

Stanisław Rolbiecki, Roman Rolbiecki, Piotr Czop

**WPLYW NAWADNIANIA KROPOLOWEGO
I NAWOŻENIA AZOTEM NA PLONOWANIE CEBULI
ODMIANY 'KUTNOWSKA' UPRAWIANEJ
NA GLEBIE PIASZCZYTEJ W REJONIE BYDGOSZCZY**

***EFFECT OF DRIP IRRIGATION
AND NITROGEN FERTILIZATION ON YIELDS
OF ONION CV. 'KUTNOWSKA' ON THE SANDY SOIL
IN THE REGION OF BYDGOSZCZ***

Streszczenie

Celem podjętych badań było poznanie wpływu nawadniania kropłowego i zróżnicowanego nawożenia azotem na plonowanie cebuli odmiany 'Kutnowska' uprawianej na bardzo lekkiej glebie, w rejonie o obniżonych opadach atmosferycznych w okresie wegetacji. Ścisłe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2003 - 2004 w Kruszynie Krajeńskim k. Bydgoszczy na glebie zaliczanej do VI klasy bonitacyjnej (czarna ziemia zdegradowana zaliczana do kompleksu żytniego słabego i żytniego bardzo słabego). Polowa pojemność wodna gleby (PPW) w warstwie 0-50 cm wynosiła zaledwie 57,5 mm, zaś efektywna retencja użyteczna (ERU) 29,3 mm. Doświadczenie polowe założono i przeprowadzono – w trzech powtórzeniach – jako dwuczynnikowe w zaleźnym układzie losowanych podbloków „split-plot”. Nawadnianie zastosowane w dwóch wariantach było czynnikiem pierwszego rzędu: W_0 - bez nawadniania (kontrola), W_1 – nawadnianie kropłowe. Czynnikiem drugiego rzędu było nawożenie azotem, zróżnicowane na 4 poziomach: N_0 – 0 kg N·ha⁻¹ (kontrola), N_1 – 70 kg N·ha⁻¹, N_2 – 140 kg N·ha⁻¹, N_3 – 210 kg N·ha⁻¹. Doświadczenie obejmowało łącznie 24 poletka (2 x 4 x 3), każde o powierzchni 2,16 m². Terminy nawodnień ustalano w oparciu o wskazania tensjometrów. Nawadnianie rozpoczynano przy potencjale wody w glebie wynoszącym – 30 kPa. Nawadnianie kropłowe okazało się zabiegiem umożliwiającym uprawę cebuli na luźnej glebie piaszczystej. Plon handlowy na poletkach nawadnianych – średnio dla lat i dawek azotu – wyniósł 33,2 t·ha⁻¹. W warunkach optymalnego

uwilgotnienia gleby zapewnianego przez nawadnianie kropłowe wzrastała efektywność nawożenia azotowego. Plon handlowy nawadnianej cebuli wzrastał, aż do poziomu $51,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ przy najwyższej ($210 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) dawce azotu, jednak różnica w plonach pomiędzy dawką 140 a $210 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie była istotna statystycznie, dlatego za optymalną – dla badanych warunków wilgotnościowo-glebowych – należy uznać dawkę $140 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nawadnianie kropłowe – średnio dla lat i dawek nawożenia azotem – zwiększyło masę pojedynczej cebuli z $10,6 \text{ g}$ do $61,9 \text{ g}$. Najwyższą pojedynczą masę cebuli (w zakresie $82,9 \text{ g} - 88,8 \text{ g}$) stwierdzono w wariancie z nawadnianiem kropłowym połączonym z najwyższą dawką azotu. Cebula uprawiana w warunkach nawadniania kropłowego charakteryzowała się niższym poziomem azotanów. Prawidłowość ta wystąpiła dla każdej z testowanych dawek nawożenia azotem.

Słowa kluczowe: nawadnianie kropłowe, nawożenie azotem, cebula, gleba bardzo lekka

Summary

The aim of the study was to determine the effect of drip irrigation and nitrogen fertilization on yields of 'Kutnowska' onion grown on the very light soil in the region characterized by rainfall deficits during the vegetation period. Field experiments were carried out in 2003-2004 at Kruszyn Krajeński near Bydgoszcz on a soil belonging to the VI class (degraded black earth belonging to the very poor and poor rye complex). Field water capacity in the layer 0-50 cm amounted 57,5 mm, and the effective useful retention was 29,3 mm. Field trial was established and conducted in three replications as two-factorial experiment in split-plot design. Irrigation was the first order factor used in the two variants: without irrigation (control) and drip irrigation at -30 kPa . The second order factor was nitrogen fertilization: $N_0 - 0 \text{ kg N ha}^{-1}$ (control), $N_1 - 70 \text{ kg N ha}^{-1}$, $N_2 - 140 \text{ kg N ha}^{-1}$, $N_3 - 210 \text{ kg N ha}^{-1}$. Drip irrigation was the basic yield-creating factor, securing the cultivation of onion on the loose sandy soil. Marketable yield obtained from irrigated plots – average for years and nitrogen doses – amounted $33,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Under conditions of optimum moisture secured by irrigation, the effectiveness of nitrogen fertilization was increased. The marketable yield of the irrigated onion was the highest ($51,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) when $210 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ was applied. Because differences between marketable yields obtained on plots fertilized with 140 and $210 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ were insignificant, the nitrogen dose of 140 kg N ha^{-1} can be recognized as the optimum dose for the studied soil-moisture conditions. Drip irrigation – average for years and nitrogen doses – increased the bulb weight from $10,6 \text{ g}$ to $61,9 \text{ g}$. The highest single bulb weight (in the range $82,9-88,8 \text{ g}$) was obtained on plots fertilized with the highest nitrogen dose under drip irrigation. Onion cultivated under irrigation was characterized by the lower nitrate content as compared to that grown on control plots (without irrigation). This regularity was detected for all the nitrogen fertilization doses.

Key words: drip irrigation, nitrogen fertilization, onion, very light soil

WSTĘP

Płytki i słabo rozwinięty system korzeniowy cebuli decyduje o tym, że jest ona warzywem bardzo wrażliwym na niedobory wody w glebie [Buczak 1989, Kaniszewski 2005]. Zapotrzebowanie na wodę w okresie wegetacji według Buczak [1989] wynosi około 300 mm, natomiast według Kaniszewskiego [2005] mieści się ono w zakresie 350 – 500 mm. Wspomniany autor zaleca nawadniać cebulę w czasie od zawiązywania cebul do załamywania się szczypioru tj. od połowy czerwca do końca lipca. Ilość wody do nawadniania cebuli – zdaniem Kaniszewskiego [2005] – wynosi zależnie od przebiegu pogody w całym sezonie od 50 do 150 mm, natomiast Buczak [1989] podaje mniejszą sezonową normę nawodnieniową (40 – 80 mm). Cebulę nawadnia się w naszym kraju przede wszystkim systemem deszczownicianym [Buczak 1989, Rumpel 2000, Kaniszewski 2005]. Są już jednak także w literaturze krajowej podawane informacje o dobrych efektach zastosowania systemu kropłowego w uprawie cebuli, np. odmiany ‘Riviera F₁’ [Rumpel i in. 2003] bądź ‘Efekt’ [Rolbiecki i Rolbiecki 2006].

Celem podjętych badań było poznanie wpływu nawadniania kropłowego i zróżnicowanego nawożenia azotem na plonowanie cebuli odmiany ‘Kutnowska’ uprawianej na bardzo lekkiej glebie, w rejonie o obniżonych opadach atmosferycznych w okresie wegetacji [Żarski i Dudek 2009, Żarski 2011].

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2003-2004 w Krużynie Krajeńskim k. Bydgoszczy na glebie zaliczanej do VI klasy bonitacyjnej (czarna ziemia zdegradowana, wytworzona z piasku słabogliniastego, na płytko zalegającym piasku luźnym). Cechowała się ona niską zawartością części sypialnych w warstwie orno-próchnicznej (7%), a jeszcze niższą, w zakresie 3-5%, w poziomach podornych. Polowa pojemność wodna gleby (PPW) w warstwie 0-50 cm wynosiła zaledwie 57,5 mm, zaś efektywna retencja użyteczna (ERU) 29,3 mm. Wpływało to w rezultacie na słabą zdolność omawianej gleby do ciągłego zaopatrywania roślin w wodę.

Ścisłe doświadczenie polowe założono i przeprowadzono – w trzech powtórzeniach – jako dwuczynnikowe, w zależnym układzie losowanych podbloków „split-plot” [Rudnicki 1992]. Nawadnianie zastosowane w dwóch wariantach było czynnikiem pierwszego rzędu: W₀ - bez nawadniania (kontrola), W₁ – nawadnianie kropłowe. Czynnikiem drugiego rzędu było nawożenie azotem, zróżnicowane na 4 poziomach: N₀ – 0 kg N · ha⁻¹ (kontrola), N₁ – 70 kg N · ha⁻¹, N₂ – 140 kg N · ha⁻¹, N₃ – 210 kg N · ha⁻¹. Doświadczenie obejmowało łącznie 24 polećka (2 x 4 x 3), każde o powierzchni 2,16 m².

Cebulę uprawiano z siewu w systemie pasowo-rzędowym: pas 4 rzędów w rozstawie 27 cm, a odstęp między pasami 54 cm [Rumpel 2000]. Na poletkach z nawożeniem azotowym, przedsięwzięcie stosowano $70 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast pozostała ilość azotu wnoszona pogłównie. Nawożenie fosforem wynosiło $49,8 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$, a potasem $141,9 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$. Do nawadniania kropłowego wykorzystano linię kroplującą 'T-Tape' o wydatku 5 litrów na 1 mb przewodu nawadniającego.

Terminy nawodnień ustalano w oparciu o wskazania tensjometrów [Kaniżewski 2005]. Nawadnianie rozpoczynano przy potencjale wody w glebie wynoszącym – 30 kPa. Większe ilości wody (252 mm) zastosowano w pierwszym, suchym roku badań (opady IV-VIII zaledwie 166 mm), natomiast mniejsze (98 mm) – w drugim, bardziej wilgotnym sezonie (opady IV-VIII 220 mm). Po zbiorach oznaczano: wielkość plonu handlowego, masę 1 cebuli, zawartość suchej masy (metodą suszarkową) i azotanów (metodą destylacyjną z CuSO_4).

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując test Fishera-Snedecora w celu stwierdzenia istotności działania czynników doświadczenia oraz test Tukey'a dla porównania otrzymanych różnic [Rudnicki 1992]. Korzystano z pakietu komputerowego ANW5FR.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon cebuli na poletkach kontrolnych (bez nawadniania) był bardzo niski – poniżej 1 tony z ha (tab. 1). Nawadnianie kropłowe było czynnikiem umożliwiającym uprawę cebuli na glebie bardzo lekkiej. Plon handlowy – średnio dla lat i dawek azotu – wyniósł $33,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nawożenie azotowe okazało się efektywne jedynie w warunkach optymalnego uwilgotnienia gleby zapewnianego przez nawadnianie. Plon handlowy nawadnianej cebuli wzrastał aż do poziomu $51,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ przy najwyższej ($210 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) testowanej dawce azotu. Ponieważ jednak różnica w plonach pomiędzy dawką 140 kg a $210 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ nie była istotna statystycznie, za optymalną – dla badanych warunków wilgotnościowo-glebowych – należy uznać dawkę $140 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie we wcześniejszych badaniach krajowych, które przeprowadził Rumpel i wsp. [2003]. Wspomniani autorzy zanotowali najwyższy plon handlowy ($59,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) cebuli odmiany 'Riviera F₁' przy łącznej dawce azotu $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. W cytowanych badaniach dawka $300 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ wpływała już na istotne obniżenie plonu handlowego cebuli.

Tabela 1. Wpływ nawadniania kropłowego i nawożenia azotem na plon handlowy cebuli ($t \cdot ha^{-1}$)

Table 1. Influence of drip irrigation and nitrogen fertilization on marketable yield of onion ($t \cdot ha^{-1}$)

| Nawadnianie kropłowe Drip irrigation | Nawożenie N N fertilization | Lata badań – Studied years | | Średnio Mean |
|--|--------------------------------|----------------------------|--------|-----------------|
| | | 2003 | 2004 | |
| W ₀ | N ₀ | 0,253 | 0,034 | 0,144 |
| | N ₁ | 0,383 | 0,665 | 0,524 |
| | N ₂ | 0,330 | 0,457 | 0,393 |
| | N ₃ | 0,297 | 0,179 | 0,238 |
| W ₁ | N ₀ | 14,047 | 4,583 | 9,315 |
| | N ₁ | 35,740 | 15,957 | 25,848 |
| | N ₂ | 60,987 | 32,361 | 46,674 |
| | N ₃ | 64,597 | 37,639 | 51,118 |
| Wpływ nawadniania (I) – Influence of irrigation (I) | | | | |
| W ₀ | - | 0,316 | 0,334 | 0,325 |
| W ₁ | - | 43,843 | 22,635 | 33,239 |
| Wpływ nawożenia N (II) – Influence of N fertilization (II) | | | | |
| N ₀ | | 7,150 | 2,309 | 4,729 |
| N ₁ | | 18,062 | 8,311 | 13,186 |
| N ₂ | | 30,658 | 16,409 | 23,534 |
| N ₃ | | 32,447 | 18,909 | 25,678 |
| NIR _{0,05} - LSD _{0,05} | (I) | 5,007 | 11,667 | 21,196 |
| | (II) | 2,005 | 5,921 | 4,813 |
| | (I)/(II) | 5,125 | 12,231 | 21,247 |
| | (II)/(I) | 2,836 | 8,374 | 6,806 |

Tabela 2. Jednostkowa masa cebuli (g)

Table 2. The bulb weight (g)

| Nawadnianie Irrigation | Dawka N N dose | Rok badań – Studied year | | Średnio Mean |
|--|-------------------|--------------------------|------|-----------------|
| | | 2003 | 2004 | |
| Kontrola (bez nawadniania) Control (without irrigation), W ₀ | N ₀ | 11,5 | 7,8 | 9,6 |
| | N ₁ | 13,1 | 10,1 | 11,6 |
| | N ₂ | 13,0 | 10,2 | 11,6 |
| | N ₃ | 9,9 | 9,0 | 9,4 |
| Nawadnianie kropłowe Drip irrigation, W ₁ | N ₀ | 21,7 | 19,3 | 20,5 |
| | N ₁ | 68,8 | 56,4 | 62,6 |
| | N ₂ | 80,0 | 77,9 | 78,9 |
| | N ₃ | 88,8 | 82,9 | 85,8 |
| Wpływ nawadniania Influence of irrigation | W ₀ | 11,9 | 9,3 | 10,6 |
| | W ₁ | 64,8 | 59,1 | 61,9 |
| Wpływ nawożenia N Influence of N fertilization | N ₀ | 16,6 | 13,5 | 15,0 |
| | N ₁ | 41,0 | 33,2 | 37,1 |
| | N ₂ | 46,5 | 44,1 | 45,3 |
| | N ₃ | 49,3 | 46,0 | 47,6 |

Nawadnianie kropłowe – średnio dla lat i dawek nawożenia azotem – zwiększyło masę pojedynczej cebuli prawie sześciokrotnie: z 10,6 g (W_0) do 61,9 g (W_1) (tab. 3). Wyższe wartości wskaźnik ten przyjmował w pierwszym roku badań. Nawożenie azotem – średnio dla lat i wariantów nawadniania – zwiększało masę pojedynczej cebuli z 15 g (N_0) do 47,6 g (N_3). Najwyższą pojedynczą masę cebuli stwierdzono w wariancie z nawadnianiem kropłowym połączonym z najwyższą dawką azotu (W_1N_3) – było to dla lat 2003 i 2004 odpowiednio: 88,8 g i 82,9 g.

Tabela 3. Zawartość azotanów (NO_3^-) w świeżej masie ($mg \cdot kg^{-1}$ św. m.)

Table 3. The content of (NO_3^-) in the fresh mass ($mg \cdot kg^{-1}$ f.m.)

| Nawadnianie Irrigation | Dawka N N dose | Rok badań – Studied year | | Średnio Mean |
|---|-------------------|--------------------------|------|-----------------|
| | | 2003 | 2004 | |
| Kontrola (bez nawadniania) Control (without irrigation), W_0 | N_0 | 78,9 | 30,6 | 54,7 |
| | N_1 | 93,9 | 38,4 | 66,1 |
| | N_2 | 146,4 | 30,0 | 88,2 |
| | N_3 | 107,4 | 40,4 | 73,9 |
| Nawadnianie kropłowe Drip irrigation, W_1 | N_0 | 43,9 | 26,5 | 35,2 |
| | N_1 | 43,9 | 38,3 | 41,1 |
| | N_2 | 45,1 | 22,6 | 33,8 |
| | N_3 | 28,1 | 24,8 | 26,4 |
| Wpływ nawadniania Influence of irrigation | W_0 | 106,6 | 34,8 | 70,7 |
| | W_1 | 40,2 | 28,0 | 34,1 |
| Wpływ nawożenia N Influence of N fertilization | N_0 | 61,4 | 28,5 | 44,9 |
| | N_1 | 68,9 | 38,3 | 53,6 |
| | N_2 | 95,7 | 26,3 | 61,0 |
| | N_3 | 67,7 | 32,6 | 50,1 |

Wyższe zawartości azotanów w cebuli stwierdzono w każdym wariancie doświadczenia w pierwszym roku badań, który cechował się mniejszymi opadami w okresie wegetacji. Poziom azotanów w cebuli generalnie wzrastał wraz ze wzrostem nawożenia azotowego. Cebula uprawiana w warunkach nawadniania kropłowego cechowała się mniejszą zawartością azotanów. Prawidłowość ta wystąpiła na wszystkich testowanych poziomach nawożenia azotem.

Pozytywne rezultaty zastosowania systemu kropłowego w uprawie cebuli, jakie stwierdzono w przeprowadzonych badaniach, znajdują także potwierdzenie w wynikach doświadczeń z nawadnianiem tego warzywa uzyskanych za granicą [Battilani i Lanzoni 1987, Ellis i in. 1986, Hedge 1986].

WNIOSKI

1. Nawadnianie kropłowe okazało się zabiegiem umożliwiającym uprawę cebuli na luźnej glebie piaszczystej. Plon handlowy na poletkach nawadnianych – średnio dla lat i dawek azotu – wyniósł $33,2 t \cdot ha^{-1}$.

2. W warunkach optymalnego uwilgotnienia gleby zapewnianego przez nawadnianie kropłowe wzrastała efektywność nawożenia azotem. Plon handlowy nawadnianej cebuli wzrastał aż do poziomu $51,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ przy najwyższej ($210 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) dawce azotu, jednak różnica w plonach pomiędzy dawką 140 a $210 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie była istotna statystycznie, dlatego za optymalną – dla badanych warunków wilgotnościowo-glebowych – należy uznać dawkę $140 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3. Nawadnianie kropłowe – średnio dla lat i dawek nawożenia azotem – zwiększyło masę pojedynczej cebuli z $10,6 \text{ g}$ do $61,9 \text{ g}$. Najwyższą masę cebuli (w zakresie $88,8 \text{ g} - 82,9 \text{ g}$) stwierdzono w wariancie z nawadnianiem kropłowym i najwyższą dawką azotu.

4. Cebula uprawiana w warunkach nawadniania kropłowego charakteryzowała się niższą zawartością azotanów. Prawdliwość ta wystąpiła dla każdej z testowanych dawek nawożenia azotem.

BIBLIOGRAFIA

- Battilani A., Lanzoni L. *Onion irrigation: determination of watering volumes and intervals*. Irrigazione e Drenaggio 1987, 34(2): 11-16.
- Buczak E. *Potrzeby wodne roślin warzywnych*. W: *Potrzeby wodne roślin uprawnych*. (J. Dzieżyc – red.). PWN, Warszawa 1989, s. 159-188.
- Ellis J.E., Kruse E.G., McSay A.E., Neale C.M.U., Horn R.A. *A comparison of five irrigation methods on onions*. Hort Sci. 21(6), 1986, s. 1349-1351.
- Hedge D.M. *Effect of irrigation regimes on dry matter production, yield, nutrient uptake and water use of onion*. Indian J. Agron. 31(4), 1986, s. 343-348.
- Kaniszewski S. *Nawadnianie warzyw polowych*. Plantpress, Kraków 2005, s. 1-85.
- Rolbiecki R., Rolbiecki S. *Wpływ nawadniania kropłowego i nawożenia azotem na plonowanie cebuli odmiany 'Efekt' uprawianej na glebie piaszczystej*. Folia Hort. Supl., 2006, s. 92-96.
- Rudnicki F. (red.). *Doświadczalnictwo rolnicze*. Wyd. ATR, Bydgoszcz 1992, s. 1-210.
- Rumpel J. *Uprawa cebuli*. Hortpress, Warszawa 2000, s. 1-100.
- Rumpel J., Kaniszewski S., Dyśko J. *Effect of drip irrigation and fertilization timing and rate on yield of onion*. J. Veg. Crop Prod. Vol. 9 (2), 2003, s. 65-73.
- Żarski J. *Tendencje zmian klimatycznych wskaźników potrzeb nawadniania roślin w rejonie Bydgoszczy*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 5, 2011, s. 29-37.
- Żarski J., Dudek S. *Zmienność czasowa potrzeb nawadniania wybranych roślin w regionie Bydgoszczy*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 3, 2009, s. 141-149.

Dr hab. inż. Stanisław Rolbiecki, prof. UTP

Dr inż. Roman Rolbiecki

Mgr inż. Piotr Czop

Katedra Melioracji i Agrometeorologii UTP w Bydgoszczy

ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

tel. 052 3749547

e-mail: rolbs@utp.edu.pl