

ZNACZENIE ODMIAN W OCENIE WPLYWU NAWOŻENIA OSADAM POPRODUKCYJNYM Z FABRYKI FRYTEK NA PŁON I ZAWARTOŚĆ AZOTANÓW(V) W BULWACH ZIEMNIAKA

Leszek Styszko, Tomasz Heese

Katedra Biologii Środowiskowej, Politechnika Koszalińska w Koszalinie

Wstęp

Przemysł ziemniaczany w Polsce zużywa corocznie około 1,6 mln ton ziemniaków [DZWONKOWSKI i in. 2004]. Tradycyjne gałęzie tego przemysłu (krochmalnie, płatkarnie i gorzelnie) przetworzyły w 2004 roku 941 tys. ton surowca, a nowe (frytki i czipsy) – 645 tys. ton. Przemysł ziemniaczany produkuje duże ilości ścieków. Wskaźniki zanieczyszczenia oraz zawartość składników nawozowych w ściekach są różne [KUTERA 1988; KUMIDER 1996; KRZYWY, IZEWSKA 2004]. Najwięcej ścieków produkują krochmalnie. Fabryki frytek posiadają własne oczyszczalnie ścieków, a osad ściekowy deponują na składowiskach odpadów. Powstał więc pomysł rolniczego zagospodarowania tych osadów.

Celem badań było określenie wpływu odmian na tle dawek azotu przy ocenie oddziaływania nawożenia higienizowanymi osadami ściekowym z Fabryki Frytek w Lęborku na plon i zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka.

Materiał i metody badań

Doświadczenie polowe założono w 2003 roku w gospodarstwie Farm Frites Poland Dwa w Bobrownikach na wydzielonym polu. Przedplonem był rzepak ozimy. Do badań włączono dwie odmiany ziemniaka (średnio wczesną – ‘Asterix’ i wczesną – ‘Innovator’), dwie dawki Kemiry Solanum 14 (0 i 1 Mg kg⁻¹) oraz dwie dawki osadu ściekowego (0 i 30 Mg·ha⁻¹). Nawóz Kemira zawierał 14% N, 3,05% P i 17,4% K. Ziemniaki uprawiano w technologii surowca na frytki. Osad higienizowano dodatkiem 3,5% Ca w pompie mieszającej typu BTI 10–24 firmy SEPEX (Niemcy), a następnie składowano przez okres 6 tygodni. Przed sadzeniem wykonano analizy gleby i osadu na zawartość makro- i mikrośladników oraz metali ciężkich z zastosowaniem metod referencyjnych badań osadów ściekowych i gruntów podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 roku [ROZPORZĄDZENIE 2002]. Na polu doświadczalnym występowała gleba brunatna właściwa wylugowana o składzie mechanicznym piasków gliniastych mocnych w warstwie do 50 cm, a poniżej – glin lekkich. Gleba została

zaliczona do kompleksu pszennego wadliwego, w przeważającej części pole klasy IIIb–IVa. Przedplonem był rzepak ozimy. Osad rozprowadzono na polu 2 maja 2003 roku rozsiewaczem wapna Amazone, a następnie głęboszem i glebogryzarką wymieszano z glebą na głębokość 40 cm. Dodatkowo przed sadzeniem pole odkażniono do głębokości 40 cm. Ziemniaki sadzono sadzarką strukturalną w rozstawie 90 x 30 cm w dniu 2 maja, a zebrano kopaczką w III dekadzie września. Do analiz pobrano po 4 próby z każdego obiektu doświadczenia do oceny plonu i zawartości azotanów(V) w bulwach. Analizy te wykonano w laboratorium fabrycznym w Lęborku z zastosowaniem refraktometrycznej metody oznaczania jonów azotanowych, a wyniki przeliczono na zawartość NaNO_3 w 1 kg świeżej masy bulw.

Dane liczbowe dla plonu oraz zawartości azotanów(V) w bulwach analizowano statystycznie. Istotność zależności weryfikowano testem F. Wyznaczono współczynniki korelacji liniowej Pearsona (r), wielokrotnej (R) oraz determinacji (D).

Wyniki i dyskusja

Surowy osad ściekowy bezpośrednio przed higienizacją posiadał niski odczyn (pH w KCl = 5,3), przy gęstości $1020 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ i zawierał 78,2% wody oraz znaczną ilość azotu ogólnego, amonowego fosforu i śladowe ilości metali ciężkich. Po higienizacji osadu dodatkiem 3,5% Ca i składowaniu przez okres 6 tygodni, jego parametry były następujące: pH w H_2O = 13,92, wilgotność 78,6%, a 1 kg suchej masy osadu zawierał: 3,54% azotu ogólnego, 18,08% Ca , 1,41% K , 0,424% Mg i 0,30% Na . Gleba na polu przed zastosowaniem osadu zawierała naturalną ilość metali ciężkich oraz w 1 kg gleby: 42 mg P , 191 mg K i 72 mg Mg .

Okres wegetacji ziemniaków w 2003 roku charakteryzował się wyższą o 1°C temperaturą dobową, niższymi opadami o 269,2 mm (o 47%) niż w latach 2001–2002. Niedobór wody w 2003 roku występował w całym okresie wegetacji ziemniaków.

Wpływ badanych czynników na plon bulw był inny niż na akumulację azotanów(V), a uszeregowanie ich według malejących efektów było następujące:

- plon bulw > 5 cm: współdziałanie odmian z dawkami osadu (42,3%), dawki osadu (18%), czynniki losowe (16,2%), współdziałanie odmian z dawkami Kemiry i osadu (13%), odmiany (9,5%) i dawki osadu (1%),
- zawartość azotanów(V) w bulwach: odmiany (43,5%), czynniki losowe (22%), dawki osadu (16,5%), współdziałanie odmian z dawkami Kemiry i osadu (15%), dawki Kemiry (2,3%) oraz współdziałanie odmian z dawkami osadu (0,7%).

Istotne współczynniki korelacji pomiędzy dawkami osadu a plonem bulw były u odmiany 'Asterix' (0,614), a z zawartością azotanów(V) u obu odmian 'Asterix' (0,604) i 'Innovator' (0,570). Przy nawożeniu Kemirą istotne korelacje z plonem bulw wystąpiły u odmiany 'Asterix' (0,614), a brak zależności z azotanami(V) u obu odmian.

Efekty odmian, dawek Kemiry i dawek osadu ściekowego dla plonu oraz akumulacji azotanów(V) w bulwach zestawiono w tabeli 1. Na plon bulw wpływę-

ło nawożenie Kemirą, a na zawartość azotanów(V) w bulwach – odmiany i dawki osadu. Znaczenie miały też współdziałania: odmian z dawkami osadu oraz odmian z dawkami Kemiry i osadu (tab. 2). U odmiany 'Asterix' na obiektach bez Kemiry, dawka 30 Mg osadu zwiększyła plon bulw o 6,2 Mg·ha⁻¹ (17,5%), a na dawce 1 Mg Kemiry – o 14,8 Mg·ha⁻¹ (39,8%), a u odmiany 'Innovator' dawka 30 Mg osadu obniżyła plon (o 9% i o 15,4%).

Azotany(V) nie są bezpośrednio szkodliwe dla ludzi i zwierząt, ale po redukcji do azotanów(III) są zagrożeniem dla zdrowia [SMOCZYŃSKI, SKIBNIEWSKA 1996]. Ziemiak wykazuje średnią skłonność do gromadzenia azotanów w bulwach [KARWOWSKI 1990]. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej [ROZPORZĄDZENIE: 2003] bulwy ziemniaka nie powinny zawierać więcej niż 200 mg NaNO₃ w 1 kg świeżej masy. Zawartość azotanów(V) poniżej 200 mg NaNO₃·kg⁻¹ w świeżej masie wystąpiła we wszystkich wariantach nawozowych u odmiany 'Asterix', a u odmiany 'Innovator' – tylko na obiektach bez nawożenia Kemirą i osadem ściekowym (tab. 2). Przyrost zawartości azotanów(V) po zastosowaniu 30 Mg osadu wystąpił u odmiany 'Asterix' na obiektach z pełną dawką Kemiry, a u odmiany 'Innovator' już na obiektach bez nawożenia Kemirą.

Tabela 1; Table 1

Wpływ czynników na plon bulw o średnicy > 5 cm oraz na zawartość azotanów(V)
The influence of factors on the yield of tubers > 5 cm diameter and nitrate(V) contents

Zmienna Variable	Poziom czynnika Level of the factor	Plon bulw o średnicy > 5 cm The yield of tubers diameter > 5 cm	Zawartość NaNO ₃ , (mg·kg ⁻¹ św.m.) Content of NaNO ₃ , (mg·kg ⁻¹ FM)
Odmiany Cultivars	Asterix	41,6 a	124,9 a
	Innovator	47,4 a	269,3 b
Dawki Kemiry (Mg·ha ⁻¹) Dose of Kemira (Mg·ha ⁻¹)	0	40,6 a	177,0 a
	1	48,4 b	217,2 a
Dawka osadu ściekowego (Mg·ha ⁻¹) Dose of sewage sludge (Mg·ha ⁻¹)	0	43,4 a	152,6 a
	30	45,6 a	241,6 b

Liczby oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$

Numbers marked with the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0.05$

Przeciętnej wielkości zakład produkujący frytki posiada własną oczyszczalnię ścieków i wytwarza około 30 Mg osadów dziennie i deponuje je na składowisku. Efekty produkcyjne stosowania osadu były zaskakujące. Przyrost plonu bulw miał miejsce tylko u odmiany 'Asterix' i był większy przy pełnym nawożeniu mineralnym niż przy jego braku. U odmiany 'Innovator' ta sama dawka osadu zawsze obniżała plon bulw.

Dla fabryki frytek ważne jest uzyskanie surowca o małej akumulacji azotanów(V), (< 200 mg·kg⁻¹ świeżej masy). Analiza wykazała największe znaczenie odmian w akumulacji azotanów(V) w bulwach, a oddziaływanie osadu było 3-krotnie słabsze niż odmian. Przy plonie bulw największe znaczenie miało współdziałanie odmian z dawkami osadu.

Na akumulację azotanów(V) w bulwach wpływa wiele czynników, a między innymi: odmiana, nawożenie azotem, warunki glebowe i pogodowe w okresie wegetacji, termin zbioru, okres przechowywania, a także procesy technologiczne przerobu ziemniaków [CZUBA 1996; FRYDECKA-MAZURCZYK, ZGÓRSKA 1996; MACH-

NACKI 1998; LIS, WIERZEJSKA-BUJAKOWSKA 2000; ZGÓRSKA, GRUDZIŃSKA 2004]. Akumulacja jonów azotanowych w roślinach jest wynikiem współdziałania licznych czynników środowiska wzrostu roślin, na który dominujący wpływ ma nawożenie azotem [CZUBA 1996].

Tabela 2; Table 2

Wpływ współdziałania odmian z dawkami Kemiry i osadu ściekowego na plon bulw o średnicy > 5 cm oraz na zawartość azotanów(V) w świeżej masie

Influence of interaction cultivars with Kemira and sewage sludge doses on the yield of tubers > 5 cm diameter and nitrate(V) content in fresh matter

Dawka Kemiry, (Mg·ha ⁻¹) Dose of Kemira (Mg·ha ⁻¹)	Dawka osadu (Mg·ha ⁻¹) Dose of sewage sludge (Mg·ha ⁻¹)	Plon bulw o średnicy > 5 cm u odmian (Mg·ha ⁻¹) Yield of tubers > 5 cm dia- meter for cultivars (Mg·ha ⁻¹)		Zawartość NaNO ₃ u odmian (mg·kg ⁻¹ świeżej masy) Content of NaNO ₃ for cultivars (mg·kg ⁻¹ FM)	
		Asterix	Innovator	Asterix	Innovator
0	0	35,4 a	44,4 ac	97,0 a	160,5 a
	30	41,6 b	40,9 a	123,0 a	327,5 b
1	0	37,2 a	56,5 b	88,1 a	264,8 b
	30	52,0 c	47,8 c	191,5 b	324,3 b

Liczby oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$

Numbers marked with the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0.05$

W badaniach własnych dodatkowo wskazano na znaczenie odmian oraz ich współdziałania z dawkami Kemiry i osadu ściekowego. Badania przeprowadzono w roku suchym, co sprzyjało gromadzeniu się azotanów(V) w bulwach. Warunki stresowe okresu wegetacji (wysoka temperatura i niedobór opadów, jak i niska temperatura oraz nadmiar opadów) sprzyjają także większej akumulacji azotanów(V) w bulwach [FRYDECKA-MAZURCZYK, ZGÓRSKA 1996; MACHINACKI 1998].

Wnioski

1. Higienizowany osad ściekowy z fabryki frytek nadaje się do rolniczego zagospodarowania.
2. W roku suchym wykazano różną reakcję odmian ziemniaka na nawożenie osadem ściekowym. Odmiana 'Asterix' reagowała dużym przyrostem plonu bulw > 5 cm i małą akumulacją azotanów(V), a odmiana 'Innovator' – znacznym spadkiem plonu i nadmierną akumulacją azotanów(V).
3. Do oceny wartości nawozowej osadu należy dobierać odmiany ziemniaka uwzględniając ich wczesność, plenność oraz zdolność do akumulacji azotanów(V).

Podziękowanie

Autorzy dziękują Dyrekcji Przesiębiorstwa Farm Frites Poland S.A. w Lęborku za sfinansowanie badań, a Dyrekcji Spółki Farm Frites Poland Dwa w Bobrownikach za pomoc techniczną w wykonaniu badań polowych.

Literatura

- CZUBA R. 1996. *Technika nawożenia mineralnego a zawartość azotanów w roślinach*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 65–73.
- DZWONKOWSKI W., SZCZEPANIAK I., ROSIAK E. 2004. *Popyt na ziemniaki. Rynek ziemniaka, stan i perspektywy. Analizy rynkowe*. IERiGŻ, Warszawa: 12–18.
- FRYDECKA-MAZURCZYK A., ZGÓRSKA K. 1996. *Czynniki wpływające na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka*. Biul. I. Ziemn. 47: 111–125.
- KARWOWSKI K. 1990. *Azotany w warzywach – propozycje limitowania w Polsce*. Roczn. PZH 41: 1–9.
- KRZYWY E., IZEWSKA A. 2004. *Gospodarka ściekami i osadami ściekowymi*. Wyd. AR w Szczecinie: 186 ss.
- KUMIDER J. 1996. *Utylizacja odpadów przemysłu rolno-spożywczego. Aspekty towarowe i ekologiczne*. Wyd. Akad. Ekon. w Poznaniu: 110 ss.
- KUTERA J. 1988. *Wykorzystanie ścieków w rolnictwie*. PWRiL, Warszawa: 509 ss.
- LIS B., WIERZEJSKA-BUJAKOWSKA A. 2000. *Wykorzystanie azotu przez jadalne odmiany ziemniaka a ich plonowanie*. Biul. IHAR 213: 87–98.
- MACHNACKI M. 1998. *Wpływ nawożenia azotowego na zawartość azotanów w bulwach wczesnych ziemniaków zbieranych w trzech terminach*. Frag. Agronom. XV, nr 3(59): 80–89.
- ROZPORZĄDZENIE 2002. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 roku w sprawie komunalnych osadów ściekowych*. Dz.U. z dn. 27 VIII 2002, Nr 134, poz. 1140.
- ROZPORZĄDZENIE 2003. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności*. Dz.U. z dn. 4 III 2003, Nr 37, poz. 326.
- SMOCZYŃSKI S., SKIBNIEWSKA K.A. 1996. *Azotany i azotyny jako higieniczny problem jakości żywności*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 440: 361–365.
- ZGÓRSKA K., GRUDZIŃSKA M. 2004. *Zawartość azotanów (V) w bulwach ziemniaka po obróbce wstępnej i termicznej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 500: 475–481.

Słowa kluczowe: osad ściekowy, Kemira Solanum 14, ziemniak, nawożenie, plon bulw, azotany(V)

Streszczenie

W 2003 roku przeprowadzono na Pomorzu badania nad wykorzystaniem higienizowanego osadu poprodukcyjnego z fabryki frytek (30 Mg·ha⁻¹) i Kemiry Solanum 14 (1 Mg·ha⁻¹) do nawożenia ziemniaków. Osad higienizowano 3,5% dodatkiem Ca i składowano na przyzmie przez 6 tygodni. Higienizowany osad ściekowy z fabryki frytek nadaje się do rolniczego zagospodarowania. W roku suchym wykazano różną reakcję odmian ziemniaka na nawożenie osadem ścieko-

wym. Odmiana 'Asterix' reagowała dużym przyrostem plonu bulw dużych i małą akumulacją azotanów(V), a odmiana 'Innovator' – znacznym spadkiem plonu i nadmierną akumulacją azotanów(V). Do oceny wartości nawozowej osadu należy dobierać odmiany ziemniaka uwzględniając ich wczesność, plenność oraz zdolność do akumulacji azotanów(V).

THE ROLE OF CULTIVARS IN ESTIMATING
THE INFLUENCE OF FERTILIZATION WITH POST-INDUSTRIAL
SLUDGE FROM FRITES FACTORY ON THE YIELD
AND NITRATE CONTENT IN POTATO BULBS

Leszek Styszko, Tomasz Heese

Department of Environmental Biology, Technical University, Koszalin

Key words: sewage sludge, fertilization, Kemira Solanum 14, potato, yield of tubers, nitrates

Summary

The research on application of hygienized post-industrial sludge from frites factory ($30 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) and Kemira Solanum 14 ($1 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) for fertilization of two potato cultivars was conducted in Pomerania in 2003. The sludge was hygienized by addition of Ca (3.5% by weight) and stored in piles for six weeks. Hygienized sludge from frites factory occurred to be applicable for agricultural management. During dry year a diverse reaction of potato cultivars to fertilization with wastewater sludge was observed. 'Asterix' cultivar reacted with high increase of big tubers in yield at low accumulation of nitrates(V), while the and 'Innovator' cultivar showed significant decrease of tubers' yield and excessive accumulation of nitrates(V). To estimating fertilization value of the sludge potato cultivars should be selected regarding their earliness, yield and ability to nitrates' accumulation.

Dr hab. inż. Leszek **Styszko**, prof. PK
Katedra Biologii Środowiskowej
Politechnika Koszalińska
ul. Śniadeckich 2
75-453 KOSZALIN
e-mail: lstyszko@wbiis.tu.koszalin.pl