

CEZARY TRAWCZYŃSKI

Zakład Agronomii Ziemiaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie

Wpływ rzutowego i rzędowego nawożenia mocznikiem na wysokość plonu i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka

The influence of broadcasting and row fertilization of urea on the yield and some qualitative properties of potato tubers

W latach 1997–1999 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin przeprowadzono doświadczenie polowe, którego celem było określenie wpływu rzutowego i rzędowego nawożenia mocznikiem na plon bulw i jakość ziemniaków uprawianych w warunkach gleby lekkiej. W badaniach uzyskano istotnie wyższy plon bulw ziemniaków pod wpływem rzędowego nawożenia mocznikiem (średnio o 4,8%) oraz stwierdzono o 3% więcej bulw handlowych w plonie (średnica powyżej 4 cm) w stosunku do rzutowego nawożenia. Pod wpływem rzędowego nawożenia mocznikiem stwierdzono istotnie niższą zawartość azotu ogólnego w bulwach w stosunku do rzutowego nawożenia. Sposób nawożenia nie miał istotnego wpływu na zróżnicowanie procentowej zawartości skrobi, azotanów, suchej masy, fosforu, potasu i magnezu w bulwach oraz na zmianę barwy miąższu bulw po ugotowaniu.

Słowa kluczowe: azot, jakość, nawożenie rzutowe, nawożenie rzędowe, plon, ziemniak

In the years 1997–1999, under light soil conditions, the field experiment was carried out upon the influence of broadcasting and row fertilization of urea on the potato yield and its quality. Higher significant yield of tubers was obtained when the row fertilization of urea was applied mean difference of 4.8%. The yield of marketable tubers (of diameter above 4 cm) was about 3% higher when compared to the broadcasting fertilization. The row fertilization of urea caused a significant decrease of the content of nitrogen in tubers, in relation to the broadcasting fertilization. The method of fertilization did not cause a significant differentiation of starch, nitrates, dry matter, phosphorus, potassium and magnesium content in tubers and did not influence the blackening of tubers after cooking.

Key words: broadcasting fertilization, nitrogen, potato, quality, row fertilization, yield

WSTĘP

Nawożenie azotem ma decydujący wpływ na wysokość uzyskanego plonu i jego jakość (Fotyma, Mercik, 1995; Czuba, 1996; Marks, 1996; Fotyma, Fotyma, 1998; Vildflush, Tsyanov, 1999). Należy przy tym podkreślić, że azot dostarczany do gleby w formie

nawozów mineralnych jest składnikiem droгим i zastosowanie we właściwym terminie i określonej ilości decyduje o efektywności jego wykorzystania przez rośliny (Grzeškowiak, 1999).

Obok ustalenia terminu i wysokości dawki nawozu ważna jest też technika stosowania (Skwarski, Skwarska, 1996; Wojnowska i in., 1998). Rzutowy wysiew sprawia, że część nawozu podczas sadzenia ziemniaków może znaleźć się wewnątrz redlin, a część na ich powierzchni i w większym lub mniejszym stopniu może stać się nieprzystępny dla roślin (Jabłoński, 1996; Trawczyński, Grzeškiewicz, 2000).

Mając na uwadze powyższe zagadnienie przeprowadzono badania polowe, których celem było porównanie działania takich samych dawek mocznika przy rzutowym (na całą powierzchnię) stosowaniu w stosunku do rzędowego (zlokalizowanego) nawożenia.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1997–1999 przeprowadzono w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie doświadczenie polowe na glebie lekkiej, kwaśnej o składzie mechanicznym piasku gliniastego lekkiego pylastego. Gleba charakteryzowała się wysoką zawartością fosforu oraz średnią potasu i magnezu.

Zróżnicowany poziom nawożenia ziemniaków azotem w formie mocznika stosowano na tle obornika bydlęcego ($25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) przy stałym poziomie fosforu $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ (superfosfat potrójny 46%) i potasu $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ (sól potasowa 57%). Nawozy te stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej.

Doświadczenie dwuczynnikowe zakładano metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu był sposób nawożenia: A — nawożenie rzutowe (bezpośrednio przed sadzeniem ziemniaków), B — nawożenie rzędowe (w trakcie sadzenia ziemniaków). Czynnikiem II rzędu był zróżnicowany poziom nawożenia azotem:

- $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$,
- $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$,
- $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$,
- $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Do rzędowego nawożenia w badaniach wykorzystano agregat sadząco-nawożący wyprodukowany w Fabryce Maszyn i Urządzeń w Strzelcach Opolskich, gdzie na sadzarce taśmowo-czerpakowej S222 zamontowany został dozownik do wysiewu nawozów. Wysiewany nawóz umieszczany był w redlinie w odległości 5–7 cm obok sadzeniaka. Ziemniaki odmiany Irga (maksymalna biologicznie dawka N dla tej odmiany wynosi $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a dawka zalecana $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) (Głuska, Zgórska, 2000) wysadzano sadzarką w II dekadzie kwietnia, a zbierano przy pomocy kombajnu ziemniaczanego w II lub III dekadzie września. Podczas zbioru określano wysokość plonu bulw oraz pobierano próby bulw w celu oznaczenia wielkości bulw w plonie, procentowej zawartości skrobi w bulwach, ciemnienia miąższu bulw po ugotowaniu oraz składu chemicznego bulw (zawartość azotanów, suchej masy oraz azotu, fosforu, potasu i magnezu w suchej masie bulw).

WYNIKI

Analiza statystyczna wykazała, że niezależnie od wysokości zastosowanych dawek nawożenia azotem uzyskano w badaniach istotnie wyższy plon bulw ziemniaków pod wpływem rzędowego nawożenia mocznikiem (średnio o 4,8%) w stosunku do nawożenia rzutowego. Niezależnie od sposobu nawożenia mocznikiem wzrastające dawki azotu spowodowały istotny przyrost plonu bulw. Najwyższy plon bulw uzyskano pod wpływem dawki $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ i był on istotnie wyższy w stosunku do dawki $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ i $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$. Plon bulw uzyskany na dawce $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ nie różnił się istotnie w stosunku do plonu bulw uzyskanego na dawce $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$. W badaniach stwierdzono lepsze wykorzystanie składników przy rzędowym ich stosowaniu. Na każdej dawce azotu przy rzędowym nawożeniu plon bulw był wyższy w stosunku do rzutowego nawożenia.

Przy dawce $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ w moczniku zastosowanym rzędowo uzyskano plon bulw na zbliżonym poziomie jak przy dawce $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ zastosowanej rzutowo przed sadzeniem. Przy wyższym poziomie dawek efektywność rzędowego nawożenia w stosunku do rzutowego stosowania mocznika była niższa (tab. 1).

Tabela 1

Wpływ sposobu nawożenia mocznikiem oraz zróżnicowanych dawek azotu na wysokość plonu bulw ziemniaka (Jadwisin 1997–1999)
Effect of the urea fertilization method and diversified doses of N on yield of potato tubers (Jadwisin 1997–1999)

Sposób nawożenia Method of fertilization	Plon bulw przy dawce N ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) Yield of tubers at dose of N				Średnio dla sposobu nawożenia Mean for fertilization method
	30	60	90	120	
Rzutowo Broadcasting	27,2	29,5	32,2	34,1	30,7
Rzędowo Row	29,4	31,4	33,4	34,5	32,2
Średnio dla dawek N Mean for N doses	28,3	30,4	32,8	34,3	
NIR _{0,05}			1,9		1,3
LSD _{0,05}					

Wraz ze wzrostem dawek nawożenia azotem odnotowano większy procent bulw dużych w plonie (średnica powyżej 6 cm). Udział procentowy bulw dużych w plonie pod wpływem rzutowego nawożenia wzrastał w zakresie dawek $30\text{--}120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ i wahał się w granicach od 14 do 29%, natomiast w przypadku rzędowego nawożenia w zakresie dawek $30\text{--}90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ i wynosił od 19 do 29%.

Pod wpływem rzędowego nawożenia stwierdzono średnio o 3% większy udział procentowy bulw handlowych w plonie w stosunku do rzutowego stosowania mocznika (tab. 2).

Sposób nawożenia, jak i zróżnicowany poziom nawożenia azotem nie miały istotnego wpływu na zmianę barwy miąższu bulw ocenianych po ugotowaniu, procentową zawartość skrobi oraz procentową zawartość suchej masy w bulwach. Nie udowodniony statystycznie

był również wpływ badanych czynników na zawartość fosforu, potasu i magnezu oznaczonych w suchej masie bulw.

Tabela 2

**Procent wagowy bulw w plonie w zależności od sposobu nawożenia oraz zróżnicowanych dawek azotu.
(Jadwisin 1997–1999)**

**Distribution of tuber size in relation to the fertilization method and doses of N.
(Jadwisin 1997–1999)**

Sposób nawożenia Method of fertilization	Dawka N kg · ha ⁻¹ Dose of N	Średnica poprzeczna bulw w mm Size diameter of tubers mm					Udział w plonie ziemniaków jadalnych, % Share in yield of table potatoes, %
		< 30	30–40	40–50	50–60	> 60	
Rzutowo Broadcasting	30	2	15	34	35	14	83
	60	1	15	29	33	22	84
	90	1	12	33	30	24	87
	120	1	11	29	30	29	88
Średnio Mean		2	13	31	32	22	85
Rzędowo Row	30	1	13	33	34	19	86
	60	1	11	37	29	21	87
	90	1	11	29	30	29	88
	120	—	11	30	30	29	89
Średnio Mean		1	11	32	31	25	88

Wzrastający poziom nawożenia azotem spowodował istotny wzrost zawartości azotanów w bulwach, ale tylko pod wpływem rzutowego nawożenia. W obrębie dawek azotu stosowanego rzędowo nie stwierdzono istotnego zróżnicowania zawartości azotanów w bulwach. Istotnie wyższą zawartość azotanów w bulwach stwierdzono pod wpływem rzutowego nawożenia na obiekcie, gdzie zastosowano 120 kg · ha⁻¹ N w stosunku do wszystkich porównywanych dawek. Niezależnie od poziomu nawożenia azotem pod wpływem rzutowego nawożenia mocznikiem stwierdzono wyższą zawartość azotanów w bulwach w stosunku do rzędowego nawożenia, ale różnica nie była udowodniona statystycznie. Istotnie wyższa natomiast była zawartość azotu ogólnego w bulwach przy rzutowym nawożeniu oraz istotnie zróżnicowana zawartość tego składnika w odniesieniu do wysokości zastosowanego nawożenia azotem. Udowodnione statystycznie różnice stwierdzono pomiędzy najniższym poziomem — 30 kg · ha⁻¹ N i wyższymi zastosowanymi dawkami azotu; 60, 90 i 120 kg · ha⁻¹ (tab. 3).

DYSKUSJA

Badania własne, odnośnie korzyści z rzędowego stosowania mocznika w stosunku do plonu bulw zbieżne są z innymi przeprowadzonymi badaniami. Jabłoński (1996) wykazał istotny wzrost plonu bulw przy nawożeniu rzędowym mocznikiem, kiedy nawóz umieszczono w redlinie z obu stron sadzeniaka. Wzrost plonu ziemniaków w porównaniu z nawożeniem rzutowym wyniósł 4,0 t · ha⁻¹, co stanowiło 13,1%. Rzędowe nawożenie pod sadzeniak dawało o połowę mniejszy przyrost plonu. Jabłoński (1996) w warunkach

gleby średniej stwierdził też, że przy dawce $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N w moczniku zastosowanym rzędowo uzyskano plon ogólny i plon frakcji sadzeniaków na podobnym poziomie jak przy dawce $130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N zastosowanej rzutowo przed sadzeniem, tj. o $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wyższej od zastosowanej rzędowo. W badaniach własnych prowadzonych na glebie lekkiej rzędowe stosowanie azotu dawało mniejszy przyrost plonu w stosunku do rzutowego ich stosowania niż podaje Jabłoński (1996). Plon przy $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu zastosowanego rzędowo był równy plonowi uzyskanemu przy dawce $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu zastosowanej rzutowo, tj. o $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N wyższej od zastosowanej rzędowo. W odniesieniu do zawartości skrobi w bulwach Jabłoński (1996) oraz Gronowicz i wsp. (2000) stwierdzili, że istotnie wzrasta zawartość tego parametru pod wpływem rzędowego nawożenia, czego nie potwierdziły badania własne. W badaniach własnych, jak i Jabłońskiego (1996) nie stwierdzono niekorzystnego wpływu rzędowego nawożenia na zawartość azotanów w bulwach.

Tabela 3

Wpływ sposobu nawożenia mocznikiem oraz zróżnicowanych dawek azotu na skład chemiczny bulw ziemniaka (Jadwisin 1997–1999)
Effect of the fertilization method of urea and diversified doses of N on chemical composition of potato tubers (Jadwisin 1997–1999)

Sposób nawożenia Method of fertilization	Dawka N $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ Dose of N	Zawartość Content			Zawartość procentowa w suchej masie Percentage content in dry matter			
		skrobia starch %	azotany nitrates $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	sucha masa dry matter %	N	P	K	Mg
Rzutowo Broadcasting	30	13,6	74,0	20,7	1,13	0,33	2,22	0,10
	60	13,6	89,3	20,8	1,31	0,34	2,24	0,10
	90	13,6	97,6	21,0	1,37	0,34	2,25	0,10
	120	13,6	132,3	20,3	1,36	0,35	2,29	0,10
Średnio Mean		13,5	98,3	20,7	1,29	0,34	2,25	0,10
Rzędowo Row	30	14,0	78,0	20,0	1,13	0,33	2,21	0,10
	60	13,8	79,6	20,4	1,20	0,35	2,26	0,10
	90	13,6	83,3	20,9	1,24	0,36	2,22	0,10
	120	13,4	98,3	21,3	1,22	0,35	2,24	0,10
Średnio Mean		13,7	84,8	20,6	1,19	0,35	2,23	0,10
NIR _{0,05}		ni	ni	ni	0,08	ni	ni	ni
LSD _{0,05}		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	NIR _{0,05}	ni	29,4	ni	0,12	ni	ni	ni
	LSD _{0,05}	ns		ns		ns	ns	ns

ni — Nie istotny

ni — Non significant

W innych badaniach (Gronowicz, 2000) stwierdzono, że plon ogólny bulw nawożonych rzędowo był o 6,9% większy od nawożonych rzutowo, a dawka $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N aplikowana rzędowo zrównoważyła plon bulw otrzymany pod wpływem dawki $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N zastosowanej rzutowo, tj. podobnie jak w moich badaniach o $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wyższej od stosowanej rzędowo. W badaniach Gronowicz (2000) stwierdziła również, że dawki azotu oraz sposób ich aplikacji w niewielkim stopniu zróżnicowały strukturę plonu bulw. Gronowicz i wsp. (2000) uzyskali w badaniach wyższą zawartość suchej masy w

bulwach nawożonych rzędowo niż po zastosowaniu azotu na całą powierzchnię, czego nie potwierdziły przeprowadzone badania.

WNIOSKI

1. Na glebie lekkiej, kwaśnej o składzie mechanicznym piasku gliniastego lekkiego pylastego pod wpływem rzędowego nawożenia mocznikiem uzyskano istotnie wyższy plon bulw (średnio o 4,8%) w stosunku do nawożenia rzutowego.
2. Wzrastające dawki azotu spowodowały istotny wzrost plonu ogólnego bulw. Dawka $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wprowadzona rzędowo równoważyła plon uzyskany pod wpływem $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu zastosowanego na całą powierzchnię.
3. Nawożenie rzędowe zwiększyło udział bulw handlowych w plonie ogólnym średnio o 3% w porównaniu z rzutowym sposobem nawożenia.
4. Sposób stosowania nawozu nie miał wpływu na istotne zróżnicowanie składu chemicznego bulw z wyjątkiem azotu ogólnego.

LITERATURA

- Czuba R. 1996. Nawożenie mineralne roślin uprawnych. Zakłady Chemiczne Police S.A.
- Fotyma M., Mercik S. 1995. Chemia rolna. PWN, Warszawa.
- Fotyma M., Fotyma E. 1998. Dobre praktyki w produkcji rolniczej. W: Dobra praktyka rolnicza w nawożeniu. IUNG Puławy, t. 1: 71 — 93.
- Głuska A., Zgórska K. 2000. Charakterystyka zrejonizowanych odmian ziemniaka. (pr. zbior.) Wyd. VI. IHAR, Jadwisin: 21 — 24.
- Gronowicz Z., Mozolewski W., Wojnowska T. 2000. Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. W: Nawożenie rzędowe azotem jako czynnik kształtujący wartość konsumpcyjną ziemniaków. AR, Wrocław: 95 — 96.
- Gronowicz Z. 2000. Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. W: Wpływ techniki nawożenia azotem nowych odmian ziemniaka jadalnego na plon i jego strukturę. AR, Wrocław: 133 — 134.
- Grzeškowiak A. 1999. System nawożenia. Anwil, Police.
- Jabłoński K. 1996. Nawożenie ziemniaków. W: Rzędowe nawożenie ziemniaków. Fundacja "Rozwój SGGW", Warszawa: 72 — 79.
- Marks N. 1996. Proekologiczne metody uprawy i nawożenia ziemniaków. Rocz. AR, Poznań, Rol. 49: 137 — 145.
- Skwarski B., Skwarska O. 1996. Badania procesu dozowania granulowanych nawozów mineralnych kołeczkowymi zespołami wysiewającymi. Probl. Inż. Rol. 4, 1: 37 — 46.
- Trawczyński C., Grzeškiewicz H. 2000. Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. W: Wpływ różnych sposobów stosowania nawozów na wysokość plonu i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka. AR Wrocław: 93 — 94.
- Vildfluh I., Tsyganov A. 1999. Rzędowe lub rzutowe zastosowanie nawozów mineralnych i ich wpływ na żyzność gleby i plonowanie roślin w doświadczeniach wieloletnich. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465: 233 — 240.
- Wojnowska T., Mozolewski W., Gronowicz Z. 1998. Wpływ techniki nawożenia na plonowanie i jakość ziemniaka spożywczego. Rocz. AR Poznań CCCVII. Rol. 52: 199 — 204.