

**MICHAŁ KOSTIW**<sup>1</sup>**KAZIMIERZ JABŁOŃSKI**<sup>2</sup><sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy  
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie<sup>2</sup> Politechnika Koszalińska w Koszalinie

## Wpływ nawożenia azotem na plon i jakość bulw odmian jadalnych ziemniaka uprawianych na glebie średniej

### The impact of nitrogen fertilization on the tuber yield and quality of table potato varieties cultivated on medium soil

Badania przeprowadzono w Boninie k. Koszalina na północy Polski w latach 2008–2010 na glebie średnio-zwięzłej. Ich celem było określenie wpływu różnych dawek nawożenia azotem na plon bulw w tym plon frakcji sadzeniaków, plon skrobi oraz niektóre cechy jakości bulw trzech nowych odmian jadalnych ziemniaka (Promyk, Tetyda, Wiarus). Wszystkie należą do grupy odmian średnio wczesnych i wszystkie były wpisane do krajowego rejestru w 2008r. W badaniach zastosowano 4 poziomy nawożenia: 40; 80; 120 i 160 kg N·ha<sup>-1</sup>. Odmiana Tetyda (odznaczała się najwyższym potencjałem plonotwórczym. Uzyskany średni (ze wszystkich stosowanych poziomów nawożenia) plon ogólny, handlowy i plon bulw dużych wyniósł odpowiednio 55,5; 52,8 i 43,1 t·ha<sup>-1</sup> i był istotnie wyższy niż plon bulw odm. Promyk (odpowiednio: 41,8; 36,8 i 22,9 t·ha<sup>-1</sup>) i Wiarus (odpowiednio 41,4; 39,3 i 32,2 t·ha<sup>-1</sup>). Najwyższy plon frakcji sadzeniaków o kalibrze 30-50 mm wydała odm. Promyk. Wyniósł on średnio 18,4 t·ha<sup>-1</sup> i był istotnie wyższy niż plon sadzeniaków odm. Tetyda (średnio 12,0 t·ha<sup>-1</sup>) i Wiarus (zaledwie 8,9 t·ha<sup>-1</sup>). Najniższym plonem skrobi charakteryzowała się odm. Promyk (średnio 5,85 t·ha<sup>-1</sup>). Był on istotnie niższy niż u odm. Tetyda (7,16 t·ha<sup>-1</sup>) i Wiarus (6,29 t·ha<sup>-1</sup>). Odmiany Promyk i Wiarus dla wytworzenia maksymalnego plonu bulw na jednakowym poziomie wynoszącym 47,9 t·ha<sup>-1</sup>, potrzebowały różnych dawek N. Wyższej dawki (127 kg N·ha<sup>-1</sup>) wymagała odmiana Wiarus, a niższej o 14 kg N·ha<sup>-1</sup> odmiana Promyk (113 kg N·ha<sup>-1</sup>). Z kolei zapotrzebowanie roślin odmiany Tetyda dla uzyskania maksymalnego plonu bulw na poziomie 65 t·ha<sup>-1</sup> wyniosło 133 kg N·ha<sup>-1</sup>. Poziom nawożenia N nie miał istotnego wpływu na ubytki bulw spowodowane parowaniem, kiełkowaniem i gniciem (razem) podczas długotrwałego przechowywania ani na udział bulw z objawami pustowości.

**Słowa kluczowe:** jakość bulw, nawożenie N, plon, ziemniak

The study was conducted in the northern region of Poland (Bonin near Koszalin) during years 2008–2010 on medium-heavy soil. The aim of the study was to determine the impact of four doses of nitrogen fertilization (40, 80, 120 and 160 kg N·ha<sup>-1</sup>) on tuber yield, including total, marketable, large

tubers and seed tubers yield classes for three new varieties of table potatoes (Promyk, Tetyda, Wiarus). All of them are classified as mid-early cultivars and all were registered in 2008 into Polish national List of Agricultural Plant Varieties. Fertilizer influence on starch yield and some quality features was also evaluated. The highest yield was observed for variety Tetyda. The average (from all levels of applied fertilizer), total, marketable and large tuber yields were respectively: 55.5, 52.8 and 43.1 t·ha<sup>-1</sup> for this variety and were significantly higher than for variety Promyk (respectively: 41.8, 36, 8 and 22.9 t·ha<sup>-1</sup>) and Wiarus (respectively 41.4; 39.3 and 32.2 t·ha<sup>-1</sup>). In the class of seed yield (size 30-50 mm) highest yield was produced by variety Promyk. It amounted to an average of 18.4 t·ha<sup>-1</sup> and was significantly higher than for Tetyda (12.0 t·ha<sup>-1</sup>) and Wiarus (8.9 t·ha<sup>-1</sup>). The lowest yield of starch was observed for variety Promyk (average 5.85 t·ha<sup>-1</sup>). It was significantly lower than for the variety Tetyda (7.16 t·ha<sup>-1</sup>) and Wiarus (6.29 t·ha<sup>-1</sup>). Different doses of nitrogen fertilization were needed by varieties Promyk (113 kg N·ha<sup>-1</sup>) and Wiarus (127 kg N·ha<sup>-1</sup>) to produce similar maximum yield of tubers (47.9 t·ha<sup>-1</sup>). The variety Tetyda needed 133 kg N·ha<sup>-1</sup> to produce maximum tuber yield (65 t·ha<sup>-1</sup>). The dose of nitrogen fertilization had no significant effect on the losses due to evaporation, rot and sprouting (counted together) and the number of tubers with hollow centre.

**Key words:** fertilization N, potato, tuber quality, yield

## WSTĘP

Azot należy do najważniejszych nawozów mineralnych wpływających na plonowanie ziemniaka, cechy jakości bulw oraz ich trwałość przechowalniczą. Wyniki licznych badań przeprowadzonych w warunkach Polski (Wierzejska-Bujakowska i in., 1973; Mazur i in., 1987; Kaczorek, Wierzejska-Bujakowska, 1988; Wierzejska-Bujakowska, 1994; Jabłoński, 1996, 2004; Trawczyński, 2001, 2007; Trawczyński, Wierzbicka 2011) wykazały, że reakcja odmian na nawożenie tym nawozem jest zróżnicowana oraz, że efektywność wykorzystania azotu przez rośliny zależy od wielu czynników, m.in. warunków glebowych, czynników agrotechnicznych i atmosferycznych (Lis i in., 2002; Jabłoński, 2004; Wierzbicka, Trawczyński, 2011). Wśród badaczy panuje zgodny pogląd, że ocenę reakcji na azot należy odnosić do poszczególnych genotypów ziemniaka. Zatem nie jest uzasadnione merytorycznie, aby informacje uzyskane dla określonych odmian mogły być odnoszone do innych odmian tej rośliny, jeszcze nie ocenianych. Znajomość wzajemnych zależności ma duże znaczenie praktyczne zarówno w produkcji ziemniaka towarowego jak i sadzeniaków.

Celem badań było określenie wpływu różnych dawek nawożenia azotem na plon bulw, w tym plon frakcji sadzeniaków, plon i zawartość skrobi oraz niektóre cechy jakości bulw trzech odmian jadalnych ziemniaka: Promyk, Tetyda i Wiarus.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2008–2010 w Boninie woj. zachodniopomorskie na glebie średnio zwięzłej kompleksu żyniego dobrego. Odczyn gleby był lekko kwaśny. Wartość pH w KCl kształtowała się na poziomie 5,9 w 2008 r. oraz 5,8 w latach 2009 i 2010. Oceniano trzy średnio wczesne odmiany ziemniaka: Promyk, Tetyda i Wiarus wpisane do krajowego rejestru w 2008 r. Ich okres wegetacji wynosi 110–120 dni. Odmiana Promyk wytwarza bulwy duże, a odmiany Tetyda i Wiarus — bardzo duże. Decyzją Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych, odmiana Wiarus

została skreślona z krajowego rejestru w 2012 r. Przyczyną skreślenia był niezadowalający smak, określany jako przeciętny lub najwyżej dość dobry (ocena 6,5 w skali 9-stopniowej).

Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w 4 powtórzeniach. Podblokami I rzędu były 4 poziomy nawożenia azotem: 40; 80; 120 i 160 kg N·ha<sup>-1</sup>, natomiast podbloki II rzędu stanowiły odm. ziemniaka. We wszystkich latach przedplonem było zboże ozime. Po zbiorze zboża i słomy wykonano podorywkę, a następnie wysiano poplon gorczycy w dawce 20 kg·ha<sup>-1</sup>. W zaawansowanym stadium kwitnienia gorczycę przyorano stosując orkę przedzimową na pełną głębokość warstwy ornej. Wczesną wiosną następnego roku (początek kwietnia) wysiano nawóz fosforowo-potasowy i potasowy. Był to Lubofos PK 12:20 w dawce 900 kg·ha<sup>-1</sup> (108 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 180 kg K<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·ha<sup>-1</sup>). Nawóz dwukrotnie wymieszano z glebą przy użyciu agregatu uprawowego na głębokość 12–15 cm. Nawóz azotowy (mocznik 46% N) zastosowano w dwóch terminach. W pierwszym terminie, na kilka dni przed sadzeniem ziemniaków, wysiano dawki podstawowe 40 i 80 kg·ha<sup>-1</sup>, zależnie od kombinacji, a w drugim terminie dawki uzupełniające do 120 i 160 kg N·ha<sup>-1</sup>, zależnie od kombinacji. Wysiano je pod ostatnie obsypywanie, czyli tuż przed wschodami roślin.

Sadzenie ziemniaków odbywało się każdego roku w III dekadzie kwietnia w rozstawie międzyrzędzi 75×30 cm. W okresie do pełni wschodów roślin stosowano wyłącznie pielęgnację mechaniczną pola przy użyciu obsypnika. Tuż przed wschodami przeprowadzono ostatnie obsypywanie z jednoczesnym formowaniem redlin, a bezpośrednio po tym zabiegu wykonano opryskiwanie poletek herbicydami (w 2008 r. był to Linurex 50WP w dawce 3 kg·ha<sup>-1</sup>, a w latach 2009 i 2010 zastosowano Plateen 41,5 WG w dawce 2 kg·ha<sup>-1</sup>). Kolejne zabiegi agrotechniczne w okresie wegetacji dotyczyły zwalczania stonki ziemniaczanej (w 2008 r. zastosowano preparat Fastac 100 EC w ilości 0,1 l·ha<sup>-1</sup>, a w latach 2009 i 2010 Bancol 50 WP w ilości 0,4 l·ha<sup>-1</sup>). Zarazę ziemniaka zwalczano przemiennie różnymi fungicydami (Acrobat MZ 69 WG; Altima 500 S.C.; Bravo 500 S.C.; Curzate M 72,5 WG; Infinito 687,5 S.C.; Rewus 250 S.C.; Ridomil Gold MZ 68 WG; Tattoo C 750 SG). Liczba zabiegów była jednakowa (6 zabiegów) niezależnie od roku badań.

Zbiór bulw dokonywano kombajnem w II dekadzie września niezależnie od roku badań, określając jednocześnie plon ogólny bulw zebranych z całego poletka (50 roślin). Plon bulw poszczególnych frakcji oceniano w przechowalni, a pomiar zawartości skrobi w bulwach na podstawie 5-kilogramowych próbek z zastosowaniem metody hydrostatycznej (pomiar gęstości bulw ważonych w powietrzu i pod wodą) przeprowadzono w laboratorium. Ten sam materiał wykorzystano w badaniach na zawartość azotanów w bulwach (w mg NO<sub>3</sub>·kg<sup>-1</sup>), zlecając wykonanie prac Stacji Chemiczno Rolniczej. Ocenę pustowatości bulw i rdzawej plamistości miąższu oraz porażenie parchem zwykłym przeprowadzono w laboratorium w październiku na próbce złożonej z 10 bulw dużych o średnicy powyżej 50 mm w 4 powtórzeniach. Z kolei ubytki związane z kiełkowaniem, parowaniem i gniciem bulw po 6-miesięcznym ich przechowywaniu określono w marcu każdego następnego roku licząc od zbioru ziemniaków. Wyniki podano w procentach wagowych.

Wyniki analizowano statystycznie stosując analizę wariancji ANOVA.

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 przedstawiono dane średnie z lat 2008–2010 dotyczące wpływu różnych dawek nawożenia azotem na plon ogólny i handlowy bulw, plon bulw dużych (powyżej 50 mm) i frakcji sadzeniaków (30–50 mm) oraz zawartość i plon skrobi dla trzech odmian jadalnych ziemniaka (Promyk, Tetyda, Wiarus).

Tabela 1

**Wpływ nawożenia azotem na plon bulw i zawartość skrobi trzech odmian ziemniaka. Średnie z lat 2008–2010**  
**Influence of nitrogen fertilization on tuber yield and starch content of three potato cultivars.**  
**Mean values for 2008–2010**

| Odmiana<br>Cultivar                           | Dawka<br>kg N·ha <sup>-1</sup><br>N dose kg·ha <sup>-1</sup> | Plon ziemniaków (t·ha <sup>-1</sup> ) — Potato yield (t·ha <sup>-1</sup> ) |                        |                                   |                           |                  | Zawartość<br>skrobi<br>Starch<br>content<br>(%) |
|---|--|--|------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------|---|
|   |  | ogólny<br>total  | handlowy<br>marketable | sadzeniaków<br>seed (30–50<br>mm) | bulw dużych<br>big tubers | skrobi<br>starch |   |
| Promyk  | 40   | 37,6   | 32,4                   | 19,3                              | 17,8                      | 5,49             | 14,6  |
|   | 80   | 42,4   | 36,5                   | 21,4                              | 20,2                      | 5,94             | 14,0  |
|   | 120  | 43,2   | 38,4                   | 17,3                              | 25,5                      | 5,94             | 13,8  |
|   | 160  | 44,0   | 39,8                   | 15,7                              | 27,9                      | 6,05             | 13,8  |
| Średnia — Mean                                |  | 41,8   | 36,8                   | 18,4                              | 22,9                      | 5,85             | 14,0  |
| Tetyda  | 40   | 47,8   | 45,0                   | 12,5                              | 35,0                      | 6,23             | 13,0  |
|   | 80   | 54,7   | 51,9                   | 14,6                              | 39,6                      | 7,12             | 12,9  |
|   | 120  | 58,1   | 55,3                   | 10,3                              | 47,3                      | 7,46             | 12,8  |
|   | 160  | 61,2   | 59,1                   | 10,5                              | 50,5                      | 7,83             | 12,7  |
| Średnia — Mean                                |  | 55,5   | 52,8                   | 12,0                              | 43,1                      | 7,16             | 12,8  |
| Wiarus  | 40   | 36,9   | 34,9                   | 9,7                               | 27,0                      | 5,70             | 15,2  |
|   | 80   | 40,8   | 38,5                   | 10,4                              | 30,3                      | 6,25             | 15,2  |
|   | 120  | 42,9   | 40,9                   | 8,4                               | 34,2                      | 6,45             | 14,9  |
|   | 160  | 44,8   | 43,1                   | 7,0                               | 37,3                      | 6,76             | 15,0  |
| Średnia — Mean                                |  | 41,4   | 39,3                   | 8,9                               | 32,2                      | 6,29             | 15,1  |
| NIR <sub>p=0,05</sub> — LSD <sub>p=0,05</sub> |  |  |                        |                                   |                           |                  |   |
| Odmiany — Cultivars                           |  | 5,8  | 5,7                    | 3,6                               | 5,0                       | 1,03             | 0,7   |
| Odmiany × dawki N<br>Cultivars × N dose       |  | 9,8  | 9,8                    | 7,2                               | 10,0                      | 1,70             | 1,2   |
| Średnie dla dawek N — Mean for N doses        |  |  |                        |                                   |                           |                  |   |
| 40  |  | 40,8   | 37,4                   | 13,8                              | 26,6                      | 5,80             | 14,2  |
| 80  |  | 46,0   | 42,3                   | 15,5                              | 30,1                      | 6,44             | 14,0  |
| 120   |  | 48,1   | 44,9                   | 12,0                              | 35,7                      | 6,62             | 13,8  |
| 160   |  | 50,0   | 47,3                   | 11,1                              | 38,5                      | 6,88             | 13,8  |
| NIR <sub>p=0,05</sub> — LSD <sub>p=0,05</sub> |  | 2,3  | 3,0                    | r.n.                              | 5,6                       | 0,31             | 0,5   |

r.n. — różnica nieistotna; not significant differences

U wszystkich trzech odmian plon ogólny, handlowy i plon bulw dużych zwiększał się wraz ze wzrostem poziomu nawożenia od 40 do 160 kg N·ha<sup>-1</sup>, co jest zjawiskiem powszechnym, ponieważ azot jest głównym czynnikiem plonotwórczym. Podobne zależności między nawożeniem azotem a plonem bulw uzyskało wielu innych autorów, np. Roztropowicz (1989); Jabłoński (2005); Trawczyński (2010); Trawczyński, Wierzbicka (2011). W niniejszych badaniach najniższy plon bulw notowano po zastosowaniu dawki 40 kg N·ha<sup>-1</sup>. Pomimo, że był on niższy niż plon uzyskany dla pozostałych dawek

nawożenia, istotną różnicę zanotowano jedynie u odm. Tetyda w plonie ogólnym bulw, który po zastosowaniu dawki  $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  wyniósł  $47,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  i był istotnie niższy w porównaniu z plonem uzyskanym przy poziomie nawożenia wynoszącym  $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  ( $58,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) oraz  $160 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  ( $61,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). W odniesieniu do plonu handlowego i plonu bulw dużych po zastosowaniu dawki  $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  uzyskano u tej odmiany odpowiednio  $45,0$  i  $35,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a więc istotnie mniej niż dla dawek:  $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  (odpowiednio  $55,3$  i  $47,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i  $160 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  (odpowiednio  $59,1$  i  $50,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Odmiana Tetyda odznaczała się też najwyższym potencjałem plonotwórczym. Uzyskany średni plon ogólny, handlowy i plon bulw dużych wyniósł odpowiednio  $55,5$ ;  $52,8$  i  $43,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  i był istotnie wyższy niż plon bulw odmiany Promyk (odpowiednio:  $41,8$ ;  $36,8$  i  $22,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i Wiarus (odpowiednio  $41,4$ ;  $39,3$  i  $32,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Dane obrazujące wyniki uśrednione z wszystkich trzech ocenianych odmian i lat badań (tab. 1) wykazały, że najniższy plon ogólny i handlowy bulw stwierdzono przy najniższym poziomie nawożenia wynoszącym  $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ , odpowiednio  $40,8$  i  $37,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Był on istotnie niższy niż plon uzyskany dla pozostałych, wyższych dawek nawożenia azotem, a mianowicie:  $80$ ;  $120$  i  $160 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  (odpowiednio  $46,0$  i  $42,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ;  $48,1$  i  $44,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  oraz  $50,0$  i  $47,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Różnice w plonie ogólnym i handlowym bulw przy nawożeniu  $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  (odpowiednio  $48,1$  i  $44,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i  $160 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  (odpowiednio  $50,0$  i  $47,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) były nieistotne.

Najwyższy plon frakcji sadzeniaków (o kalibrze  $30\text{--}50 \text{ mm}$ ) wydała odmiana Promyk. Wyniósł on średnio  $18,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  i był istotnie wyższy niż plon sadzeniaków odmiany Tetyda (średnio  $12,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i Wiarus (zaledwie  $8,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Jednak stwierdzone wartości dla dwóch ostatnich odmian nie różniły się istotnie. Uzyskane dane dla poszczególnych odmian wykazały pewną prawidłowość, a mianowicie przy wyższych dawkach azotu ( $120$  i  $160 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) uzyskiwano niższy plon frakcji sadzeniaków niż przy dawkach wynoszących  $40$  i  $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Jednak różnice nie były istotne. Potwierdzono więc notowaną już wcześniej zależność, że niższe dawki nawożenia azotem zwiększają udział frakcji sadzeniaków w plonie ogólnym, z kolei duży udział bulw dużych jest efektem wysokiego nawożenia tym składnikiem (Grześkiewicz, Wierzejska, 1981; Jabłoński, 1996, 2006, 2012).

Najniższym plonem skrobi charakteryzowała się odmiana Promyk (średnio  $5,85 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Był on istotnie niższy niż u odm. Tetyda ( $7,16 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i zbliżony (brak istotnych różnic) do wielkości plonu uzyskanego dla odmiany Wiarus ( $6,29 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

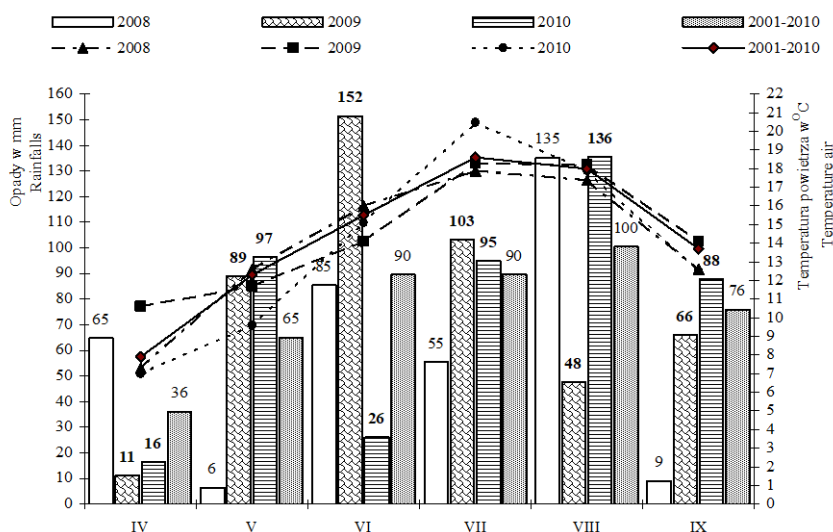
Wszystkie trzy odmiany ziemniaka różniły się istotnie pod względem zawartości skrobi w bulwach. Jednak u żadnej z nich dawki azotu nie różnicowały istotnie tej zawartości. Średnio (ze wszystkich poziomów nawożenia) najwięcej skrobi zawierały bulwy odmian: Wiarus ( $15,1\%$ ); Promyk ( $14,0\%$ ) i Tetyda ( $12,8\%$ ). Jednocześnie u wszystkich trzech odmian zawartość skrobi w bulwach nieco malała wraz ze wzrostem dawki azotu od  $40$  do  $160 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ , co zgodne było z wynikami badań Fotymy i Grześkiewicza (1979); Wierzejskiej-Bujakowskiej (1996); Jabłońskiego (1996, 2005). W innych badaniach Grześkiewicz i Wierzejska (1981) wykazali, że wzrastające dawki azotu, w stosunku do kombinacji bez azotu, powodowały istotny wzrost zawartości skrobi w bulwach.

W tabeli 2 podano dawki nawożenia azotem, przy których uzyskano najwyższy plon ogólny bulw w  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

**Maksymalny plon ogólny przy optymalnym nawożeniu azotem**  
**Maximum total yield with optimal fertilization**

| Odmiana<br>Cultivar | 2008  |  | 2009  |  | 2010  |  | Średnia dla odmiany<br>Mean for cultivar  |  |
|---------------------|---|--|---|--|---|--|---|--|
|                     | średni<br>maksymalny<br>plon t·ha <sup>-1</sup><br>average<br>maximum<br>yield t·ha <sup>-1</sup> | optymalna<br>dawka<br>N kg·ha <sup>-1</sup><br>optimal N<br>dose kg·ha <sup>-1</sup> | średni<br>maksymalny<br>plon t·ha <sup>-1</sup><br>average<br>maximum<br>yield t·ha <sup>-1</sup> | optymalna<br>dawka<br>N kg·ha <sup>-1</sup><br>optimal N<br>dose kg·ha <sup>-1</sup> | średni<br>maksymalny<br>plon t·ha <sup>-1</sup><br>average<br>maximum<br>yield t·ha <sup>-1</sup> | optymalna<br>dawka<br>N kg·ha <sup>-1</sup><br>optimal N<br>dose kg·ha <sup>-1</sup> | średni<br>maksymalny<br>plon t·ha <sup>-1</sup><br>average<br>maximum<br>yield t·ha <sup>-1</sup> | optymalna<br>dawka<br>N kg·ha <sup>-1</sup><br>optimal N<br>dose kg·ha <sup>-1</sup> |
| Promyk              | 44,3  | 130  | 55,3  | 110  | 44,2  | 100  | 47,9  | 113  |
| Tetyda              | 52,8  | 150  | 71,8  | 130  | 70,5  | 120  | 65,0  | 133  |
| Wiarus              | 44,2  | 140  | 59,0  | 100  | 40,6  | 140  | 47,9  | 127  |

Dane z lat 2008–2010 wykazały, że odmiany Promyk i Wiarus dla wytworzenia maksymalnego plonu bulw na jednakowym poziomie 47,9 t·ha<sup>-1</sup>, potrzebowały różnych dawek azotu. Wyższej dawki (127 kg N·ha<sup>-1</sup>) wymagała odmiana Wiarus, a niższej o 14 kg N·ha<sup>-1</sup> — odmiana Promyk (113 kg N·ha<sup>-1</sup>). Z kolei zapotrzebowanie roślin odmiany Tetyda dla uzyskania maksymalnego plonu bulw na poziomie średnio 65 t·ha<sup>-1</sup> wyniosło 133 kg N·ha<sup>-1</sup>. W poszczególnych latach proporcje między poziomem nawożenia azotem a plonem bulw kształtowały się różnie. Nie zawsze przy najwyższym poziomie nawożenia tym składnikiem uzyskiwano maksymalny plon bulw. Na przykład odmiana Promyk dla wytworzenia plonu o masie wynoszącej 44,3; 55,3 oraz 44,2 t·ha<sup>-1</sup> odpowiednio w latach 2008, 2009 i 2010 potrzebowała odpowiednio 130; 110 i 100 kg N·ha<sup>-1</sup>. Zapotrzebowanie roślin odmian Tetyda, która odznaczała się najwyższym plonowaniem (odpowiednio w latach: 52,8; 71,8 i 70,5 t·ha<sup>-1</sup>) wyniosło odpowiednio 150; 130 i 120 kg N·ha<sup>-1</sup>, a odmiany Wiarus dla uzyskania maksymalnego plonu na poziomie 44,2; 59,0 i 40,6 t·ha<sup>-1</sup> wyniosło w kolejnych latach odpowiednio 140; 100 i 140 kg N·ha<sup>-1</sup>. Stwierdzone różnice dowiodły, że odmiany ziemniaka charakteryzują się zróżnicowanymi wymaganiami w stosunku do azotu (Wierzejska-Bujakowska i in., 1973; Mazur i in., 1987; Wierzejska-Bujakowska, 1996). Różna jest też efektywność nawożenia tym składnikiem. Wierzbicka i Trawczyński (2011) oraz Jabłoński (1996, 2012) podają, że współczynnik wykorzystania azotu z nawozów stosowanych doglebowo i zapasów glebowych waha się od 40–65% przy nawożeniu tradycyjnym (rzutowym) do 85% przy nawożeniu rzędowym i nawet do 95% po zastosowaniu nawożenia dolistnego. Z informacji Wierzbickiej i Trawczyńskiego (2011) wynika, że rośliny ziemniaka wykorzystują około połowy z dostarczonej dawki azotu. W tym miejscu należy podkreślić, że współczynnik wykorzystania azotu zależy od wielu czynników. Oprócz czynnika genetycznego (odmiana) wpływ mają warunki siedliska, czynniki agrotechniczne i atmosferyczne. Z analizy przebiegu opadów w sezonie wegetacyjnym w latach badań (rys. 1 i tab. 3) wynika, że głównym, obok nawożenia azotem, czynnikiem wpływającym na wielkość plonu bulw był poziom opadów. Widać to dobrze na przykładzie 2009 r., gdy przy dawce azotu wynoszącej zaledwie 100 kg·ha<sup>-1</sup> i wysokim poziomie opadów (89 mm w maju; 152 mm w czerwcu i 103 mm w lipcu), plon bulw odmiany Wiarus wyniósł 59 t·ha<sup>-1</sup>.



Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w okresie wegetacji w latach 2008–2010 na tle danych z wielolecia 2001–2010

Fig. 1. Rainfalls and air temperature in the vegetation periods 2008–2010 compared to mean values for the years 2001–2010

Tabela 3

Opady i temperatura powietrza w okresie wegetacji w latach 2008–2010 na tle danych z wielolecia 2001–2010  
Rainfalls and air temperature in the vegetation periods 2008–2010 compared to mean values for the years 2001–2010

| Miesiące<br>Months | Lata — Years           |       |       |                              |                                |      |      |                              |
|--------------------|------------------------|-------|-------|------------------------------|--------------------------------|------|------|------------------------------|
|                    | 2008                   | 2009  | 2010  | średnia<br>mean<br>2001–2010 | 2008                           | 2009 | 2010 | średnia<br>mean<br>2001–2010 |
|                    | opady — rainfalls (mm) |       |       |                              | temperatura — temperature (°C) |      |      |                              |
| IV                 | 64,8                   | 11,2  | 16,4  | 36,0                         | 7,3                            | 10,6 | 7,0  | 7,9                          |
| V                  | 6,4                    | 89,0  | 96,6  | 65,0                         | 12,6                           | 11,7 | 9,6  | 12,3                         |
| VI                 | 85,4                   | 151,6 | 26,0  | 89,7                         | 16,0                           | 14,1 | 15,1 | 15,5                         |
| VII                | 55,4                   | 103,2 | 95,0  | 89,7                         | 17,9                           | 18,3 | 20,5 | 18,6                         |
| VIII               | 135,2                  | 47,6  | 135,6 | 100,4                        | 17,4                           | 18,2 | 17,9 | 18,0                         |
| IX                 | 9,0                    | 66,0  | 87,8  | 76,0                         | 12,6                           | 14,1 | 12,5 | 13,7                         |
| Suma — Sum         | 356,2                  | 468,6 | 457,4 | 456,8                        | x                              | x    | x    | x                            |
| Średnia — Mean     | x                      | x     | x     | x                            | 14,0                           | 14,5 | 13,8 | 14,3                         |

Jednocześnie zapotrzebowanie roślin tej samej odmiany Wiarus na azot dla wytworzenia znacznie niższego plonu wynoszącego średnio 44,2 i 40,6 t·ha<sup>-1</sup> odpowiednio w latach 2008 i 2010 w warunkach mniejszych opadów (szczególnie w 2008 r., kształtujących się na poziomie 6 mm w maju; 85 mm w czerwcu i 55 mm w lipcu, a w 2010 r. na poziomie odpowiednio 97; 26 i 95 mm (rys. 1) — było znacznie większe i wyniosło po 140 kg N·ha<sup>-1</sup>. Jest to zgodne z informacjami innych autorów, którzy stwierdzili, że w latach

sprzyjających kumulacji plonu bulw stwierdzano wyższe wykorzystanie azotu z nawozu (Lis, Wierzejska-Bujakowska, 2000; Mazurczyk i in., 2005; Trawczyński, 2010).

W tabeli 4 zestawiono wyniki dotyczące wpływu stosowanych dawek nawożenia azotem na ubytki związane z parowaniem, gniciem i kiełkowaniem bulw po 6-miesięcznym ich przechowywaniu oraz na porażenie parchem zwykłym, występowanie wad pustowatości i rdzawej plamistości miąższu.

Tabela 4

**Wpływ nawożenia azotem trzech odmian ziemniaka na ubytki naturalne, występowanie wad bulw, porażenie parchem zwykłym i zawartość azotanów w bulwach**  
**Influence of N fertilization of three potato cultivars on natural losses of tubers, the occurrence of hollow tubers, the nitrates content of tubers and tuber infection by common scab**

| Odmiana<br>Cultivar                           | Dawka N<br>kg·ha <sup>-1</sup><br>N doses<br>kg·ha <sup>-1</sup> | Ubytki po 6-miesiącach<br>przechowywania (%)<br>Natural losses after 6 months of<br>storage (%) |                   |                               |                | Procentowy udział bulw z objawami:<br>Percentage content of tubers with<br>symptoms of: |  |   | Zawartość<br>azotanów<br>w bulwach<br>(Mg NO <sub>3</sub> ·kg <sup>-1</sup> )<br>Content<br>of nitrates in<br>tubers (Mg<br>NO <sub>3</sub> ·kg <sup>-1</sup> ) |
|---|--|---|-------------------|-------------------------------|----------------|---|--|---|---|
|   |  | parowanie<br>evaporation  | gnicie<br>rotting | kiełkowa-<br>nie<br>sprouting | razem<br>total | parcha<br>zwykłego<br>common<br>scab  | brunatnej<br>pustowatości<br>hollow centre | rdzawej<br>plamistości<br>miąższu<br>rust internal<br>spots |   |
| Promyk  | 40   | 9,0   | 3,1               | 0,3                           | 12,4           | 0,0   | 2,5  | 0,0   | 96  |
|   | 80   | 9,0   | 3,4               | 0,3                           | 12,7           | 0,0   | 2,7  | 0,0   | -   |
|   | 120  | 9,8   | 2,7               | 0,3                           | 12,8           | 0,0   | 2,8  | 0,0   | 150   |
|   | 160  | 8,9   | 3,9               | 0,4                           | 13,2           | 0,0   | 4,0  | 0,0   | -   |
| Średnia — Mean                                |  | 9,2   | 3,3               | 0,3                           | 12,8           | 0,0   | 3,0  | 0,0   | 123   |
| Tetyda  | 40   | 11,7  | 0,9               | 0,0                           | 12,6           | 0,0   | 0,0  | 0,0   | 120   |
|   | 80   | 11,5  | 1,8               | 0,0                           | 13,3           | 0,0   | 4,6  | 0,9   | -   |
|   | 120  | 11,0  | 1,8               | 0,0                           | 12,8           | 0,0   | 7,9  | 0,0   | 155   |
|   | 160  | 11,3  | 1,4               | 0,0                           | 12,7           | 0,0   | 1,9  | 1,1   | -   |
| Średnia — Mean                                |  | 11,4  | 1,5               | 0,0                           | 12,8           | 0,0   | 3,6  | 0,5   | 138   |
| Wiarus  | 40   | 12,0  | 0,8               | 0,5                           | 13,4           | 0,1   | 6,5  | 0,0   | 121   |
|   | 80   | 10,7  | 2,1               | 0,5                           | 13,3           | 3,3   | 1,3  | 0,0   | -   |
|   | 120  | 11,5  | 0,6               | 0,7                           | 12,8           | 0,2   | 6,1  | 0,7   | 112   |
|   | 160  | 12,3  | 0,9               | 0,6                           | 13,8           | 0,1   | 15,1                                       | 0,9   | -   |
| Średnia — Mean                                |  | 11,6  | 1,1               | 0,6                           | 13,3           | 0,9   | 7,4  | 0,4   | 117   |
| NIR <sub>p=0,05</sub> — LSD <sub>p=0,05</sub> |  |   |                   |                               |                |   |  |   |   |
| Odmiany — Cultivar                            |  | 1,9   | 1,8               | 0,1                           | n.i.           | *   | n.i.                                       | *   | -   |
| Odmiany × dawki N<br>Cultivar × N doses       |  | 3,2   | 2,9               | 0,2                           | n.i.           | *   | 11,6                                       | *   | -   |

„-” — brak danych — no data

„\*” — obliczeń statystycznych nie wykonywano — no statistical calculations were performed

Uwzględniono też zawartość azotanów w bulwach. Ubytki spowodowane parowaniem bulw u odmiany Tetyda i Wiarus były bardzo zbliżone i zgodnie z uzyskanymi wartościami średnimi ze stosowanych poziomów nawożenia, straty wyniosły odpowiednio 11,4 i 11,6% i nie różniły się istotnie. Natomiast istotnie niższe straty stwierdzono u odmiany Promyk (9,2%). Odmiana ta wykazała największe straty z powodu gnicia bulw. Mimo, że nie były one wysokie (średnio 3,3%) okazały się istotnie wyższe niż u odmiany Wiarus (średnio 1,1%) i były na granicy istotności w porównaniu do danych dla odmiany Tetyda (1,5%). Ubytki wynikające z przerostu kiełków po 6-miesięcznym przechowywaniu bulw



wystąpiły tylko u dwóch odmian Promyk i Wiarus, i choć były bardzo niewielkie, (odpowiednio 0,3 i 0,6 procent) różnica między nimi okazała się istotna. U odmiany Tetyda straty spowodowane przerostem kielków w ogóle nie wystąpiły. Poziom nawożenia azotem nie miał istotnego wpływu na ubytki (parowanie, gnicie, kielki razem), niezależnie od odmiany. Straty jakie zanotowano wahały się średnio w zakresie od 12,8 (odm. Promyk i Tetyda) do 13,3% (odm. Wiarus).

Parch zwykły nie stanowił zagrożenia. Chorobę stwierdzono jedynie na bulwach odmiany Wiarus, ale odsetek bulw porażonych był bardzo niewielki i wyniósł średnio zaledwie 0,9%. Na bulwach odmian Promyk i Tetyda symptomów choroby w ogóle nie stwierdzono.

Wada pustowatości bulw wystąpiła u wszystkich trzech odmian. U odmian Promyk i Tetyda udział bulw wadliwych był podobny i wyniósł średnio odpowiednio 3,0% oraz 3,6%. Ponad dwukrotnie większy udział bulw pustowatych stwierdzono u odmiany Wiarus (średnio 7,4%), ale nie był on istotnie większy w porównaniu z wartościami uzyskanymi dla odmian Promyk (3,0%) i Tetyda (3,6%). Ten dość wysoki odsetek bulw pustowatych u odmiany Wiarus (średnio 7,4%) jest efektem licznego ich wystąpienia (15,1%) w kombinacji o najwyższym poziomie nawożenia azotem wynoszącym 160 kg N·ha<sup>-1</sup>. Poza tym jedynym wynikiem różniącym się wyraźnie od pozostałych danych dla tej odmiany nie wykazano zależności między dawką nawożenia a udziałem bulw z symptomami pustowatości. Świadczą o tym wyniki uzyskane dla pozostałych poziomów nawożenia azotem: 40; 80 i 120 kg N·ha<sup>-1</sup>. Udział bulw pustowatych wyniósł odpowiednio 6,5; 1,3 i 6,1%. Wada ta w bulwach pozostałych dwóch odmian wystąpiła na poziomie wahającym się w zakresie od 2,5 do 4,0% (odmiana Promyk) i od 0 do 7,9% (odmiana Tetyda) zależnie od dawki nawożenia.

Rdzawa plamistość miąższu wystąpiła jedynie sporadycznie i wyłącznie w bulwach odmian Tetyda oraz Wiarus z odsetkiem bulw wadliwych wynoszącym średnio odpowiednio 0,5 i 0,4%.

Średnia zawartość azotanów w bulwach odmian Promyk, Tetyda i Wiarus wyniosła odpowiednio: 123; 138 i 117 mg NO<sub>3</sub>·kg<sup>-1</sup> świeżej masy ziemniaków.

#### WNIOSKI

1. Z trzech ocenianych odmian ziemniaka istotnie wyższym potencjałem plonotwórczym odznaczała się odmiana Tetyda w porównaniu do odmian Promyk i Wiarus.
2. Istotnie wyższą wydajnością w reprodukcji sadzeniaków odznaczała się odmiana Promyk (charakteryzująca się wytwarzaniem bulw dużych) w porównaniu do odmian Tetyda i Wiarus (bulwy bardzo duże).
3. Oceniane odmiany różniły się pod względem zapotrzebowania na azot dla wytworzenia maksymalnego plonu bulw. Najwyższe zapotrzebowanie stwierdzono u odmiany Tetyda, która dla wytworzenia bulw o masie 65,0 t·ha<sup>-1</sup> potrzebowała 133 kg N·ha<sup>-1</sup>, a najniższe u odmiany Promyk (odpowiednio 47,9 t·ha<sup>-1</sup> i 113 kg N·ha<sup>-1</sup>).
4. Poziom nawożenia azotem nie miał istotnego wpływu zarówno na zawartość skrobi w bulwach jak i na ubytki bulw podczas długotrwałego przechowywania.

LITERATURA

- Grześkiewicz H., Wierzejska A. 1981. Wpływ nawadniania i nawożenia azotem na plon i niektóre cechy jakości ziemniaków. *Biul. Inst. Ziem.* 25: 77 — 93.
- Jabłoński K. 1996. Nawożenie ziemniaków. Fundacja „Rozwój SGGW” Warszawa: 38 — 48.
- Jabłoński K. 2004. Wpływ nawożenia azotowego na plon i jakość nowych odmian ziemniaka jadalnego uprawianych na glebach średnio zwięzłych. *Biul. IHAR* 232: 157 — 165.
- Jabłoński K. 2006. Technologia uprawy ziemniaków jadalnych i przemysłowych. W: *Produkcja ziemniaków pod red. J. Chotkowskiego*, Warszawa 2006: 48 — 71.
- Jabłoński K. 2012. Prawidłowe zasady nawożenia ziemniaków. *Wiś Jutra* 1–2: 34 — 37.
- Kaczorek S., Wierzejska-Bujakowska A. 1988. Wymagania nawozowe 32 odmian ziemniaka. *Ziemniak*: 45 — 59.
- Lis B., Mazurczyk W., Trawczyński C., Wierzbicka A. 2002. Czynniki ograniczające wykorzystanie azotu przez rośliny ziemniaka, a zagrożenie środowiska. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 489: 165 — 174.
- Lis B., Wierzejska-Bujakowska A. 2000. Wykorzystanie azotu przez jadalne odmiany ziemniaka a ich plonowanie. *Biul. IHAR*. 213: 87 — 98.
- Mazur T., Cieciko Z., Kreft L. 1987. Wymagania nawozowe 32 odmian ziemniaka. *Ziemniak*: 45 — 59.
- Mazurczyk W., Wierzbicka A., Wroniak J. 2005. Wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych przez odmiany wczesne ziemniaka. *Fragm. Agronom.* XXII nr 1 (85): 512 — 520.
- Roztropowicz S. 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródło zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 6 (6): 33 — 75.
- Trawczyński C. 2001. Wpływ rzutowego i rzędowego nawożenia mocznikiem na wysokość plonów i niektóre cechy jakości bulw. *Biul. IHAR* 220: 221 — 226.
- Trawczyński C. 2007. Reakcja kilku nowych odmian ziemniaka na nawożenie azotem. *Biul. IHAR* 246: 73 — 81.
- Trawczyński C. 2010. Wykorzystanie azotu przez odmiany ziemniaka o zróżnicowanych wymaganiach w stosunku do tego składnika. *Biul. IHAR* 256: 133 — 140.
- Trawczyński C., Wierzbicka A. 2011. Reakcja nowych odmian ziemniaka na nawożenie azotem. *Biul. IHAR* 259: 193 — 2010.
- Wierzbicka A., Trawczyński C. 2011. Czynniki wpływające na pobranie i wykorzystanie azotu przez jadalne i skrobiowe odmiany ziemniaka. *Biul. IHAR* 259: 203 — 210.
- Wierzejska-Bujakowska A., Fotyma M., Fotyma E. 1973. Wpływ terminu stosowania na efektywność nawożenia ziemniaków azotem. *Biul. Inst. Ziemn.* 12: 63 — 80.
- Wierzejska-Bujakowska A. 1994. Rola odmian w dążeniu do zwiększenia efektywności nawożenia azotem. W: *Makroproblemy produkcji ziemniaka w Polsce w okresie przemian organizacyjno-ekonomicznych. Sesja Naukowa PAN. Inst. Ziemn. Bonin*: 48 — 51.
- Wierzejska-Bujakowska A. 1996. Maksymalne biologiczne dawki azotu dla 22 odmian ziemniaka i ich zmiana pod wpływem ochrony przed zarazą ziemniaka (*Phytophthora infestans* (Mont de Bary)). *Biul. Inst. Ziemn.* 46: 51 — 62.