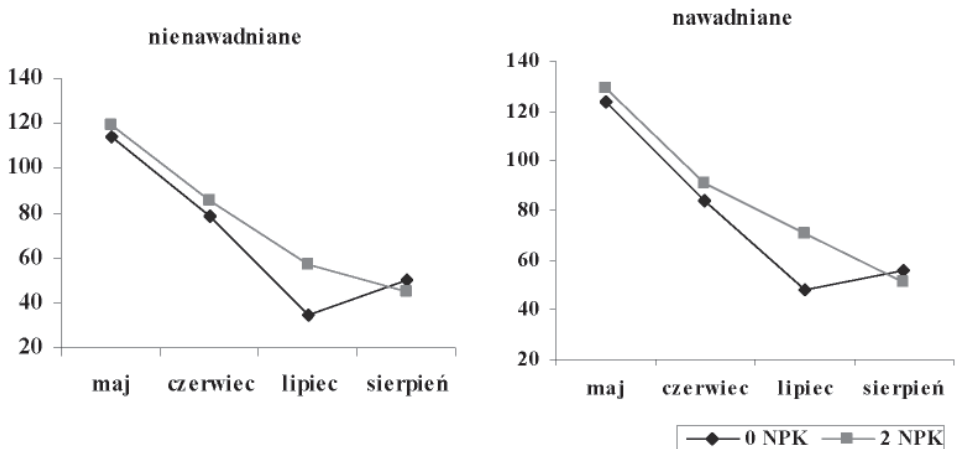


**Rysunek 1.** Wpływ nawadniania i nawożenia mineralnego na zapas wody w glebie w sezonie wegetacji wiśni [mm], w warstwie gleby 0-100 cm

**Figure 1.** Effect of irrigation and mineral fertilization on soil water storage in the vegetation season of cherry [mm], the 0-100 cm soil layer



**Rysunek 2.** Wpływ nawadniania i nawożenia mineralnego na zapas wody w glebie w sezonie wegetacji brzoskwini [mm], w warstwie gleby 0-100 cm  
**Figure 2.** Effect of irrigation and mineral fertilization on soil water storage in the vegetation season of peach [mm], the 0-100 cm soil layer



**Rysunek 3.** Wpływ nawadniania i nawożenia mineralnego na zapas wody w glebie w sezonie wegetacji śliwy [mm], w warstwie gleby 0-100 cm  
**Figure 3.** Effect of irrigation and mineral fertilization on soil water storage in the vegetation season of plum [mm], the 0-100 cm soil layer

W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono dodatnią wysoko istotną korelację pomiędzy zapasem wody w glebie, a plonem śliwy w ostatnim roku badań (tab. 4). Równie wysokie współczynniki korelacji odnotowano w pierwszych dwóch latach doświadczenia dla zależności zapas wody w glebie, a plon

śliwy oraz dla zależności zapas wody w glebie, a plon wiśni w ostatnim roku badań.

Reasumując, można stwierdzić, że zastosowane w doświadczeniu zabiegi agrotechniczne w znaczący sposób zmieniły warunki powietrzno-wodne w badanej glebie, co z kolei miało wpływ na wzrost i rozwój roślin, a zwłaszcza korzeni. W przeprowadzonym doświadczeniu zarówno nawadnianie jak i nawożenie mineralne miały wpływ na zmianę badanych parametrów gleby. Nawadnianie zwiększyło zapas wody w glebie spod wszystkich badanych gatunków drzew oraz gęstość objętościową spod brzoskwini i śliwy zarówno wiosną jak i jesienią. Podobne wyniki uzyskali również Koćmit i in. [1996] w badaniach nad wpływem nawożenia mineralnego i deszczowania na fizyczne właściwości gleby lekkiej. Zdaniem autorów deszczowanie przyczyniło się do zlikwidowania deficytu wody dostępnej dla roślin, lecz zarazem spowodowało zmianę gospodarki wodnej gleby. Porównanie aktualnych zapasów wody gleby deszczowanej i nie deszczowanej wykazało znaczny wzrost ilości wody występującej w profilu gleby deszczowanej. Również Jurczuk [2003] potwierdza, że na wzrost zapasu wody w glebie oprócz zapasu wody wynikającego z większej pojemności wodnej gleb nawadnianych, zapasu wody pozimowej ma wpływ zapas z nawadniania w okresie wegetacji roślin. Także badania przeprowadzone przez Karczmarczyka i in. [1979] oraz Koszańskiego i in. [1983] dowodzą, że deszczowanie zwiększa połowe zużycie wody i wpływa korzystnie na jej zapas. Z kolei Włodek i in. [2008] uważa, że zmiany ilości wody w glebie charakteryzują się dużą dynamiką, a ich kierunek zależy od wielu czynników, takich jak: właściwości fizyczne gleby, stan powierzchni pola czy przebieg pogody.

## WNIOSKI

1. Zastosowane nawadnianie zmniejszyło gęstość objętościową w glebie spod brzoskwini i śliwy. Z kolei nawożenie mineralne zmniejszyło wartości badanej cechy w glebie spod brzoskwini, a zwiększyło w glebie spod śliwy, zarówno wiosną jak i jesienią.

2. Zapas wody w glebie był wyższy na poletkach nawadnianych i nie nawadnianych na których stosowano wysokie nawożenie (2NPK).

## BIBLIOGRAFIA

- Dzięzyk J. *Nawadnianie roślin*. PWRiL Warszawa, 1974.
- Jurczuk S. *Rola nawodnień podsiąkowych w zwiększeniu retencji wodnej małych dolin rzecznych*. [http://iks\\_pn.sggw.pl/z.31/art./15.pdf](http://iks_pn.sggw.pl/z.31/art./15.pdf), 2003.
- Karczmarczyk S., Laskowski S., Biniak B. *Wpływ nawadniania i nawożenia mineralnego na dynamikę wzrostu, plony ziemniaków i buraków cukrowych oraz zmian biologicznych i chemicznych właściwości gleby lekkiej*. Zesz. Nauk. AR. Szcz., 1979, s.76.



- Koćmit A., Tomaszewicz T., Raczkowski B., Chudecka J., Podlasiński M., Ściążko K. *Wpływ nawożenia mineralnego i deszczowania na fizyczne właściwości gleby lekkiej*. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. 438, 1996, s. 313-324.
- Koszański Z., Karczmarczyk S., Nowicka S. *Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na właściwości gleby lekkiej i ciężkiej oraz plonowanie i wartość konsumpcyjną ziemniaków. Cz. I. Zmiany niektórych właściwości fizycznych gleby. Cz. II. Zmiany niektórych właściwości wodnych gleby*. Zesz. Nauk. AR. Szcz., 1983, s. 100.
- Pieniążek S.A.. *Sadownictwo*. PWRiL Warszawa, 2000.
- Poniatowska J. *Gęstość objętościowa gleb mineralnych i jej znaczenie dla warunków rozwoju roślin*. Roczn. Glebozn. T. LIV, 4, 2003, s.103-113.
- Włodek S., Biskupski A., Pabin J. *Dynamika uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby przy różnych sposobach uprawy roli*. Roczn. Glebozn. T. LIX, 1, 2008, s. 221-225.

Dr inż. Anna Jaroszevska  
Katedra Gospodarki Wodnej  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
ul. Słowackiego 17  
71-434 Szczecin  
tel. (091) 4496238  
e-mail: [nawodnienia@zut.edu.pl](mailto:nawodnienia@zut.edu.pl)

Recenzent: *Prof.dr hab. Jacek Długosz*