

Agrotechnika i mechanizacja

WPŁYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW BIOLOGICZNYCH I AGROTECHNICZNYCH NA WARTOŚĆ WSKAŹNIKA ZIELONOŚCI LIŚCI (SPAD) ROŚLIN ZIEMNIAKA UPRAWIANYCH W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM

EFFECT OF SELECTED BIOLOGICAL AND AGROTECHNICAL FACTORS ON THE VALUE OF THE LEAF GREENNESS INDICATOR (SPAD) OF POTATO

dr inż. Krystyna Zarzyńska
IHAR-PIB Oddział w Jadwisinie, Zakład Agronomii Ziemniaka
05-140 Jadwisin, e-mail: k.zarzyńska@ihar.edu.pl

Streszczenie

W doświadczeniu przebadano 10 odmian ziemniaka należących do różnych grup wczesności. Badanymi czynnikami były: nawadnianie, stosowanie mikroorganizmów, odmiana oraz wiek fizjologiczny roślin. Pomiary wykonywano co 10 dni, zaczynając od stadium zwarcia rzędów. Wskaźnik zieloności liści zależał w sposób istotny od odmiany i wieku fizjologicznego roślin. Nawadnianie plantacji i zastosowane efektywne mikroorganizmy nie wpłynęły na wartość tego parametru. Najwyższą wartość wskaźnika SPAD rośliny wykazywały na początku wegetacji. W miarę starzenia się roślin wskaźnik zieloności liści malał. Nawadnianie i efektywne mikroorganizmy nie różnicowały tempa spadku zawartości chlorofilu w liściach. Stwierdzono również, że użycie prostego przyrządu, jakim jest chlorofilomierz, umożliwia szybką ocenę stanu odżywienia roślin.

Słowa kluczowe: EM, nawadnianie, odmiana, SPAD, ziemniak

Abstract

The effect of plantation irrigation and effective microorganisms on the green leaf index, which is a measure of the degree of plant nutrition, was investigated. The research was carried out on 10 potato varieties belonging to different groups of earliness. Measurements were taken every 10 days starting from the row closing stage. It was found that the leaf greenness index depended significantly on the cultivar and plant physiological age. Irrigation of plantations and applied effective microorganisms did not affect the size of this parameter. The highest value of the SPAD index of the plants showed at the beginning of the growing season. As the plants ages, the chlorophyll content in the leaves decreased. Applied irrigation and effective microorganisms did not differentiate the rate of chlorophyll decrease in potato leaves. It was also found that the use of a simple device which is a chlorophyllometer gives the opportunity to assess the nutritional status of plants.

Keywords: EM, irrigation, potato, SPAD, variety

Plony uzyskiwane w rolnictwie ekologicznym są niższe niż w innych systemach produkcji. Powodowane jest to najczęściej mniejszymi możliwościami ograniczania stresów biotycznych i abiotycznych, jakim poddawane są rośliny w tym systemie. Do gatunków, które stwarzają duże trudności w systemie ekologicznym, nale-

ży ziemniak. Dlatego udział ziemniaka w strukturze zasiewów w gospodarstwach ekologicznych wynosi tylko 0,3%. Głównymi przeszkodami w uprawie ziemniaków w systemie ekologicznym są: bardzo duże ograniczenia w stosowaniu preparatów przeciw *Phytophthora infestans* (sprawcy zarazy ziemniaka), ograniczone możliwości nawo-

żenia mineralnego, a także deficyt opadów atmosferycznych lub zły ich rozkład w czasie wegetacji. Susze czy nierównomierny rozkład opadów w okresie od maja do sierpnia sprawiają, że uprawa ziemniaka przy uzyskiwanych niskich plonach staje się mało opłacalna.

Rozwiązaniem może być nawadnianie, jednak i ono może mieć również negatywne konsekwencje. Dotyczy to deszczowania plantacji, które – poprzez zwiększone nawilżenie roślin – może zwiększyć ryzyko wystąpienia zarazy. Dlatego najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie w uprawie ziemniaka nawadniania kroplującego, które eliminuje zwilżenie części nadziemnej roślin, a tym samym ogranicza rozwój zarodników *P. infestans* (Zarzyńska, Szutkowska 2012).

Zbyt intensywne nawadnianie może prowadzić także do nadmiernego wypłukiwania składników pokarmowych ze strefy ryzosfery do głębszych warstw gleby lub nawet do poziomu wód gruntowych, co może być zjawiskiem niekorzystnym z punktu widzenia bilansu składników pokarmowych w całym płodozmianie. Dotyczy to przede wszystkim azotu mineralnego w glebie, głównie najbardziej labilnej formy azotanowej, szczególnie w przypadku gleb lekkich o niższej polowej pojemności wodnej. Można temu zapobiec, stosując efektywne mikroorganizmy, które poprawiają aktywność biologiczną gleby i tym samym ułatwiają pobieranie składników pokarmowych (Trawczyński 2007).

Zawartość chlorofilu w liściach jest ściśle związana z zawartością azotu w roślinie (Tremblay 2004, Goffart i in. 2008, Ramirez i in. 2014). Dlatego ocena stopnia zazielenienia liści pozwala na poznanie stanu odżywienia roślin tym pierwiastkiem. Metoda wizualna oceny stanu odżywienia roślin azotem jest najbardziej niedokładną z metod, albowiem obserwator ogranicza się jedynie do wizualnej oceny zieloności blaszki liściowej, w której niedobory azotu uwidaczniają się poprzez chlorozy i nekrozy liści oraz osłabienie kondycji i pokroju rośliny. Precyzyjną ocenę stanu odżywienia można przeprowadzić, stosując pośrednie i bezpośrednie metody chemiczne. Do najczęściej wykorzystywanych metod chemicznych zaliczamy: test azotu ogólnego, NNI oraz test SPAD. Wykorzystanie tych metod do oceny

stanu odżywienia pozwala na dokładne określenie zawartości azotu w częściach wskaźnikowych badanych roślin

Test SPAD (ang. Soil Plant Analysis System), w terminologii polskiej pomiar indeksu zieloności liścia, zyskał w ostatnich latach dużą popularność ze względu na możliwość dokonywania pomiarów w sposób niedestrukcyjny. Do tego rodzaju analiz wykorzystujemy urządzenia zwane chlorofilometrami, umożliwiające ocenę stanu odżywienia azotem poprzez pomiar zawartości chlorofilu na podstawie indeksu zieloności liścia.

Celem badań było określenie przydatności wskaźnika SPAD do oceny stanu odżywienia roślin ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym oraz wpływu czynników biologicznych: genotyp i wiek roślin oraz agrotechnicznych: nawadnianie kroplujące plantacji i efektywne mikroorganizmy na wartość tego wskaźnika

Metoda badań

Badania przeprowadzono w roku 2011 na ekologicznej plantacji ziemniaka, zlokalizowanej na 5-polowym obiekcie eksperymentalnym prowadzonym w systemie ekologicznym. Obiekt o całkowitej powierzchni 2 ha (5 pól płodozmianowych x ok. 0,4 ha) jest położony na glebie lekkiej, płowej, klasy V, kompleksu żytniego dobrego o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego (11% części spławianych) zalegającego na piasku gliniastym mocnym (16% części spławianych).

Zmianowanie w roku badawczym było następujące: ziemniaki → owies + groch pastewny, jako międzyplon → mieszanka łubinu żółtego z owsem (140 + 35 kg nasion/ha) → żyto ozime z wsiewką seradeli → gryka.

Łącznie płodozmian zawierał 6 gatunków roślin zbieranych w plonie głównym oraz 2 gatunki stanowiące nawóz zielony na przyoranie.

Czynniki badawcze

Nawadnianie. Kombinację nawadnianą stanowiło 50% powierzchni plantacji. W roku 2011 nawadniano w niewielkim zakresie w pierwszej połowie wegetacji (później wystąpiły silne opady) 2-krotnie: 19 maja (8 mm) i

30 czerwca (13 mm), w sumie zastosowano 21 mm wody.

Efektywne mikroorganizmy (Humobak).

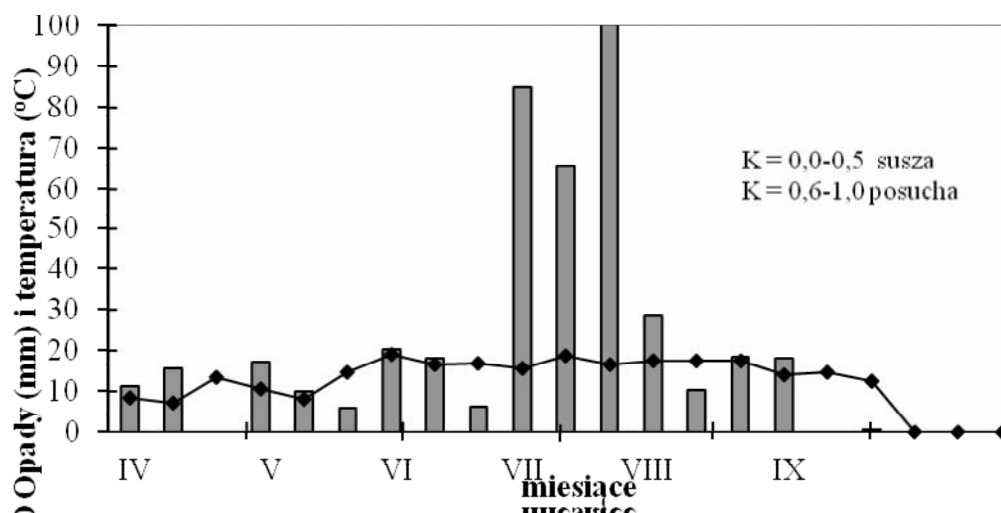
Na połowie kombinacji – zarówno nawadnianej, jak i nienawadnianej – wysiano ręcznie preparat Humobak w ilości 11 kg na 1 ha, który następnie wymieszano z glebą za pomocą kultywatora z broną.

Odmiany ziemniaka – 10: Flaming, Viviana (bardzo wczesne), Eugenia, Vineta (wczesne), Ametyst, Finezja, Romula, Wiarus (średnio wczesne), Gustaw (średnio późna), Medea (późna).

Termin pomiarów. Pomiar wskaźnika zieloności liści SPAD wykonywano co 10 dni na każdej kombinacji i odmianie, zaczynając od

momentu zwarcia roślin w rzędach, tj. od 10 czerwca do początków zasychania. Pomiar wykonywano na 10 roślinach, wybierając liść wierzchołkowy trzeciego rzędu. W ciągu całego okresu wegetacji przeprowadzono 5 pomiarów.

W okresie wegetacji w Stacji Meteorologicznej oddziału IHAR-PIB w Jadwisinie, odległej o ok. 2 km od pola ekologicznego, prowadzono pomiary ważniejszych czynników pogodowych. Ich wyniki przedstawia rysunek 1. W obliczeniach statystycznych zastosowano analizę wariancji, używając programu ANOVA. Istotność zróżnicowania oceniano testem t-Studenta.



Rys. 1. Przebieg pogody w okresie wegetacji. Jadwisin 2011 r.

Wyniki badań

1. Istotność badanych czynników

Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że istotny wpływ na wielkość wskaźnika SPAD miała odmiana i termin pomiaru, tj. wiek rośliny. Nawadnianie plantacji i efektywne mikroorganizmy nie wpłynęły istotnie na wskaźnik zieloności liści.

Tabela 1

Istotność zróżnicowania badanych czynników

Badany czynnik	p
Odmiana	0,000**
Nawadnianie	0,669 ⁻
Efektywne mikroorganizmy	0,467 ⁻
Termin pomiaru	0,000**

istotne współdziałania: odmiana x termin pomiaru

2. Wpływ badanych czynników na wskaźnik zieloności liści

Wartość wskaźnika SPAD wynosiła średnio dla odmian, kombinacji i terminu pomiaru 38,0. Pomimo braku istotności wpływu poszczególnych zabiegów na wielkość wskaźnika zieloności liści można zauważyć nieco większą wartość tego parametru na kombinacjach, gdzie zastosowano efektywne mikroorganizmy. Najniższą zielonością charakteryzowały się rośliny na kombinacji, na której zastosowano tylko nawadnianie.

Odmianny różniły się istotnie pod względem wskaźnika zieloności liści. Średnio dla kombinacji najwyższym wskaźnikiem SPAD charakteryzowała się Eugenia, a najniższym Vineta. Wyższą od średniej zielonością liści odznaczały się też odmiany Flaming, Romula, Wiarus i Medea. Niższe od średniej wartości zanotowano oprócz Vinety również u odmian Viviana, Finezja i Gustaw (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ nawadniania i efektywnych mikroorganizmów na wskaźnik zieloności liści SPAD w zależności od odmiany ziemniaka

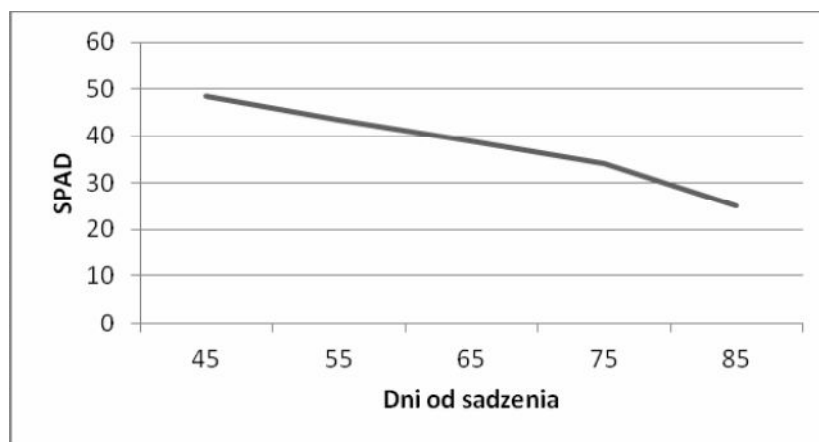
Odmiana → Kombinacja ↓	Flaming	Viviana	Eugenia	Vineta	Ametyst	Finezja	Romula	Wiarus	Gustaw	Medea	Średnio
Kontrola	37,6	33,9	41,8	33,3	38,6	36,0	40,9	41,7	36,1	40,6	38,0
NN+EM	39,0	35,8	41,3	34,4	38,0	36,2	40,3	40,9	35,8	39,8	38,2
N+EM	38,8	36,3	41,2	36,5	37,9	35,6	39,6	39,8	36,0	39,5	38,1
N	37,4	36,7	40,4	35,3	37,5	35,3	41,1	40,6	34,8	37,5	37,7
Średnio	38,2	35,8	41,2	34,9	38,0	35,8	40,5	40,8	35,7	39,4	38,0

NN – nienawadniane, N – nawadniane, EM – efektywne mikroorganizmy
Oznaczenia odnoszą się do wszystkich tabel i wykresów.

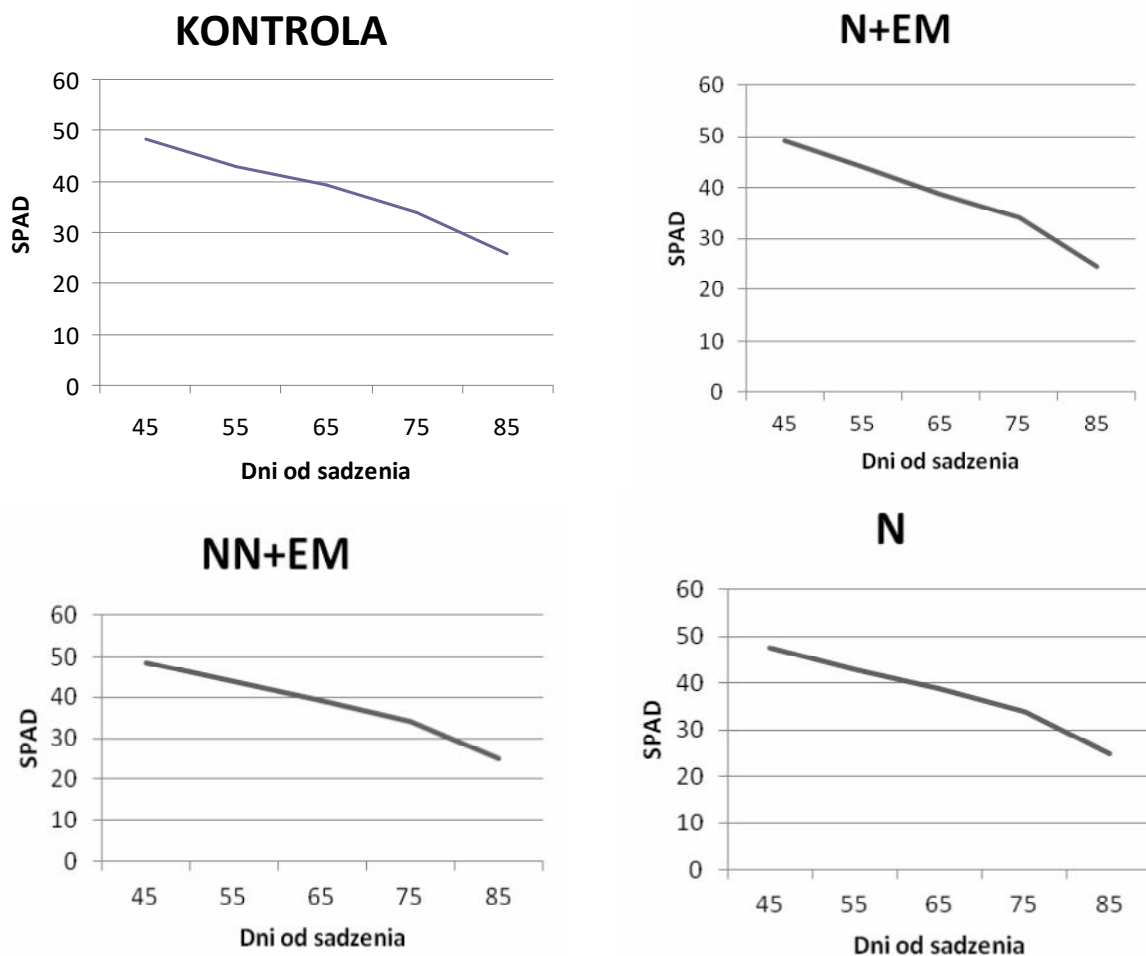
3. Wpływ wieku fizjologicznego rośliny na wskaźnik zieloności liści

Termin pomiaru, czyli wiek rośliny, wpłynął istotnie na wskaźnik zieloności liści. Najwyższy wskaźnik (najwyższą zawartość chlorofilu) zanotowano u roślin najmłodszych. W miarę starzenia się roślin wartość wskaźnika SPAD systematycznie malała (rys. 2).

Na rysunku 3 przedstawiono zmiany wielkości wskaźnika zieloności liści w poszczególnych kombinacjach. Jak można zauważyć, spadki zawartości chlorofilu w liściach w czasie były podobne bez względu na to, czy nie stosowano żadnych zabiegów (kontrola), czy też stosowano samo nawadnianie, same efektywne organizmy, czy oba czynniki razem.



Rys. 2. Wpływ wieku fizjologicznego roślin ziemniaka na wielkość wskaźnika zieloności liści SPAD (średnio dla kombinacji i odmian)



Rys. 3. Wpływ zastosowanych zabiegów i wieku fizjologicznego roślin ziemniaka na wielkość wskaźnika zieloności liści SPAD

Dyskusja

W przedstawionych badaniach wskaźnik SPAD kształtował się od 25 do 50 jednostek względnych w zależności od badanych czynników. Podobny zakres, tj. od 30 do 50 jednostek, uzyskała Rykaczewska (2005), stosując różne dawki nawożenia azotem. W naszych badaniach nie stwierdzono wpływu nawadniania plantacji ani efektywnych organizmów na wielkość wskaźnika zieloności liści. Wpływ tych czynników na wskaźnik SPAD był opisywany przez niektórych autorów (Tremblay 2004, Vos 1995). Przyczyną tej rozbieżności z danymi literaturowymi może być to, że przedstawione badania są jednoroczne, jak również to, że nawadnianie było stosowane w bardzo niewielkim zakresie z powodu wystarczającej ilości opadów w roku badawczym. Generalnie, nawadnianie powoduje jednak wyplukiwanie pewnej ilości

azotu, co odbija się na słabszym jego pobieraniu przez rośliny i mniejszej zieloności liści, dlatego też na plantacjach nawadnianych zaleca się stosowanie wyższych dawek azotu (Marscher 1995, Trawczyński 2005). Przedstawione dane w pewnym stopniu obrazują to zjawisko. Najniższy wskaźnik zieloności liści uzyskano bowiem na kombinacji, gdzie stosowane było tylko nawadnianie, bez efektywnych mikroorganizmów. Na kombinacji kontrolnej, i tam gdzie zastosowano preparat z efektywnymi mikroorganizmami, wskaźnik SPAD był nieco wyższy.

Wyniki prezentowanych badań, jak i znane z literatury, wskazują na spadek wskaźnika SPAD w miarę upływu czasu i zaawansowania wieku fizjologicznego roślin ziemniaka, nawet już wówczas, gdy zmiany te nie są jeszcze widoczne okiem ludzkim. Spadek wskaźnika zieloności liści zaczynał się już

ok. 50 dni od sadzenia, tj. ok. 15 czerwca. Potwierdzają to również Rykaczewska (2005) oraz Zarzyńska i Pietraszko (2017), które badały zawartość chlorofilu w liściach ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. W ich badaniach spadek zawartości chlorofilu był szybszy w systemie ekologicznym niż konwencjonalnym i zaczynał się ok. 50 dni od sadzenia.

Odmiany ziemniaka różniły się stopniem zieloności liści, co potwierdzone jest w literaturze (Michałek, Sawicka 2005; Rykaczewska 2005; Trawczyński 2012).

Z wieloletnich badań przeprowadzonych w Zakładzie Agronomii Ziemniaka w Jadwisinie wynika, że dla uzyskania maksymalnego plonu bulw optymalny wskaźnik SPAD w pełni rozwoju roślin dla większości odmian powinien wynosić ok. 43 (Trawczyński 2012). Jak wynika z naszych badań, żadna z odmian nie uzyskała takiego wskaźnika średnio dla zastosowanych czynników i terminów pomiarów. Ale należy zauważyć, że w pierwszych dwóch terminach pomiarów, tj. 45 i 55 dni od sadzenia, wszystkie odmiany uzyskały nawet wyższy wynik. Pełnię rozwoju (początek kwitnienia) przyjmuje się jednak dla odmian bardzo wczesnych i wczesnych jako koniec czerwca, a dla odmian późniejszych ok. połowy lipca.

Podsumowując jednoroczne badania, nie stwierdzono wpływu takich zabiegów agrotechnicznych jak nawadnianie czy stosowanie preparatu zawierającego efektywne organizmy na wskaźnik zieloności liści. Wykazano, że istotny wpływ na jego wartość mają czynniki biologiczne, takie jak wiek roślin czy uprawiana odmiana. Ponadto wykazano, że użycie prostego przyrządu, jakim jest chlorofilomierz, umożliwia szybką ocenę stanu odżywienia roślin. Mając dane o stopniu odżywienia plantacji, możemy w każdej chwili podjąć działania zmierzające do poprawy tego stanu i zastosować dokarmianie roślin. W uprawie w systemie konwencjonalnym jest to łatwiejsze ze względu na brak ograniczeń w stosowaniu nawozów. W systemie ekologicznym takie ograniczenia występują, ale istnieje dość długa lista nawozów, które mogą być stosowane. Optymalny dobór dawki nawozu potrzebnej do ewentualnego dokarmienia roślin wymaga określenia war-

tości wskaźnika SPAD dla różnych faz rozwojowych (wieku) i odmian uprawianych w optymalnych warunkach pokarmowych, co jest przedmiotem dalszych badań.

Wnioski

1. Wskaźnik zieloności liści zależał w sposób istotny od odmiany i wieku fizjologicznego roślin. Nawadnianie plantacji i zastosowane efektywne mikroorganizmy nie wpłynęły na wielkość tego parametru.

2. Najwyższą wartość wskaźnika SPAD rośliny wykazywały na początku wegetacji. W miarę starzenia się roślin malała zawartość chlorofilu w liściach.

3. Zastosowane nawadnianie i efektywne mikroorganizmy nie różnicowały tempa spadku zawartości chlorofilu w liściach ziemniaka.

Literatura

- Goffart J. P., Olivier M., Frankinet M. 2008.** Potato crop nitrogen status assessment to improve N fertilization management and efficiency: past – present – future. – *Potato Res.* 51, 3/4: 355;
- Marscher H. 1995.** Mineral nutrition for higher plants. 2nd edn. Acad. Press Londyn: 889 s.;
- Michałek W., Sawicka B. 2005.** Chlorophyll content and photosynthetic activity of medium-late varieties of potato in the conditions of cropland in east-central Poland. – *Acta Agroph.* 6(1): 183-195;
- Ramirez D. A., Yactayo W., Gutierrez R., Mares F., De Mendiburu F., Posadas A., Quiroz R. 2014.** Chlorophyll concentration in leaves is an indicator of potato tuber yield in water- shortage conditions. – *Sci. Hort.* 168: 202-209;
- Rykaczewska K. 2005.** Wpływ różnych form i dawek nawozów azotowych na rozwój roślin i plon, wskaźnik zieloności liści (SPAD) oraz wydajność fotosyntetyczną dwóch średnio wczesnych odmian ziemniaka. Cz. II. Wskaźnik SPAD. – *Frag. Agron.* 22(1): 542-549;
- Trawczyński C. 2005.** Nawożenie – integrowana produkcja ziemniaków. Wyd. IHAR Oddz. Jadwisin;
- Trawczyński 2007.** Wykorzystanie użyźniacza glebowego w uprawie ziemniaków. – *Ziemn. Pol.* 3: 26-29;
- Trawczyński C. 2012.** Przygotowanie stanowiska i nawożenie ziemniaka. [W:] *Produkcja i rynek ziemniaka.* Red. nauk. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra Warszawa: 182-197;
- Tremblay N. 2004.** Determining nitrogen requirements from crop characteristics. – *Recent Res. Devel. Agron. Hort.* 1: 157-182;
- Vos J. 1995.** Nitrogen and the growth of potato crops. [In:] Haverkort A. J., MacKerron D. K. L. (eds). *Potato ecology and modeling of crops under conditions limiting growth.* Kluwer,

Dordrecht: 115-128; **11. Zarzyńska K., Szutkowska M. 2012.** Development differences, yield and late blight development (*Phytophthora infestans*) infection of potato plants grown under organic and conventional systems. – J. Agric. Sci. Tech. A 3/4: 281-290; **12. Za-**

rzyńska K, Pietraszko M. 2015. Influence of climatic conditions on development and yield of potato plants growing under organic and conventional systems in Poland. – Am. J. Potato Res. 92: 511-517