

WPLYW NAWADNIANIA ŚCIEKAMI  
NA PLONOWANIE KUKURYDZY I BURAKÓW PASTEWNYCH  
W PRZEKROPNYM ROKU 2009

*Stanisław Włodek<sup>1</sup>, Andrzej Biskupski<sup>1</sup>, Katarzyna Pawęska<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Zakład Herbológii i Technik Uprawy Roli, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa,  
Państwowy Instytut Badawczy w Puławach  
ul. Orzechowa 64, 50-540 Wrocław  
e-mail: sw51@poczta.onet.pl

<sup>2</sup>Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Instytut Inżynierii Środowiska,  
Uniwersytet Przyrodniczy  
pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław

**Streszczenie.** W roku 2009 przeprowadzono eksperyment z nawadnianiem roślin ściekami bytowo-gospodarczymi. Doświadczenie prowadzono na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego w warunkach glebowo-klimatycznych Dolnego Śląska w miejscowości Biskupice Oławskie, położonej przy granicy województwa opolskiego. Celem pracy było określenie wpływu nawadniania ściekami na plonowanie kukurydzy i buraków pastewnych. W okresie wegetacyjnym stosowano dawki polewowe 10 mm w odstępach tygodniowych. Rok 2009 charakteryzował się dużą ilością opadów, znacznie przekraczającą średnią z wielolecia 1956-2009. W lipcu i sierpniu suma opadów przekraczała ponad dwukrotnie opady optymalne dla uprawianych roślin. W miesiącach kwiecień, lipiec, sierpień i wrzesień średnie temperatury powietrza były wyższe od przeciętnych z wielolecia. Pomimo nadmiaru wody nie zaobserwowano niekorzystnych zmian w rozwoju roślin. Nawadnianie kukurydzy w istotny sposób zwiększyło plon zielonej masy roślin oraz nieznacznie wpłynęło na ich wysokość. Buraki pastewne nie zareagowały istotnie na nawadnianie ściekami. Zaznaczyła się jedynie tendencja wzrostu plonu korzeni roślin nawadnianych. Nawadnianie kukurydzy pozytywnie wpłynęło na rośliny, niezależnie od ich wielkości, natomiast buraki pastewne o ciężarze korzenia poniżej 1 kg zareagowały na nawadnianie obniżką plonu, zaś większe rośliny wyraźnie zwiększyły swoją masę.

Słowa kluczowe: kukurydza, burak pastewny, ścieki, nawadnianie

#### WSTĘP

Problem utylizacji ścieków nie jest rozwiązany w wielu miejscowościach Polski. Ilość przyłączy do sieci wodociągowej znacznie przewyższa liczbę gospo-

darstw domowych korzystających z kanalizacji (Rocznik Statystyczny 2009). Długość sieci kanalizacyjnej stanowi 19% długości sieci wodociągowej (Wałęga i in. 2009). Przedstawiona sytuacja dotyczy w głównej mierze miejscowości o rozproszonej zabudowie. W takich warunkach możliwe jest rolnicze wykorzystanie ścieków.

Liczne badania oraz wieloletnia praktyka wykazała wiele zalet oczyszczania ścieków w środowisku glebowym oraz zastosowania wody zawartej w ściekach do uzupełnienia potrzeb wodnych roślin (Kutera 1988, Nowak i Kuczewski 2002, Paluch i in. 2006). Klimat Polski charakteryzuje się dużą zmiennością warunków atmosferycznych w poszczególnych latach (Żmudzka 2004, Mager i in. 2009). Nie w każdym roku opady atmosferyczne pokrywają potrzeby wodne roślin (Dzieżyc, Nowak 1987).

Celem pracy było określenie wpływu systematycznego, niezależnego od pogody nawadniania ściekami na plonowanie kukurydzy i buraków pastewnych.

#### MATERIAŁ I METODY

W miejscowości Biskupice Oławskie położonej na pograniczu województwa dolnośląskiego i opolskiego zlokalizowano doświadczenie obserwacyjne z nawadnianiem roślin ściekami. Badania prowadzono na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego z głębokim położeniem lustra wody gruntowej.

Po siewie kukurydzy i buraka pastewnego wykonano w międzyrzędziach bruzdy o głębokości 10 cm, biegnące wzdłuż spadku terenu, wynoszącego około 1%. Nawadnianie wstępnie oczyszczonymi ściekami rozpoczęto 2 maja 2009. W odstępach tygodniowych w redliny wylewano ścieki, w ilości zapewniającej dawkę polewową 10 mm. Nawadnianie zakończono 29 sierpnia 2009 roku, kilka tygodni przed zbiorami. W czasie wegetacji prowadzono obserwacje stanu roślin. We wrześniu 2009 roku po zbiorze oznaczono ciężar korzeni buraków pastewnych oraz wysokość i ciężar roślin kukurydzy. Wyniki poddano analizie statystycznej. Przedstawiono strukturę plonu zestawiając masę roślin w ciągu rosącym. Warunki pogodowe opracowano na podstawie danych meteorologicznych pochodzących z najbliższej położonego posterunku meteorologicznego Jelcz-Laskowice, oddalonego o około 14 km od miejsca lokalizacji doświadczenia. Porównano sumę opadów w roku 2009 z opadami optymalnymi podanymi przez Klatta (za Paluchem i in. 2006). Ze względu na temperatury powietrza w roku 2009, odbiegające od średniej miesięcznej dla której Klatt podał opady optymalne, zastosowano zalecaną korektę opadów optymalnych wprowadzając poprawkę 5 mm na 1°C.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Warunki pogodowe w rejonie prowadzenia badań charakteryzowały się dużą zmiennością. Dotyczyła ona zarówno temperatury powietrza, jak i opadów (tab.1). Ekstremalne wartości średnich miesięcznych temperatur powietrza znacznie odbiegały od średniej wieloletniej z okresu 1956-2009. Wyraźnie większe różnice między maksymalną a minimalną temperaturą występowały w miesiącach zimowych niż letnich. Rok 2009 pod względem temperatury powietrza w niewielkim stopniu różnił się od przeciętnego. Średnia roczna wynosiła 8,9°C, natomiast wieloletnia 8,6. Różnice wystąpiły w poszczególnych miesiącach. W kwietniu średnia miesięczna była o 0,5°C mniejsza od maksymalnej z wielolecia 1956-2009. W sezonie wegetacyjnym, oprócz czerwca, temperatura powietrza w pozostałych miesiącach była wyższa od średniej wieloletniej. Maksymalna różnica 1,2°C wystąpiła w sierpniu.

Jeszcze większym zróżnicowaniem charakteryzowały się opady. Najwyższa z wielolecia 1956-2009 suma miesięczna opadów wystąpiła w lipcu i wyniosła 224 mm, była prawie stukrotnie wyższa od minimalnej kształtującej się na poziomie 2,3 mm. Średnie miesięczne sumy opadów w roku 2009 w przeważającej części sezonu wegetacyjnego kukurydzy były wyższe od optymalnych wg. Klatta (tab. 2), jedynie we wrześniu były niższe od optymalnych o około 5 mm. Dla buraka pastewnego przeciętny opad w roku 2009 był niższy od optymalnego w miesiącach kwiecień, lipiec, sierpień i wrzesień.

W roku 2009 suma opadów w czerwcu była najwyższa w okresie obserwacyjnym sięgającym roku 1956, dwu i półkrotnie przewyższała średnią wieloletnią. Również lipiec charakteryzował się dużą ilością opadów, przewyższającą prawie dwukrotnie średnią wieloletnią. Sumy opadów w maju, czerwcu i lipcu roku 2009 przewyższały skorygowane opady optymalne dla testowanych roślin. W pozostałych miesiącach sezonu wegetacyjnego wystąpiły niedobory opadów. W sumie ilość opadów w okresie wegetacyjnym była wyższa od optymalnych.

Sumaryczna dawka wody pochodząca z systematycznego, cotygodniowego nawadniania bruzdowego w okresie wegetacyjnym wyniosła 180 mm. Ilość wody pochodząca z opadu atmosferycznego oraz nawadniania przekraczała dwukrotnie opad optymalny dla kukurydzy oraz o połowę dla buraka pastewnego. Dwukrotnie po nawodnieniu wystąpiły bardzo obfite opady (rys.1). W dniu 22 czerwca 2009 roku suma dobową opadów wyniosła 53,7 mm, natomiast 1 lipca 61 mm. Pomimo tego nie zaobserwowano na roślinach symptomów nadmiaru wody oraz niedoboru powietrza w glebie. Rośliny kukurydzy nawadnianej ściekami charakteryzowały się nieznacznie większą wysokością oraz istotnie wyższą masą (tab. 3). Nie stwierdzono natomiast istotnej różnicy w masie korzeni buraka pastewnego.

**Tabela 1.** Ekstremalne średnie miesięczne i roczne opady (mm) oraz temperatury powietrza (°C) z wielolecia 1956-2009**Table 1.** Extreme mean monthly and annual precipitation (mm) and air temperature (°C) for the period of 1956-2009

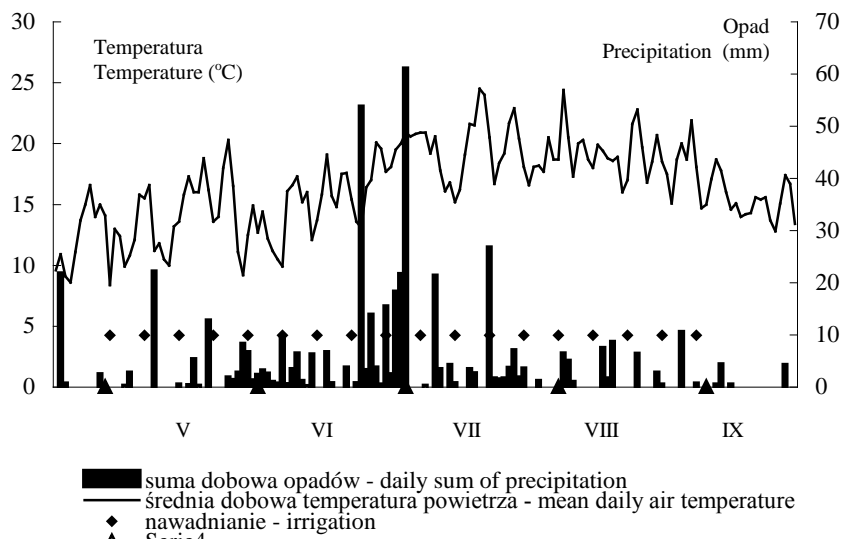
Parametr - Parameter	Miesiące – Month												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Temperatura Powietrza – Air Temperature													
Minimalna – Minimum	-9,7	-8,3	-1,3	5,1	10,1	14,4	15,5	15,3	10,6	5,5	-0,4	-6,9	7,1
Maksymalna – Maximum	4,5	5,4	7,4	11,8	17,2	19,7	23,2	22,1	16,5	12,1	7,8	3,9	10,1
Średnia – Average	-1,5	-0,3	3,3	8,2	13,6	16,8	18,4	17,7	13,5	8,9	3,9	0,1	8,6
2009	-2,7	-0,4	3,8	11,3	13,8	15,6	19,5	18,9	14,7	7,2	6,0	-0,9	8,9
Opad – Precipitation													
Minimalna – Minimum	7,6	3,8	11,3	4,2	5,0	17,2	2,3	9,7	2,1	3,0	11,3	3,7	401,2
Maksymalna – Maximum	77,4	68,4	76,9	80,5	219,6	180,8	224,0	180,5	104,9	119,3	80,0	99,3	794,0
Średnia – Average	28,0	26,9	32,3	36,1	62,1	68,8	82,2	67,7	45,3	37,2	39,3	35,2	565,2
2009	35,4	50,7	60,9	24,7	65,7	180,8	145,1	50,4	15,7	84,9	33,3	46,4	794

**Tabela 2.** Opady optymalne i skorygowane dla kukurydzy i buraka pastewnego wg. Klatta (2006)

**Tabela 2.** Optimal and corrected precipitation for maize and fodder beet according to Klatt (2006)

Parametr - Parameter	Miesiąc – Month					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Optymalne – optimal						
Temperatura powietrza – air temperature	8	13	16	18	17	14
Kukurydza – maize		50	60	70	65	50
Burak pastewny – fodder beet	50	50	70	90	85	55
Skorygowane – corrected *						
Kukurydza – maize		54	58	77,5	74,5	53,5
Burak pastewny – fodder beet	66,5	54	68	97,5	94,5	58,5

\* – opad skorygowany do średniej miesięcznej temperatury powietrza w 2009 roku – precipitation corrected up to the average monthly air temperatures in 2009



**Rys. 1.** Charakterystyka warunków meteorologicznych w sezonie wegetacyjnym 2009  
**Fig. 1.** Characteristics of weather conditions in the growing season of 2009

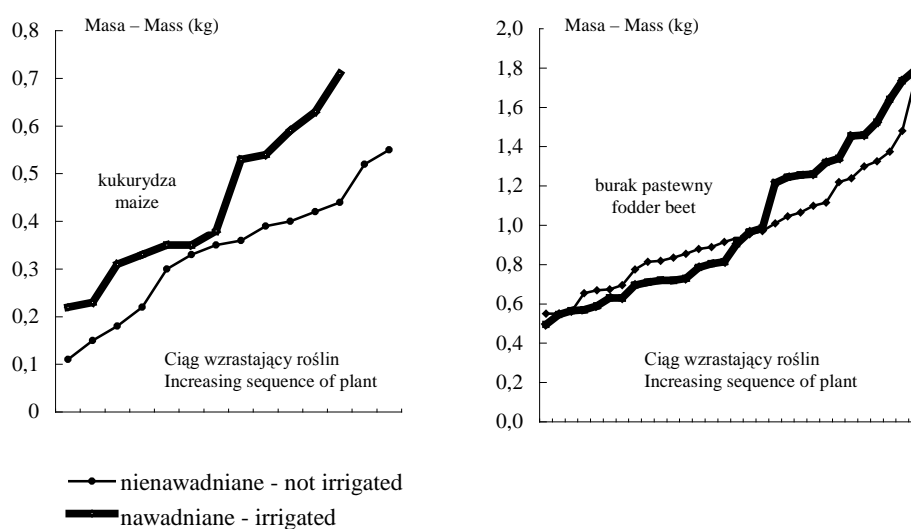
**Tabela 3.** Średni plon roślin  
**Table 3.** Average yield of plants

Obiekt – Object	Kukurydza – Maize		Burak pastewny – Fodder beet
	Wysokość Height (cm)	Masa kg/roślinę Mass kg/plant	Masa kg/roślinę Mass kg/plant
Nie nawadniane Not irrigated	214	0,34	1,06
Nawadniane Irrigated	218	0,43	1,08
NIR <sub>(0,05)</sub> – LSD <sub>(0,05)</sub>	r.n.	0,09	r.n.

NIR – najmniejsza istotna różnica – LSD – least significant difference,  
 r.n. – różnica nieistotna – insignificant difference.

Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w pracy Dzieżyca i Nowaka (1993). Analiza zestawienia licznych doświadczeń jednorocznych z deszczowaniem buraków pastewnych i kukurydzy wykazała, że wraz ze wzrostem ilości opadów w sezonie wegetacyjnym zmniejsza się efekt plonotwórczy nawadniania.

Interesujące jest porównanie struktury plonów (rys. 2). Masa kukurydzy nawadnianej była we wszystkich grupach wyższa od nie nawadnianej. W przypadku buraka pastewnego zaznaczyła się granica przebiegająca na poziomie 1 kg. We frakcji poniżej 1 kg korzenie roślin nawadnianych były mniejsze od nie nawadnianych, natomiast odwrotnie przedstawiała się sytuacja we frakcji powyżej 1 kg. Można przypuszczać, że rośliny które na skutek nierównomiernych wschodów później się ukorzeniły gorzej znosiły dużą ilość wody w glebie.



**Rys. 2.** Struktura plonu kukurydzy i buraka pastewnego nawadnianego i nienawadnianego  
**Fig. 2.** Yield structure of maize and fodder beet irrigated and not irrigated

#### WNIOSKI

1. Niewielkie dawki polewowe – 10 mm stosowane systematycznie co siedem dni w okresie wegetacyjnym w przekroprnym roku 2009 na glebie pólowej wytworzonej z piasku gliniastego nie wykazały negatywnego wpływu na testowane rośliny.

2. Ilość wody dostarczonej do gleby w postaci opadu oraz ze ściekami, przewyższająca o połowę opad optymalny dla buraka pastewnego nie miała wpływu na masę korzeni.

3. Dwukrotnie przekroczona na skutek nawadniania wartość opadu optymalnego pozytywnie wpłynęła na wzrost kukurydzy. Nawadniane rośliny kukurydzy miały nieznacznie większą wysokość oraz istotnie większą masę niż nie nawadniane.

## PIŚMIENNICTWO

- Dzieżyc J., Nowak L., 1993. Deszczowanie. Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa – Wrocław.
- Dzieżyc J., Nowak L., Panek K., 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln. 314, 11-33.
- Kutera J., 1988. Wykorzystanie ścieków w rolnictwie. PWRiL Warszawa.
- Mager P., Kasprówicz T., Farat R., 2009. Change of air temperature and precipitation in Poland in 1966-2006. Acta Agrophysica 169. Rozprawy i monografie. 2009 (1), 19-38.
- Nowak I., Kuczewski K., 2002. Oczyszczanie ścieków bytowo-gospodarczych w oczyszczalni roślinno-glebowej. Akademia Rolnicza Wrocław.
- Paluch J., Paruch A., Pulikowski K., 2006. Przyrodnicze wykorzystanie ścieków i osadów. Akademia Rolnicza Wrocław.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, 2009. GUS Warszawa.
- Wałęga A., Chmielowski K., Satora S., 2009. Stan gospodarki wodno-ściekowej w Polsce w aspekcie wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr 4/2009, 57-72.
- Żmudzka E., 2004. Tło klimatyczne produkcji rolniczej w Polsce w drugiej połowie XX wieku. Acta Agrophysica, 2004, 3(2), 399-408.

## INFLUENCE OF WASTEWATER IRRIGATION ON THE YIELD OF MAIZE AND FODDER BEETS IN WET YEAR 2009

*Stanisław Włodek<sup>1</sup>, Andrzej Biskupski<sup>1</sup>, Katarzyna Pawęska<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Department of Weed Science and Tillage systems,  
Institute of Soil Science and Plant Cultivation – National Research Institute  
ul. Orzechowa 64, 50-540 Wrocław  
e-mail: sw51@poczta.onet.pl

<sup>2</sup>Wrocław University of Environmental and Life Studies,  
The Faculty of Environmental Engineering and Geodesy  
Institute Environmental Engineering  
pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław

**Abstract.** In 2009 an experiment with domestic wastewater irrigation of plants was realized. The experiment was conducted on podzolic soil which was formed from loamy sand in the soil-climatic conditions of Lower Silesia in Biskupice Oławskie, located close to the borders of the Opole province. The aim of this study was to determine the effect of wastewater irrigation on maize and fodder beet yields. The doses applied during the growing season in weekly intervals were 10 mm. The year 2009 was characterised by high levels of rainfalls, well above average for the years 1961-2000. In July and August the sum of rainfalls exceeded the optimum rainfall levels for the crops more than twice. During the months of April, July, August, and September the average air temperatures were above the average multi-annual air temperatures. Despite the excessive amount of water, there were no adverse changes in plant development. Irrigation of maize increased the green mass of the plants yield significantly and slightly affected the plants height. Yields of fodder beets did not respond significantly to the wastewater irrigation. An increasing trend was only noted in the yields of roots of irrigated plants. Irrigation of maize had a positive effect on the plants, regardless of their size, whereas the fodder beets with root weight below 1 kg reacted with a yield reduction, while the larger plants clearly increased their weight.

**Key words:** maize, fodder beet, wastewater, irrigation