

Możliwości wykorzystania Tytanitu w produkcji roślinnej

Streszczenie: Obecnie ze względu na występowanie wielu niekorzystnych zjawisk pogodowych, przyczyniających się do uszkodzeń mechanicznych organów roślin oraz utrudniających ich wzrost, szczególną uwagę poświęca się badaniom służącym lepszemu poznaniu biostymulatorów, które zwiększają potencjał plonotwórczy i odporność roślin na czynniki stresowe. Jednym z takich regulatorów wzrostu jest Tytanit, który zawiera łatwo przyswajalną formę tytanu. Tytan należy do mikroelementów trudno dostępnych dla roślin w naturalnych warunkach, odgrywa jednak istotną rolę w procesie fotosyntezy (intensyfikuje proces fotosyntezy poprzez zwiększanie zawartości chlorofilu), co pośrednio przekłada się na przyrost biomasy i plonu, stąd rodzi się potrzeba dostarczenia tytanu w formie łatwo przyswajalnej.

Wprowadzenie

W produkcji roślinnej ważną rolę odgrywa nawożenie makroelementami takimi jak azot, fosfor czy potas oraz mikroelementami, które – pomimo iż są asymilowane w mniejszych ilościach – są niezbędne do przebiegu licznych procesów fizjologicznych i biochemicznych [Radkowski i Radkowska 2010]. Do mikroelementów zaliczamy, m.in. mangan, cynk, bor, molibden oraz tytan [Michalski 2008]. Zawartość tytanu w glebie waha się od 0,1% do 0,5% [Gworek 1990]. Pierwiastek ten u roślin stymuluje aktywność enzymów odpowiedzialnych m.in. za katalizowanie reakcji utleniania i redukcji, powodując neutralizowanie wolnych rodników [Carvajal i Alcaraz 1995] oraz przyczynia się do zwiększenia zawartości chlorofilu w liściach, który jest potrzebny do przeprowadzenia procesu fotosyntezy [Dobromilska 2007]. Tytan przyczynia się również do zwiększenia aktywności jonów żelaza oraz poprawę intensywności pobierania składników odżywczych, a co za tym idzie – poprawę stanu zdrowotnego roślin [Michalski 2008]. Wymienione czynniki i procesy sprzyjają wzrostowi i rozwojowi roślin, poprawiając ich kondycję i podnosząc naturalną odporność na stresy abiotyczne (środowiskowe) [Skupień i Oszmiański 2007]. Jego działanie zależy jednak w dużej mierze od zawartości azotu w roślinie. Im mniej jest azotu, tym reakcja na jego aplikację jest mniejsza [Tlustoś i in. 2005]. Działanie tytanu można intensyfikować przez jednoczesne stosowanie magnezu [Kužel i in. 2007]. Tytan wchodzi

w skład minerałów takich jak anatazyt, rutyl, bryki i ilmenit, które są na ogół nierozpuszczalne w wodzie, stąd wywnioskowano, że tytan jest pierwiastkiem obojętnym – niezagrażającym środowisku [Lyu i in. 2017].

Stosowanie na szeroką skalę chemicznych środków ochrony roślin jest jedną z przyczyn pogarszania się stanu środowiska przyrodniczego [Grajkowski i Ochmian 2007]. Od roku 2014 przepisy prawne, dotyczące ochrony roślin metodą zintegrowaną, obligują do redukcji wykorzystywanych dotychczas związków chemicznych i zastępowania ich biostymulatorami czy biopreparatami [Serrano i in. 2004]. Regulatory wzrostu przyczyniają się do zmniejszenia negatywnego oddziaływania czynników środowiska (takich jak np. wilgotność, temperatura powietrza, natężenie światła czy dostępność składników pokarmowych) na rośliny, powodując znaczny wzrost plonu [Wójcik i Wójcik 2001]. Powodują zwiększenie odporności na przemarzanie, zmniejszają zapotrzebowanie roślin na wodę, przyspieszają regenerację po uszkodzeniach oraz podnoszą odporność na choroby bakteryjne i grzybowe [Marcinek i Hetman 2007]. Do tego typu preparatów zalicza się Tytanit [Godlewska i Ciepiela 2018], którego substancję aktywną stanowi tytan (Ti). Preparaty zawierające tytan stymulują rozwój poszczególnych części generatywnych lub całych roślin poprzez zwiększenie tempa metabolizmu, a tym samym procesów życiowych [Yildirim i in. 2002]. Tytanit był produkowany od 1989 roku, chociaż początkowo uznawany był za nawóz mineralny. W 2011 roku zyskał miano mineralnego regulatora wzrostu. Jeden dm³ roztworu zawiera 8,5 g Ti [Cieśliński, INTERMAG]. Sposób działania regulatorów wzrostu, w tym także Tytanitu jest bezpieczny dla środowiska. Preparaty tego typu mogą pomóc w zmniejszeniu ilości chemicznych środków ochrony roślin, stosowanych dotąd na szeroką skalę [Ertani i in. 2009].

Trwałe użytki zielone

Dolistna aplikacja Tytanitu na łące trwałej przyczyniła się do wzrostu plonu suchej masy roślin. Dla poletek, na których zastosowano stężenie 0,04% plon zwiększył się o 25,88% (z 4,25 Mg·ha⁻¹ do 5,35 Mg·ha⁻¹), z kolei dla stężenia większego (0,08%) plon wzrósł o 41,65% (z 4,25 Mg·ha⁻¹ do 6,02 Mg·ha⁻¹). Przy aplikacji Tytanitu zaobserwowano pozytywną zmianę w jakości paszy, np. wzrosła zawartość tłuszczu, białka ogólnego i cukrów prostych [Radkowski i Radkowska 2013]. Preparat ten w największej dawce (0,8 dm³·ha⁻¹) wpływa na parametry morfologiczne tymotki łąkowej, powodując wzrost jej plonowania o 19,5% dzięki zwiększeniu długości łodyg, kwiatostanów i blaszek liściowych tej rośliny [Radkowski i in. 2015]. Po dwukrotnej dolistnej aplikacji Tytanitu w stężeniu 0,02-0,04% nastąpił 7,4-18% przyrost plonowania (nasion i słomy) łubinu żółtego [Prusiński i Kaszkowiak 2005]. W przypadku lucerny mieszańcowej, aplikacja tego

preparatu w dawce $0,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, skutkowała wzrostem plonu suchej masy roślin o 15,6% względem kontroli. Najlepsze efekty uzyskano stosując jednocześnie odżywianie mineralne [Godlewska i Ciepiela 2018].

Warzywa

Badania przeprowadzone na pomidorze wykazały, iż dolistne zastosowanie niższych stężeń preparatu, tj. 2,01; 6,04 oraz $12,08 \text{ mg Ti}$ na jedną roślinę na rok nie wpływa na zwiększenie plonu ogólnego i handlowego. Jedynie oprysk dawką $24,2 \text{ mg Ti}$ roślina-rok⁻¹ spowodował wzrost plonu ogólnego o 7% oraz plonu handlowego o 13,7% [Kleiber i Markiewicz 2013]. Nawet kilkukrotny oprysk tym regulatorem wzrostu nie wpłynął na zwiększenie plonu handlowego i ogólnego pomidora. Jedynie zastosowany trzykrotny oprysk w stężeniu 0,03% spowodował wzrost wysokości o 9,7%, liczby liści o 5,1% oraz średnicy łodygi o 17,4% [Dobromilska 2007]. W uprawie selera naciowego jednorazowe zastosowanie Tytanitu w stężeniu 3,6% w porównaniu z nawożeniem mineralnym NPK skutkowało wzrostem plonu liści sześciokrotnie, a plonu blaszek liściowych czterokrotnie. Kolejna aplikacja tego regulatora nie wpływała znacząco na wzrost plonu [Malinowska i Kalembasa 2012]. Aplikacja omawianego regulatora na kapustę pekińską wpływa na wzrost świeżej masy jednej rośliny o 15% [Borkowski i in. 2007]. Tytanit zastosowany dolistnie z jednoczesnym zaprawianiem nasion pietruszki spowodował wzrost masy jednej rośliny o 54,4%, wagi korzenia o 60,5% oraz plonu ogólnego korzeni o 40,5%. Z kolei w uprawie marchwi, stosowanie takich samych zabiegów przynosi nieco lepsze rezultaty: waga jednej rośliny wzrosła o 124,0%, waga korzenia o 131,3%, a plon korzeni zwiększył się o 111,4% [Janas i in. 2013]. Zastosowanie Tytanitu w uprawie ziemniaka skutkowało wzrostem plonu ogólnego bulw o $2,3 \text{ mg} \cdot \text{ha}^{-1}$, plonu handlowego o $1,9 \text{ mg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a wagi bulw o 8,2%. Znaczny wpływ na parametry produkcyjne ziemniaka miała dawka tego środka. Większą liczbę i wagę bulw z jednej rośliny miały ziemniaki traktowane regulatorem w dawce $0,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Dzięki zmniejszeniu udziału bulw małych o średnicy do 40 mm, a zwiększeniu udziału bulw dużych, o średnicy ok. 51 mm, poprawiła się wartość rynkowa wczesnych plonów ziemniaka [Kalinowski i Wadas 2017]. Dolistna aplikacja omawianego biostymulatora w uprawie rzepaku ozimego spowodowała wzrost jego plonowania, co przyczyniło się do wzrostu opłacalności uprawy tej rośliny (dochód z uprawy roślin na poletkach wzrósł o $141 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$) [Gugała i in. 2017].

Uprawy sadownicze

Potraktowanie jabłoni Tytanitem spowodowało wzrost plonu całkowitego o 42% (plon owoców o dużej średnicy o 51,3%, a intensywność kwitnienia

w kolejnym roku o 90,9%). Basak i Mikos-Bielak [2008] twierdzą, iż skuteczność działania tego regulatora wzrostu zależy od terminu aplikacji preparatu, pory roku i odmiany. Tytanit wpłynął pozytywnie na liczbę młodych pędów wytworzonych przez winorośl (ich liczba wzrosła o 40%), liczbę międzywęźli (wzrost o 16,6%) oraz długość (o 66,1%) [Górnik i Grzesik 2008]. Zwiększył się również potencjał plonotwórczy truskawek (plon wzrósł o 22,3%). Po aplikacji Tytanitu wzrosła masa 100 owoców o 13,5%, indeks zieloności liścia (SPAD) o 9,7%, a także zawartość witaminy C (o 22,2%) [Skupień i Oszmiański 2007, Ochmian i in. 2008]. Jednak nie zawsze można osiągnąć pożądane efekty, np. zmniejszeniu uległ roczny przyrost wysokości krzewów jagody kamczackiej (spadek o 44,4%). O 10% wzrosła natomiast powierzchnia 100 liści, o 13,1% indeks zieloności liścia oraz o 11% średnia masa 100 owoców [Ochmian i Mijowska 2015]. Regulator ten wywołał wzrost plonowania owoców malin deserowych z 11,2 kg poletko⁻¹ (dla obiektów kontrolnych) do 13,2 kg poletko⁻¹ (dla poletek z użyciem preparatu). Na początku zbiorów, o 21,6% wzrosła również masa 100 owoców, jednak pod koniec zbiorów obniżyła się ona o 10,3% w porównaniu z kontrolą [Grajkowski i Ochmian 2007].

Uprawy roślin zielarskich

Tytanit w uprawach ziół aplikuje się w celu zwiększenia plenności oraz poprawy ilości substancji aktywnych, przy zachowaniu możliwie niskiego poziomu nawożenia i stosowania w ograniczonych dawkach pestycydów [Król 2009a, b]. Badania prowadzone nad wiesiołkiem dwuletnim wykazały iż dolistna aplikacja preparatu w warunkach optymalnej wilgotności spowodowała zwiększenie wysokości roślin o 12,4% i łącznej liczby rozgałęzień pędu głównego. Plon nasion wiesiołka w optymalnych warunkach wzrósł o 21,8%, a w warunkach niedoboru wody o 69,4% [Janas i Grzesik 2011]. Tytanit wpłynął na wzrost masy 1000 nasion kopru włoskiego o około 5% oraz na energię kiełkowania o 19,4% [Janas 2013]. Dwukrotny oprysk majeranku ogrodowego Tytanitem skutkował wzrostem jego wysokości o około 11,5%, plonu powietrznie suchego ziela o 5,3%, plonu ziela otartego o 6,8% oraz masy świeżego ziela o 8,3% (13,0 Mg·ha⁻¹) [Król i Kiełtyka-Dadasiewicz 2017]. Dolistne traktowanie tymianku zwykłego Tytanitem nie wpływa na jego wysokość oraz suchą i świeżą masę. Dopiero połączenie tego stymulatora z preparatem Mikrosol spowodowało przyrost wysokości roślin o 2,5 cm oraz wzrost suchej masy o 0,75 Mg·ha⁻¹, a świeżej o 1,7 Mg·ha⁻¹ [Król 2009a]. Również jednoczesne aplikowanie Tytanitu o stężeniu 0,05% i Ekolistu o stężeniu 0,2% zwiększyło wysokość roślin o 11,6%, suchą masę o 10,7%, a świeżą o 8,6%. Wzrósł udział ziela otartego o 7%, plon olejku o 2,5% [Król 2009b]. W uprawach nasiennych przypraw takich jak: rokiteta siewna, koper

włoski i ogrodowy oraz kolendra siewna oprysk Tytanitem o stężeniu 0,08% spowodował wzrost o 127,6% zawartości kwasu linolowego, o 7,9% kwasu erukowego. Pojawił się również kwas γ -linolenowy w ilości 0,02 mg·g⁻¹, który w nasionach roślin sprzed aplikacji Tytanitem nie występował. Zmalała zawartość kwasu palmitynowego (spadek o 11,8%), kwasu stearynowego (o 12,2%) i kwasu oleinowego (o 24,1%) [Janas i in. 2002]. Tytanit wpłynął na plennność lnu oleistego odmiany Opal, który jest uprawiany na nasiona z przeznaczeniem do konsumpcji w celach prozdrowotnych. Po aplikacji regulatora jego plon wzrósł z 2,11 Mg·ha⁻¹ do 2,18 Mg·ha⁻¹, o 3,5% zwiększyła się masa 1000 nasion, a o 11,8% liczba nasion w torebce, natomiast spadkowi o 17,5% uległa liczba wykształconych torebek na jednym pędzie [Zając i Kulig 2001].

Uprawy roślin ozdobnych

Regulatory wzrostu w uprawie roślin ozdobnych mają za zadanie poprawić kondycję roślin oraz łagodzić skutki oddziaływania czynników stresowych. Moczenie bulw oraz oprysk Tytanitem w uprawie sparaksisu trójbarwnego skutkowało wzrostem plonu ogólnego bulw (tab. 1). Preparat ten spowodował wzrost liczby bulw przypadających na m² powierzchni uprawy o 18,3%. Środek ten nie przyczynił się jednak do poprawy plonu handlowego. Ostatecznie zaobserwowano, iż Tytanit jest najbardziej skuteczny w latach o niekorzystnych warunkach pogodowych, takich jak np.: brak opadów czy wysokie wiosenne temperatury [Marcinek i Hetman 2007, 2008]. Dolistna aplikacja tego biostymulatora w stężeniu 0,01%, 0,02% i 0,06% w uprawie róży wielokwiatowej powoduje zwiększenie masy krzewów o około 14% oraz pozytywnie wpływa na jakość jednorocznych krzewów roślin odmiany Flamingo. Oprysk wodnym roztworem o najmniejszym stężeniu tego preparatu wpływa na dziesięcioprocentowy wzrost liczby pędów drugiego rzędu [Adamiak i Hetman 2007].

Jak wynika z przedstawionych wyników badań różnych autorów, istnieje wiele możliwości wykorzystania Tytanitu w produkcji roślinnej. Może on znaleźć zastosowanie zarówno na trwałych użytkach zielonych, w uprawie warzyw, owoców, roślin zielarskich i ozdobnych. Biostymulator ten wpływa pośrednio na opłacalność upraw poszczególnych gatunków roślin, powodując wzrost plonowania.

Tabela 1. Zmiany w plonowaniu poszczególnych gatunków roślin w efekcie zastosowania preparatu Tytanit

Gatunek rośliny	Wzrost plonu	Źródło
łąka trwała	25,88-41,65%	Radkowski i Radkowska [2013]
lucerna mieszańcowa	15,6%	Godlewska i Ciepła [2018]
łubin żółty	7,4-18%	Prusiński i Kaszkowiak [2005]
tymotka łąkowa	19,5%	Radkowski i in. [2015]
warzywa		
pomidor	7%	Kleiber i Markiewicz [2013]
seler naciowy	400-700%	Malinowska i Kalembasa [2012]
kapusta pekińska	15%	Borkowski i in. [2007]
marchew	111,4%	Janas i in. [2013]
pietruska	40,5%	Janas i in. [2013]
ziemniak	7,5%	Kalinowski i Wadas [2017]
owoce		
jabłka	42,0%	Basak i Mikos-Bielak [2008]
truskawki	22,3%	Skupień i Oszmiański [2007]
maliny	17,86%	Grajkowski i Ochmian [2007]
zioła i przyprawy		
wiesiołek dwuletni	21,8%	Janas i Grzesik [2011]
majeranek ogrodowy	5,8%	Król i Kiełtyka-Dadasiewicz [2017]
tymianek zwykły	10,7%	Król [2009b]
len oleisty	3,32%	Zajac i Kulig [2001]
rośliny ozdobne		
sparaxis trójbarwny	18,3% / m ²	Marcinek i Hetman [2008]

Podsumowanie

Dzięki zawartości łatwo dostępnej dla roślin formy tytanu, Tytanit wpływa na wielkość plonowania, która jest uzależniona od zastosowanego stężenia bądź dawki tego regulatora. Poza poprawą ilościową plonu i parametrów morfologicznych roślin, preparat ten pozytywnie wpływa również na poprawę jakości paszy, na zawartość witamin i kwasów tłuszczowych. Działanie Tytanitu można intensyfikować, łącząc ten stymulator z innymi preparatami, np. w uprawie tymianku zwykłego zaleca się jednoczesną aplikację z Mikrosolem czy Ekolistem. Ponadto stosowanie Tytanitu, który jest bezpieczny dla środowiska, pozwala na zmniejszenie wykorzystania chemicznych środków ochrony roślin w rolnictwie. Można zatem powiedzieć, iż preparat ten pośrednio przyczynia się także do poprawy stanu środowiska naturalnego.

Literatura

- Adamiak J., Hetman J., 2007: *Wpływ następczy preparatów Asahi SL i Tytanitu stosowanego w uprawie Rosa multiflora Thunb. na jakość okulantów róż odmiany „Flamingo”*. Rocz. AR Pozn., Ogrodn., 383(41): 5-10.
- Basak A., Mikos-Bielak M., 2008: *The use of some biostimulators on apple and pear trees*, [w:] Dąbrowski Z.T. (ed.), Monographs Series: Biostimulators in Modern Agriculture, Fruit Crops: 7-17.
- Borkowski J., Felczyńska A., Dyki B., 2007: *Effect of calcium nitrate, Biochicol 020 PC and Tytanit on the healthiness of Chinese cabbage, the yield, the content of fenolic compounds and calcium*. Polish Chitin Society, Monograph XII.
- Carvajal M., Alcaraz C.F., 1995: *Effect of Ti(IV) on Fe activity in Capsicum annum*. Phytochemistry, 39(5): 977-980.
- Cieśliński G., INTERMAG. <https://intermag.pl> [data dostępu: 27.11.2018].
- Dobromilska R., 2007: *Wpływ stosowania Tytanitu na wzrost i plon pomidora drobnoowocowego*. Rocz. AR Pozn., Ogrodn., 338(41): 452-454.
- Ertani A., Cavani L., Pizzeghello D., Brandellero E., Altissimo A., Ciavatta C., Nardi S., 2009: *Biostimulant activity of two protein hydrolyzates in the growth and nitrogen metabolism of maize seedlings*. J. Plant Nutr. Soil Sci., 172: 237-244.
- Godlewska A., Ciepiela G.A., 2018: *Assessment of the effect of various biostimulants on Medicago x varia T. Martyn yielding and content of selected organic components*. Appl. Ecol. Env. Res., 16(5): 5571-5581.
- Grajkowski J., Ochmian I., 2007: *Influence of three biostimulants on yielding and fruit quality of three primocane raspberry cultivars*. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus, 6(2): 29-36.
- Gugała M., Sikorska A., Zarzecka K., Krasnodębska E., Kapela K., Mystkowska I., 2017: *Opłacalność stosowania biostymulatorów wzrostu w uprawie rzepaku ozimego*. Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, 19(4): 92-96.
- Gworek B., 1990: *Tytan w glebach uprawnych północno-wschodniej Polski*. Rocz. Glebozn., 41(3/4): 49-57.
- Janas R., 2013: *Ocena możliwości poprawy zdrowotności nasion kopru ogrodowego i włoskiego uprawianego w systemach ekologicznych*. J. Res. Appl. Agric. Eng., 58(3): 226-228.
- Janas R., Grzesik M., 2011: *Możliwości zastosowania wybranych preparatów biologicznych w ekologicznej uprawie roślin prozdrowotnych*. J. Res. Appl. Agric. Eng., 56(3): 152-157.
- Janas R., Szafirowska A., Kłosowski S., 2002: *Effect of titanium on eggplant yielding*. Veg. Crops Res. Bull., 2002; 57: 37-44.
- Kalinowski K., Wadas W., 2017: *Effect of Tytanit® on the yield and yield components of very early-maturing potato cultivars*. J. Cent. Eur. Agr., 18(2): 441-459.
- Kleiber T., Markiewicz B., 2013: *Application of “Tytanit” in greenhouse tomato growing*. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus, 12(3): 117-126.
- Król B., 2009a: *Wpływ stosowania wybranych nawozów dolistnych oraz stymulatorów wzrostu na plon i jakość surowca tymianku właściwego (Thymus vulgaris L.)*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 542: 271-278.

- Król B., 2009b: *The effect of foliar fertilization with Tytanit and Ekolist in thyme culture*. Ann. UMCS, Agricultura, 64(1): 1-6.
- Król B., Kiełtyka-Dadasiewicz A., 2017: *Oddziaływanie wybranych nawozów dolistnych oraz bioregulatorów wzrostu na plon i jakość ziela majeranku ogrodowego (Origanum majorana L.)*. Agron. Sci., 72(3): 41-49.
- Kužel S., Cígler P., Hrubý M., Vydra J., Pavlíková D., Tlustoš P., 2007: *The effect of simultaneous magnesium application on the biological effects of titanium*. Plant Soil Environ., 53(1): 16-23.
- Lyu S., Wei X., Chen J., Wang C., Wang X., Pan D., 2017: *Titanium as a beneficial element for crop production*. Front Plant Sci., 8: 597.
- Malinowska E., Kalembsa S., 2012: *The yield and content of Ti, Fe, Mn, Cu in celery leaves (Apium graveolens L. Var. Dulcemill. Pers.) as a result of Tytanit application*. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus, 11(1): 69-80.
- Marcinek B., Hetman J., 2007: *Wpływ nawozu Tytanit na poprawę plonowania sparaksisu trójbarwnego uprawianego w gruncie*. Roczn. AR Poznań, Ogrodn., 338(41): 123-127.
- Marcinek B., Hetman J., 2008: *The effect of foliage feeding on the structure of yield, dry weight content and macroelements in the corms of Sparaxis tricolor Ker-Gawl.* Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus, 7(4): 89-99.
- Michalski P., 2008: *The effect of Tytanit on the yield structure and the fruit bsize of strawberry 'Senga Sengana' and 'Elsanta'*. Ann. UMCS, Agric., 63(3): 109-118.
- Ochmian I., Grajkowski J., Skupień K., 2008: *Influence of three biostimulators on growth, yield and fruit chemical composition of 'Polka' raspberry*. [w:] Dąbrowski Z.T. (ed.), Monographs Series: Biostimulators in Modern Agriculture, Fruit Crops, 68-75.
- Ochmian I., Mijowska K., 2015: *Wpływ aplikowanych dolistnie biostymulatorów i środków wapniowych na wzrost krzewów, plonowanie oraz jakość owoców jagody kamczackiej (Lonicera caerulea L.) odmiany Czarna*. Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce – Nauki Przyrodnicze, 132-138.
- Prusiński J., Kaszkowiak E., 2005: *Effect of titanium on yellow lupin yielding (Lupinus luteus L.)*. EJPau, 8(2).
- #36. <http://www.ejpau.media.pl/volume8/issue2/art-36.html> [data dostępu 14.02.2019].
- Radkowski A., Radkowska I., 2010: *Effect of foliar fertilization with tytanit on the dry matter yield and macroelements' content in the meadow sward*. Ecol. Chem. Eng. A, 17(12): 1607-1612.
- Radkowski A., Radkowska I., 2013: *Effect of foliar application of growth biostimulant on quality and nutritive value of meadow sward*. Ecol. Chem. Eng. A, 20(10): 1205-1211.
- Radkowski A., Radkowska I., Lemek T., 2015: *Effects of foliar application of titanium on seed yield in timothy (Phleum pratense L.)*. Ecol. Chem. Eng. S, 22(4): 691-701.
- Serrano M., Martinez-Romero D., Castillo S., Guillén F., Valero D., 2004: *Effect of pre-harvest sprays containing calcium, magnesium and titanium on the quality of peaches and nectarines at harvest and during postharvest storage*. J. Sci. Food Agric., 84: 1270-1276.

- Skupień K., Oszmiański J., 2007: *Influence of titanium treatment on antioxidants content and antioxidant activity of strawberries*. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment., 6(4): 83-94.
- Tlustoš P., Cígler P., Hrubý M., Kužel S., Száková J., Balík J., 2005: *The role of titanium in biomass production and its influence on essential elements' contents in field growing crops*. Plant Soil Environ., 51(1): 19-25.
- Wójcik P., Wójcik M., 2001: *Growth and nutrition of M.26 EMLA apple rootstock as influence by titanium fertilization*. J. Plant Nutr., 24(10): 1575-1588.
- Yildirim E., Dursum A., Guvenc I., Kumlay A.M., 2002: *The effects of different salt, biostimulant and temperature levels on seed germination of some vegetable species*. Acta Hort., 579: 249-253.
- Zajac T., Kulig B., 2001: *Oszacowanie wpływu wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie lnu oleistego w doświadczeniu 3*. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 32(2): 597-608.

Possibilities of using Tytanit in crop production

Summary: Currently, due to an occurrence of many adverse weather phenomena, which are contributing to mechanical damage to plant organs, and impeding their growth, particular attention is paid to better understanding of biostimulants which increase the yielding potential and resistance of plants to stress factors. One of such growth regulator is Tytanit, which contains an easily available form of titanium. Titanium is a microelement which is difficult to be taken up by plants in natural conditions, but it plays an important role in the process of photosynthesis (intensifies the photosynthesis process by increasing the chlorophyll content), which indirectly translates into biomass and yield growth, hence the need to provide titanium in easily available form.

Keywords: biostimulators, Tytanit, crop production, titanium