
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LX

SECTIO E

2005

Katedra Chemii, Akademia Rolnicza w Lublinie
ul. Akademicka 13, 20–950 Lublin, Poland

Maria Mikos-Bielak

Egzogenne regulatory wzrostu w uprawie ziemniaka

Exogenous growth regulators in potato cultivation

ABSTRACT. The potential possibilities of potato crop planning are stated by specialists to be 75–80 t ha⁻¹. However, potato cultivation on light soil of rye complex (exposed to many stressful factors which make accomplishment of physiological processes on the level of potential possibilities of this species impossible and as a result potato crop) does not exceed 20 t ha⁻¹ in Poland. The underestimated factors enabling more effective exploitation of the production potential of this plant are its exogenous growth regulators which are rarely used. Growth and development regulation can be used in different stages of potato production and storage. This paper is a review of the own and other authors' research, whose subject are effects obtained by the use of growth regulators in potato cultivation. It was shown that the active substances belonging to various groups of compounds affecting the metabolic processes in plants not only increase the crops but also modify their chemical composition and even the shape of bulbs in accordance with the processing industry requirements. During growth they immunize plants against low temperatures, drought and diseases. During bulb storage they prevent premature germination.

KEY WORDS: exogenous growth regulators, crop, bulb, chemical composition, immunity from diseases, storage.

Grupa związków organicznych zaliczanych do regulatorów wzrostu bierze udział w rozwoju roślin na wszystkich jego etapach od kiełkowania nasion poprzez wzrost wegetatywny, różnicowanie i organogenezę, indukcję i powstawanie kwiatów, embriogenezę, owocowanie, dojrzewanie do starzenia i śmierci rośliny włącznie. Wykazano również ich udział w aktywacji enzymów, regulacji

poziomu niektórych metabolitów, a także ekspresji szeregu genów. Uzasadniona jest więc opinia, że regulacja hormonalna zajmuje jedno z centralnych miejsc w całokształcie procesów determinujących rozwój rośliny i jej reakcje na bodźce pochodzące ze środowiska [Kasperska 1995; Lewak 1995].

Endogenne regulatory wzrostu, zwane także fitohormonami, stanowi pięć grup związków organicznych o różnej budowie, ale o wspólnej właściwości – aktywności biologicznej. Są to: auksyny, gibereliny, cytokininy, kwas absycynowy i etylen. Każda z tych grup odpowiada za stymulację specyficznych procesów życiowych i funkcji rośliny. Niektóre z tych efektów nakładają się na siebie stymulująco, a inne antagonistycznie.

Spośród wszystkich substancji uczestniczących w regulacji procesów wzrostu i rozwoju roślin regulatory wzrostu wyróżniają określone cechy: związki te występują w bardzo niskich stężeniach, wykazując aktywność biologiczną; są obecne we wszystkich roślinach; miejsce ich syntezy w roślinie różni się od miejsca fizjologicznej aktywności.

To ostatnie stwierdzenie pozwoliło na podjęcie badań nad egzogennym zastosowaniem syntetycznych regulatorów. Ich cechą wspólną z endogennymi hormonami jest określona aktywność biologiczna przy bardzo niskim stężeniu. Często aktywność ta sprowadza się do stymulacji biosyntezy hormonów endogennych. Substancje syntetyczne regulujące wzrost i rozwój roślin zastosowane w wyższych stężeniach działają na rośliny niszcząco, tak jak herbicydy. Dlatego przy doborze substancji aktywnej biologicznie bardzo ważne są badania określające dokładnie granice stężeń, w których działają one korzystnie na wzrost i rozwój roślin.

UDZIAŁ SYNTETYCZNYCH REGULATORÓW W KSZTAŁTOWANIU WIELKOŚCI I STRUKTURY PŁONU

Z praktycznego punktu widzenia w produkcji ziemniaka największe znaczenie mogą mieć regulatory wzrostu, powodujące zwiększenie plonu suchej masy i skrobi oraz liczby bulw o określonym kalibrze, a także takie, które zwiększają odporność roślin na niesprzyjające warunki (susza, niskie temperatury) lub porażenie chorobami.

Zwiększenie plonu bulw można uzyskać poprzez: zwiększenie liczby łodyg, np. przez przyspieszenie kiełkowania i wschodów; zwiększenie powierzchni asymilacyjnej całej rośliny; pobudzając wczesny rozwój części nadziemnej roślin do stanu szybkiego pokrycia gleby, a następnie hamując ten rozwój, co w efekcie prowadzi do zwiększenia odpływu asymilatów do bulw; pobudzając rozwój stolanów i przyspieszając wiązanie bulw.

Badając wpływ syntetycznych regulatorów wzrostu Mivalu (s. a 1 chlorometylosilatran) i Potejtinu (s. a mieszanina soli N tlenku 2,6 dimetylopirydyny i kwasu bursztynowego) na wzrost i plonowanie 37 odmian ziemniaka, Sawicka [1994a] oraz Sawicka i Kościelecka [1999] wykazały, że oba regulatory, stymulujące procesy zawiązywania bulw, przyczyniły się do zwiększenia udziału bulw handlowych w plonie ogólnym. Mival powodował wzrost plonu ogólnego średnio o 18,8%, a Potejtin o 14,2% [Sawicka 2000]. Autorki te stwierdziły również, że Mival przyczyniał się do wydłużenia okresu od sadzenia do pełni wschodów i od sadzenia do pełni zasychania roślin. Natomiast Potejtin u większości badanych odmian skracał czas kwitnienia roślin, a wydłużał okres od sadzenia do pełni zasychania roślin. W badaniach Djakowa i in. (1990) Mival zwiększał plony ziemniaka w środkowej Rosji o około 38%, a Potejtin w badaniach ukraińskich poprawiał plonowanie ziemniaka o 4–34% w zależności od warunków środowiskowych [Vakulenko i Kaliakina 1991; Ponomarenko i in. 1992]. Efektywność Potejtinu w stymulacji procesu zawiązywania bulw była większa w sprzyjających warunkach atmosferycznych. W badaniach Sawickiej [2000] Mival obniżał masę bulw drobnych o średnicy do 4 cm, a zwiększał w plonie udział bulw o kalibrze większym od 5 cm. Natomiast Potejtin zwiększał generalnie udział bulw średnich (Φ 4–5 cm). Badania van Ittersuma [1992] z kwasem giberelinowym oraz Djakowa i in. (1990) z Mivalem również dowodzą, że egzogenne regulatory wzrostu na ogół zwiększają masę bulw średnich. Van Ittersum [1992] stwierdził, że u odmian o długim okresie tuberyzacji regulatory wzrostu stymulują tworzenie dodatkowych miejsc tuberyzacji. Podobnym działaniem tłumaczy Sawicka [2000] efekt zwiększania plonu ogólnego i plonu sadzeniaków przez Mival i Potejtin, głównie w grupie odmian późnych.

Lis i Wierzajska-Bujakowska [1995] stosowały w uprawie ziemniaka odmiany Heban Stymulen, Kwartazynę i Łajmę i nie stwierdziły ich korzystnego wpływu ani na rozwój części nadziemnej, ani na plonowanie, ani na zawartość suchej masy czy skrobi. Badania prowadzone z tymi regulatorami na Litwie i Białorusi wskazywały na podwyższenie plonu bulw i zawartości skrobi [Kazakowa 1988; Novickene 1988; Merkis i in. 1990; Vadeneev i in. 1992]. Łajma ponadto zwiększała powierzchnię asymilacyjną i rozgałęzienie łodyg oraz pobudzała formowanie stolanów. Kwartazyna obok zwiększenia powierzchni asymilacyjnej przyspieszała tuberyzację i zwiększała odporność na fitoflorę.

Mikos-Bielak i Sawicka [1996], stosując Kwartazynę (1 kg ha^{-1}) w doświadczeniach z trzema wczesnymi odmianami ziemniaka uprawianymi na glebie lekkiej, stwierdziły, że zastosowanie jej do oprysku naci przed kwitnieniem zwiększało plon ogólny o 9,5%, a plon handlowy o 9,7%. Mival i Moddus 250 ME zastosowane przez Sawicką [2000] w uprawie pięciu odmian ziemniaków o różnej wczesności zwiększały plon ogólny i handlowy, przy czym efektywniej-

sze pod tym względem było stosowanie regulatorów do oprysku sadzeniaków niż naci przed kwitnieniem. Natomiast plon sadzeniaków i ich udział w plonie zależał nie tylko od rodzaju regulatora, ale i od terminu stosowania. Mival zwiększał plon sadzeniaków, gdy aplikowano go na bulwy przed sadzeniem, a Moddus 250 ME, gdy stosowano go do oprysku naci przed kwitnieniem. Oba te preparaty zwiększały też średnią masę bulw, ale Mival był pod tym względem efektywniejszy. Zarówno więc Mivalem, jak i Moddusem 250 ME można regulować plon sadzeniaków, stosując je w odpowiednim terminie.

Nowym stymulatorem wzrostu, dostępnym na polskim rynku, jest Atonik, którego skład chemiczny opracowany został w japońskiej firmie Asahi. Jego substancję aktywną stanowi mieszanina soli sodowych 5-nitroguajakolanu oraz orto- i paranitrofenoli. Składniki preparatu w roślinach są przetwarzane do substancji stymulujących mechanizmy wzmacniające ściany komórkowe, zwiększając tym samym odporność roślin na niesprzyjające warunki środowiska. Stymulują one również działanie auksyn oraz aktywność reduktazy azotanowej i fosfatazy tyrozynowej. Ta ostatnia odgrywa z kolei kluczową rolę w regulacji kanałów jonowych oraz przyspiesza przepływ cytoplazmy i asymilatów z liści do organów generatywnych i zapasowych [Koupril 1996; Panajatov 1997a, 1997b]. Mikos-Bielak i Czeczko [2002] oceniały efektywność stosowania Atoniku w uprawie ziemniaka odmiany Ania. Autorki stwierdziły, że jednokrotny oprysk naci przed kwitnieniem 0,1% roztworem tego preparatu zwiększał plon ogólny o około 14%. Poprawiał też plon handlowy, zwiększając udział bulw dużych o około 30%. Dwukrotne stosowanie oprysku na nać (przed kwitnieniem i w pełni kwitnienia) było mniej efektywne – dawało tylko 8%wyżkę plonu ogólnego i handlowego. Należałoby przebadać jego działanie na większej grupie odmian o różnej wczesności. Adamczewski i Praczyk [1997] stosując Ergostim w uprawie ziemniaka wykazali, że preparat ten może korzystnie wpływać na wysokość plonów zarówno sam, jak i łącznie z herbicydem Sencor. Wzrost plonów wynosił 27–32%. Autorzy ci badali również możliwość wykorzystania w uprawie ziemniaka innych regulatorów, takich jak Paclobutrazol sam, a także w mieszaninie z Triapentenolem i Sencorem. Mimo dobrych efektów mało realne wydaje się zastosowanie tych związków w uprawie ziemniaka, głównie ze względu na zbyt wolny rozkład Paclobutrazolu. Podobny los spotkał wcześniej CCC (s. a chlerek chloromekwatu), który ograniczając rozwój łątów ziemniaczanych zwiększał plon bulw. Jednak jego akumulacja w bulwach i wolny rozkład powodowały, że sadzeniaki z plantacji z CCC wydawały skarłone rośliny o niskim plonie [Wooley 1982].

REGULATORY WZROSTU A ZDROWOTNOŚĆ ROŚLIN I BULW

Słabo poznana jest rola regulatorów wzrostu w kształtowaniu zdrowotności roślin. Według Tjutereva i in. [1979] główną rolę w odporności roślin na grzyby patogeniczne odgrywają fitoaleksyny. Opryskiwanie sadzeniaków lub roślin ziemniaka w czasie wegetacji preparatami aktywnymi biologicznie powinno zwiększać zawartość fitoaleksyn, a to wpływa na mechanizmy odpornościowe roślin.

Sawicka [1994 b] przeprowadziła obserwacje dotyczące zmienności pojawiania się i szerzenia *Phytophthora infestans* na uprawach ziemniaka, na których stosowano Mival i Potejtin. Oba te regulatory opóźniały wybuch epidemii i hamowały tempo szerzenia się patogenu. Korzystniejsze efekty uzyskano stosując Mival szczególnie na odmiany średniowczesne i średniopóźne. Autorka ta oceniała też porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces sp.*) i *Rhizoctonia solani* [Sawicka 1999a, 1999b, 1999c] w aspekcie stosowania Mivalu, Potejtinu i Moddusa 250 ME. Wszystkie wymienione regulatory zwiększały nasilenie zainfekowania bulw *Streptomyces sp.* Reakcja ta była większa w latach niedoboru wody, głównie w okresie tuberyzacji i zawiązywania bulw. Nasilenie zanieczyszczenia sklerocjami *Rhizoctonia solani* z kombinacji z Mivalem lub Potejtinem zależne było od odmiany i terminu stosowania regulatora, a także od wielkości opadów pod koniec wegetacji – wysokie opady w tym okresie zwiększały stopień porażenia. Aplikacja regulatorów na nać przed kwitnieniem była tu zabiegiem korzystniejszym niż opryskiwanie sadzeniaków. Spostrzeżenie to potwierdza teorię Tjutereva i in. [1979]. Do podobnego wniosku doszedł Chekurov [1990], który stosując kwas giberelinowy stwierdził, że preparat ten użyty do oprysku naci lepiej kontroluje rozwój septerioz, alternarioz i zarazy ziemniaka niż stosowany na sadzeniaki.

MODYFIKACJA SKŁADU CHEMICZNEGO BULW PRZEZ REGULATORY WZROSTU

Do pełnej charakterystyki działania regulatorów wzrostu, obok oceny agrotechnicznej, w tym głównie ich wpływu na plon, niezbędna jest analiza chemicznej jakości plonów, gdyż od niej zależy przydatność bulw do konsumpcji bezpośredniej, przetwórstwa, ona też decyduje o wielkości ubytków podczas przechowywania.

Najczęściej ocenianymi składnikami bulw ziemniaka jest zawartość suchej masy i skrobi. Wieloletnie badania prowadzone z 30 odmianami ziemniaka przez Mazurczyka [1994] wykazały, że sucha masa i skrobia należą do najbardziej stabilnych cech i są kształtowane głównie przez czynniki genetyczne, a w

znacznie mniejszym stopniu przez warunki środowiska, takie jak np. wielkość opadów w okresie wegetacji.

W licznych badaniach z regulatorami wzrostu wykazano, że na ogół zwiększają one zarówno zawartość suchej masy, jak i skrobi w bulwach ziemniaka. Nie zawsze wzrost ten był istotny statystycznie. Lis i Wierzajska-Bujakowska [1995] stwierdziły tendencje ich wzrostu w bulwach pochodzących z upraw z Łajmą, Kwartazyną i Stymulenem, Sawicka i Mikos-Bielak [1996] w badaniach z Kwartazyną, Rudzińska-Mękal [2000] w bulwach z Mivalem i Moddusem 250 ME, a Mikos-Bielak i Czeczko [2002] w badaniach bulw z Atonikiem. Natomiast istotny statystycznie był wzrost suchej masy i skrobi w bulwach z Potejtinem u Vakulenki i Kaliakiny [1991], Panomarenki i in. [1992]. Mikos-Bielak i in. [1999c] stwierdzili również, że Potejtin zwiększał suchą masę bulw 22 odmian ziemniaka, a zawartość skrobi u 25 z przebadanych 37 odmian. Mniej efektywny był pod tym względem Mival, który zwiększał zawartość tych składników w bulwach mniej więcej u połowy z przebadanych 37 odmian [Mikos-Bielak i in. 1999d]. Wzrost zawartości skrobi dochodził do 20–24%, a suchej masy do około 20%. W bulwach niektórych odmian odnotowano spadek zawartości zarówno suchej masy, jak i skrobi po zastosowaniu tych regulatorów. Były to na ogół odmiany stare, obecnie wycofane z rejestru upraw.

Mikos-Bielak i in. [1999c, 1999d] zmienność zawartości skrobi w bulwach ziemniaka przeanalizowały na tle zmienności innych cukrowców. Zauważono, że u większości odmian wraz ze wzrostem zawartości skrobi w bulwach wzrasta też zawartość cukrów redukujących i rozpuszczalnych ogółem, w tym sacharozy. Wskazywałoby to na wzrost wydajności fotosyntetycznej oraz transportu asymilatów z części nadziemnej do bulw. Biosynteza skrobi warunkowana jest przez szereg enzymów aktywowanych między innymi przez potas, a Mikos-Bielak i Sawicka [1999a] stwierdziły, że w bulwach z Potejtinem i Mivalem zawartość potasu na ogół wzrastała. W badaniach Rudzińskiej-Mękal [2000] Mival, a zwłaszcza Moddus 250 ME zwiększały zawartość skrobi o 1,5–3,3%, ale zawartość sacharozy wzrastała w tych bulwach o 10–18%, a cukrów redukujących aż o 21–26%. Wskazuje to jednoznacznie na hamowanie biosyntezy oligo i polisacharydów, a za jego przyczynę można uznać spadek koncentracji potasu w bulwach, głównie w kombinacjach z Moddusem 250 ME. Inne regulatory, takie jak Kwartazyna czy Atonik, nie zmieniały w zasadzie koncentracji skrobi i cukrów redukujących w bulwach ziemniaka, zwiększała się jedynie zawartość sacharozy we frakcji cukrów rozpuszczalnych ogółem [Mikos-Bielak, Sawicka 1996; Mikos-Bielak, Czeczko 2002]. Analizy zmienności pozostałych składników bulw w badaniach z regulatorami podejmowane są bardzo rzadko.

Innym ważnym składnikiem bulw ziemniaka jest witamina C, której zawartość waha się w zakresie 100–400 mg w kilogramie świeżej masy bulw. Ziemniaki w Polsce uważane są za jedno z najważniejszych źródeł tej witaminy w żywności. Bardzo dobrze byłoby, gdyby regulatory wzrostu zwiększające plonowanie roślin zwiększały również zawartość witaminy C w tych plonach. Do takich regulatorów wzrostu można zaliczyć Mival i Potejtin, gdyż stosowane w uprawie dużej grupy odmian na ogół zwiększały koncentrację tej witaminy w bulwach około 20–24 odmian z przeanalizowanych 37. Wzrost ten w bulwach niektórych odmian polskich i holenderskich przekraczał 20% w stosunku do jej koncentracji w bulwach kontrolnych [Mikos-Bielak i in. 1999 c i 1999 d]. Odmiany badane przez Rudzińską-Mękal [2000] należały do grupy odmian, u których Mival obniżał zawartość witaminy C w bulwach, niezależnie od terminu i sposobu jego stosowania. Działanie Moddusa 250 ME na koncentrację witaminy C zależne było od warunków klimatycznych i od sposobu stosowania. Gdy zastosowano go do oprysku naci, to zwiększał jej koncentrację w bulwach, a gdy na sadzeniaki, to zawartość witaminy C obniżała się. Natomiast Atonik to biostymulator, który zastosowany zarówno w uprawie ziemniaka, jak i selera czy pomidora zawsze obniżał zawartość witaminy C w plonach. Jedynie gdy stosowano go w uprawie pora, zawartość witaminy C zwiększała się zarówno w liściach, jak i cebuli [Czeczko 2001]. Można więc sądzić, że Atonik nie tyle hamuje biosyntezę witaminy C, co jej transport do organów generatywnych i zapasowych. Spadek zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka odnotowano też w badaniach z Kwartazyną [Mikos-Bielak, Sawicka 1996].

Następną ważną grupę związków znajdujących się w bulwach ziemniaka stanowią związki fenolowe. Są one przyczyną ciemnienia miąższu zarówno bulw surowych, jak i gotowanych, choć mechanizm tych reakcji jest zupełnie inny. Ciemnienie bulw surowych następuje na skutek enzymatycznego utlenienia związków fenolowych do grupy związków o zabarwieniu czerwono-brunatnym. Natomiast za ciemnienie miąższu bulw gotowanych odpowiedzialny jest kompleks żelaza z kwasem chlorogenowym, zaliczanym do polifenoli. Reakcja ta możliwa jest dopiero po ugotowaniu, gdyż w surowych bulwach zarówno żelazo, jak i związki fenolowe zablokowane są w innych układach.

Regulatory wzrostu, będące aktywatorami jednych procesów, a inhibitorami innych, wpływają również na zawartość związków fenolowych w bulwach ziemniaka i ich przemiany związane z ciemnieniem [Mikos-Bielak, Sawicka 1996; Mikos-Bielak i in. 1999c, 1999d; Sawicka i in. 2000; Rudzińska-Mękal 2000; Mikos-Bielak, Czeczko 2002]. Stosowane przez wymienionych autorów regulatory wzrostu (Mival, Potejtin, Moddus 250 ME, Atonik) na ogół zwiększały zawartość związków fenolowych w bulwach jak też związane z tym skłonno-

ści do ciemnienia bulw surowych i gotowanych. Ilościowy efekt zwiększenia związków fenolowych zależny był od odmiany i sposobu stosowania regulatora.

Problem zawartości związków fenolowych w bulwach ziemniaka w aspekcie ich powiązania z regulatorami wzrostu stanowi pionierskie badania grupy polskich naukowców z Lublina.

PRZYSPIESZENIE DOJRZEWANIA BULW

Przy zbiorze kombajnowym ziemniaka wskazane jest, aby bulwy były w pełni dojrzałe, ponieważ niedorośnięte ulegają większym uszkodzeniom. Przy koszeniu łętów następuje utrata znacznych ilości substancji odżywczych, które pod koniec dojrzewania fizjologicznego zdążą przemieścić się do bulw. Dlatego wskazane jest traktowanie roślin przed zbiorem desykantami, powodującymi szybkie zamieranie liści i osuszanie łętów. Bardzo dobrym preparatem stosowanym w tym celu okazał się Etefon, który dzięki powstającemu z niego etylenowi przyspiesza procesy starzenia liści i łodyg, umożliwiając przemieszczenie resztek substancji odżywczych do bulw. Jednocześnie nagromadza się tam sam Etefon, przedłużający okres spoczynku bulw [Muromcew i in. 1987]. Etefon może też być stosowany wcześniej niż przed zbiorem – już w drugiej połowie lata w celu zahamowania wzrostu części nadziemnej. Powoduje to lepszy wzrost bulw. Etefon stosuje się głównie na plantacjach sadzeniaków w formie 0,02% roztworu, pozwala to na kontrolowany wzrost bulw [Muromcew i in. 1987].

KONTROLA PORASTANIA BULW

Stymulacja porastania bulw kontrolowana jest głównie w krajach o ciepłym klimacie, gdzie istnieje możliwość dwukrotnego zbioru ziemniaka w roku. W takich warunkach należy maksymalnie skrócić okres spoczynku bulw. Bardzo przydatny do tego celu okazał się kwas giberelinowy, sam a jeszcze lepiej w mieszaninie z tiomocznikiem. Dla odmian o krótkim okresie spoczynku bulwy bezpośrednio po zbiorze moczy się przez 30 minut w roztworze zawierającym 1 mg/l gibereliny i 20 mg/l tiomocznika, a dla odmian o dłuższym okresie spoczynku zwiększa się tylko stężenie gibereliny do 2 mg/l i czas moczenia do jednej godziny. Bezpośrednio po zabiegu bulwy wysadza się. W efekcie ziemniaki lepiej kiełkują, wzrasta liczba kiełkujących oczek, szybciej następują wschody, a rośliny lepiej rosną [Muromcew i in. 1987].

REGULATORY W PRZECHOWALNICTWIE BULW

Przyczyną przedwczesnego porostania bulw mogą być nieodpowiednie warunki przechowywania, prowadzące do wcześniejszego rozkładu kwasu abscyzynowego, stanowiącego endogenny inhibitor kiełkowania oczek. Już w latach trzydziestych XX w. stosowano w tym celu kwas indoliloctowy, a niebawem okazało się, że jeszcze lepsze wyniki można osiągnąć stosując kwas α -naftylooctowy i jego sole lub dodatek eteru metylowego tego kwasu. Zużycie kwasu wynosiło około 3 kg na tonę bulw [Muromcev i in. 1987]. Można też stosować w tym celu hydrazyd kwasu maleinowego, który kumuluje się głównie w oczkach i skórce. Oprysk hydrazydem kwasu maleinowego można przeprowadzać już na 15–20 dni przed zbiorem, kiedy liście są jeszcze zielone. Preparat ten stosowany jest głównie na plantacjach sadzeniaków, a raczej niewskazany jest w ochronie bulw przeznaczonych do konsumpcji, mimo że pozostałości hydrazydu są usuwane wraz ze skórką podczas obierania. Występuje on w preparatach Fosar 80SG i Elouh 39EC. Jego zużycie wynosi 2,5 kg/t bulw [Jankiewicz i in. 1997]. W ostatnich latach w celu wydłużenia spoczynku bulw najczęściej stosowany jest Etefon w formie 0,5% roztworu. Zużycie preparatu wynosi 2 l/t bulw. Jego zaletą jest to, że jednocześnie zmniejsza straty powstające na skutek chorób przechowalniczych. Mechanizm wydłużania spoczynku przez Etefon różni się od innych preparatów tym, że powstający przy jego rozkładzie etylen hamuje podziały komórkowe. Może być stosowany na rośliny dwa tygodnie przed zbiorem lub do opryskiwania bulw po zbiorze. Równie korzystne jest stosowanie preparatu Stop Kiełek 01DP (s.a. chloroprofarm). Według Gąsiorowskiej [1999] preparat ten nie tylko opóźnia kiełkowanie, ale zmniejsza ubytki suchej masy skrobi i witaminy C w bulwach podczas przechowywania. Piasecki i in. [1999] w swoich badaniach stosowali z dobrym skutkiem naturalne komponenty inhibujące kiełkowanie, a zawarte w olejkach eterycznych kopru, cebuli i mięty. Z badań Sawickiej [1999d] wynika, że również Mival i Potejtin stosowane głównie do oprysku sadzeniaków poprawiają trwałość przechowalniczą bulw, zmniejszając ubytki masy powodowane transpiracją i oddychaniem, a także ubytki spowodowane zakażeniem bulw suchą zgnilizną.

WNIOSKI

1. Egzogenne stosowane w uprawie ziemniaka syntetyczne regulatory wzrostu korzystnie modyfikują: wzrost i rozwój roślin; zwiększają plon bulw i poprawiają jego strukturę; stosowane do oprysku naci kontrolują rozwój septerioz, alternarioz i zarazy ziemniaka; przyspieszając dojrzewanie bulw późno wiąza-

nych, zmniejszają ich uszkodzenie podczas zbioru; zwiększają zawartość suchej masy, skrobi i innych cukrowców w bulwach; hamując kiełkowanie i porastanie bulw poprawiają ich właściwości przechowalnicze i zmniejszają straty suchej masy i skrobi podczas przechowywania.

2. Do efektów niekorzystnych można zaliczyć: obniżenie zawartości witaminy C, a zwiększenie zawartości związków fenolowych, przez co powodują zwiększenie ciemnienia bulw surowych i gotowanych.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Praczyk T. 1997. Regulatory roślinne w rolnictwie. [W:] Regulatory wzrostu i rozwoju roślin. PWN, Warszawa, cz. II, 167–187.
- Chekurov V.V. 1990. Efektimost giberelinowej Kisloty na rozvitije rasprastranijanie patogenov. *Zasčita Rast. Moskwa* 2, 24–25.
- Czeczko R. 2001. Wpływ Atoniku-Asahi syntetycznego stymulatora wzrostu i plonowania na chemiczną jakość plonów wybranych gatunków warzyw. *Maszyn. Praca dokt. Wydz. Rol. AR w Lublinie*, 1–120.
- Djakov V. M., Korzinnikov S., Matyčenko V. V. 1990. Ekologičeskie bezvrednyje regulatory rosta Mival i Krezacin. *Reg. Rosta Rast. Agropromizdat Moskwa*, 52–61.
- Gąsiorowska B. 1999. Wpływ preparatu Stop – Kielk 01DP na zmiany jakościowe bulw ziemniaka przechowywanych w przechowalni. *Mat. Konf. Nauk. „Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość”*. IHAR Radzików 23–25. 02. 1999, 197–199.
- Jankiewicz L., Adamczewski K., Basak A., Bojarczuk K., Chałupka W., Heller K., Górecki R., Grzesik M., Lis Z., Nowak J., Oleszek W., Orlikowska T., Praczyk T., Wysocka-Owczarek M. 1997. Regulatory wzrostu i rozwoju roślin, praca zbior. cz. II Zastosowanie w ogrodnictwie, rolnictwie, leśnictwie i w kulturach tkanek. PWN, Warszawa 1–284.
- Kasperska A. 1995. Udział hormonów roślinnych w odpowiedzi roślin na stresowe czynniki środowiska. *Kosmos* 44(3–4), 623–637.
- Kazakova V.N. 1988. Opracowanie zasad praktycznego zastosowania regulatorów wzrostu i rozwoju roślin. *Mat. Symp. Effektivnost ispolzowanija regulatorow rosta rastenij w selskom chozjajstwie*. Zaborów, Polska.
- Koupril S. 1996. Effect of growth regulator Atonik on some apple cultivars – effect on the shoots growth. *Zahradnictwo Hort. Sci.* 23 (4), 121–127.
- Lewak S. 1995. Hormony roślinne kierunki badań ostatniego dziesięciolecia. *Kosmos* 44(3–4), 601–622.
- Lis B., Wierzajska-Bujakowska A. 1995. Wpływ regulatorów wzrostu Stymulen, Kwartazyna i Łajma na plonowanie ziemniaka odmiany Heban. *Pestycydy* 1, 39–43.
- Mazurczyk W. 1994. Skład chemiczny dojrzałych 30 odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziem.* 37, 55–62.
- Merkis A.J., Novickene L.L., Deeva V.P., Kazakova V.N. 1990. Effektivnošt preparata Łajma kak regulatora rosta i klubnieobrazovanija kartofela. *Reg. Rosta Rast. Izol. Nauka, Moskwa*, 68–73.
- Mikos-Bielak M., Sawicka B. 1996. The effect of kwartazine application on potato crop and quality. *Proceed. All. Rus. Conf. Plant yield process control under regulated conditions*. St. Petersburg 7–11. 10. 1996. *Agrophys. Sci. Res. Inst.* 44–46.

- Mikos-Bielak M., Sawicka B. 1999a. Analiza czynników modyfikujących zawartość potasu, azotu, wapnia i fosforu w bulwach ziemniaka. Mat. Konf. Nauk. „Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość”. IHAR Radzików 23–25. 02. 1999, 217–220.
- Mikos-Bielak M., Michałek W. 1999b. Zmiany zawartości barwników asymilacyjnych i aktywności fotosyntetycznej liści ogórka i ziemniaka traktowanych Atonikiem. Mat. Konf. Nauk. „Hodowla roślin ogrodniczych u progu XXI w.” AR Lublin 3–4. 02. 1999, 23–26
- Mikos-Bielak M., Sawicka B., Czeczko R., Rudzińska B. 1999c. Syntetyczne regulatory wzrostu w uprawie ziemniaka. Cz. I Wpływ Potejtinu na wybrane składniki chemiczne bulw różnych odmian ziemniaka. Annales UMCS. Sec. EEE, 7, 81–90.
- Mikos-Bielak M., Sawicka B., Czeczko R., Rudzińska B. 1999d. Syntetyczne regulatory wzrostu w uprawie ziemniaka. Cz. II Wpływ Mivalu na wybrane składniki chemiczne bulw kilkudziesięciu odmian ziemniaka. Annales UMCS. Sec. EEE, 7, 91–99.
- Mikos-Bielak M., Czeczko R. 2002. Analiza możliwości zastosowania stymulatora wzrostu Atonik-Asahi w uprawie ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489, 157–164.
- Muromcew G.S., Czkanikow D.I., Kułajewa O.N, Gamburg K.Z. 1987. Osnovy chemiczeskoj regulacji rosta i produktiwnosti rastjenij. Moskva VD „Agropromizdat”, 146–153.
- Panajatov N.D. 1997a. Sweet pepper response to the application of the plant growth regulator Atonik. Proceed. of the First Balkan Symp. on Vegetabl. and Potat. 1, 197–202.
- Panajatov N.D. 1997b. The effect of plant growth regulator Atonik on the yield and quality of the reproduced seeds of sweet pepper. Proceed. of the First Balkan Symp. on Vegetabl. and Potat., 2, 757–762.
- Piasecki M., Gumienna M., Gruchała L. 1999. Wpływ naturalnych inhibitorów kiełkowania na jakość i przydatność technologiczną ziemniaków. Mat. Konf. Nauk. „Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość”. IHAR Radzików 23–25. 02. 1999, 199–2002.
- Ponomarenko S.P., Nikolaenko T.K., Petrenko V.S., Karabanov Y.K., Vakulenko Y.Y. 1992. Potejtina regulator of potato growth. Plan growth regulators. Ukrain. Acad. Sci. edd. Bumazhnyi, Kiev, 129–143.
- Rudzińska-Mękal B. 2000. Modyfikacja składu chemicznego bulw ziemniaka przez syntetyczne regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME. Maszyn. Prac. doktor. Wydz. Rol. AR w Lublinie, 1–137.
- Sawicka B. 1994a. Gospodarczy efekt stosowania regulatorów wzrostu w uprawie 37 odmian ziemniaka. Pestycydy 3, 1–12.
- Sawicka B. 1994b. Zmienność pojawiania się i szerzenia *Phytophthora infestans* Mont de Bary w warunkach stosowania dwóch regulatorów wzrostu. Pestycydy 3, 13–23.
- Sawicka B. 1999a. Effects of growth regulators Mival and Potejtin application in potato cultivation. Part I “Influence of growth regulators on incidence of common scab (*Streptomyces sp*)”. Ann. Of Agric. Sci. series E – Plant Protection, 28, ½, 43–54.
- Sawicka B. 1999b. Effects of growth regulators Mival and Potejtin application in potato cultivation. Part II “The influence of growth regulators on incidence of *Rhizoctonia solani* sclerotia bearing tubers”. Ann. of Agric. Sci. series E – Plant Protection, 28, ½, 55–66.
- Sawicka B. 1999c. Wpływ stosowania syntetycznych regulatorów wzrostu Mival i Moddus w uprawie ziemniaka na zainfekowanie bulw *Streptomyces sp* i *Rhizoctonia solani*. Progress in Plant Protection – Postępy w Ochronie Roślin 39 (2), 616–620.

- Sawicka B. 1999d. Effects of growth regulators Mival and Potejtin application in potato cultivation . Part III. The influence of growth regulators on storage losses of tubers. Ann. of Agric. Sci. series E – Plant Protection, 28, ½, 67–79.
- Sawicka B. 2000. Regulatory wzrostu Mival i Potejtin w uprawie ziemniaka. Cz. II Wpływ regulatorów na plon i jego strukturę. Biul. IHAR 213, 61–74.
- Sawicka B., Kościelecka D. 1999. Regulatory wzrostu Mival i Potejtin w uprawie ziemniaka. Cz. I. Wpływ regulatorów na wzrost i rozwój roślin. Biul. IHAR 212, 141–149.
- Sawicka B., Kościelecka D., Pszczółkowski P. 2000. Regulatory wzrostu Mival i Potejtin w uprawie ziemniaka. Cz. III. Wpływ regulatorów na ciemnienie bulw surowych i gotowanych. Biul. IHAR, 214, 201–212.
- Tjuterev L.S., Tariakowskij S.A., Melojan V.V. 1979. Vlijaniye niekotojrych fungicidov i biologičeski aktivnych veščestv na inducirovannyj *Phytophthora infestans* biosintez fitoaleksinov v klubnjach kartofelja. Dokl. Vsesojuz. Acad. Sel. Choz. Nauk 9, 18–21.
- Vadeneev A.N., Deeva V.P., Sańko N.Y. 1992. Quartazina highly effective regulator of plant growth and development. Plant growth regulators Ukr. Acad. Of Sci. add. Bumoahnyj, Kiev 5, 92–104.
- Vakulenko V.N., Kaliakina T.A. 1991. Rezultaty gosudarstviennyh ispytanij regulatora rosta rastenij Potejtina na kartofele C. I. N. A. O. Kiev, 1–16.
- Van Ittersum M. K. 1992. Dormacy and growth vigor of seed potatoes. Doctoral Thesis, Inst. Agric. Vageningen.
- Woolley E.W. 1992. The role of growth regulators in arable farming. Proc. British Crop Prot. – Weeds Confer., 547–555.