

Wojciech Stępień, Monika Borowska-Komenda, Marta Zakrzewska

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

WPŁYW RÓŻNYCH SYSTEMÓW NAWOZOWYCH NA PLONOWANIE ZIEMNIAKA

Streszczenie

Badania przeprowadzono w latach 2010-2013 na trwałych doświadczeniach nawozowych założonych w 1923 r. w Stacji Doświadczalnej SGGW w Skierniewicach. Doświadczenia prowadzone są na glebie płowej klasy bonitacyjnej IVa, kompleksu żytniego bardzo dobrego. Rośliną testową był ziemniak odmiany Hermes uprawiany w trzech systemach nawożenia: konwencjonalnym wyłącznie z nawożeniem mineralnym, integrowanym z nawożeniem mineralno-organicznym, ekologicznym wyłącznie z nawożeniem organicznym i wapnowaniem. W próbach glebowych pobranych w 2013 r. oznaczono: pH w KCl, zawartość N ogólnego metodą Kjeldahla, zawartość P i K dostępnego metodą Egnera-Riehma oraz zawartość Mg dostępnego metodą Schachtschabela. Największe plony ziemniaka otrzymano w systemie integrowanym przy łącznym nawożeniu mineralnym i organicznym, a najmniejsze w systemie ekologicznym nawożonym wyłącznie obornikiem. W glebie nawożonej obornikiem otrzymano wyższą zawartość N i Mg oraz mniejsze wymywanie P niż na obiektach nienawożonych tym nawozem. Postępujące zakwaszenie gleb na kombinacji NPK zmniejszało zawartość dostępnego P i Mg w glebie.

Słowa kluczowe: systemy nawożenia, plony, gleba, ziemniaki, obornik, azot, fosfor, potas

Wstęp

Ziemniak ze względu na wszechstronność użytkowania, pomimo systematycznie zmniejszającej się powierzchni uprawy, nadal stanowi jedną z ważniejszych roślin uprawianych na obszarze naszego kraju [Metodyka... on-line 2013]. Gospodarstwa rolne w Polsce charakteryzują się jednak dużym zróżnicowaniem, zarówno pod względem wielkości, jak i poziomu stosowanej agrotechniki, dlatego też produkcja ziemniaków prowadzona jest w różnych systemach gospodarowania. Wśród nich można wyróżnić trzy główne systemy: konwencjonalny (ekstensywny, zrównoważony i intensywny) oraz certyfikowane systemy rolnictwa ekologicznego i integrowanej produkcji [Nowacki 2010].

Z uwagi na to, iż uzyskanie wysokich plonów ziemniaka przy wyeliminowaniu lub ograniczeniu użycia agrochemikaliów jest trudne do osiągnięcia, a także ze względu na wymogi systemu certyfikacji, najwięcej gospodarstw rolnych nadal uprawia ten gatunek w oparciu o konwencjonalne metody produkcji. Znacznie mniej jest natomiast gospodarstw, które legitymują się certyfikatem rolnictwa ekologicznego bądź integrowanej produkcji [Nowacki 2012]. Szansą na wzrost znaczenia systemów certyfikowanych może być jednak polityka prowadzona przez Unię Europejską. Polityka ta wspiera bowiem wszelkie działania

mające na celu ochronę zróżnicowanego krajobrazu rolniczego oraz promocję metod produkcji rolniczej, uwzględniających aspekty ochrony środowiska naturalnego [Kutkowska i in. 2007]. Przeobrażenia w polskim rolnictwie w kierunku wzrostu liczby certyfikowanych gospodarstw rolnych, a w szczególności posiadających certyfikat integrowanej produkcji, być może nastąpią także w związku z wprowadzaniem nowych przepisów. Od 1 stycznia 2014 roku „wszystkich profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin” obowiązują zasady integrowanej ochrony roślin [Dz. U. 2013 poz. 455; Rozporządzenie (WE) nr 1107/2009]. Ich stosowanie ma przyczynić się do ograniczenia użycia chemicznych metod w zwalczaniu agrofagów roślin uprawnych poprzez wykorzystanie w pierwszej kolejności metod nie chemicznych, takich jak np. stosowanie prawidłowej agrotechniki i płodozmianu [Rozporządzenie MRiRW 2013 poz. 505]. Zasady te są także istotnym elementem integrowanej produkcji.

Stosowane systemy różnią się między sobą stopniem chemizacji, w tym poziomem i rodzajem nawożenia. Nawożenie NPK jest jednym z ważniejszych elementów w uprawie ziemniaka, decydujących o wielkości i jakości uzyskiwanych plonów bulw [Nowacki 2012]. W literaturze znany jest także wpływ stosowanego nawożenia mineralnego i organicznego na właściwości glebowe [Giemza-Mikoda i in. 2011, Sienkiewicz i in. 2004, Mercik i in. 2000]. Dlatego też celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu trzech różnych systemów nawożenia na poziom plonowania ziemniaka oraz wybrane właściwości chemiczne gleby.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono w latach 2010-2013 w oparciu o trwałe doświadczenia nawozowe założone w 1923 r. na Polu Doświadczalnym Zakładu Chemii Rolnej SGGW w Skierniewicach (51°58'N, 20°10'E). Obiekty badań zlokalizowane są na glebie płowej (wg FAO - Stagnic Luvisol) należącej do klasy bonitacyjnej IVa, kompleksu przydatności rolniczej żytniego bardzo dobrego o składzie granulometrycznym piasku gliniastego w warstwie ornej i gliny lekkiej w warstwie do 50 cm. Udział części spławialnych w profilu glebowym wynosił 14-17% w poziomie Ap (0-25cm) i 10-12% w poziomie Eet (26-45cm). Zawartość próchnicy w warstwie ornej gleby waha się od 3 do 6 g·kg gleby⁻¹ [Mercik i Stępień 2005].

Rośliną testową był ziemniak odmiany Hermes uprawiany w trzech systemach nawożenia:

1) konwencjonalnym wyłącznie z nawożeniem mineralnym NPK lub z nawożeniem mineralnym i wapnowaniem CaNPK prowadzonym w zmianowaniu dowolnym bez rośliny bobowatej (pole A),

2) integrowanym z nawożeniem mineralno-organicznym NPK + obornik lub z nawożeniem mineralno-organicznym i wapnowaniem CaNPK + obornik prowadzonym w zmianowaniu pięciopolowym obejmującym ziemniaki na oborniku, jęczmień jary, łubin żółty, pszenicę i żyto (pole E),

3) ekologicznym wyłącznie z nawożeniem organicznym i wapnowaniem Ca + obornik (w formie węglanu wapnia stosowanym w celu regulacji odczynu gleby, który jest dozwolony w rolnictwie ekologicznym) prowadzonym odpowiednio w zmianowaniu pięciopolowym (pole E) i w zmianowaniu dowolnym (pole A).

Nawozy mineralne stosowano w takich samych dawkach od roku 1976 i wynosiły one: 90 kg N·ha⁻¹, 26 kg P·ha⁻¹, 91 kg K·ha⁻¹. Obornik stosowano w dawce 30 t·ha⁻¹ co 5 lat i po raz pierwszy nawóz ten został użyty w roku 1992. Wapnowanie przeprowadzano w dawce 1,6 t CaO·ha⁻¹ co 4 lata.

W okresie objętym badaniami każdorazowo po zbiorze roślin określono plon ogólny bulw ziemniaka. W próbach glebowych pobranych w roku 2013 z trzech poziomów genetycznych gleby (Ap 0-25 cm, Eet 25-50cm, Bt 50-75cm) oznaczono: pH w KCl, zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla, zawartość fosforu i potasu dostępnego metodą Egnera-Riehma oraz zawartość magnezu dostępnego metodą Schachtschabela.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji ANOVA w programie Statistica. Istotność różnic oceniano testem Tukeya przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Wyniki badań i dyskusja

Plony

Tabela 1. Plon ogólny (t·ha⁻¹) bulw ziemniaka w różnych systemach uprawy

| Rok | System uprawy | | | | | | Średnia |
|----------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|
| | tradycyjny | | integrowany | | ekologiczny | | |
| | CaNPK | NPK | CaNPK+obornik | NPK+obornik | Ca+obornik | Ca | |
| 2010 | 20,70 | 19,80 | 22,12 | 21,95 | 16,42 | 11,50 | 18,75 |
| 2011 | 20,70 | 19,20 | 25,33 | 24,34 | 18,90 | 9,30 | 19,63 |
| 2012 | 21,20 | 22,10 | 22,70 | 24,44 | 16,80 | 8,20 | 19,24 |
| 2013 | 20,70 | 20,20 | 25,32 | 25,17 | 18,05 | 11,70 | 20,19 |
| Średnia | 20,83 ^a | 20,33 ^{ac} | 23,87 ^b | 23,98 ^b | 17,54 ^c | 10,18 ^d | 19,45 |

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

Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ systemu uprawy na poziom plonowania ziemniaka. Największe średnie plony na poziomie ok. 24 t·ha⁻¹ ha uzyskano w systemie integrowanym, w którym łącznie stosowano nawożenie mineralne i organiczne. W systemie konwencjonalnym (wyłącznie z nawożeniem mineralnym) odnotowano istotnie mniejsze plony średnio o 3,04 t·ha⁻¹ na glebie wapnowanej i o 3,65 t/ha na glebie niewapnowanej w porównaniu do systemu integrowanego, co stanowiło odpowiednio 12,6 i 15,2%. Najgorsze plonowanie obserwowano natomiast w przypadku ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym, przy czym jak należało oczekiwać, większe zniżki plonu bulw otrzymano przy braku nawożenia obornikiem (o 57,6%). Bleharczyk i in. [2008] największe plony ziemniaka (29,4 t·ha⁻¹) uzyskali przy łącznym stosowaniu nawozów mineralnych i organicznych, a przy nawożeniu wyłącznie mineralnym lub wyłącznie organicznym odnotowali zniżkę plonu na poziomie odpowiednio 14,6 i 22,8%. Wyniki badań własnych są zgodne także z doniesieniami Mercika i in. [1999a], którzy stwierdzili, że przy podobnych ilościach NPK wprowadzonych do gleby wraz z nawozami mineralnymi i organicznymi, większe plony bulw ziemniaka uzyskuje się przy nawożeniu mine-

ralnym. Mercik i in. [1999b] uważają, iż taka sytuacja ma związek ze stratami składników pokarmowych, które mogą być większe na glebach nawożonych wyłącznie obornikiem niż nawozami mineralnymi.

Plonowanie ziemniaka w obrębie pojedynczego systemu produkcji podlegało tylko niewielkim wahaniom w kolejnych latach badań, wyjątek stanowią ziemniaki uprawiane w systemie ekologicznym bez nawożenia obornikiem. Większe, choć nieistotne statystycznie różnice, można było zauważyć porównując ze sobą poszczególne systemy produkcji. W systemie konwencjonalnym odnotowane zniżki plonów w stosunku do systemu integrowanego wahały się od 6,4 do 24,2%, a w systemie ekologicznym od 25,4% do nawet 63,9% w zależności od roku badań (tab. 1). Kuś i Jończyk [2009] także stwierdzili, iż wysokość plonów podlegała zmianom w czasie, a obserwowane różnice pomiędzy plonowaniem ziemniaka w systemie integrowanym i ekologicznym wynosiły 10-50% w poszczególnych latach trwania doświadczenia. Kalbarczyk i Kalbarczyk [2009] podają, iż znaczny udział w zmienności plonowania ziemniaka mają warunki pogodowe obejmujące zarówno rozkład temperatur, jak i sumę opadów. Tezę tę częściowo potwierdzają doniesienia Zarzyńskiej [2010], która mniejsze plony ziemniaka w systemie ekologicznym i integrowanym odnotowała w roku 2005, charakteryzującym się niedoborem opadów oraz w roku 2006, w którym wystąpiły niedostateczne opady w czerwcu i w lipcu, a nadmierne w sierpniu. Ujemny wpływ niekorzystnego przebiegu pogody na plonowanie ziemniaka wykazali także Kołodziejczyk [2013] oraz Jankowska i Szymankiewicz [2004].

We wszystkich trzech systemach uprawy stosowane co 4 lata wapnowanie w dawce $1,6 \text{ t CaO} \cdot \text{ha}^{-1}$ umożliwiło utrzymanie pH gleby w warstwie do 80 cm na poziomie 5,7-6,3 (tab. 2). Na obiektach niewapnowanych odczyn gleby był silnie kwaśny. Systematyczne nawożenie obornikiem zmniejszyło stopień zakwaszenia gleb we wszystkich poziomach gleby (najbardziej w poziomie A_p o 0,7 jednostki). Potwierdzono tym samym doniesienia innych autorów o korzystnym działaniu obornika, polegającym na łagodzeniu negatywnych skutków zakwaszenia gleby [Kuszelewski i Łabętowicz 1986, Łabętowicz i in. 1999, Sienkiewicz i in. 2004]. Zastosowanie obornika w systemie integrowanym i ekologicznym spowodowało wzrost zawartości N ogólnego średnio o ok. 42% w warstwie ornej gleby i tylko nieznaczne zwiększenie w jej głębszych poziomach w porównaniu do obiektów z systemu konwencjonalnego, pozbawionych takiego nawożenia (tab. 2). Obserwowana większa zawartość azotu w glebie nawożonej obornikiem, jak podaje literatura [Spychaj-Fabisiak i in. 2007] wynika z faktu, iż 90% azotu ogólnego w wierzchniej warstwie gleby występuje w formie połączeń organicznych. Na przewagę obornika nad nawozami mineralnymi w zwiększeniu zawartości N ogólnego w glebie wskazują także Mercik i in. [1999b], którzy stwierdzili, iż ilość tego składnika w warstwie ornej gleby w okresie 35 lat w zależności od zmianowania zwiększyła się aż o 825 kg pod wpływem obornika i o 112-337 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ przy stosowaniu azotu mineralnego. Wzrost zawartości azotu w glebie pod wpływem nawożenia organicznego w porównaniu do nawożenia mineralnego sygnalizowali także Stępień i Adamiak [2007].

Zawartość fosforu dostępnego w glebie, najbardziej ze wszystkich badanych pierwiastków, istotnie zależała od poziomu genetycznego gleby. Najwięcej tego składnika we wszystkich analizowanych systemach produkcji

znajdowało się w warstwie ornej gleby (A_p), a jego zawartość malała wraz z głębokością profilu glebowego (tab. 2). Otrzymano nieznacznie większe przemieszczanie dostępnych form fosforu na obiektach nawożonych dodatkowo obornikiem (system integrowany) niż tylko formą mineralną P. Potwierdzają to również wyniki uzyskane przez Gosek [2002]. W warstwie ornej otrzymano niższą zawartość P przyswajalnego na glebie kwaśnej niż systematycznie wapnowanej. Wyniki te są zbieżne z doniesieniami Szymańskiej i in. [2005], którzy uzyskali przyrost przyswajalnych form fosforu na glebach wapnowanych i nawożonych obornikiem odpowiednio o 40% i 36% w stosunku do gleb niewapnowanych bądź nienawożonych obornikiem. Na korzystny wpływ wieloletniego stosowania obornika polegający na zwiększeniu zawartości dostępnych form fosforu w glebie wskazują także Lemanowicz i Koper [2009]. W przeprowadzonych badaniach najmniejszą zawartość fosforu przyswajalnego otrzymano w glebie nienawożonej superfosfatem. Moskal i in. [1999] także obserwowali wyraźnie mniejszą zawartość fosforu w glebie na obiektach, które nie były nawożone tym składnikiem.

Tabela 2. Wybrane właściwości chemiczne gleby w różnych systemach uprawy

| Właściwości gleby | Poziom gleby | System uprawy | | | | | |
|---|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | | konwencjonalny | | integrowany | | ekologiczny | |
| | | CaNPK | NPK | CaNPK +obornik | NPK +obornik | Ca +obornik | Ca |
| pH w KCl | A _p | 6,1 ¹ | 4,3 ² | 6,2 ¹ | 5,0 ³ | 6,1 ¹ | 6,2 ¹ |
| | E _{et} | 6,2 ¹ | 4,3 ² | 6,0 ¹ | 4,9 ³ | 6,0 ¹ | 6,4 ¹ |
| | B _t | 6,1 ¹ | 4,7 ² | 5,7 ¹ | 4,9 ³ | 5,8 ¹ | 6,3 ¹ |
| N ogólny [mg·100 g gleby ⁻¹] | A _p | 39,50 ^a | 40,90 ^a | 71,50 ^a | 69,50 ^a | 65,40 ^a | 32,90 ^a |
| | E _{et} | 21,80 ^b | 24,10 ^b | 27,80 ^b | 28,10 ^b | 25,60 ^b | 17,40 ^b |
| | B _t | 25,60 ^b | 22,40 ^b | 26,20 ^b | 27,39 ^b | 23,00 ^b | 22,40 ^b |
| P dostępny [mg·100 g gleby ⁻¹] | A _p | 6,42 ^a | 4,40 ^a | 6,82 ^a | 4,56 ^a | 2,02 ^a | 1,83 ^a |
| | E _{et} | 2,68 ^b | 2,20 ^b | 1,50 ^b | 1,54 ^b | 0,88 ^b | 1,63 ^b |
| | B _t | 0,88 ^b | 0,89 ^b | 1,06 ^b | 1,01 ^b | 0,62 ^b | 0,92 ^b |
| K dostępny [mg·100 g gleby ⁻¹] | A _p | 7,90 ¹ | 8,70 ¹ | 7,10 ¹ | 8,40 ^{1,2} | 5,25 ² | 3,80 ² |
| | E _{et} | 7,72 ¹ | 7,60 ¹ | 7,75 ¹ | 5,80 ^{1,2} | 2,75 ² | 3,55 ² |
| | B _t | 7,50 ¹ | 10,45 ¹ | 6,20 ¹ | 6,71 ^{1,2} | 4,10 ² | 4,55 ² |
| Mg dostępny [mg·100 g gleby ⁻¹] | A _p | 4,64 ^a | 2,02 ^a | 6,38 ^a | 4,08 ^a | 6,19 ^a | 4,28 ^a |
| | E _{et} | 3,06 ^a | 3,37 ^a | 3,18 ^a | 3,85 ^a | 2,15 ^a | 2,27 ^a |
| | B _t | 10,75 ^b | 7,16 ^b | 10,12 ^b | 8,63 ^b | 12,03 ^b | 12,52 ^b |

Wartości oznaczone tą samą literą (różnice między poziomami glebowymi) lub cyfrą (różnice między systemami) nie różnią się między sobą istotnie przy $\alpha=0,05$

Gleby nienawożone potasem od 1925 r. są bardzo ubogie w przyswajalne formy potasu. Systematyczne nawożenie obornikiem zmniejszyło stopień ubożenia gleb do klasy zasobności niskiej. Gleby nawożone od 1976 r. każdego roku dawką 90 kg K·ha⁻¹ są w górnym przedziale klasy o niskiej zasobności w ten składnik a w systemie nawożenia integrowanego zasobność gleby zwiększyła się do poziomu średniej zasobności. Jak widać z przedstawionych wyników wyłączenie nawożenia mineralne w dawce znacznie wyższej

niż średnia krajowa przy wysokim poziomie plonowania nie wystarcza, aby utrzymać poziom zasobności gleb na poziomie średnim. Na glebie kwaśnej otrzymano wyższą zawartość potasu w poziomie Bt, co świadczy o większym wymywaniu tego składnika z tej gleby niż z gleby o uregulowanym odczynie (tab. 2). Zawartość magnezu, odwrotnie niż w przypadku fosforu, była wyższa w poziomie Bt niż w warstwie ornej. Wyniki te świadczą o tym, iż na analizowanych obiektach zachodziło wymywanie magnezu w głąb profilu glebowego do poziomu Bt, w którym nastąpiła sorpcja tego składnika. Jednocześnie obserwowano, iż obiekty wapnowane i/lub nawożone obornikiem na ogół charakteryzowały się większą zawartością dostępnych form magnezu w porównaniu do obiektów niewapnowanych i bez nawożenia organicznego. Gładysiak i in. [1999] wyższą zawartość dostępnych form magnezu obserwowali na obiektach, na których stosowano nawóz wapniowy w porównaniu do obiektów nie objętych takim nawożeniem.

Wnioski

1. Największe plony ziemniaka otrzymano w systemie integrowanym przy łącznym nawożeniu mineralnym i organicznym, nieco mniejsze w systemie konwencjonalnym przy nawożeniu wyłącznie mineralnym, a najmniejsze – w systemie ekologicznym, w którym stosowano tylko obornik.

2. Wieloletnie nawożenie mineralno-organiczne lub organiczne korzystnie wpływało na właściwości chemiczne gleby. Zastosowanie obornika w tych wariantach nawozowych łagodziło bowiem negatywne skutki silnego zakwaszenia gleby, a także zwiększało jej zasobność w azot i magnez.

3. Oddziaływanie obornika na plony zależało od składników stosowanych w nawożeniu mineralnym. Im większy niedobór składników pokarmowych tym silniej ujawniało się korzystne działanie obornika.

4. Postępujące zakwaszenie gleb na obiektach niewapnowanych zmniejszało zawartość dostępnego fosforu i magnezu w glebie.

Piśmiennictwo

1. Bleharczyk A., Małecka I., Piechota T., Sawińska Z., 2008: Wpływ następstwa roślin i nawożenia na plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka odmiany Sante. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(3): 13-19.
2. Giemza-Mikoda M., Waclawowicz R., Zimny L., Malak D., 2011: Wpływ zróżnicowanego nawożenia organicznego i wzrastających dawek azotu na wskaźniki struktury roli. *Frag. Agron.* 28(3): 16-25.
3. Gładysiak S., Czekala J., Jakubus M., 1999: Wpływ wieloletniego zróżnicowanego odczynu gleby w uprawie monokulturowej ziemniaka na zawartość przyswajalnego fosforu, potasu i magnezu w glebie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465: 382-390.
4. Gosek K., 2002: Bilans i przemieszczanie fosforu w profilu gleby nawożonej gnojowicą i nawozami mineralnymi. *Nawozy i Nawożenie* 4(13): 124-129.
5. Jankowska D., Szymankiewicz K., 2004: Plonowanie ziemniaka w płodozmianie i monokulturze w warunkach zróżnicowanej uprawy roli. *Annales UMCS, Sec. E*, 59(2): 989-994.

6. Kalbarczyk R., Kalbarczyk E., 2009: Potrzeby i niedobory opadów atmosferycznych w uprawie ziemniaka średnio późnego i późnego w Polsce. *Infrast. Ekol. Ter. Wiej.* 3: 129-140.
7. Kołodziejczyk M., 2013: Wpływ warunków opadowo-temicznych na plonowanie średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego. *Annales UMCS, Sec. E*, 68(3): 1-10.
8. Kuszelewski L., Łabętowicz J., 1986: Współdziałanie nawożenia mineralnego i organicznego w kształtowaniu żyzności gleby. *Rocz. Glebozn. T. XXXVII (2-3)*: 411-419.
9. Kuś J., Jończyk K., 2009: Produkcyjne i środowiskowe następstwa ekologicznego, integrowanego i konwencjonalnego systemu gospodarowania. *J. Res. Appl. Agric. Engng.* 54(3): 183-188.
10. Kutkowska B., Parylak D., Patkowska-Sokoła B., Kordas L., 2007: Diagnostyka stanu i kierunki rozwoju rolnictwa na Dolnym Śląsku. *Dolnośląskie Centrum Studiów Regionalnych*, Wrocław: 1-30.
11. Lemanowicz J., Koper J., 2009: Zawartość wybranych form fosforu w glebie i koniczynie łąkowej oraz aktywność fosfataz glebowych na tle zróżnicowanego nawożenia mineralnego i organicznego. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 9, z. 4(28): 119-139.
12. Łabętowicz J., Kuszelewski L., Korc M., Szulc W., 1999: Znaczenie nawożenia organicznego dla trwałości plonów i równowagi jonowej gleby lekkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465: 123-134.
13. Mercik S., Stępień W., 2005: The most important soil properties and yields of plants in 80 years of static fertilizing experiments in Skierniewice. *Frag. Agron.* XXII 1(85): 189-201.
14. Mercik S., Stępień W., Lenart S., 2000: Żyzność gleb w trzech systemach nawożenia: mineralnym, organicznym i organiczno-mineralnym – w doświadczeniach wieloletnich. Cz. I. Właściwości fizyczne i fizykochemiczne gleb. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 211, Agric. 84: 311-316.
15. Mercik S., Stępień W., Gębski M., 1999a: Plony roślin oraz niektóre właściwości chemiczne gleb w 75-letnich doświadczeniach nawozowych w Skierniewicach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465: 39-49.
16. Mercik S., Stępień W., Sosulski T., 1999b: Bilans azotu nawozowego w wieloletnich doświadczeniach polowych w Skierniewicach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465: 71-80.
17. Moskal S., Mercik S., Turemka E., Stępień W., 1999: Bilans fosforu nawozowego w wieloletnich doświadczeniach polowych w Skierniewicach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465: 61-69.
18. Nowacki W., 2012: Integrowana produkcja ziemniaka na tle innych systemów uprawy. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 52(3): 740-745.
19. Nowacki W., 2010: Współczesne technologie i systemy uprawy ziemniaka. *Mat. Konf. „Tradycja i Nowoczesność w produkcji ziemniaka”*, 7-9 lipca, Jadwisin: 7-11.
20. Sienkiewicz S., Krzebietke S., Wojnowska T., 2004: Fizykochemiczne właściwości gleby w warunkach wieloletniego nawożenia organiczno-mineralnego i mineralnego. *Annales UMCS, E*, 59(1): 407-413.
21. Spychaj-Fabisiak E., Kozera W., Majcherczak E., Ralcewicz M., Knapowski T., 2007: Oddziaływanie odpadów organicznych i obornika na żyzność gleby lekkiej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 6(3): 69-76.

22. Stępień A., Adamiak J., 2007: Kształtowanie się chemicznych właściwości gleby pod wpływem różnych sposobów nawożenia w zmianowaniu. *Acta Agroph.* 10(2): 465-472.
23. Szymańska M., Łabętowicz J., Korc M., 2005: Ocena czynników nawozowych w kształtowaniu form fosforu w glebie w warunkach trwałego doświadczenia nawozowego. Cz I. Fosfor przyswajalny. *Fragm. Agron.* 23 1(85): 310-318.
24. Zarzyńska K., 2010: Struktura plonu bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym i integrowanym w różnych warunkach środowiskowych. *J. Res. Appl. Agric. Engng.* 55(4): 181-184.
25. *Metodyka Integrowanej Produkcji Ziemniaków (on-line)*, 2013. Opracowanie zbiorowe pod red. W. Nowackiego. Wydanie drugie zmienione GIORIN, Warszawa. Dostęp: 05.07.2014, <http://piorin.gov.pl>
26. Rozporządzenie MRiRW w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin. Poz. 505 z dnia 18 kwietnia 2013 r.
27. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 dotyczące wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin z dnia 21 października 2009 r.
28. Ustawa o środkach ochrony roślin. Dz. U. 2013 poz. 455, art. 35, ust. 3 z dnia 8 marca 2013 r.