



## **WPŁYW SPOSOBÓW NAWADNIANIA NA PLONOWANIE ZIEMNIAKA ŚREDNIO WCZESNEGO UPRAWIANEGO NA GLEBIE LEKKIEJ W REGIONIE POMORSKIM**

***Witold Ossowski, Stanisław Rolbiecki, Tadeusz Wojdyła, Dorota Wichrowska,  
Roman Rolbiecki***

*Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J.Śniadeckich w Bydgoszczy*

### ***EFFECT OF IRRIGATION METHODS ON YIELDS OF MEDIUM EARLY POTATO GROWN ON A LIGHT SOIL IN THE POMERANIAN REGION***

#### ***Streszczenie***

Celem podjętych badań było poznanie wpływu nawadniania kropłowego i deszczownianego na wysokość i jakość plonu wybranych odmian ziemniaka średnio wczesnego. Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2001-2003 we wsi Kosobudy, gm. Brusy, woj. pomorskie, na glebie zaliczanej do IVb klasy bonitacyjnej (kompleks 5 żytni dobry). Ilość wody łatwo dostępnej dla roślin (efektywna retencja użyteczna) w warstwie gleby o kontrolowanym uwilgotnieniu (od 0 do 40 cm) wynosiła 29,5 mm.

Dwuczynnikowe doświadczenie założono metodą losowanych podbloków układzie zależnym split-plot, w czterech replikacjach. Czynnikiem pierwszego rzędu było nawadnianie, zastosowane w trzech wariantach: O – bez nawadniania (obiekt kontrolny), K – nawadnianie kropłowe, D – nawadnianie deszczowniane. Czynnikiem drugiego rzędu stanowiły trzy średnio wczesne odmiany ziemniaka: Barycz, Mors, Triada. Ziemniaki uprawiano na pełnej dawce obornika bydlęcego ( $35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) wnoszonego do gleby jesienią pod orkę zimową. Nawożenie fosforem i potasem wynosiło  $80 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$  i  $140 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Nawożenie azotem zastosowano w dawce  $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Terminy wykonywania nawodnień ustalano na podstawie potencjału wodnego gleby określanego przy użyciu tensjometrów. Nawadnianie rozpoczynano w momencie, kiedy siła ssąca gleby wynosiła  $-0,03 \text{ MPa}$ .

Zastosowanie nawodnień w uprawie ziemniaka istotnie zwiększyło plon handlowy bulw. Nie stwierdzono istotnych różnic w wysokości plonów ziemniaka

nawadnianego systemem nawodnień deszczowniczych i kropłowych. Wśród testowanych odmian istotnie wyższy plon handlowy bulw wydała Triada. Wystąpiła zróżnicowana reakcja odmian na nawadnianie. Najwyższe przyrosty plonów pod wpływem nawadniania stwierdzono u odmiany Mors, a najniższe – u odmiany Barycz. Zastosowane systemy nawodnień nie różnicowały istotnie poziomu suchej masy, witaminy C, cukrów prostych i skrobi w bulwach testowanych odmian. Nawadnianie obniżyło zawartość cukrów ogółem w bulwach ziemniaka.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, nawadnianie, odmiana, plon bulw

### Summary

*The aim of the study was to determine of the influence of drip irrigation and sprinkler irrigation on the quantity and quality of yield of selected medium early potato cultivars. Field experiments were conducted on the soil classified to IVb valuation class and good rye complex in 2001-2003 at Kosobudy (Community of Brusy), Pomerania Voivodeship. Effective useful retention in the soil layer of controlled moisture (0-40 cm) amounted 29,5 mm.*

*The experiments were carried out with two-factorial split-plot design, with four replications. The first-row factor was irrigation: O – control plots (without irrigation), K – drip-irrigated plots, D sprinkler-irrigated plots. The second-row factor: medium early potato cultivars: Barycz, Mors, Triada. The dose of cattle manure (35 t·ha<sup>-1</sup>) was applied in autumn (before winter plowing). Fertilization with P and K amounted: 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·ha<sup>-1</sup> and 140 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>, respectively. Nitrogen fertilization was used with dose 90 kg N·ha<sup>-1</sup>. Irrigation was conducted according to soil water potential measured by tensiometers (-0,03 MPa). The use of irrigation significantly increased the marketable tuber yield.*

*There were no significant differences between potato yields obtained from sprinkler-irrigated plots and those from drip-irrigated plots. From among cultivars tested, Triada gave significantly higher marketable tuber yields than the other two cultivars. Cultivars were characterized by different response to irrigation. The highest increases in yields due to irrigation gave Mors, and the lowest – Barycz. The irrigation systems did not differentiate significantly the content of DM, vitamin C, reducing sugars and starch in potato tubers. Irrigation decreased the total sugar content in tubers of potato.*

**Key words:** potato, irrigation, cultivar, yield

### WSTĘP

Ziemniak należy do ważnych roślin uprawnych w Polsce. Ma wysoki potencjał produkcyjny i silnie reaguje na poprawę warunków wilgotnościowych co powoduje, że jest rośliną wykazującą dużą przydatność do uprawy w warunkach nawodnień [Żarski i in. 1997, Mazurczyk i in. 2004, Nowak 2006, Żarski i in. 2011]. Dotychczasowe badania wyraźnie wskazują, że poszczególne odmiany uprawne reagują wzrostem plonu przy stosowaniu nawodnień uzupełniających [Chmura 2001, Rzekanowski i in. 2004]. Podstawowym systemem nawadniania

ziemniaka stosowanym dotychczas w naszym kraju jest deszczowanie [Nowak 2006]. Ze względu na zmniejszające się zasoby wodne Polski, istnieje uzasadniona potrzeba zastosowania bardziej oszczędnych systemów irygacyjnych, takich jak nawadnianie kropłowe, które wykorzystywane jest już z powodzeniem w uprawie ziemniaka w krajach zachodnioeuropejskich – np. we Francji, Anglii i Niemczech [Mosler 2002].

Hipoteza badawcza zakładała, że nawadnianie kropłowe i deszczowniane ziemniaka średnio wczesnego uprawianego na glebie lekkiej w regionie pomorskim wpłynie korzystnie na wielkość plonów wybranych odmian, zaś uzyskane efekty produkcyjne nawodnień przyczynią się z jednej strony do poprawy opłacalności produkcji bulw, z drugiej natomiast – do zwiększenia wykorzystania gleb lekkich.

Podjęte badania miały na celu poznanie wpływu nawadniania kropłowego i deszczownianego na wysokość oraz jakość plonu wybranych odmian ziemniaka średnio wczesnego.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2001-2003 w gospodarstwie indywidualnym we wsi Kosobudy, gm. Brusy (Kaszuby Płd.), woj. pomorskie, na glebie zaliczanej do IVb klasy bonitacyjnej (kompleks 5 żytni dobry). Była to gleba płowa typowa [PTG 2008]. Poziom powierzchniowy badanej gleby posiadał uziarnienie piasku gliniastego, natomiast poziomy podpowierzchniowe charakteryzowały się uziarnieniem gliny piaszczystej [PTG 2008]. Ilość wody łatwo dostępnej dla roślin (efektywna retencja użyteczna) w warstwie gleby o kontrolowanym uwilgotnieniu (od 0 do 40 cm) wynosiła 29,5 mm.

Doświadczenia dwuczynnikowe wykonano metodą losowanych podbloków w układzie zależnym split-plot, w czterech replikacjach [Rudnicki 1992]. Czynnikiem pierwszego rzędu było nawadnianie, zastosowane w trzech wariantach: O – bez nawadniania (obiekt kontrolny), K – nawadnianie kropłowe, D – nawadnianie deszczowniane. Czynnikiem drugiego rzędu stanowiły trzy średnio wczesne odmiany ziemniaka: Barycz, Mors, Triada. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 12,5 m<sup>2</sup>. Ziemniaki uprawiano w standardowej rozstawie rzędów 62,5 cm, zaś odległości w rzędzie wynosiły 30 cm. Pomiędzy wariantami wodnymi doświadczenia zastosowano bufory z nasadzeniem w rzędzie ziemniaka.

Do nawadniania kropłowego wykorzystano linię kroplującą typu ‘Aqua-Trax’, na której emitery znajdowały się w odstępach 20 cm i posiadały wydatek

średni  $0,9 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$  ( $4,5 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$  na 1 mb). Przewody nawadniające ułożone były w redlinach pomiędzy dwoma rzędami ziemniaków. Zabieg deszczowania w warunkach poletek doświadczalnych przeprowadzono przy użyciu mikrozaszaczki izraelskiej firmy NAAN typu 'HADAR', o wydatku około  $30 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$ . Terminy wykonywania nawodnień ustalano na podstawie potencjału wodnego gleby określanego przy użyciu tensjometrów. Nawadnianie rozpoczynano w momencie, kiedy siła ssąca gleby wynosiła  $-0,03 \text{ MPa}$ . Sączi tensjometrów były umieszczone na głębokości 20–25 cm, pomiędzy roślinami ziemniaka. Wodę do nawodnień czerpano z komunalnego ujęcia wodociągowego.

Ziemniaki uprawiano na pełnej dawce obornika bydlęcego ( $35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) wnoszonego do gleby jesienią pod orkę zimową. Wsadzano je w III dekadzie kwietnia. Nawożenie fosforem i potasem stosowano wczesną wiosną wysiewając na 1 hektar  $80 \text{ kg P}_2\text{O}_5$  (superfosfat potrójny granulowany 46%) oraz  $140 \text{ kg K}_2\text{O}$  (sól potasowa 60%). Nawożenie azotem w dawce  $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  (saletrzak magnezowy 28% N i 4% Mg), w celu sukcesywnego pokrywania potrzeb i uniknięcia strat azotu stosowano w dwóch dawkach: 1/3 przed sadzeniem i 2/3 przed ostatnim obredleniem.

Przedplonem było pszenżyto ozime. Prowadzono chemiczne zwalczanie stonki ziemniaczanej oraz zarazy ziemniaka. Chwasty zwalczano wyłącznie mechanicznie

Określono plon handlowy bulw ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), a także zawartość wybranych składników następującymi metodami: suszarkowo-wagową – sucha masa, polarymetryczną wg Ewersa [Adler 1971] – skrobia, z zastosowaniem dinitrofenolu [Talbert i Smith 1975] – cukry redukujące oraz Tillmansa [Budślawski 1972] – witamina C.

Obliczenia statystyczne wykonano przy użyciu pakietu obliczeniowego ANALWAR – 5FR, wykorzystując test Fishera-Snedecora w celu stwierdzenia istotności działania czynników doświadczenia oraz test Tukeya dla porównania otrzymanych różnic.

Średnia temperatura powietrza okresu wegetacji (V-VIII) wyniosła  $16,7 \text{ }^\circ\text{C}$ , wahając się w latach badań od  $15,9$  do  $17,7 \text{ }^\circ\text{C}$  (tab. 1).

Suma opadów atmosferycznych od 1 maja do 31 sierpnia – średnio dla okresu badań – wyniosła  $287 \text{ mm}$ . Najwięcej deszczu spadło w pierwszym roku badań ( $373 \text{ mm}$ ), a najmniej ( $227 \text{ mm}$ ) – w trzecim. W pierwszym roku badań szczególnie obfite w opady były miesiące lipiec i sierpień z sumami opadów wynoszącymi  $175 \text{ mm}$  i  $111 \text{ mm}$ . Z kolei w trzecim roku badań – cechującym się najniższymi opadami – roku badań, w lipcu zanotowano  $118 \text{ mm}$  deszczu. Sezon wegetacyjny tego roku (V-VIII) charakteryzował się również najwyższą

liczbą dni z opadem (51) oraz najwyższą sumą usłonecznienia wynoszącą 1064 godzin.

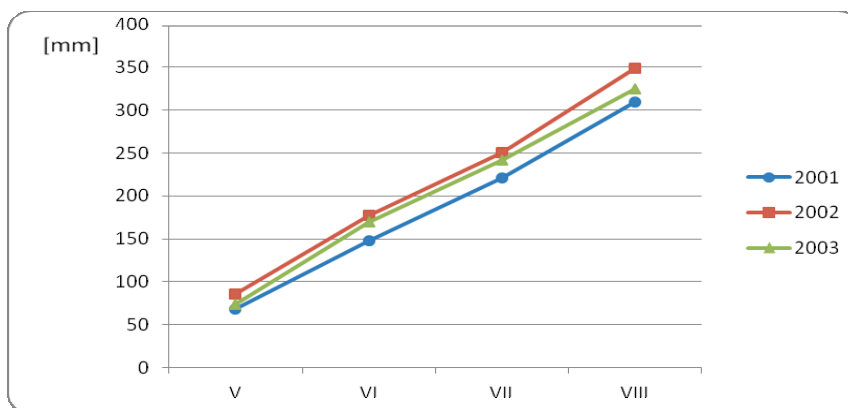
**Tabela 1.** Warunki meteorologiczne w okresie wegetacyjnym w Chojnicach \*

**Table 1.** Meteorological conditions in the vegetation period at Chojnice

| Miesiąc<br>Month       | Temperatura powietrza<br>Air temperature | Opady atmosferyczne<br>Rainfall |   | Usłonecznienie<br>Insolation |
|------------------------|--|---------------------------------|---|------------------------------|
|                        | T <sub>sr</sub> (°C)                     | P (mm)                          | liczba dni z opadem<br>number of rainy days | s (h)                        |
| 2001                   |  |                                 |   |                              |
| IV                     | 6,9                                      | 61                              | 15  | 109                          |
| V                      | 12,9                                     | 22                              | 6   | 318                          |
| VI                     | 13,8                                     | 65                              | 14  | 207                          |
| VII                    | 18,8                                     | 175                             | 10  | 250                          |
| VIII                   | 18,1                                     | 111                             | 11  | 227                          |
| IX                     | 11,5                                     | 141                             | 16  | 87                           |
| IV-IX                  | 13,7                                     | 575                             | 72  | 1198                         |
| V-VIII                 | 15,9                                     | 373                             | 41  | 1002                         |
| 2002                   |  |                                 |   |                              |
| IV                     | 7,4                                      | 40                              | 11  | 179                          |
| V                      | 15,9                                     | 73                              | 9   | 262                          |
| VI                     | 15,9                                     | 61                              | 12  | 238                          |
| VII                    | 18,8                                     | 37                              | 12  | 228                          |
| VIII                   | 20,1                                     | 90                              | 8   | 274                          |
| IX                     | 13,3                                     | 38                              | 8   | 191                          |
| IV-IX                  | 15,2                                     | 339                             | 60  | 1372                         |
| V-VIII                 | 17,7                                     | 261                             | 41  | 1002                         |
| 2003                   |  |                                 |   |                              |
| IV                     | 6,4                                      | 26                              | 12  | 215                          |
| V                      | 13,8                                     | 42                              | 11  | 280                          |
| VI                     | 16,8                                     | 38                              | 10  | 322                          |
| VII                    | 18,4                                     | 118                             | 17  | 217                          |
| VIII                   | 17,4                                     | 29                              | 13  | 245                          |
| IX                     | 13,5                                     | 16                              | 9   | 211                          |
| IV-IX                  | 14,4                                     | 269                             | 72  | 1490                         |
| V-VIII                 | 16,6                                     | 227                             | 51  | 1064                         |
| Lata – Years 2001-2003 |  |                                 |   |                              |
| IV                     | 6,9                                      | 42                              | 13  | 204                          |
| V                      | 14,2                                     | 46                              | 9   | 287                          |
| VI                     | 15,5                                     | 55                              | 12  | 256                          |
| VII                    | 18,7                                     | 110                             | 13  | 232                          |
| VIII                   | 18,5                                     | 77                              | 11  | 249                          |
| IX                     | 12,8                                     | 65                              | 11  | 163                          |
| IV-IX                  | 14,4                                     | 394                             | 68  | 1353                         |
| V-VIII                 | 16,7                                     | 287                             | 44  | 1023                         |

Źródło: na podstawie danych dla Chojnic zawartych w Biuletynach Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej, IMGW [2001-2003]; Source: meteorological data for Chojnice included in IMGW Bulletins [2001-2003]

Największe potrzeby wodne ziemniaka – w badanym trzyleciu – wystąpiły w roku 2002, a najmniejsze – w sezonie wegetacyjnym 2001 (rys. 1). Wynikało to przede wszystkim z wysokości i przebiegu temperatur powietrza. Spośród czterech rozpatrywanych miesięcy – maj, lipiec i sierpień roku 2002 miały najwyższe temperatury w omawianym trzyleciu, co wpływało bezpośrednio na kształtowanie się wielkości potrzeb wodnych wyznaczanych jako opady optymalne metodą Klatta.



**Rysunek 1.** Sumowane potrzeby wodne ziemniaka – oszacowane na podstawie opadów optymalnych wg Klatta – dla poszczególnych miesięcy i lat badań (mm)

**Figure 1.** Cumulated water requirements of potato – estimated on the base of optimum rainfall according Klatt – for particular months and years of the study (mm)

Źródło: wyniki własne; Source: own research data

Sezonowe dawki nawodnieniowe kształtowały się zależnie od potrzeb wodnych oraz ilości i przebiegu opadów atmosferycznych (tab. 2). Największe ilości wody – poprzez systemy nawadniające – zastosowano w drugim roku badań, zaś najmniejsze – w pierwszym.

**Tabela 2.** Sezonowe dawki nawodnieniowe w latach badań (mm)

**Table 2.** Seasonal irrigation doses in the years of the study (mm)

| 1. | Wyszczególnienie<br>Specification       | Rok – Year |      |      | Średnio<br>Mean |
|----|---|------------|------|------|-----------------|
|    |   | 2001       | 2002 | 2003 |                 |
| 2. | Nawadnianie kropłowe<br>Drip irrigation | 72         | 97   | 78   | 82              |
| 3. | Deszczowanie<br>Sprinkler irrigation    | 95         | 169  | 115  | 126             |

Źródło: wyniki własne; Source: own research data

## WYNIKI

Plon handlowy bulw ziemniaka zebrany z poletek nienawadnianych – średnio w trzyletnim okresie badań – wyniósł  $38,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (tab. 3). Najniższe plony zanotowano w pierwszym roku badań, najwyższe zaś – w ostatnim. Nawadnianie wpłynęło na istotny wzrost plonów (tab. 4). System kropłowy zwiększył plon o  $10,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (tj. o 26%), a deszczowanie o  $10,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (tj. o 28%). W warunkach nawodnień wyższe plony bulw – przeciętnie w trzyletnim okresie badawczym – zanotowano na poletkach nawadnianych systemem deszczownicym, jednak różnica ta nie była udowodniona statystycznie. Podobnie jak to miało miejsce na poletkach kontrolnych (bez nawodnień), najwyższe plony stwierdzono w ostatnim roku badań. Wśród testowanych odmian istotnie wyższe plony wydała odmiana Triada. Odmiany Barycz i Mors plonowały – średnio w badanym trzyleciu – na zbliżonym, nie różniącym się istotnie poziomie. Wystąpiło współdziałanie badanych czynników (nawadniania i odmiany uprawnej) w kształtowaniu plonu ziemniaka. Najlepszą reakcję na nawadnianie wykazała odmiana Triada, wydając – średnio w trzyletnim okresie badań – plon handlowy bulw wynoszący na poletkach deszczowanych  $50,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a na nawadnianych systemem kropłowym  $50,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Tabela 3. Plon handlowy ziemniaka ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )Table 3. Marketable yield of potato ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

| 1. | Nawadnianie (I)<br>Irrigation               | Rok<br>Year | Odmiana – Cultivar (II) |       |        | Średnio<br>Mean |
|----|---|-------------|-------------------------|-------|--------|-----------------|
|    |   |             | Barycz                  | Mors  | Triada |                 |
| 2. | Bez nawadniania (O)<br>Without irrigation   | 2001        | 33,71                   | 33,86 | 36,13  | 34,57           |
|    |   | 2002        | 36,89                   | 31,59 | 37,85  | 35,44           |
|    |   | 2003        | 46,45                   | 40,55 | 48,22  | 45,07           |
|    | Średnio – Mean                              |             | 39,02                   | 35,40 | 40,73  | 38,38           |
| 3. | Nawadnianie kropłowe (K)<br>Drip irrigation | 2001        | 39,93                   | 44,57 | 45,15  | 43,21           |
|    |   | 2002        | 47,44                   | 49,34 | 48,52  | 48,43           |
|    |   | 2003        | 52,05                   | 52,74 | 56,55  | 53,78           |
|    | Średnio – Mean                              |             | 46,47                   | 48,88 | 50,07  | 48,48           |
| 4. | Deszczowanie (D)<br>Sprinkler irrigation    | 2001        | 42,57                   | 41,83 | 46,66  | 43,69           |
|    |   | 2002        | 48,59                   | 46,24 | 47,81  | 47,55           |
|    |   | 2003        | 54,25                   | 56,31 | 57,33  | 55,96           |
|    | Średnio – Mean                              |             | 48,47                   | 48,13 | 50,60  | 49,07           |
| 5. | Średnio<br>Mean                             | 2001        | 38,74                   | 40,09 | 42,65  | 40,49           |
|    |   | 2002        | 44,31                   | 42,39 | 44,73  | 43,81           |
|    |   | 2003        | 50,92                   | 49,87 | 54,03  | 51,61           |
|    | Średnio – Mean                              |             | 44,65                   | 44,14 | 47,13  | 45,31           |

Źródło: wyniki własne; Source: own research data

**Tabela 4.** Wyniki analizy statystycznej plonów ziemniaka  
**Table 4.** Results of statistical analysis of potato yields

| Nawadnianie (I)<br>Irrigation           | Odmiana (II)<br>Cultivar | Rok badań – Year of the study |            |            | Średnio<br>Mean |
|---|--------------------------|-------------------------------|------------|------------|-----------------|
|   |                          | 2001                          | 2002       | 2003       |                 |
| NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub> |                          |                               |            |            |                 |
| Nawadnianie – Irrigation (I)            |                          | 1,507                         | 2,856      | 1,349      | 1,215           |
| Odmiana – Cultivar (II)                 |                          | 2,287                         | 1,669      | 1,470      | 0,561           |
| Interakcja – Interaction (IxII)         |                          | r. n. – ns                    | 3,694      | 2,473      | 1,392           |
| Interakcja – Interaction (IIxI)         |                          | r. n. – ns                    | r. n. – ns | r. n. – ns | r. n. – ns      |

O, K, D – odpowiednio: obiekty kontrolne, z nawadnianiem kropłowym i deszczowaniem

Źródło: wyniki własne; Source: own research data

W badaniach własnych nawadnianie kropłowe zwiększyło plon handlowy o 10,1 t·ha<sup>-1</sup> (tj. o 26%), a deszczowanie o 10,7 t·ha<sup>-1</sup> (tj. o 28%). Większe wyżki plonów (14,9-15,8 t·ha<sup>-1</sup> przy nawadnianiu kropłowym, 13,7-14,7 t·ha<sup>-1</sup> poprzez deszczowanie ziemniaków odmian Barycz, Mors i Triada uzyskano na glebie bardzo lekkiej w okolicy Bydgoszczy [Rolbiecki i Rolbiecki 2005]. W tych badaniach najwyższe plony w warunkach nawadniania wydała odmiana Triada. W badaniach Mazurczyka i in. [2006], nawadnianie kropłowe zwiększyło plon handlowy bulw odmiany Triada z poziomu 29,4-37,5 t·ha<sup>-1</sup> do 45,1-55,4 t·ha<sup>-1</sup>. Stwierdzony w tych badaniach wysoki plon był wynikiem interakcji nawadniania z nawożeniem azotem, które można przedstawić jako sumę następujących składowych: 29,4 t·ha<sup>-1</sup> (obiekt kontrolny) + 8,1 t·ha<sup>-1</sup> (obornik, bez nawadniania) + 13,3 t·ha<sup>-1</sup> (obornik, nawadnianie) + 4,6 t·ha<sup>-1</sup> (azot mineralny). Cytowani autorzy szacują udział nawadniania kropłowego w tworzeniu plonu końcowego bulw na 24%, nawożenia obornikiem (azotem organicznym) na 15% oraz nawożenia azotem mineralnym na 8%. Zbliżony – do uzyskanych w badaniach własnych – plon handlowy bulw ziemniaka w warunkach nawadniania kropłowego (od 40,0 do 53,0 t·ha<sup>-1</sup>) uzyskano w badaniach wielu autorów [Shae i in. 1999, Darwish i in. 2006, Ünlü i in. 2006, Shahnazari i in. 2007, 2008, Saeed i in. 2008, Ahmadi i in. 2010]. Niższy plon handlowy (średnio wyniósł 29,8 t·ha<sup>-1</sup>) uzyskali w swych badaniach Kumar i in. [2009].

Uzyskany w badaniach własnych plon handlowy bulw na obiektach deszczowanych wyniósł średnio 49,1 t·ha<sup>-1</sup>, kształtując się w zakresie od 43,7 do 56,0 t·ha<sup>-1</sup>, zależnie od roku badań i odmiany. Bardzo zbliżone plony handlowe ziemniaków uzyskali w warunkach nawadniania deszczowanego Ünlü i in. [2006], otrzymując średnio od 30,2 do 46,0 t·ha<sup>-1</sup> w warunkach klimatycznych Antalii. Ferreira i Goncalves [2007] otrzymali 49,8 t·ha<sup>-1</sup> w doświadczeniu przeprowadzonym w Portugalii. Niższe plony ziemniaków (31,6 t·ha<sup>-1</sup>) uzyskali Kumar i in. [2009] w warunkach klimatu półsuchego (Indie).

Zróznicowaną reakcją odmian uprawnych ziemniaka średnio wczesnego na nawadnianie stwierdzono m.in. w badaniach Peszka i Rolbieckiego [1992],



Gładysiaka i Borówczaka [1996], Rojka i Chmury [1996], Sobiecha i in. [1996], Chmury i Rojka [2001], Rzekanowskiego i in. [2004].

Nie stwierdzono udowodnionego statystycznie oddziaływania badanych systemów nawodnieniowych na poziom suchej masy w bulwach ziemniaka (tab. 5). Poziom suchej masy – średnio dla wariantów nawadniania i trzech lat badań – mieścił się w zakresie 22,6-22,7%. Odmiana uprawna różnicowała istotnie ten wskaźnik. Odmiana Triada cechowała się istotnie wyższym poziomem suchej masy (23,4%) od dwóch pozostałych (Barycz i Mors).

Zarówno nawadnianie kropłowe, jak i deszczowanie nie wpływały w sposób udowodniony statystycznie na poziom witaminy C w bulwach ziemniaka. Zaznaczyła się jednak tendencja do niższych wartości tego składnika w bulwach ziemniaków zebranych z obiektów nawadnianych. Wśród badanych odmian, Barycz cechowała się, w porównaniu do dwóch pozostałych, istotnie wyższym poziomem witaminy C.

Zastosowane systemy nawodnień nie różnicowały istotnie poziomu cukrów prostych w bulwach testowanych odmian ziemniaka. Trzeba jednak zaznaczyć, że w bulwach zebranych z obiektów nawadnianych zaznaczyła się tendencja do niższej zawartości cukrów prostych. Drugi badany czynnik – odmiany – istotnie różnicował poziom cukrów prostych. Odmiany Mors i Triada zawierały, w odniesieniu do odmiany Barycz, istotnie większe ilości tych cukrów.

Oba systemy nawodnieniowe istotnie obniżały zawartość cukrów ogółem w bulwach ziemniaka. Nie stwierdzono natomiast statystycznie udowodnionych różnic w poziomie cukrów ogółem pomiędzy badanymi odmianami.

Średni dla trzech lat i wariantów wodnych poziom skrobi w bulwach ziemniaka mieścił się w zakresie od 16,1% do 16,3%. Niższe wartości stwierdzono dla deszczowania, jednakże nie był to spadek istotny. Wśród trzech testowanych odmian Triada charakteryzowała się w porównaniu do pozostałych istotnie wyższą zawartością skrobi.

Do głównych kryteriów oceny surowca ziemniaczanego, które decydują o jego przydatności do produkcji frytek i chipsów zalicza się zawartość suchej masy, skrobi i cukrów redukujących. W opracowaniu IHAR [2004] podaje się, że bulwy ziemniaka, przeznaczone do produkcji frytek powinny zawierać 20-22% suchej masy oraz od 14 do 17% skrobi, zaś przeznaczone do wyrobu chipsów – od 21 do 25% suchej masy oraz 16-20% skrobi.

Z badanych odmian istotnie wyższym poziomem suchej masy (23,4%) cechowała się odmiana Triada. Dla porównania, bulwy tej samej odmiany zebrane z obiektów nawadnianych systemem kropłowym w doświadczeniu Mazurczyka i in. [2006] zawierały od 22,7 do 23,2% s.m., zaś pochodzące z obiektów kontrolnych 23,5 % s.m.. Podobne wartości uzyskali Rzekanowski i in. [2005].

Według Dzieżyca [1988] obniżenie procentowej zawartości skrobi w ziemniakach może być efektem niewłaściwie przeprowadzonego nawadniania – zbyt obfitego lub zbyt późnego. Poprawne nawadnianie według cytowanego

autora nie wywołuje takich zmian. Często natomiast, zwłaszcza w latach suchych, występuje tendencja odwrotna, kiedy to stwierdza się dodatni wpływ nawodnień na procentową zawartość skrobi, w szczególności na słabszych glebach. Chmura [2001] natomiast na podstawie długoletnich badań w Samotworze k. Wrocławia stwierdził negatywny wpływ opadów na zawartość skrobi w ziemniakach różnych grup wczesności.

**Tabela. 5.** Cechy jakościowe plonu bulw ziemniaka, średnio dla lat 2001-2003  
**Table 5.** Quality features of potato tuber yields, mean for the years 2001-2003

| Wyszczególnienie<br>Specification           |                          | Zawartość – Content |                   |                                    |                              |                   |
|---|--------------------------|---------------------|-------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------|
|   |                          | s. m.<br>DM         | wit. C<br>vit. C  | cukry proste<br>reducing<br>sugars | cukry ogółem<br>total sugars | skrobia<br>starch |
| Nawadnianie<br>(I)<br>Irrigation            | Odmiana (II)<br>Cultivar | %<br>św. m.         | mg·100g<br>św. m. | %<br>św. m.                        | %<br>św. m.                  | %<br>św. m.       |
| O   | Barycz                   | 22,7                | 27,4              | 0,187                              | 0,463                        | 16,0              |
|   | Mors                     | 21,8                | 20,7              | 0,253                              | 0,490                        | 15,6              |
|   | Triada                   | 23,6                | 22,3              | 0,330                              | 0,553                        | 17,2              |
| K   | Barycz                   | 22,3                | 26,4              | 0,183                              | 0,423                        | 15,7              |
|   | Mors                     | 22,3                | 19,3              | 0,237                              | 0,433                        | 16,1              |
|   | Triada                   | 23,2                | 21,2              | 0,297                              | 0,470                        | 17,0              |
| D   | Barycz                   | 22,3                | 26,5              | 0,183                              | 0,393                        | 15,4              |
|   | Mors                     | 22,3                | 20,5              | 0,230                              | 0,417                        | 15,9              |
|   | Triada                   | 23,5                | 22,2              | 0,317                              | 0,440                        | 16,9              |
| Wpływ nawadniania – Influence of irrigation |                          |                     |                   |                                    |                              |                   |
| O   |                          | 22,7                | 23,5              | 0,257                              | 0,502                        | 16,3              |
| K   |                          | 22,6                | 22,3              | 0,239                              | 0,442                        | 16,3              |
| D   | -                        | 22,7                | 23,1              | 0,243                              | 0,417                        | 16,1              |
| Wpływ odmiany – Influence of cultivar       |                          |                     |                   |                                    |                              |                   |
| -   | Barycz                   | 22,4                | 26,8              | 0,184                              | 0,426                        | 15,7              |
| -   | Mors                     | 22,1                | 20,2              | 0,240                              | 0,447                        | 15,9              |
| -   | Triada                   | 23,4                | 21,9              | 0,315                              | 0,488                        | 17,0              |
| NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>   |                          |                     |                   |                                    |                              |                   |
| Nawadnianie – Irrigation (I)                |                          | n.i.                | n.i.              | n.i.                               | 0,056                        | n.i.              |
| Odmiana – Cultivar (II)                     |                          | 1,145               | 4,089             | 0,056                              | n.i.                         | 1,065             |
| Interakcja – Interaction (IxII)             |                          | n.i.                | n.i.              | n.i.                               | n.i.                         | n.i.              |
| Interakcja – Interaction (IIxI)             |                          | n.i.                | n.i.              | n.i.                               | n.i.                         | n.i.              |

O, K, D – odpowiednio: obiekty kontrolne, z nawadnianiem kropkowym i deszczowaniem

Źródło: wyniki własne; Source: own research data

W przeprowadzonych badaniach w bulwach z obiektów nawadnianych stwierdzono wyraźną tendencję do niższej zawartości cukrów prostych i ogółem. Zgodnie z zaleceniami Instytutu Ziemniaka [Charakterystyka zarejestrowanych odmian ziemniaka 2004] ziemniaki do produkcji frytek powinny zawierać

(wartość pożądana) mniej niż 0,25% cukrów redukujących w świeżej masie bulw (wartość graniczna  $\leq 0,5\%$ ). W odniesieniu do chipsów wymagania te są jeszcze bardziej rygorystyczne (wartość pożądana 0,15%, a graniczna  $\leq 0,25\%$ ). Zbyt wysoki poziom cukrów (redukujących i ogółem) wpływa niekorzystnie na jakość frytek i chipsów powodując tzw. reakcję barwną Maillarda (brązowienie) oraz obniża ich walory smakowe [Lisińska 1994]. Zdaniem Pęksy [1991] u ziemniaków uprawianych w warunkach zwiększonych dawek azotu i nadmiernego nawadniania może wystąpić opóźnienie dojrzewania bulw, a ziemniak niedojrzały zawiera duże ilości cukrów. Ujemny związek pomiędzy zawartością cukrów redukujących, a jakością frytek ( $r = -0,98$ ) i chipsów ( $r = -0,99$ ) stwierdzono m.in. w badaniach Pińskiej i in. [2005].

### WNIOSKI

1. Zastosowanie nawodnień w uprawie ziemniaka istotnie zwiększyło plon handlowy bulw. Nie stwierdzono istotnych różnic w wysokości plonów ziemniaka nawadnianego systemem deszczowniczym i kroplowym.
2. Wśród testowanych odmian istotnie wyższy plon handlowy bulw wydała odmiana Triada.
3. W warunkach nawadniania najwyższy przyrost plonu bulw zanotowano u odmiany Mors, najniższy u odmiany Barycz, co dowodzi różnej reakcji odmian na nawadnianie.
4. Zabieg nawadniania miał wpływ na obniżenie zawartości cukrów ogółem w bulwach, natomiast nie różnicował poziomu suchej masy, skrobi, witaminy C i cukrów redukujących.

### BIBLIOGRAFIA

- Adler G. *Kartoffeln und Kartoffelerzeugnisse*. Paul Parey, Berlin, 1971.
- Ahmadi S.H., Andersen M., N., Plauborg F., Poulsen R.T, Jensen C.R. Sepaskhah A.R., Hansen S. 2010. *Effect of irrigation strategies and soils on field grown potatoes: Yield and water productivity*. Agric. Water Management, 97: 1923-1930.
- Budślawski B., Drabent Z. 1972. *Metody analizy żywności*. WNT, Warszawa.
- Charakterystyka zarejestrowanych odmian ziemniaka*. 2004. Pod red. A. Głuskiej i K. Zgórskiej, IHAR, Jadwisin.
- Chmura K. 2001. *Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania uprawy ziemniaka w południowo-zachodniej Polsce*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rozprawy CLXXX, 410: 1-109.
- Chmura K., Rojek S. 2001. *Irrigating potatoes in the Wrocław region*. Przegl. Nauk. Wydz. Inż. i Kształt. Środ. SGGW 22: 259-274.
- Darwish T.M., Atallah T.W., Hajhasan S., Haidar A., 2006. *Nitrogen and water use efficiency of fertigated processing potato*. Agric. Water Management, 85: 95-104.
- Dziężyc J. 1988. *Rolnictwo w warunkach nawadniania*. PWN Warszawa. 32-38.

Ferreira T.C., Goncalves D.A. 2007. *Crop-yield/water-use production functions of potatoes (Solanum tuberosum L.) grown under differential nitrogen and irrigation treatments in a hot, dry climate*. Agric. Water Management, 90: 45-55.

Gładysiak S., Boróweczak F. 1996. *Wpływ pogody, deszczowania i nawożenia azotowego na plony ziemniaków w wieloletnich doświadczeniach w warunkach Wielkopolski*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 438: 53-60.

Kumar S., Asrey R., Mandal G., Singh R. 2009. *Microsprinkler, drip and furrow irrigation for potato (Solanum tuberosum L.) cultivation in a semi-arid environment*. Indian J. Agric. Sci., 79(3): 165-169.

Lisińska G. 1994. *Ziemniak jako surowiec dla przemysłu spożywczego*. Post. Nauk. Roln. 1: 32-40.

Mazurczyk W., Głuska A., Trawczyński C., Nowacki W., Zarzyńska K. 2006. *Optymalizacja nawadniania plantacji ziemniaka (FertOrgaNic) za pomocą metody kroplowej oraz systemu DSS*. Roczn. AR Pozn. CCCLXXX Rolnictwo 66: 235-241.

Mazurczyk W., Wierzbicka A., Lutomirska B. 2004. *Klimatyczne uwarunkowania produkcji biomasy ziemniaka w Polsce Centralnej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 500: 219-224.

Mosler C. 2002. *Ressourcen sparen, Erträge steigern – Tropfbewässerung bei Kartoffeln – eine Alternative für Zukunft?* Neue Landw. 6: 36-39.

Nowak L. 2006. *Nawadnianie roślin okopowych*. W: Nawadnianie roślin (pod red. S. Karczmarczyka i L. Nowaka), PWRiL Poznań, 367-381.

Peszek J., Rolbiecki S. 1992. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plonowanie ziemniaków jadalnych uprawianych na glebie bardzo lekkiej*. Zesz. Nauk. AT-R Bydgoszcz. 180, 32: 83-90.

Pęksa A. 1991. *Wpływ nawożenia azotem i nawadniania na skład chemiczny bulw i jakość otrzymanych z nich chipsów*. Zesz. Nauk. AR Wroc. Ser. Technol. Żyw., 7(244): 9-28.

Pińska M., Wojdyła T., Rzekanowski Cz., Rolbiecki St., Rolbiecki R. 2005. *Wpływ nawadniania deszczownianego i nawożenia azotem na jakość surowca ziemniaczanego przeznaczonego do produkcji frytek i chipsów*. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 246, Scientia Alimentaria, 4: 229-240.

PTG 2008. *Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych*. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze: 1-10.

Rojek S., Chmura K. 1996. *Nawadnianie deszczowniane i nawożenie mineralne jako czynniki kształtujące plony ziemniaka*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 438: 383-390.

Rolbiecki St., Rolbiecki R. 2005. *Reakcja wybranych średnio wczesnych odmian ziemniaka na zastosowanie mikronawodnień na glebie piaszczystej*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu 515, Rolnictwo LXXXVI: 455-461.

Rudnicki F. 1992. *Doświadczalnictwo rolnicze*. Wyd. ATR Bydgoszcz, 1992, 210.

Rzekanowski Cz., Rolbiecki St., Rolbiecki R. 2004. *Productive results of sprinkler irrigation of potatoes on the light soils in central Poland*. Agricultural Engineering XLI, 2: 56-60.

Rzekanowski Cz., Wojdyła T., Rolbiecki St., Rolbiecki R., Grzelak B. 2005. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plon oraz wartość technologiczną i przechowalniczą ziemniaka odmiany Triada*. Inżynieria Rolnicza 4 (64): 217-225.

Saeed H., Grove I.G., Kettlewell P.S., Hall N.W. 2008. *Potential of partial root zone drying as an alternative irrigation technique for potatoes (Solanum tuberosum L.)*. Annals of Applied Botany, 152: 71-80.

Shae J.B., Steele D.D., Gregor B.L. 1999. *Irrigation scheduling methods for potatoes in the northern Great Plains*. Transactions of the ASAE, 42: 351-360.

Shahnazari A., Ahmadi S.H., Laerke P.E., Liu F., Plauborg F., Jacobsen S.E., Jensen C.R., Andersen M.N. 2008. *Nitrogen dynamics in the soil-plant system under deficit and partial root zone drying irrigation strategies in potatoes*. European J. Agronomy, 28: 65-73.

Sobiech S., Rymaszewski J., Gładysiak S., Czajka M. 1996. *Wpływ deszczowania na plonowanie odmian ziemniaka*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 438: 307-312.

Talbert W. F., Smith O. 1987. *Potato Processing*, An Avi Book, Published by Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Ünlü M., Kanber R., Senyigit U., Onar H., Diker K. 2006. *Trickle and sprinkler irrigation potato (Solanum tuberosum L) in the Middle Anatolian Region in Turkey*. Agric. Water Management, 79: 43-71.

Żarski J., Dudek S., Kuśmierk-Tomaszewska R. 2011. *Potrzeby i efekty nawadniania ziemniaka na obszarach szczególnie deficytowych w wodę*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 5: 175-182.

Żarski J., Dudek S., Peszek J. 1997. *Warunki opadowe produkcji ziemniaka średniowczesnego na glebie bardzo lekkiej*. Pam. Puł. 110: 129-135.

Mgr inż. Witold Ossowski

Dr hab. inż. Stanisław Rolbiecki, prof. nadzw. UTP

Dr inż. Roman Rolbiecki

Katedra Melioracji i Agrometeorologii

ul. Bernardyńska 6

85-029 Bydgoszcz

Dr inż. Tadeusz Wojdyła

Dr inż. Dorota Wichrowska

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Katedra Mikrobiologii i Technologii Żywności

ul. Kordeckiego 20

85-225 Bydgoszcz

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy