

BIOSTYMULATORY JAKO CZYNNIK WPLYWAJĄCY NA PLON ZIEMNIAKA JADALNEGO

Iwona Teresa Mystkowska

Katedra Nauk Technicznych, Zakład Rolnictwa, Państwowa Szkoła Wyższa im Papieża Jana Pawła II
ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska
e-mail: imystkowska@op.pl

Streszczenie. Celem badań było określenie wpływu stosowanych biostymulatorów na plon trzech odmian ziemniaka jadalnego. Doświadczenie polowe przeprowadzono w układzie split-plot w trzech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były: I – trzy odmiany ziemniaka jadalnego: Honorata, Jelly, Tajfun, II – pięć rodzajów stosowania biostymulatorów: obiekt kontrolny (bez stosowania biostymulatorów), biostymulator Kelpak SL[®], Titanit[®], GreenOk[®], BrunatneBio Złoto[®]. Zastosowane w doświadczeniu biostymulatory wpływały na zwiększenie plonu (średnio o 1,6 t·ha⁻¹) w porównaniu do poletka kontrolnego. Przy niekorzystnym układzie warunków pogodowych, niesprzyjającym plonowaniu ziemniaków, po zastosowaniu biostymulatorów uzyskano wyższy plon o 1,2 t·ha⁻¹ niż w warunkach korzystnych. Biostymulator BrunatneBio Złoto wpływał istotnie na zwiększenie i strukturę plonu bulw ziemniaka w porównaniu do obiektu kontrolnego. Uprawiane odmiany różniły się pod względem wielkości plonu. Najwyżej plonowała Jelly (średnio 51,05 t·ha⁻¹) i charakteryzowała się większym udziałem w plonie ogólnym bulw dużych niż odmiany Tajfun i Honorata. Największe plony i procentowy udział bulw dużych uzyskano w warunkach pogodowych 2017 roku, a w pozostałych latach plony były średnio o 1,1-1,2 t·ha⁻¹ mniejsze.

Słowa kluczowe: odmiany, ziemniak, biostymulatory, plon bulw

WSTĘP

Celem producentów ziemniaka jadalnego jest uzyskanie wysokiego plonu o dobrej jakości (Nowacki 2006, Zarzecka i Gugala 2006). Do głównych elementów agrotechniki umożliwiających uzyskiwanie wysokich plonów dobrej jakości jest zapewnienie roślinom optymalnych warunków do wzrostu i rozwoju w czasie wegetacji. W tym celu, obok chemicznych środków ochrony roślin, stosuje się preparaty kwalifikowane określane jako regulatory rozwoju roślin lub biostymulatory (Maciejewski i in. 2007), ekstrakty z alg (Dobrzański i in. 2008), szczepionki bakteryjne (Emitazi i in. 2004) czy stymulatory odporności (Koziaara i in. 2006). **Zadaniem biostymulatorów jest**

sterowanie i przyspieszanie procesów życiowych, ochrona roślin przed stresem oraz ułatwianie im regeneracji po stresie i stymulacja rozwoju korzeni, łodyg i liści do bardziej efektywnego wykorzystania warunków środowiskowych (Kozak 2009, Słowiński 2004). Stosowanie biostymulatorów jest skuteczne, gdy rośliny uprawiane są w niekorzystnych warunkach (Harasimowicz-Herman i Borowska 2006, Budzyński i in. 2008). Biostymulator zastosowany w czasie, gdy rośliny są jeszcze zdrowe, powinien zmienić metabolizm w taki sposób, aby stały się one silniejsze i odporniejsze na działanie suszy, spadku temperatur czy wystąpienie patogenu (Czeczko i Mikos-Bielak, 2004). Według Sawickiej i Krochmal-Marczak (2009a, 2009b), Kołodziejczyka (2014) nawożenie dolistne stanowi zabieg interwencyjny i przypisuje mu się rolę zapobiegania obniżenia plonów roślin uprawnych. Ze względu na nieliczne badania dotyczące korzystnego działania biostymulatorów na wielkość plonu bulw ziemniaka podjęto badania mające na celu określenie wpływu biostymulatorów na wielkość plonu oraz udział bulw dużych (o średnicy powyżej 50 mm) w plonie ogólnym, a zmniejszenie udziału bulw drobnych (o średnicy poniżej 35 mm) w plonie ogólnym. W pracy przyjęto hipotezę, która zakłada, że biostymulatory mogą wpływać na zwiększenie plonu oraz wzrost udziału bulw dużych w plonie ogólnym.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2015-2017 w gospodarstwie indywidualnym w miejscowości Międzyrzec Podlaski. Doświadczenie założono w trzech powtórzeniach metodą losowanych podbloków (split-plot), na glebie zaliczanej do kompleksu żyniego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IVa. W poszczególnych latach badań gleby różniły się zawartością materii organicznej oraz przyswajalnych makroelementów. W latach 2015 i 2016 glebę charakteryzował odczyn lekko kwaśny, a w ostatnim roku badań zasadowy. Zawartość materii organicznej wynosiła od 15,0 do 18,7 g·kg⁻¹. Zawartość przyswajalnego fosforu wynosiła 68,6-110 mg P kg⁻¹, potasu 139-149 mg K kg⁻¹, a magnezu 50-55 mg Mg kg⁻¹. Pierwszym czynnikiem były trzy odmiany ziemniaka jadalnego: Honorata, Jelly i Tajfun, a drugim cztery biostymulatory stosowane w trzech terminach (początek kwitnienia, w pełni kwitnienia i po kwitnieniu roślin):

1. obiekt kontrolny – bez stosowania biostymulatorów, opryskiwane wodą destylowaną,

2. biostymulator Kelpak[®] SL (substancja czynna – Ekstrakt z alg *Ecklonia maxima*), zawierający hormony roślinne: auksyny – 11 mg·l⁻¹ i cytokininy – 0,031 mg·l⁻¹, w dawce 0,20 l·ha⁻¹,

3. biostymulator Tytanit[®] (substancja czynna – tytan) w dawce 0,20 l·ha⁻¹,

4. biostymulator GreenOk[®] (substancje czynne – substancje humusowe 20 g·l⁻¹) w dawce 0,20 l·ha⁻¹,

5. biostymulator BrunatneBio Złoto (substancje czynne – hormony roślinne: auksyny – $0,06 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ i cytokininy – $12 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), w dawce $0,20 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Przedplonem pod ziemniak w poszczególnych latach badań była pszenica ozima. Po zbiorze przedplonu wykonywano zespół uprawek późniwnych. Jesienią każdego roku poprzedzającego sadzenie stosowano nawożenie naturalne w postaci obornika w ilości $25,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz nawożenie mineralne fosforowo-potasowe w ilości P – $44,0$ ($100 \text{ P}_2\text{O}_5 \cdot 0,44$) kg / ha (lubofos pod ziemniaki 7%) i K – $124,5$ ($150 \text{ K}_2\text{O} \cdot 0,83$) $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (lubofos pod ziemniaki 25%). Nawozy te przyorano orką przedzimową. Nawozy azotowe wysiewano wiosną w ilości N $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (saletrzak 27%) i wymieszano je z glebą za pomocą kultywatora. Ziemniaki każdego roku sadzono ręcznie pod znacznik w rozstawie $67,5 \times 37 \text{ cm}$, w trzeciej dekadzie kwietnia. Każde poletko stanowiło pięć redlin. Zabiegi uprawowe i pielęgnacyjne wykonywano zgodnie z wymogami poprawnej agrotechniki i założeniami metodycznymi doświadczenia. Zbioru dokonywano w okresie dojrzałości technologicznej bulw, w pierwszej dekadzie września. Podczas zbioru określono plon ogólny bulw oraz pobrano próby bulw z dziesięciu losowo wybranych roślin ziemniaka (z wyłączeniem roślin brzeźnych) w celu określenia struktury plonu (wagowo frakcje bulw poniżej 35 mm , od $36-50$, $50-60$ i powyżej 60 mm).

Warunki klimatyczne panujące w okresach wegetacji ziemniaka przedstawiono w tabeli 1 za pomocą sumy opadów, średniej temperatury powietrza oraz współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa. Podział na 10 klas współczynnika Sielianinowa pozwoliło na wyodrębnienie warunków ekstremalnie suchych i ekstremalnie wilgotnych. Za warunki ekstremalne przyjęto takie wartości współczynnika hydrotermicznego, które mieszczą się w przedziałach niższych od $0,7$, a więc warunki skrajnie suche i bardzo suche oraz wartości powyżej $2,5$ – warunki bardzo wilgotne i skrajnie wilgotne (Skowera i in. 2014). Sezon wegetacyjny 2015 odznacza się średnią temperaturą powietrza $15,2^\circ\text{C}$, większą o $0,2^\circ\text{C}$ od średniej wieloletniej i opadami na poziomie $295,1 \text{ mm}$. Najwyższą średnią temperaturę powietrza odnotowano 2016 roku i wynosiła ona $15,8^\circ\text{C}$, była większa od średniej wieloletniej o $0,8^\circ\text{C}$, natomiast rok ten charakteryzował się najmniejszą ilością opadów – $200,9 \text{ mm}$, mniejszą o $134,5 \text{ mm}$ od sumy wieloletniej, a ich rozkład był niekorzystny dla wzrostu i rozwoju ziemniaka. Najwyższą ilość opadów odnotowano w sezonie wegetacyjnym 2017 – $325,4 \text{ mm}$ i najniższą średnią temperaturę powietrza $-14,6^\circ\text{C}$, a współczynnik hydrotermiczny wahał się w granicach od $0,47$ do $3,82$. Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, a najmniejszą istotną różnicę obliczono przy użyciu testu Tukeya przy poziomie istotności $p = 0,05$ pomiędzy porównywanymi średnimi.

Tabela 1. Warunki pogodowe podczas wegetacji ziemniaka (2015-2017)
Table 1. Weather conditions during potato vegetation (2015-2017)

Lata / Years	Miesiące / Months						Średnia / Suma Mean / Sum
	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	
Temperatura powietrza / Air temperature (°C)							
2015	8,2	12,3	16,5	18,7	21,0	14,5	15,2
2016	9,1	15,1	18,4	19,1	18,0	14,9	15,8
2017	6,9	13,9	17,8	16,9	18,4	13,9	14,6
Średnia wieloletnia Multiyear mean (1987-2000)	8,0	13,5	17,0	19,7	18,5	13,5	15,0
Opady / Rainfalls (mm)							
2015	30,0	100,2	43,3	62,6	11,9	47,1	295,1
2016	28,7	54,8	36,9	35,2	31,7	13,6	200,9
2017	59,6	49,5	57,9	23,6	54,7	80,1	325,4
Suma wieloletnia Multiyear sum (1987-2000)	33,6	58,3	59,6	57,5	59,9	42,3	335,4
Współczynnik hydrotermiczny Sielianałowa / Sielianałov's hydrothermic coefficient							
2015	1,35	2,91	0,84	1,20	0,20	1,20	1,30
2016	1,08	1,47	0,72	0,64	0,62	0,28	0,80
2017	3,82	1,52	1,07	0,47	1,01	1,92	1,63

Wartość współczynnika / Coefficient value (Skowera i in. 2014): $\leq 0,40$ – skrajnie suchy / extremely dry; $0,4 < K \leq 0,7$ – bardzo suchy / very dry; $0,70 < K \leq 1,0$ – suchy / dry; $1,0 < K \leq 1,3$ – dość suchy / rather dry; $1,3 < K \leq 1,6$ – optymalny / optimal; $1,6 < K \leq 2,0$ – umiarkowanie wilgotny / rather humid; $2,0 < K \leq 2,5$ – wilgotny / wet; $2,5 < K \leq 3,0$ – bardzo wilgotny / very humid; $K > 3,0$ – skrajnie wilgotny / extremely humid

WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono istotny wpływ odmian, rodzaje stosowania biostymulatorów, a także warunków pogodowych w latach badań na plon ogólny bulw ziemniaka jadalnego (tab. 2). Z uprawianych w doświadczeniu odmian najwyższą plonowała Jelly (średnio $51,05 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), która wydała istotnie większy plon niż odmiany Honorata i Tajfun (odpowiednio o $10,15$ i $8,45 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Uzyskane wyniki badań własnych potwierdziły doniesienia Kołodziejczyka i in. (2007), Nowackiego (2006), Pszczółkowskiego i Sawickiej (2018), Urbanowicza (2010), Zarzyńskiej i Goliszewskiego (2006) oraz Zarzeckiej i in. (2013), którzy wykazali, że plon bulw uzależniony był od odmiany.

Tabela 2. Plon ogólny bulw ziemniaka ($t \cdot ha^{-1}$)
Table 2. Total yield of potato tubers ($t \cdot ha^{-1}$)

Obiekty / Treatments	Odmiany / Cultivars			Lata / Years			Średnio Mean
	Honorata	Jelly	Tajfun	2015	2016	2017	
Obiekt kontrolny / control treatment	39,4	50,1	41,4	43,1	43,2	44,6	43,6
Kelpak SL	40,7	50,8	42,3	44,7	44,0	45,1	44,6
Tytanit	40,8	51,1	43,0	44,7	44,5	45,7	45,0
GreenOK	41,2	51,4	42,9	44,7	44,7	46,0	45,2
BrunatneBio Złoto	42,3	51,8	43,3	45,2	45,8	46,5	45,8
Średnio / Mean	40,9	51,1	42,6	44,5	44,4	45,6	44,8
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}							
lata / years							0,390
odmiany / cultivars							0,390
obiekty / treatments							0,206
lata x odmiany / years x cultivars							0,517
lata x obiekty / years x treatments							0,357
odmiany x obiekty / cultivars x treatments							0,305
lata x odmiany x obiekty / years x cultivars x treatments							0,528

Analizując wpływ sposobów stosowania biostymulatorów na plon ogólny bulw ziemniaka, stwierdzono, że największą masę bulw zebrano z obiektu 5, na którym aplikowano biostymulator BrunatneBio Złoto i wynosiła ona średnio $45,8 t \cdot ha^{-1}$. W pozostałych wariantach (1-4) plony bulw były mniejsze. Najmniejszy plon otrzymano z obiektu kontrolnego (średnio $43,6$). Wzrost plonu ogólnego ziemniaka pod wpływem zastosowania biostymulatorów wynosił od $1,0$ do $1,6 t \cdot ha^{-1}$, w stosunku do plonu zebranego z obiektu kontrolnego. Mikos-Bielak i Czecko (2002) również zaobserwowały korzystny wpływ biostymulatora Asahi SL na plon ziemniaka. W badaniach Erlichowskiego (2005), Erlichowskiego i Pawińskiej (2003) oraz Matysiak i Adamczewskiego (2010) stwierdzono wzrost plonu ziemniaka po zastosowaniu regulatora wzrostu Kelpak SL. Według Matysiak i Adamczewskiego (2005, 2006) oraz Matysiak i in. (2011) biostymulatory Asahi SL i Kelpak SL wpływały na zwiększenie plonu, wybrane cechy jakościowe i ilościowe pszenicy jarej, ziemniaka i rzepaku ozimego.

Plonowanie ziemniaka zależało także od przebiegu warunków atmosferycznych w latach badań. Największy średni plon ogólny ($45,6 t \cdot ha^{-1}$) uzyskano w 2017 roku, który charakteryzował się największymi opadami – $325,4$ mm. i najniższą średnią temperaturą powietrza – $14,6^{\circ}C$. Mniejsze plony otrzymano w 2015 i 2016 roku (średnio $44,5$ i $44,4 t \cdot ha^{-1}$), w których warunki pogodowe podczas wegetacji były bardzo zróżnicowane zarówno pod względem wilgotnościowym, jak i termicznym. Sezon wegetacyjny 2015 odznaczał się średnią temperaturą powietrza $15,2^{\circ}C$, wyższą o $0,2^{\circ}C$ od średniej wieloletniej i opadami na poziomie $295,1$ mm, natomiast w 2016 roku odnotowano najwyższą średnią temperaturę powietrza i wynosiła ona $15,8^{\circ}C$, i najniższą ilość opadów – $200,9$ mm. Podczas wzrostu i rozwoju roślin ziemniaka – od kwietnia do września, miesiące były na przemian szczególnie

wilgotne, przeciętne, skrajnie suche lub suche, a temperatury powietrza podlegały dużym wahaniom (tab. 1). Analiza wariancji wykazała istotną interakcję pomiędzy latami i badanymi odmianami, co świadczy o zróżnicowanej reakcji odmian na warunki pogodowe. W korzystnym roku 2017, odmiany Honorata i Tajfun plonowały niżej niż Jelly. Natomiast w pozostałych latach odmiany Honorata i Tajfun wydały plony zbliżonej wielkości. Wykazano również istotną współzależność pomiędzy latami, a sposobami stosowania biostymulatorów, która potwierdza zróżnicowany wpływ stosowanych preparatów w badanych sezonach na wielkość plonu ogólnego bulw. W prowadzonych badaniach stwierdzono, że zarówno ilość opadów, jak i ich rozkład decydowały o wielkości plonu bulw. Największy plon ogólny uzyskano w roku o korzystnych warunkach wilgotnościowo-termicznych, a najmniejszy w roku, w którym miesiące były na przemian skrajnie suche lub szczególnie wilgotne. Zdaniem Gugały i in. (2013), Kołodziejczyka i in. (2007), Sekutowskiego i Badowskiego (2010) oraz Zarzeckiej i in. (2013) warunki klimatyczne i glebowe miały bardzo duży wpływ na wielkość i jakość plonu bulw, a najkorzystniejszy dla jego gromadzenia okazał się rok o małej ilości opadów oraz wyższej od przeciętnej średniej temperaturze powietrza.

Udział plonu bulw dużych w plonie ogólnym u badanych odmian był zbliżony, ale największym udziałem odznaczała się odmiana Jelly, mniejszym Tajfun, a najmniejszym Honorata (tab. 3). Udowodnili to w swoich badaniach Turska i in. (2009), stwierdzając, że strukturę plonu modyfikują cechy genetyczne odmian. Sposoby aplikacji biostymulatorów oddziaływały korzystnie na udział plonu bulw dużych, a największy udział procentowy odnotowano na obiekcie 5., na którym stosowano biostymulator BrunatneBio Złoto w dawce $0,20 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Matysiak i Adamczewski (2010) udowodnili w swoich badaniach, że dolistne dokarmianie biostymulatorami zwiększa udział bulw dużych (o średnicy powyżej 60 mm) w plonie nawet o 45% w stosunku do obiektu kontrolnego. Najmniejszy procentowy udział bulw dużych odnotowano na obiekcie kontrolnym, na którym nie aplikowano biostymulatorów. Zmienne warunki meteorologiczne występujące w latach badań różnicowały plon bulw dużych. Największy procent bulw dużych uzyskano w 2017 roku, w którym opady i temperatury powietrza sprzyjały rozwojowi i plonowaniu ziemniaka, natomiast najmniejszy odnotowano w 2016 roku, który odznaczał się nierównomiernie rozłożonymi opadami i wyższymi temperaturami. Wyniki te wskazują, że warunki pogodowe panujące podczas wegetacji w większym stopniu decydowały o gromadzeniu plonu niż właściwości odmianowe i aplikowanie biostymulatorów, co potwierdzają badania Sawickiej (1989). Zdaniem Sawickiej i Pszczółkowskiego (2004) stosowanie preparatów biostymulujących w korzystnych sezonach wegetacyjnych wpływa pozytywnie na plonowanie roślin. Wysoki poziom opadów w lipcu i sierpniu może zwiększyć liczbę bulw dużych. Gawęda (2008) w swoich badaniach odnotowała największy udział bulw frakcji o średnicy powyżej 6 cm w roku charakteryzującym się

dużą ilością opadów. Gugala i in. (2010) wykazali natomiast, że w latach suchych rośliny ziemniaka wytworzyły więcej bulw małych. Kalbarczyk (2004) stwierdził, iż w kształtowaniu struktury plonu bulw ziemniaka w warunkach północno-wschodniej Polski większe znaczenie ma wpływ warunków wilgotnościowych niż termicznych. Badania własne dowiodły, że większe i dobrze rozłożone opady oraz wyższe temperatury powietrza korzystnie wpływają na działanie biostymulatorów.

Tabela 3. Udział plonu bulw dużych w plonie ogólnym bulw ziemniaka (%)
Table 3. Share of large tubers in total yield of potato tubers (%)

Obiekty / Treatments	Odmiany / Cultivars			Lata / Years			Średnio / Mean
	Honorata	Jelly	Tajfun	2015	2016	2017	
Obiekt kontrolny / control treatment	61,05	72,32	69,06	67,14	48,42	68,08	77,21
Kelpak SL	74,29	75,07	72,31	69,92	61,69	84,16	87,49
Tytanit	76,94	79,55	78,24	77,09	78,18	87,26	95,45
GreenOK	68,25	73,78	73,13	79,58	69,59	88,15	90,50
BrunatneBio Złoto	77,10	79,59	78,44	79,9	86,80	89,16	98,20
Średnio / Mean	71,53	76,06	74,27	74,73	68,94	83,36	89,77

WNIOSKI

1. Uprawiane odmiany różniły się pod względem wielkości plonu i udziału bulw dużych w plonie ogólnym. Najwyżej plonowała Jelly i charakteryzowała się większym udziałem bulw dużych niż Tajfun i Honorata.
2. Biostymulator BrunatneBio Złoto istotnie zwiększał plon ogólny i udział bulw dużych ziemniaka w porównaniu do obiektu kontrolnego.
3. Największe plony ziemniaka i udział bulw dużych w plonie otrzymano w korzystnych warunkach pogodowych 2017 roku, istotnie mniejsze w pozostałych latach badań.

PIŚMIENNICTWO

- Budzyński W., Dubis B., Jankowski A., 2008. Response of Winter oilseed rape to the biostimulator Asahi SL applied in spring. Monographs series: Biostimulators in modern agriculture, Field Crop. Wieś Jutra, 47-55.
- Czeczko R., Mikos-Bielak M., 2004. Effects of Asahi bio-stimulator application in the cultivation of different vegetable species. Annales UMCS E, Agricultura 59(3), 1073-1079.
- Dobrzański A., Anyszka Z., Elkner K., 2008. Reakcja marchwi na ekstrakty pochodzenia naturalnego z alg z rodzaju *Sargassum* – Algaminoplant i z leonardytu. Humiplant. J. Res. App. Agric Eng., 53(3), 53-58.
- Emitazi G., Nader A., Etemadifar Z., 2004. Effect of nitrogen fixing bacteria on growth of potato tubers. Adn. Food Sci., 26(2), 56-58.
- Erlichowski T., 2005. Wpływ zastosowania regulatorów rozwoju roślin na cechy jakościowe i plonowanie ziemniaka. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin. 45(2), 645-649.

- Erlichowski T., Pawińska M., 2003. Biologiczna ocena preparatu Kelpak w ziemniaku. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 43(2), 606-609.
- Gawęda D., 2008. Plonowanie ziemniaka w warunkach zróżnicowanej uprawy roli. *Acta Agroph.*, 11(3), 623-632.
- Gugała M., Zarzecka K., Mystkowska I., 2010. Występowanie wad bulw ziemniaka w warunkach stosowania insektycydów nowej generacji. *Biul. IHAR* 257/258, 103-109.
- Gugała M., Zarzecka K., Sikorska A., 2013a. Ocena skuteczności działania herbicydów i ich wpływ na plon handlowy ziemniaka. *Biul. IHAR*, 270, 75-84.
- Harasimowicz-Herman G., Borowska M., 2006. Efekty działania biostymulatora Asahi SL w uprawie rzepaku ozimego w zależności od warunków pluwiotermicznych. *Rośliny Oleiste*, 27(1), 95-106.
- Kalbarczyk R., 2004. Czynniki agrometeorologiczne a plony ziemniaka w różnych rejonach Polski. *Acta Agroph.*, 4(2), 339-350.
- Kołodziejczyk M., 2014. Effect of nitrogen fertilization and microbial preparations on potato yielding. *Plant Soil Environ.*, 60(8), 379-386, doi:10.17221/7565-PSE
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kielbasa S., 2007. Plonowanie oraz skład chemiczny bulw ziemniaka w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *Fragm. Agron.*, 2(94), 142-150.
- Kozak M., 2009. Biostymulator, dobry wybór. *Agrotechnika*, 3, 61-62.
- Koziara W., Sulewska H., Panasiewicz K., 2006. Efekty stosowania stymulatorów odporności w wybranych roślinach rolniczych. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 51(2), 82-87.
- Maciejewski T., Szukała J., Jarosz A., 2007. Wpływ biostymulatora Asahi SL i Atonik SL na cechy jakościowe bulw ziemniaków. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 52(3), 109-112.
- Matysiak K., Adamczewski K., 2005. Ocena działania regulatorów wzrostu w rzepaku ozimym. *Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Roślin*, 45(2), 898-902.
- Matysiak K., Adamczewski K., 2006. Wpływ bioregulatora Kelpak na plonowanie roślin uprawnych. *Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Roślin*, 46(2), 102-108.
- Matysiak K., Adamczewski K., 2010. Wpływ regulatora wzrostu i rozwoju roślin Moddus 250 EC, Kelpak SL, Algaminoplant, Humiplant i Yeald Plus na plonowanie i wielkość bulw ziemniaka. *Ziemniak Polski*, 1, 28-33.
- Matysiak K., Adamczewski K., Kaczmarek S., 2011. Wpływ biostymulatora Asahi SL na plonowanie i wybrane cechy ilościowe i jakościowe niektórych roślin rolniczych uprawianych w warunkach Wielkopolski. *Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Roślin*, 51(4), 1849-1857.
- Mikos-Bielak M., Czeczko R., 2002. Analiza możliwości zastosowania stymulatora wzrostu Atonik-Asahi w uprawie ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489, 157-164.
- Nowacki W., 2006. Udział plonu handlowego w plonie ogólnym jadalnych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 511, 429-439.
- Pszczółkowski P., Sawicka B., 2018. The effect of application of biopreparations and fungicides on the yield and selected parameters of seed value of seed potatoes. *Acta Agroph.*, 25(2), 239-255, doi:10.31545/aagr/93104
- Sawicka B., 1989. Wpływ niektórych czynników siedliskowych i agrotechnicznych na kształtowanie się plonu ziemniaka. *Rocz. Nauk. Rol. A*, 108(2), 27-43.
- Sawicka B., Krochmal-Marczak B., 2009a. Efekty łącznego stosowania nawozów dolistnych i bioregulatorów wzrostu w uprawie nowych odmian ziemniaka. *Annales UMCS*, E-64(2), 29-38, doi:10.2478/v10081-009-0015-z
- Sawicka B., Krochmal-Marczak B., 2009b. Wpływ stosowania nawozu dolistnego Insol 7 i bioregulatora Asahi SL na zdrowotność bulw kilku odmian ziemniaka. *Annales UMCS*, s. E: Agricultura, 64(2), 29-38.

- Sawicka B., Pszczółkowski P., 2004. Fenotypowa zmienność struktury plonu odmian ziemniaków w warunkach środkowo-wschodniej Polski. *Biul. IHAR*, 232, 53-66.
- Sekutowski T., Badowski M., 2010. Wpływ zachwaszczenia, warunków meteorologicznych i ochrony herbicydowej na plon i poszczególne frakcje bulw ziemniaka. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 50(3), 1390-1394.
- Skowera B., Kocpińska J., Kopeć B., 2014. Changes in thermal and precipitation conditions in Poland in 1971-2010. *Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. SGGW, Land Reclam.*, 46(2), 153-162, doi:10.2478/ssgw-2014-0013
- Słowiński A., 2004. Biostymulatory w nowoczesnej uprawie roślin. *Nauka i Praktyka*, 3(68), 25-26.
- Turska E., Wielogórska G., Rymuza K., 2009. Oddziaływanie wybranych czynników agrotechnicznych na jakość bulw ziemniaków. *Fragm. Agron.*, 26(93), 156-161.
- Urbanowicz J., 2010. Reakcja odmian ziemniaka na stosowane herbicydy. *Ziemniak Polski*, 2, 31-34.
- Zarzecka K., Gugala M., 2006. Porównanie różnych sposobów odchwaszczania plantacji ziemniaka. *Pam. Puł.*, 142, 607-615.
- Zarzecka K., Gugala M., Dołęga H., 2013. Regulacja stopnia zachwaszczenia ziemniaka z zastosowaniem herbicydów. *Biul. IHAR*, 267, 113-119.
- Zarzyńska K., Goliszewski W., 2006. Uprawa ziemniaka w systemie ekologicznym i integrowanym a jakość plonu bulw. *Pam. Puł.*, 142, 617-626.

BIOSTIMULATORS AS A FACTOR AFFECTING THE YIELD OF EDIBLE POTATO

Iwona Teresa Mystkowska

Institute of Technical Sciences, Department of Agriculture
Pope John Paul II State School of Higher Education
ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska, Poland
e-mail: imystkowska@op.pl

Abstract. The aim of the study was to determine the effect of biostimulators on the yield of three edible potato varieties. The field experiment was carried out in a split-plot design with three replicates. The examined factors were: I – three varieties of edible potato: Honorata, Jelly, Tajfun, and II – five ways of using biostimulators: control (without biostimulators), Kelpak SL[®] biostimulator, Titanit[®], GreenOk[®], BrunatneBio Złoto[®]. The biostimulators used in the experiment caused an increase of yields (on average by 1.6 t ha⁻¹) in comparison to the control plot. With unfavourable weather conditions, unfavourable for the yielding of potatoes, after the application of the biostimulators a higher yield was obtained, by 1.2 t ha⁻¹, than in favourable weather conditions. The biostimulator BrunatneBio Złoto caused a significant increase in the yield and had an effect on the structure of potato tuber yield in comparison to the control treatment. The varieties grown differed in terms of the level of yields. Variety Jelly produced the highest yield (an average of 51.05 t ha⁻¹) and was characterised by a higher share of large tubers in the total yield of tubers than varieties Tajfun and Honorata. The highest yields and percentage share of large bulbs were obtained in weather conditions of 2017, and in other years yields were lower, on average by 1.1-1.2 t ha⁻¹.

Key words: potato, cultivars, biostimulators, yield of tubers