

GRAŻYNA OBIDOSKA**ALA SADOWSKA**Katedra Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Wpływ pH podłoża i jego zasobności w azot na plonowanie *Withania somnifera* (L.) Dun.

Effect of pH and nitrogen content in substrate on the yield of *Withania somnifera* (L.) Dun.

Withania somnifera, subtropikalna roślina z rodziny *Solanaceae*, jest bardzo interesującym gatunkiem leczniczym. W rejonach naturalnego występowania, a zwłaszcza w Indiach, od wieków wykorzystuje się jej korzeń (*Radix Withaniae*) jako środek pobudzający siły życiowe, działający tonizująco, przysparzający energii witalnej, zwiększający odporność na choroby i niekorzystny wpływ otoczenia. Doświadczenia uprawowe, przeprowadzone w szklarni SGGW w Ursynowie w latach 1997–1999, miały potwierdzić bądź obalić hipotezę, że obserwowany w Indiach brak reakcji witanii na azot nie jest wynikiem znikomego zapotrzebowania gatunku na ten składnik, lecz że powoduje go nieodpowiedni odczyn gleb, na których roślina jest uprawiana. W doświadczeniu podłoże stanowił substrat torfowy doprowadzony do pH 5, 6 i 7. Zawartość azotu w podłożu, przy każdej wartości pH, w zależności od kombinacji wynosiła: 100, 200, 300, 350 oraz 400 mg/dm³, przy stałych zawartościach fosforu i potasu (odpowiednio 80 i 300 mg/dm³). Otrzymane wyniki wyraźnie wskazują na to, że *Withania somnifera* jest gatunkiem preferującym kwaśny odczyn gleby. Najwyższy plon ziela i korzeni, a także zawartość i plon witaferyny A wydały rośliny uprawiane na podłożu o pH 5, które pobrały istotnie więcej składników mineralnych (azotu, potasu i fosforu) aniżeli uprawiane w wyższych wartościach pH. *Withania somnifera* jest gatunkiem azotolubnym, a brak wzrostu plonu surowca przy wzrastającym nawożeniu azotowym obserwowany w Indiach, nie jest wynikiem małego zapotrzebowania rośliny na ten składnik, ale nieodpowiedniego pH gleb, na których roślina jest tam uprawiana (7,5–8).

Słowa kluczowe: azot, pH, plonowanie, witaferyna A, *Withania somnifera*

Withania somnifera, a subtropical plant from *Solanaceae* family, is a very interesting medicinal species. In the regions of its natural occurrence, especially in India, the root of *Withania* (*Radix Withaniae*) has been widely used as an energizing, immunostimulating and adaptogenic drug. The aim of experiments carried out in the greenhouses of Agricultural University in Warsaw in 1997–1999, was to verify the hypothesis that: the observed in *Withania* lack of response to nitrogen fertilization is not a result of low demand for nitrogen, but it is caused by the pH of soils in which the plant has been grown in India. The experimental plants were grown in peat substrate with pH adjusted to 5, 6 and 7. Nitrogen contents were: 100, 200, 300, 350 and 400 mg/dm³, while the constant phosphorus and potassium levels were set to 80 and 300 mg/dm³, respectively. The results suggest that *Withania somnifera* prefers acidic soils. The highest yields of herb and roots, as well as withaferine A content

and yield, were obtained at pH 5. The plants took up significantly more minerals (nitrogen, potassium and phosphorus) than the ones grown at a higher pH of soil. *Withania somnifera* seems to have high demand for nitrogen, and the observed lack of reaction to nitrogen fertilization is probably due to inappropriate pH of soils, on which it is grown in India.

Key words: nitrogen, pH, withaferine A, *Withania somnifera*

WSTĘP

Withania somnifera, subtropikalna roślina z rodziny *Solanaceae*, jest bardzo interesującym gatunkiem leczniczym. W rejonach naturalnego występowania, a zwłaszcza w Indiach, od wieków wykorzystywano się jej korzeń (*Radix Withaniae*) jako środek pobudzający siły życiowe, działający tonizująco, przysparzający energii witalnej, zwiększający odporność na choroby i niekorzystny wpływ otoczenia. Również współczesna medycyna indyjska poleca ten surowiec; w oparciu o stare receptury ayurwedyjskie produkuje się szereg preparatów z jego udziałem.

Wspomniane właściwości witanii przypisywane są przede wszystkim występującym w korzeniu glikowitanolidom. Mechanizm ich działania jest złożony i nie w pełni poznany. Uważa się, że silne własności antyoksydacyjne (Bhattacharya i in., 2001) mogą częściowo tłumaczyć pobudzający wpływ na procesy kojarzenia i zapamiętywania, a także działanie łagodzące wobec zaburzeń funkcjonowania organizmu związanych z wiekiem (Russo i in., 2001). Glikowitanolidy pomagają przetrwać stres zwiększając fizyczną i psychiczną wydolność organizmu poddanego jego działaniu (Wagner i in., 1994; Bhattacharya i in., 2000 b). Mają też porównywalne z syliaryną właściwości ochronne wobec wątroby w warunkach nadmiernego narażenia na metale ciężkie (Bhattacharya i in., 2000a), a także pobudzające wobec układu odpornościowego.

W ziele witanii występują natomiast związki, którym roślina zawdzięcza silne właściwości przeciwbakteryjne, przeciwzapalne, przeciwnowotworowe i immunosupresyjne. Najważniejszym z nich jest witaferyna A (Shohat i in., 1978). Środki o charakterze immunosupresyjnym są wykorzystywane przy przeszczepach.

W literaturze istnieją nieliczne doniesienia dotyczące agrotechniki *Withania somnifera*. Wyniki doświadczeń dotyczących odpowiedzi rośliny na nawożenie mineralne są niejednolite. Przeważa pogląd, że roślina ma małe wymagania w stosunku do azotu, a reakcja na nawożenie tym składnikiem jest słaba, lub wręcz, że nie ma jej wcale. Dlatego w Indiach praktycznie nie nawozi się plantacji, albo dostarcza azot w niewielkiej dawce 30 kg N /ha (3 g/m²) (Dahatoude i in., 1983; Nigam i in., 1984), osiągając jednak przy tym stosunkowo niskie plony (Obidoska, 2001; Ozguven i Sener, 1992). Istnieje pojedyncze doniesienie, dotyczące silnej reakcji roślin, w postaci wyżki plonu, na nawożenie mineralne N:P:K w dawce 28:28:28 i 42:42:42 g/1,3 m² (Maitra i in., 1998), nie podano jednak szczegółowego opisu warunków uprawy (np. pH podłoża).

Rośliny lecznicze z rodziny *Solanaceae* są z reguły gatunkami preferującymi lekko kwaśny odczyn gleby. Zwykle, w takich warunkach, reagują na nawożenie azotem zwykłą plonu surowca, a niekiedy i podwyższeniem zawartości substancji biologicznie aktywnych. Ponieważ tereny uprawy witanii w Indiach to gleby alkaliczne, najczęściej

lekkie, słabo urodzajne czerwonoziemy o pH w granicach od 7,5 do 8, niewykluczone jest, że przyczyną niskiego plonu witanii oraz braku reakcji na azot, opisywanego w literaturze indyjskiej, może być odczyn podłoża. Podjęto zatem badania, mające na celu odpowiedź na pytanie jaki jest wpływ pH podłoża na plon roślin, a także zawartość i plon witaferyny A oraz czy istnieje i jak wygląda zależność reakcji witanii na nawożenie azotem od pH podłoża.

MATERIAŁ I METODY

Rośliny stanowiące przedmiot badań były rozmnażane z nasion pochodzących z własnej plantacji szklarniowej SGGW, którą zapoczątkowano dzięki materiałowi siewnemu otrzymanemu z Instytutu Roślin i Przetworów Zielarskich w Poznaniu.

Doświadczenie przeprowadzono, jako wazonowe, w szklarni SGGW w Ursynowie w latach 1997-1999. Podłoże stanowił substrat torfowy doprowadzony do pH 5, 6 i 7, wzbogacony mikroelementami w ilości 135 mg/dm³ części B mieszanki MIS 3. Zawartość azotu w podłożu, przy każdej wartości pH, w zależności od kombinacji wynosiła: 100, 200, 300, 350 oraz 400 mg/dm³. Składnik stosowano w formie amonowej i azotanowej (po 50% każdej). Zawartość fosforu i potasu w podłożu była stała i wynosiła odpowiednio 80 i 300 mg/dm³. Jako źródła pierwiastków użyto saletrę amonową, superfosfat potrójny i siarczan potasu. Doświadczenie założono w układzie całkowicie losowym, w 7 powtórzeniach.

Analizy próbek podłoża w czasie wegetacji stanowiły podstawę utrzymywania zawartości składników pokarmowych na określonych powyżej poziomach. Oznaczenia zawartości składników przyswajalnych wykonywano metodą uniwersalną tj. w wyciągu 0,03 molowego kwasu octowego. Kontrolowano również pH oznaczając jego wartość w H₂O. Zabiegi ochronne polegały na zwalczaniu: ziemiórek, mączlika, a także przedziorków i mszyc przy pomocy preparatów Diazinon 10G, Admiral, Omite i Karate oraz Pirimor i Aztec. Zbiorów ziela dokonywano dwukrotnie w sezonie: w połowie lipca i w połowie września, kiedy to również zbierano korzenie. Surowiec suszono w warunkach naturalnych i badano następujące wskaźniki: plon suchej masy ziela i korzeni, procentową zawartość azotu fosforu i potasu w suchej masie ziela, zawartość i plon witaferyny A.

Procentową zawartość azotu określono metodą Kjeldahla, natomiast fosforu i potasu metodą kolorymetryczną Neubauera. Analizę zawartości witaferyny A prowadzono przy użyciu chromatografu firmy Shimadzu wyposażonego w pompę LC-10A, detektor spektrofotometryczny UV SPD-10A, integrator Chromatopak C-R3A i dozownik o objętości pętli równej 20 µl. Do wykrywania witaferyny A zastosowano kolumnę Macherey Nagel EC 250/4 NUCLEOSIL 120-7C₁₈. Analiza była prowadzona w programie izokratycznym przy użyciu fazy ruchomej — metanol: bufor fosforowy (57 : 43). Szybkość przepływu fazy ruchomej wynosiła 1,5 ml × min.⁻¹. Absorpcja była mierzona przy długości fali równej 254 nm. (Roja i in., 1991).

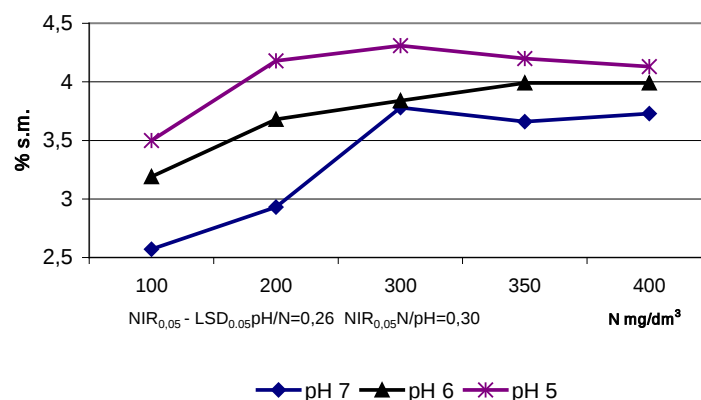
Do statystycznego opracowania wyników wykorzystano metodę dwuczynnikowej analizy wariancji w układzie całkowicie losowym. Ocenę istotności wpływu poszczególnych badanych czynników oraz współdziałań między nimi przeprowadzono na podstawie testu F Fishera-Snedecora. Dla porównania średnich zastosowano najmniejsze istotne

różnice (NIR) obliczone na podstawie testu Tukeya, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Przedstawione wyniki stanowią średnie z 3 lat.

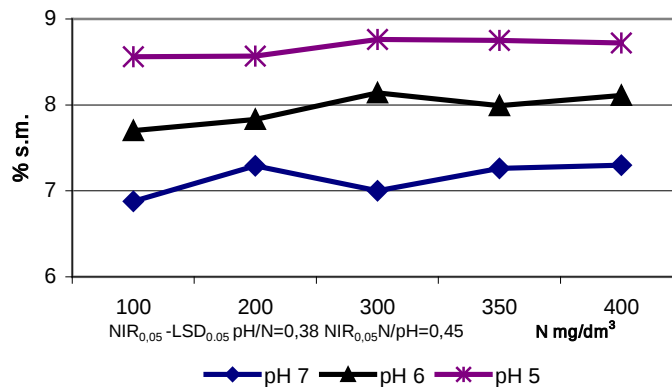
WYNIKI

Zawartość składników mineralnych w ziele

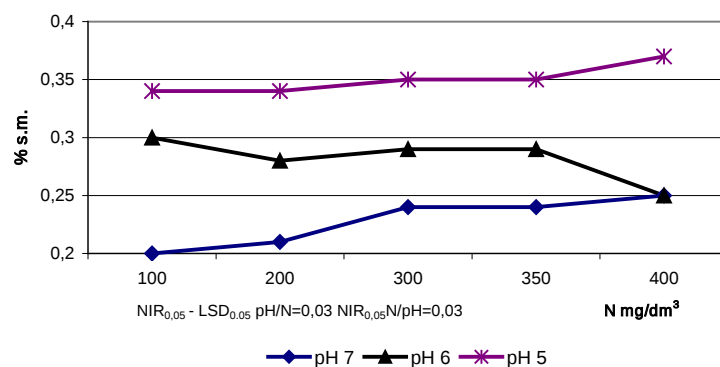
Analiza suchej masy ziele wykazała, że odczyn podłoża miał bardzo istotny wpływ na pobranie składników mineralnych przez rośliny. Ziele roślin uprawianych przy pH 5 odznaczało się najwyższą zawartością azotu, a także potasu i fosforu (rys. 1–3).



Rys. 1. Zawartość azotu w suchej masie ziele w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 1. Effect of pH and nitrogen level in substrate on nitrogen content in dry herb



Rys. 2. Zawartość potasu w suchej masie ziele w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 2. Effect of pH and nitrogen level in substrate on potassium content in dry herb



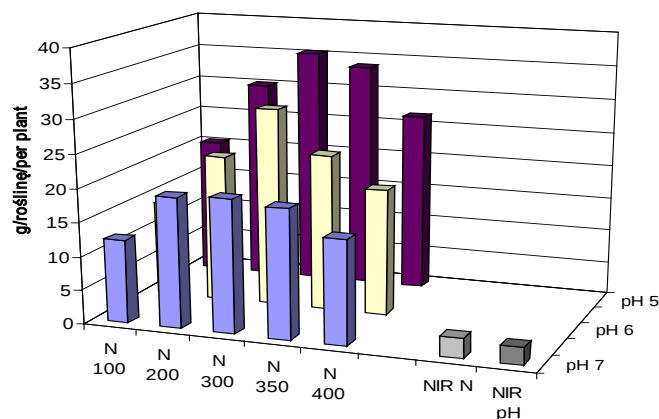
Rys. 3. Zawartość fosforu w suchej masie ziela w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 3. Effect of pH and nitrogen level in substrate on phosphorus content in dry herb

Wraz ze wzrostem pH zawartość tych składników w ziele istotnie malała osiągając najniższe wartości przy pH 7.

Zawartość azotu w ziele wzrastała istotnie wraz ze wzrostem zasobności podłoża w ten składnik (przy pH 5 i pH 6 do 200 mg N/dm³, a przy pH 7 do 300 mg N/dm³). Dalsze podwyższanie ilości azotu w podłożu nie dawało efektu w postaci istotnego wzrostu jego zawartości w ziele. Nie odnotowano wpływu wzrostu zasobności podłoża w azot na zawartość fosforu i potasu w ziele.

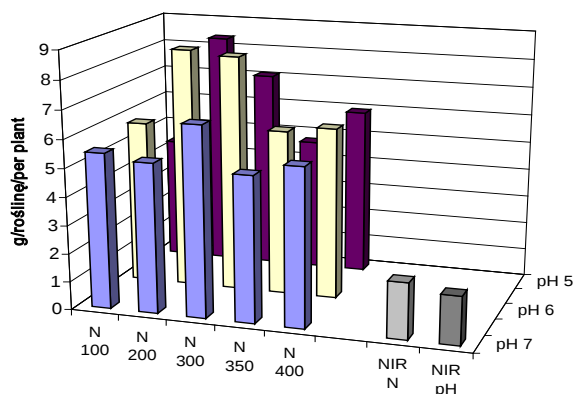
Plon suchej masy ziela i korzeni

W efekcie lepszego pobierania składników mineralnych zdecydowanie najlepiej plonowały rośliny rosnące na podłożu o pH 5. Różnica dotyczyła zwłaszcza plonu ziela. Przy pH 7 jego sucha masa osiągała zaledwie 50% osiąganą przy pH 5. (rys. 4).



Rys. 4. Plon suchej masy ziela w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 4. Effect of pH and nitrogen level in substrate on the yield of dry herb

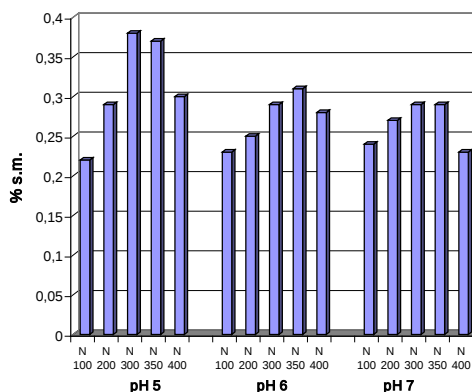
Reakcja rośliny w postaci wzrostu plonu surowca na wzrastającą zasobność podłoża w azot była bardzo wyraźna przy pH 5 i 6. Istotny wzrost plonu ziela zaobserwowano tu przy nawożeniu roślin wzrastającym od 100 do 300 mg azotu /dm³, natomiast przy pH 7 jedynie od 100 do 200. W przypadku suchej masy korzeni (rys. 5) notowano wyższą przy podnoszeniu zasobności podłoża w azot ze 100 do 200 mgN/dm³ dla pH 5 i 6, natomiast przy pH 7, zbliżonym do tego, jakim charakteryzują się gleby w Indiach, nie stwierdzono istotnej reakcji na azot.



Rys. 5. Plon suchej masy korzeni w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 5. Effect of pH and nitrogen level in substrate on the yield of dry root

Zawartość i plon witaferyny A

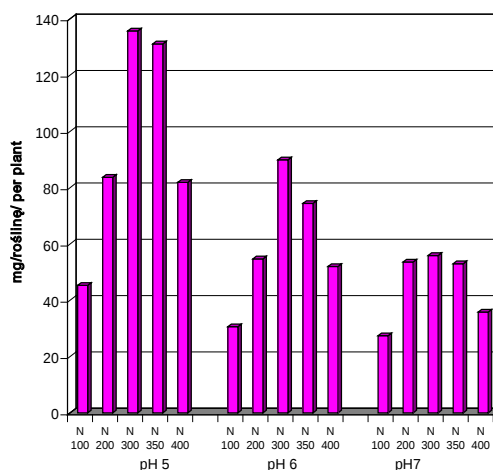
Wraz z obniżaniem się pH podłoża zaznaczyła się tendencja wzrostowa zawartości witaferyny A w ziele. Przy pH 5 zawartość ta była najwyższa, a dodatkowo ujawniła się tu wyraźnie jej zależność od zasobności podłoża w azot (rys. 6).



Rys. 6. Zawartość witaferyny A w ziele w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 6. Effect of pH and nitrogen level in substrate on withaferine A content in herb

Przy wzroście od 100 do 300 mgN/dm³ zawartość witaferyny A w ziele wzrosła z 0,22% do 0,38%; dla porównania przy pH 7 tylko od 0,24% do 0,29%. Podwyższanie zasobności podłoża do 400 mg N/dm³, przynosiło spadek zawartości witaferyny A przy każdej wartości pH.

Takie same tendencje zaznaczyły się przy plonie witaferyny A (rys. 7.), będącym wypadkową plonu suchej masy ziela i zawartości witaferyny A w ziele.



Rys. 7. Plon witaferyny A w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 7. Effect of pH and nitrogen level in substrate on the yield of withaferine A

DYSKUSJA

Otrzymane wyniki wyraźnie wskazują na to, że *Withania somnifera* jest gatunkiem preferującym kwaśny odczyn gleby. Najwyższy plon ziela i korzeni, a także zawartość i plon witaferyny A charakteryzował rośliny uprawiane na podłożu o pH 5, które pobrały istotnie więcej składników mineralnych (azotu, potasu i fosforu) aniżeli uprawiane w wyższych wartościach pH. Wyższe pobranie azotu przez witanie w tych warunkach może być związane z preferencjami gatunku (Piskornik, 1994; Mengel i Kirkby, 1983; Nowacki, 1980) wobec jego formy azotanowej. Wiele źródeł podaje, że rośliny z rodziny *Solanaceae*, takie jak: białucha, dzierżazwa, papryka, pomidor, wolą formę azotanową NO₃⁻ (Demeyer i Dejaegere, 1997; Hegde, 1997) i przy większej jej dostępności w podłożu notuje się wzmożone pobieranie azotu, większą jego zawartość w tkankach i wyższy plon. Forma azotanowa jest bardziej dostępna i łatwiej pobierana przez rośliny w środowisku kwaśnym, zaś w obojętnym i zasadowym lepiej zachodzi pobieranie jonu NH₄⁺ (Mengel i Kirkby, 1983; Nowacki, 1980).

Lepszym zaopatrzeniem witanii w azot można też tłumaczyć wzrost zawartości potasu w ziele roślin uprawianych przy niższym pH. Wprost proporcjonalną zależność zawartości potasu od azotu obserwowali między innymi Gomez i wsp. (1996) u papryki i Łata (1993)

u barwinka różowego *Catharanthus roseus*. Azot, stymuluje pobieranie, jak również przemieszczanie się i retencję potasu (Nowacki, 1980). Zwykle obserwuje się większą zawartość tego pierwiastka w roślinach zasilanych azotem azotanowym aniżeli w roślinach korzystających z azotu amonowego (Nowotny-Mieczyska, 1976).

Notowany w doświadczeniu wzrost koncentracji fosforu w tkankach roślinnych *Withania somnifera* wraz ze spadkiem pH, można natomiast przypisać lepszej rozpuszczalności fosforanów trójwapniowych (superfosfat) w środowisku kwaśnym (Nowotny-Mieczyska, 1976).

Pogląd występujący w literaturze indyjskiej o znikomym zapotrzebowaniu witanii na azot, oparty na stwierdzonym przez większość autorów braku jej reakcji na nawożenie tym składnikiem, wynika prawdopodobnie z analizy plonu roślin uprawianych jedynie na glebach o pH 7 i wyższym. Należy podkreślić, że badania indyjskie dotyczą plonu korzeni, jako oficjalnie uznanego surowca oraz że, w przeprowadzonym przez nas doświadczeniu, w przypadku roślin uprawianych w podłożu o pH 7, również nie obserwowano reakcji plonu korzeni na wzrastające zaopatrzenie w azot. Jednak przy niższych wartościach pH (6 i 5) zaznaczył się istotny wzrost plonu towarzyszący zwiększającej się zawartości tego składnika w podłożu.

Jak podaje Piskornik (1994) odżywienie danym składnikiem jest optymalne, gdy otrzymujemy maksymalne plony, a wzrostowi masy roślin towarzyszy zwiększanie jego zawartości. Taka sytuacja, jeśli chodzi o azot u witanii, miała miejsce przy pH (5) i zasobności podłoża równej 300 mg N/dm³. W podobnym doświadczeniu wazonowym w szklarni, dotyczącym barwinka różowego, wartość ta wynosiła 200 mg N/dm³ (Łata, 1993). Barwinek uznawany jest za roślinę azotolubną. Wydaje się zatem, iż witanie tym bardziej określić można tym mianem.

Wpływ zasobności podłoża w azot na zawartość substancji czynnych w roślinach leczniczych jest niejednoznaczny. W literaturze istnieją sprzeczne doniesienia dotyczące nawet tych samych gatunków. U roślin leczniczych z rodziny *Solanaceae* wielu autorów nie obserwowało wzrostu zawartości substancji czynnych (alkaloidów) w zależności od nawożenia azotem (Golcz i in., 1977; Golcz i in., 1970; Demeyer i Dejaegere, 1997); inni zależność tę notowali (Mulonas i in., 1980). Nie ma doniesień dotyczących witanolidów, w tej pracy zaznaczyła się jednak tendencja wzrostowa zawartości witaferyny A w ziele wraz ze wzrostem zasobności podłoża w azot (do 300–350 mg/dm³) zwłaszcza przy pH 5.

Informacja, iż *Withania somnifera* preferuje dominujący na terenie kraju kwaśny odczyn gleb, reagując przy tym zwykłą plonu na nawożenie azotowe, pozwala na optymistyczną prognozę dotyczącą uprawy gatunku w Polsce.

WNIOSKI

1. *Withania somnifera* jest gatunkiem preferującym kwaśny odczyn gleby. Najwyższy plon ziela i korzeni, a także zawartość i plon witaferyny A wydały rośliny uprawiane na podłożu o pH 5.
2. *Withania somnifera* jest gatunkiem azotolubnym, a brak wzrostu plonu surowca przy wzrastającym nawożeniu azotowym obserwowany w Indiach, nie jest wynikiem

małego zapotrzebowania rośliny na ten składnik, ale nieodpowiedniego pH gleb, na których roślina jest tam uprawiana (7,5–8).

LITERATURA

- Bhattacharya A., Ghosal S., Bhattacharya S. K. 2001. Anti-oxidant effect of *Withania somnifera* glycowithanolides in chronic footshock stress-induced perturbations of oxidative free radical scavenging enzymes and lipid peroxidation in rat frontal cortex and striatum. *J. Ethnopharmacol.*, 74 (1): 1 — 6.
- Bhattacharya A., Ramanathan M., Ghosal S., Bhattacharya S. K. 2000 a. Effect of *Withania somnifera* glycowithanolides on iron-induced hepatotoxicity in rats. *Phytotherap. Res.*, 14 (7): 568 — 570.
- Bhattacharya S. K., Bhattacharya A., Sairam K., Ghosal S. 2000 b. Anxiolytic-antidepressant activity of *Withania somnifera* glycowithanolides: an experimental study. *Phytomed.*, 7 (6): 463 — 469.
- Dahatoude B. N., Joshi B. G., Vitkare D. G. 1983. Studies on response of nitrogen fertilization on the root yield of ashwagandha (*Withania somnifera*). *Punj. Krish. Vid. Res. J.*, 7 (1): 7 — 8.
- Demeyer K., Dejaegere R. 1997. Nitrogen and alkaloid accumulation and partitioning in *Datura stramonium* L. *J. Herb. Spices Med. Plant.*, 5 (3): 15 — 23.
- Golcz L., Kordana S., Nowak S. 1977. Potrzeby i dynamika pobierania składników pokarmowych przez pokrzyk wilczą jagodę (*Atropa belladonna* L.). *Herba Pol.* 23: 247 — 261.
- Golcz L., Kordana S., Załęcki R. 1970. Potrzeby pokarmowe pieprzowca rocznego (*Capsicum annuum* L.). *Herba Pol.*, 16: 107 — 125.
- Gomez I., Navarro-Pedreno J., Moral R., Iborra M. R., Palacios G., Mataix J. 1996. Salinity and nitrogen fertilization affecting the macronutrient content and yield of sweet pepper plants. *J. Plant. Nutr.*, 19 (2): 353 — 359.
- Hegde D. M. 1997. Nutrient requirements of solanaceous vegetable crops. *Ext. Bull. ASPAC Food Fert. Tech.*, 441: 9.
- Łata B. 1993. Wpływ nawożenia azotem oraz dolistnego dokarmiania azotem, fosforem, potasem i cynkiem na plon surowca i zawartość alkaloidów u barwinka różowego [*Catharanthus roseus* (L.) G. Don]. Praca doktorska, SGGW, Warszawa.
- Maitra S., Jana B. K., Debnath S. 1998. Response of plant nutrients on growth and alkaloid content of Ashwagandha (*Withania somnifera* Dunal). *J. Interacadem.*, 2 (4): 243 — 246.
- Mengel K., Kirkby E. A. 1983. Podstawy żywienia roślin. PWRiL, Warszawa.
- Mulonas B. A., Stergianopoulos G. N., Maurommates A. Z. 1980. Effect of nitrogen and potassium on yield and chemical composition of *Basma tobacco*. *Georg. Erouna*, 4: 229 — 239.
- Nigam K. B., Rawat G. S., Prasad B. 1984. Effect of methods of sowing, plant density and fertility level on aswagandha (*Withania somnifera* Dunal). *South Indian Hort.* 32 (6): 356 — 359.
- Nowacki E. 1980. Gospodarka azotowa roślin uprawnych. PWRiL, Warszawa.
- Nowotny-Mieczysława A. 1976. Fizjologia mineralnego żywienia roślin. PWRiL, Warszawa.
- Obidoska G. 2001. Wpływ czynników agrotechnicznych na plon surowca i nasion *Withania somnifera* (L.) Dun. uprawianej w warunkach glebowo-klimatycznych Polski. Praca doktorska, SGGW, Warszawa.
- Ozguven M., Sener B. 1992. Drug yield and withanolide contents of *Withania somnifera* (L.) Dunal cultivated in Turkey. *Acta Hort.*, 306: 219 — 227.
- Piskornik Z. 1994. Fizjologia roślin dla wydziałów ogrodniczych. Część I. AR im. H. Kołłątaja, Kraków.
- Roja G., Heble M. R., Sipahimdani A. T. 1991. Tissue cultures of *Withania somnifera*, morphogenesis of withanolide synthesis. *Phytotherap. Res.*, 5 (4): 185 — 187
- Russo A., Izzo A. A., Cardile V., Borrelli F., Vanella A. 2001. Indian medicinal plants as antiradicals and DNA cleavage protectors. *Phytomed.*, 8 (2): 125 — 132.
- Shohat B., Kirson I., Lavie D. 1978. Immunosuppressive activity of two plant steroidal lactones, withaferin A and withanolide E. *Biomedicine*, 28 (1): 18 — 24.
- Wagner H., Norr H., Winterhoff H. 1994. Plant Adaptogens. *Phytomed.* 1 (1): 63 — 76.