

BARBARA SAWICKAKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Syntetyczne regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME w uprawie ziemniaka

Część III. Wpływ regulatorów wzrostu na ciemnienie miąższu bulw surowych i gotowanych

The synthetic growth regulators Mival and Moddus 250 ME in potato cultivation Part III. The influence of growth regulators on darkening of raw and cooked tubers

Wyniki badań oparto na doświadczeniu polowym przeprowadzonym w Parczewie w latach 1993–1995 na glebie o składzie piasku gliniastego lekkiego. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków, w 3 powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były regulatory wzrostu: Mival — w stężeniu 0,05%; Moddus 250 ME — w stężeniu 0,2%; obiekt kontrolny z wodą destylowaną. Czynnikiem II rzędu stanowiły terminy stosowania regulatorów wzrostu: przed sadzeniem i przed kwitnieniem. Czynnikiem III rzędu było 5 odmian ziemniaka: Drop (bardzo wczesna), Perkoz (wczesna), Irga (średnio wczesna), Grot (średnio późna), Elba (późna). Nawożenie mineralne i organiczne było na stałym poziomie w ilości: 100 kg N, 100 kg P₂O₅, 150 kg K₂O i 250 dt·ha⁻¹ obornika. Wyniki badań wskazywały na większe ciemnienie części stolonowej niż wierzchołkowej bulw. Odmiany ziemniaka różnie reagowały na wniesione regulatory wzrostu.

Słowa kluczowe: ciemnienie bulw, odmiany, regulatory wzrostu, terminy stosowania, ziemniak

The study results were based on a field experiment carried out in Parczew in the years 1993–1995 on a soil of light loamy sand composition. The experiment was designed as sub-blocks, with three replications. Sub-blocks of the first class were growth regulators: Mival — in concentration 0,05%; Moddus 250 ME — in concentration 0,2% and distilled water as control; the second class sub-blocs were made by two dates of application of the growth regulators: before planting and before flowering; the third class sub-blocs were composed of five potato cultivars: Drop (very early), Perkoz (early), Irga (middle early), Grot (middle late), Elba (late). Full manuring and uniform mineral fertilization was applied in the amounts: 100 kg N, 100 kg P₂O₅, 150 kg K₂O and 250 dt·ha⁻¹ farm manure. The investigation revealed a more intense darkening in the stolon part than in the apical part of a tuber. The examined varieties responded differently to the growth regulators application.

Key words: cultivars, darkening of tubers, date of application, growth regulators, potato

WSTĘP

Ciemnienie miąższu bulw surowych i gotowanych jest cechą niepożądaną w ziemniakach przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji i przetwórstwa spożywczego. Ciemnienie miąższu bulw surowych występuje na skutek enzymatycznego utleniania tyrozyny, co objawia się czerwono-brunatnym zabarwieniem (Mapson i in., 1963; Swiniarski, 1968). Spowodowane jest to działaniem enzymu oksydazy polifenolowej, która przy udziale tlenu atmosferycznego utlenia związki fenolowe zawarte w bulwie, głównie aminokwas tyrozynę i kwasy fenolowe. W obecności kwasu askorbinowego reakcja ulega zahamowaniu, gdyż chinony redukują się wówczas do dwufenolu (Mapson i in., 1963; Silva i in., 1991). Przede wszystkim na tę cechę wpływają cechy genetyczne odmian, warunki atmosferyczne, zasobność gleb w składniki pokarmowe oraz czynniki agrotechniczne, takie jak: podkietkowanie, nawożenie, pielęgnacja (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 1985; Sawicka, 1991; Sawicka i Diallo, 1997; Sawicka i in., 1999). Barwę miąższu bulw ugotowanych można uszeregować od naturalnej białej lub żółtej poprzez ciemnoszarą do prawie czarnej. Ponowne ich ogrzewanie powoduje zanik ciemnienia, które znów występuje po ochłodzeniu (Swiniarski, 1968; Silva i in., 1991). Pogorszenie barwy gotowanego ziemniaka można zauważyć dopiero przed konsumpcją. W sprzedaży rynkowej, ten rodzaj ciemnienia jest szczególnie widoczny w gotowych konserwach, sałatkach i innych gotowych produktach przetwórstwa ziemniaczanego. Ciemnienie to jest skutkiem reakcji chemicznych. Generalnie uważa się, że pigment odpowiedzialny za ciemnienie miąższu bulw gotowanych (ACD) jest kompleksem utworzonym w reakcji o-dihydrofenoli i żelaza (Hughes i in., 1962; Swiniarski, 1968; Eldrege i in., 1996). W bulwach ugotowanych wolny jon Fe^{++} zostaje utleniony do żelaza trójwartościowego, które reaguje z uwolnionym w czasie gotowania kwasem chlorogenowym i daje ciemne zabarwienie miąższu. Ciemnieniu przeciwdziałają występujące w bulwach kwasy organiczne, a zwłaszcza kwas cytrynowy, który wiąże się z jonami żelaza w bezbarwne kompleksy. Szybkość i wynik reakcji zależy od pH bulwy (wzrost pH powoduje większe ciemnienie) (Mann i Lambert, 1989; Silva i in., 1991; Eldrege i in., 1996). Na ciemnienie miąższu bulw ugotowanych wpływa ponadto zawartość azotu w bulwie, co połączone jest ze zmniejszeniem zawartości popiołu, potasu i kwasu cytrynowego (Swiniarski, 1968, Silva i in., 1991). Synteza tych związków w bulwie ziemniaka jest uzależniona od czynników edaficznych, takich jak: typ i rodzaj gleby, nawożenie, warunki meteorologiczne okresu wegetacji (Swiniarski, 1968; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 1985; Sawicka 1991). Przypuszcza się, że stosowanie regulatorów wzrostu w uprawie ziemniaka może wywierać również pewien wpływ na ciemnienie miąższu bulw jako, że związki te mogą być aktywatorami lub inhibitorami procesów wzrostu i rozwoju roślin (Voronkov i in., 1982; Amrein i in., 1989; Djakov i in., 1990; Mikos-Bielak i in., 1993, 1999; Rudzińska i Mikos-Bielak, 1999; Rudzińska-Mękal, 2000; Sawicka, 2000). Jak dotąd znane są jedynie wyniki badań Sawickiej i wsp. (1999) nad wpływem preparatów Mival i Potejtin, wniesionych przed sadzeniem, na ciemnienie miąższu bulw 37 odmian ziemniaka. Obecnie zdecydowana większość tych odmian została wykreślona z rejestru odmian oryginalnych, stąd też dalsze prace nad zastosowaniem

regulatorów wzrostu, zwłaszcza w przypadku jadalnych, zrejonizowanych odmian są konieczne, gdyż zdaniem wielu autorów (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 1985; Mikos-Bielak i in., 1999; Sawicka, 1991; Sawicka i in., 1997, 1999) reakcja wielu cech jakościowych ziemniaka na nie związana jest z cechami odmianowymi. Ponadto ważny jest termin wniesienia regulatorów wzrostu. Badania Rudzińskiej-Mękal (2000) oraz Sawickiej (2000) wskazują na taką potrzebę. Stąd też w pracy przeanalizowano efekty oddziaływania syntetycznych regulatorów wzrostu Mival i Moddus 250 ME, stosowanych w dwóch terminach, na ciemnienie miąższu bulw surowych i gotowanych kilku wybranych odmian ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Badania oparto na wynikach doświadczenia polowego, przeprowadzonego w latach 1993–1995 na glebie piaszczysto-gliniastej w Parczewie, które założono metodą losowanych podbloków w 3 powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były regulatory wzrostu: Mival — w stężeniu 0,05%; Moddus 250 ME — w stężeniu 0,2%; obiekt kontrolny z wodą destylowaną. Czynnikiem II rzędu stanowiły terminy stosowania regulatorów wzrostu: przed sadzeniem i przed kwitnieniem. Czynnikiem III rzędu było 5 odmian ziemniaka: Drop (bardzo wczesna), Perkoz (wczesna), Irga (średnio wczesna), Grot (średnio późna), Elba (późna). Warunki prowadzenia doświadczenia i charakterystykę badanych regulatorów wzrostu podano w części I pracy (Sawicka, 2000). Zbiór ziemniaka przeprowadzono w okresie dojrzałości technicznej bulw. Do oznaczeń laboratoryjnych pobrano w czasie zbioru po 20 bulw średniej wielkości, niezazielenionych i nieuszkodzonych z każdego poletka. Ocenę ciemnienia miąższu bulw surowych wykonano na ich przekroju podłużnym po 10 minutach i po 1 godzinie od przecięcia, opierając się na 9° skali europejskiej. Ocenę ciemnienia miąższu bulw gotowanych przeprowadzono oddzielnie dla części stolonowej i wierzchołkowej bulw po 10 minutach i 2 godzinach od ugotowania, stosując 9°, barwną skalę duńską. Wyniki badań opracowano statystycznie, wykonując analizy wariancji badanych cech. Istotność źródeł zmienności testowano testem „F”-Fishera-Snedecora, a oceny istotności różnic pomiędzy porównywanymi średnimi dokonano za pomocą wielokrotnych przedziałów ufności Tukeya.

Przebieg warunków w latach badań był zmienny. Rok 1993 był chłodny i obfity w opady. Rok 1994 był ciepły i suchy, zaś rok 1995 można określić jako posuszny (rys. 1).

WYNIKI

Ciemnienie miąższu bulw surowych

Ocena barwy miąższu bulw surowych wykazała istotny wpływ regulatorów wzrostu na ich zabarwienie, ale tylko po 10 minutach od ich przekrojenia (tab. 1). W przypadku stosowania regulatorów wzrostu Mival, jak i Moddus 250 ME obserwowano tendencję do pojaśnienia miąższu bulw, w porównaniu z obiektem kontrolnym.

Zastosowanie regulatorów wzrostu, w odniesieniu do miąższu bulw surowych, ocenianych po 1 godzinie od przekrojenia, wywarło odmienny wpływ na badane odmiany

(tab. 2). Bardzo wczesna Drop wykazała korzystne zmiany, w postaci pojaśnienia miąższu, na preparat Mival; wczesna Perkoz reagowała ujemnie na ten regulator wzrostu; miąższ średnio wczesnej odmiany Irga pociemniał pod działaniem preparatu Moddus 250 ME, zaś późne odmiany: Grot i Elba nie wykazały istotnych zmian pod wpływem obu regulatorów wzrostu.

Tabela 1

Ciemnienie miąższu bulw surowych po przekrojeniu w skali 9°
The darkening of raw tuber flesh after cutting in the 9° scale

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Odmiany Varieties					Średnia Mean
		Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz	
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	8,9	8,8	8,8	8,8	8,6	8,8
	Moddus	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
	obiekt kontrolny control object	8,7	8,8	8,6	8,8	8,6	8,7
	NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$			n*			0,1
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
	przed kwitnieniem before flowering	8,8	8,8	8,7	8,8	8,5	8,7
	NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$			n*			0,1
Lata Years	1993	8,7	8,8	8,6	8,7	8,6	8,6
	1994	8,8	8,8	8,8	8,9	8,7	8,8
	1995	8,9	8,8	8,8	8,8	8,7	8,8
	NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$			n			0,1
	średnia — mean	8,8	8,8	8,7	8,8	8,7	8,8
	NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$			n*			

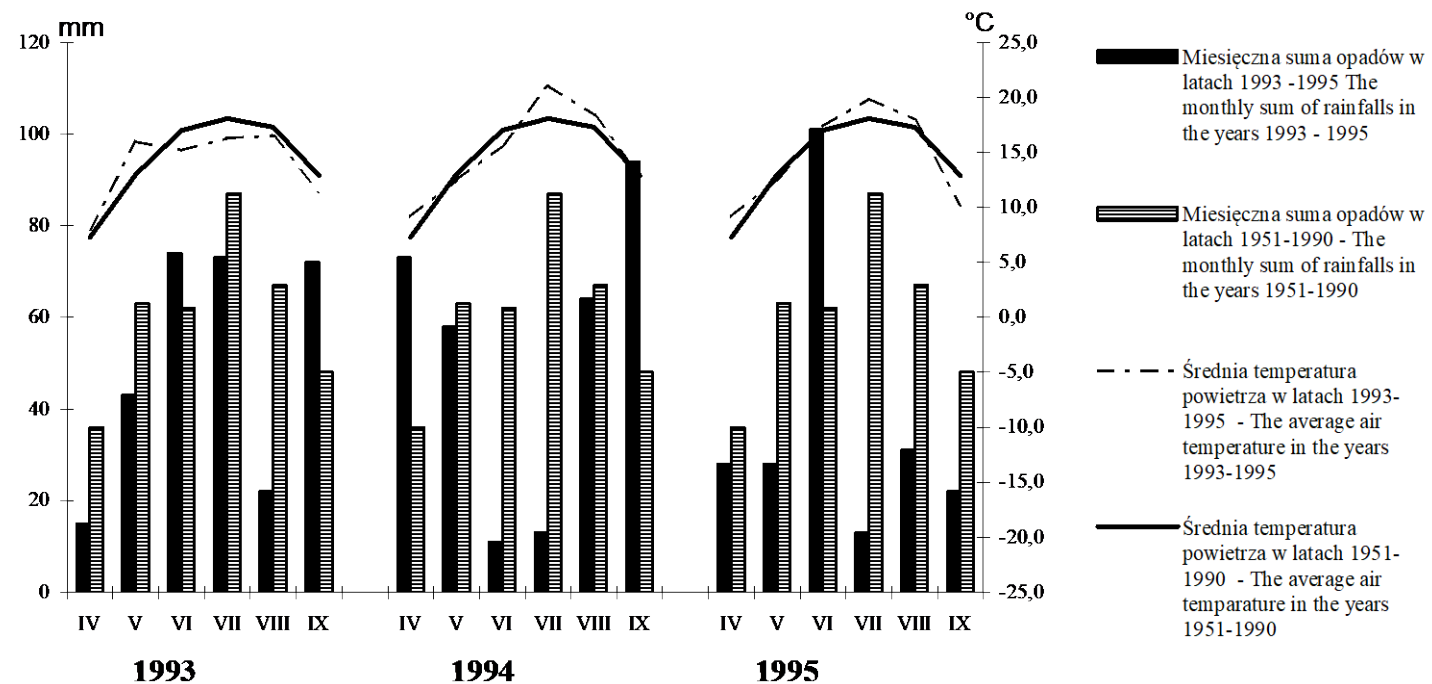
* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$ * Not significant at $\alpha \leq 0,05$

Tabela 2

Ciemnienie miąższu bulw surowych po 1 godzinie w skali 9°
The darkening of raw tuber flesh after 1 hour in the 9° scale

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Odmiany Varieties					Średnia Mean
		Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz	
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	8,2	8,2	8,2	8,2	7,7	8,1
	Moddus	8,0	8,2	8,1	8,1	8,0	8,1
	obiekt kontrolny control object	7,9	8,2	8,1	8,4	8,0	8,1
	NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$			0,3			n*
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	8,1	8,2	8,2	8,3	8,0	8,2
	przed kwitnieniem before flowering	8,0	8,2	8,1	8,1	7,9	8,1
	NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$			n			0,1
Lata Years	1993	7,7	8,1	7,7	8,1	7,7	7,9
	1994	8,1	8,4	8,4	8,3	8,0	8,2
	1995	8,3	8,1	8,3	8,2	8,0	8,2
	NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	n					0,1
	średnia — mean	8,0	8,2	8,1	8,2	7,9	8,1
	NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$			0,2			

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$ * Not significant at $\alpha \leq 0,05$



Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w okresie wegetacji ziemniaka w latach 1993–1995 wg stacji IMGW we Włodawie
 Fig. 1. Rainfalls and air temperature during potato vegetation period in the years 1993–1995, according to IMGW at Włodawa

Ciemnienie miąższu bulw surowych po 10 minutach i 1 godzinie od przekrojenia zależało od oddziaływania warunków atmosferycznych na rozwój roślin, traktowanych regulatorami wzrostu (tab. 3). W optymalnym w opady 1993 roku jaśniejszą barwę miąższu zaobserwowano w obiektach z regulatorami wzrostu w porównaniu z obiektem kontrolnym; przy czym w przypadku bulw ocenianych po 1 godzinie istotnie jaśniejszą barwę stwierdzono tylko w obiekcie z preparatem Moddus 250 ME. W skrajnie suchym 1994 roku ten sam preparat przyczynił się do pociemnienia miąższu ocenianego po 1 godzinie, zaś w posuszonym, 1995 roku intensywność ciemnienia miąższu była jednakowa we wszystkich obiektach.

Tabela 3

Wpływ lat i regulatorów wzrostu na ciemnienie miąższu bulw surowych w skali 9°
The influence of the years and growth regulators on the darkening of raw tubers flesh in the 9° scale

Regulatory wzrostu Growth regulators	Ciemnienie miąższu po przekrojeniu The darkening of tubers flesh after cutting			Ciemnienie miąższu bulw po 1 godzinie The darkening of tubers flesh after 1 hour		
	Lata Years					
	1993	1994	1995	1993	1994	1995
Mival	8,7	8,8	8,8	7,9	8,3	8,2
Moddus	8,7	8,8	8,8	8,0	8,1	8,2
Obiekt kontrolny Control object	8,5	8,8	8,8	7,8	8,3	8,2
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	0,2			0,2		

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Not significant at $\alpha \leq 0.05$

Stosowanie regulatorów wzrostu przed sadzeniem na bulwy wydaje się być korzystniejsze, z uwagi na obserwowaną tendencję pojaśnienia miąższu, niż wnoszenie ich przed kwitnieniem na nać (tab. 1, 2).

Badane odmiany różniły się intensywnością ciemnienia miąższu bulw surowych ocenianych po 1 godzinie od przekrojenia (tab. 2). Najjaśniejszym miąższem odznaczały się odmiany: Irga i Elba, najciemniejszym zaś — Perkoz. Intensywność ciemnienia miąższu bulw surowych, ocenianych 10 minut po przecięciu, jak i po 1 godzinie, niezależnie od czynników eksperymentu, była determinowana przez warunki atmosferyczne w latach badań (tab. 1, 2). Jaśniejszą barwą miąższu odznaczały się bulwy ziemniaka w 1994, skrajnie suchym i w 1995 — posuszonym roku, niż w optymalnym, pod względem ilości opadów, 1993 roku.

Ciemnienie miąższu bulw gotowanych

Wyniki oceny ciemnienia miąższu bulw gotowanych przedstawiono w tabelach 4–5 i na rysunku 2. Miąższ bulw gotowanych bardziej ciemniał w części stolonowej niż wierzchołkowej, niezależnie od terminu oznaczeń i czynników eksperymentu (tab. 4).

Regulatory wzrostu wpłynęły odmiennie na barwę miąższu bulw ocenianych bezpośrednio po ugotowaniu i 2 godziny później (tab. 4). W pierwszym terminie oznaczeń stosowanie obydwu regulatorów wzrostu wpłynęło korzystnie na tę cechę, natomiast po 2 godzinach od ugotowania obserwowano pociemnienie miąższu w części stolonowej bulw, w obydwu obiektach z regulatorami wzrostu, w porównaniu z obiektem kontrolnym.

Intensywność ciemnienia miąższu bulw gotowanych, zarówno po 10 minutach, jak i 2 godzinach od ugotowania była niezależna od terminu stosowania regulatorów wzrostu (tab. 4).

Tabela 4

Ciemnienie miąższu bulw gotowanych w skali 9°
The darkening of cooked flesh of tubers in the 9° scale

Czynniki eksperymentu Experimental factors	Ciemnienie bulw po 10 min. The darkening of tubers after 10 min.		Ciemnienie bulw po 2 godzinach The darkening of tubers after 2 hours	
	Część wierzchołkowa Apical part	Część stolonowa Stolon part	Część wierzchołkowa Apical part	Część stolonowa Stolon part
Regulatory wzrostu: Growth regulators:				
— Mival	8,7	8,5	7,5	7,3
— Moddus	8,7	8,5	7,5	7,3
Obiekt kontrolny Control object	8,6	8,4	7,6	7,4
NIR — $LSD \alpha \leq 0,05$	0,1	0,1	n	0,1
Terminy stosowania: Dates of application:				
— przed sadzeniem — before planting	8,7	8,5	7,6	7,3
— przed kwitnieniem — before flowering	8,7	8,5	7,5	7,3
NIR — $LSD \alpha \leq 0,05$	n*	n	n	n
Odmiany: Varieties:				
— Drop	8,8	8,7	7,8	7,6
— Elba	8,7	8,5	7,6	7,4
— Grot	8,7	8,5	7,5	7,3
— Irga	8,7	8,5	7,5	7,3
— Perkoz	8,5	8,2	7,3	7,1
NIR — $LSD \alpha \leq 0,05$	0,1	0,1	0,1	0,1
Lata Years				
1993	8,7	8,7	7,7	7,5
1994	8,6	8,4	7,5	7,3
1995	8,6	8,4	7,5	7,2
NIR — $LSD \alpha \leq 0,05$	0,1	0,1	0,1	0,1
Średnia Mean	8,7	8,5	7,5	7,3

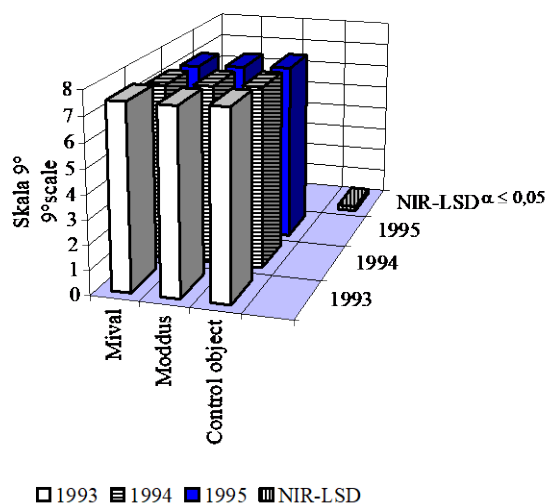
* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Not significant at $\alpha \leq 0.05$

Zróznicowanie ciemnienia miąższu bulw ocenianych po 10 minutach i 2 godzinach od ugotowania była determinowana głównie cechami genetycznymi (tab. 4). Odmianą o najmniejszej skłonności do ciemnienia, zarówno w części wierzchołkowej, jak i stolonowej, była bardzo wczesna Drop, o największej zaś — wczesna Perkoz.

Zmienność warunków meteorologicznych w latach badań wywarła również istotny wpływ na intensywność ciemnienia miąższu bulw ugotowanych, tak w części stolonowej,

jak i wierzchołkowej bulw (tab. 4). Jaśniejszy miąższ zachowały obydwie części bulwy w korzystnym dla ziemniaka, pod względem wilgotności, 1993 roku, niż w latach 1994 i 1995, o znacznych niedoborach opadów i zbyt wysokiej temperaturze powietrza w okresie wegetacji.



Rys. 2. Wpływ lat i regulatorów wzrostu na ciemnienie miąższu części stolonowej bulw gotowanych po 2 h

Fig. 2. The influence of the years and growth regulators on the darkening of cooked flesh of stolon part of tubers after 2 hours

Tabela 5

Wpływ regulatorów wzrostu i odmian na ciemnienie miąższu części stolonowej bulw 2 h po ugotowaniu w skali 9°

The influence of growth regulators and varieties on the darkening of cooked flesh of stolon part of tubers after 2 hours, in the 9° scale

Regulatory wzrostu Growth regulators	Odmiany Varieties				
	Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz
Mival	7,9	7,3	7,1	7,0	6,9
Moddus	7,5	7,3	7,3	7,4	7,3
Obiekt kontrolny Control object	7,5	7,6	7,4	7,4	7,2
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$	0,2				

Wpływ regulatorów wzrostu na intensywność ciemnienia części stolonowej bulw po 2 godzinach od ugotowania był uzależniony od warunków środowiska oraz reakcji odmian (rys. 2, tab. 5). W latach nazbyt suchych (1994 i 1995) obserwowano ujemny wpływ preparatu Mival na wartość tej cechy, w porównaniu z obiektem kontrolnym (rys. 2).

Korzystną reakcją na ten regulator wzrostu, w postaci pojaśnienia miąższu, odznaczała się jedynie odmiana Drop, zaś pozostałe — niekorzystną. Oddziaływanie preparatu Moddus 250 ME na intensywność ciemnienia tej części bulwy okazało się istotne tylko w przypadku odmiany Elba, która wykazała się ujemną reakcją na ten preparat, w porównaniu z obiektem kontrolnym (tab. 5).

DYSKUSJA

Badania własne potwierdziły, że część stolonowa miąższu bulw gotowanych bardziej ciemnieje niż wierzchołkowa. Hughes i wsp. (1962) badając tkanki rdzenia bulwy, doszli do wniosku, że rozpraszanie ciemnienia miąższu gotowanego ze stolonu do wierzchołka bulwy jest determinowane głównie przez względną koncentrację kwasu chlorogenowego i cytrynowego. Ważna jest jednak nie tylko ilość kwasu cytrynowego i chlorogenowego ale również ich rozmieszczenie w bulwie. Kwas cytrynowy, jako najbardziej efektywny w wiązaniu jonów żelaza, jest bardziej skoncentrowany w części wierzchołkowej niż stolonowej (Swiniarski, 1968; Silva i in., 1991). Również Mann i Lambert (1989) sugerują, iż duże ciemnienie miąższu bulw ugotowanych pod skórą może być zmniejszone podczas obierania tak, że całkowita ilość kwasu cytrynowego i chlorogenowego może nie być tak ważna, jak ich lokalizacja.

Pod wpływem stosowania syntetycznych regulatorów wzrostu Mival, jak i Moddus 250 ME obserwowano tendencję do pojaśnienia miąższu bulw surowych i gotowanych, ocenianych po 10 minutach od przecięcia czy też ugotowania. Korzystny wpływ regulatorów nie potwierdził się niestety w późniejszym terminie oznaczenia, a nawet stwierdzono nieznaczny wzrost ciemnienia części stolonowej bulw po 2 godzinach od ugotowania. Różny kierunek zmian w barwie miąższu bulw ugotowanych po 10 minutach i po 2 godzinach, pod wpływem regulatorów wzrostu, może wynikać stąd, iż regulatory wzrostu przyczyniają się do zwiększenia zawartości związków fenolowych, które z kolei biorą udział w ciemnieniu enzymatycznym bulw surowych i chemicznym — bulw gotowanych. Reakcje o-dihydrofenli i żelaza ujawniają się, jak podaje Eldrege i wsp. (1996), dopiero po pewnym czasie, stąd też odmienne ciemnienie miąższu po 10 minutach i po 2 godzinach od ugotowania. Hipotezę tę potwierdzają częściowo Mikos-Bielak i Sawicka (1993) oraz Mikos-Bielak i wsp. (1999). Autorki te wykazały, iż preparat Mival, zastosowany do opryskiwania sadzeniaków zwiększał stężenie związków fenolowych w bulwach ziemniaka, jednak wielkości tych zmian były podyktowane przez czynniki genetyczne. Mann i Lambert (1989) sugerują z kolei, że szybkość i wynik reakcji ciemnienia zależy od pH bulwy, wyższe pH bulwy powoduje ich zdaniem większe ciemnienie miąższu bulw. W dostępnej literaturze brak jest natomiast badań na temat oddziaływania regulatora wzrostu Moddus 250 ME na ciemnienie miąższu bulw surowych, czy ugotowanych. Można jedynie przypuszczać, że preparat ten wpływa na zmiany zawartości związków mających wpływ na ciemnienie bulw gotowanych. Przypuszczenia te potwierdzają badania Rudzińskiej-Mękal (2000), w których autorka wykazała wzrost zawartości kwasu chlorogenowego w tej części bulw pod wpływem stosowania preparatu Moddus 250 ME. Kwas ten obok tyrozyny bierze udział w ciemnieniu enzymatycznym

bulw surowych, a w reakcji z żelazem daje ciemno zabarwione związki kompleksowe powodujące ciemnienie bulw ugotowanych (Lewosz, 1985; Silva i in., 1991). W opinii Rudzińskiej-Mękal (2000) regulatory wzrostu przyczyniają się również do podwyższenia zawartości azotu w bulwie, obniżenia koncentracji kwasu cytrynowego, co jak należy przypuszczać powoduje także wzrost ciemnienia bulw ugotowanych. Obecność tych związków w bulwach ziemniaka jest kontrolowana ze względu na ich udział w ciemnieniu enzymatycznym. Zdaniem Lewosza (1985) oraz Wegener i wsp. (1979) ważnym elementem w tym procesie jest również zawartość potasu w bulwach, który bierze udział w redukcji tyrozyny i obniża aktywność fenolazy, przeciwdziałając tym samym ciemnieniu zarówno bulw surowych, jak i ugotowanych. W badaniach Rudzińskiej-Mękal (2000) zarówno preparat Mival, jak i Moddus 250 ME zastosowane do opryskiwania naci, a Moddus 250 ME również do opryskiwania bulw, obniżyły istotnie koncentrację potasu w bulwach. W opinii Manna i Lamberta (1989), Ceglarka i wsp. (1990), Sawickiej i Diallo (1997) oraz Sawickiej i wsp. (1999) zmiany, dotyczące skłonności do ciemnienia bulw zarówno surowych, jak i po ugotowaniu, mogą wystąpić znacznie wyraźniej po zastosowaniu wyższych dawek substancji z grupy regulatorów wzrostu, czy w warunkach sprzyjających pobieraniu preparatów przez rośliny uprawne. Pogłębianie się tendencji do ciemnienia pogarsza jakość bulw zarówno do bezpośredniego spożycia, jak i do przetwórstwa.

Termin stosowania regulatorów wzrostu jest w literaturze słabo eksponowany. W badaniach własnych istotny wpływ tego czynnika stwierdzono jedynie w odniesieniu do bulw surowych. Korzystniejsze efekty uzyskano stosując regulatory wzrostu przed sadzeniem na bulwy. We wcześniejszych badaniach wykazano, że wniesienie regulatorów wzrostu przed sadzeniem na bulwy jest efektywniejsze, z uwagi na plon ogółem i plon skrobi niż stosowanie ich na nac przed kwitnieniem, natomiast termin ich aplikacji nie ma istotnego wpływu na masę i liczbę bulw z rośliny oraz na średnią masę jednej bulwy (Sawicka, 2000). Rudzińska-Mękal (2000) sugeruje natomiast, iż korzystniejsze efekty w uprawie ziemniaka można uzyskać stosując Moddus 250 ME do opryskiwania naci, a Mival do opryskiwania bulw.

O ciemnieniu enzymatycznym i nieenzymatycznym miąższu bulw decydowały w największej mierze cechy genetyczne badanych odmian, co potwierdzają badania Swiniarskiego (1968), Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk (1985), Sawickiej i Diallo (1997), Sawickiej i wsp. (1999). Zawartość fenoli o-dwuwodorowych, a w tym i kwasu chlorogenowego należy zaliczyć do czynników charakteryzujących odmiany ziemniaka. Natomiast koncentrację tych związków zwiększa wysokie nawożenie azotem, gdyż powoduje wzrost zawartości związków fenolowych i zmniejszenie zawartości kwasu cytrynowego (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 1985). Mapson i wsp. (1963) uważają, że poziom tyrozyny w bulwach, która odgrywa dużą rolę w ciemnieniu bulw surowych, jest uwarunkowany genetycznie, ale podlega też zmienności środowiskowej, a głównie warunków klimatycznych.

Niedobór opadów i słoneczna pogoda w okresie wegetacji sprzyjały większemu ciemnieniu bulw ugotowanych. Mniejsze ciemnienie bulw gotowanych obserwowano w warunkach umiarkowanych opadów i mniejszego nasłonecznienia. Potwierdzają to badania

Sawickiej (1991). Zgórska i Frydecka-Mazurczyk (1985) stwierdziła natomiast, iż w latach o małej ilości opadów i dużym usłonecznieniu jest mniejsza skłonność bulw do ciemnienia. W opinii Lewosza (1985) syntezę kwasu chlorogenowego, biorącego udział w reakcji ciemnienia enzymatycznego i chemicznego, zwiększają przede wszystkim warunki stresowe i zranienia mechaniczne.

Badania własne i innych autorów (Amrein, 1989; Mikos-Bielak i in., 1999; Sawicka i in., 1999; Sawicka, 2000 b; Rudzińska-Mękal, 2000) wskazują, iż preparat Moddus 250 ME jest interesującym regulatorem wzrostu, jednak nadal jego rola w modyfikowaniu jakości plonu jest jeszcze słabo poznana. Amrein i wsp. (1989) sugerują, iż *cimectacarb*, jako substancja aktywna tego preparatu, zwiększa plon roślin uprawnych. Niewiele jednak było dotąd zastosowań tego regulatora wzrostu w uprawie ziemniaka. Rudzińska-Mękal (2000) dowiodła, iż stosowanie preparatu Moddus 250 ME, bez względu na formę jego wniesienia, zwiększa zawartość związków fenolowych, magnezu, cukrów redukujących w bulwach odmian wszystkich grup wczesności i zawartość skrobi u odmian wczesnych. Zmniejsza natomiast zawartość skrobi i białka u odmian późnych oraz obniża koncentrację żelaza i cynku.

Preparat Mival w badaniach własnych uzyskał podobne efekty jak Moddus 250 ME. W opinii Mikos-Bielak i wsp. (1999), Rudzińskiej i Mikos-Bielak (1999), Sawickiej i wsp. (1999) oraz Rudzińskiej-Mękal (2000) zasługuje on na większe zainteresowanie niż dotychczas ze względu na to, że należy do związków krzemooorganicznych o niskiej toksyczności dla organizmu ludzkiego oraz z uwagi na jego dodatnie oddziaływanie na skład chemiczny roślin. Pod wpływem tego preparatu obserwowano zwiększanie zawartości: skrobi, związków polifenolowych, białka, potasu, magnezu, manganu i miedzi w bulwach ziemniaka. Związki fenolowe nie tylko biorą udział w procesie ciemnienia miąższu bulw, lecz również przyczyniają się do zwiększenia odporności bulw na nicienie, *Fusarium solani* var. *coreuleum* oraz spełniają rolę antyoksydantów redukujących wolne rodniki (Lewosz, 1985; Rudzińska i Mikos-Bielak, 1998; Rudzińska-Mękal, 2000).

Nadal jest jednak wiele niewiadomych, co do biochemicznej i fizjologicznej aktywności preparatu Moddus 250 ME i Mival, stąd też mimo wielu ich zalet konieczne jest dalsze prowadzenie badań tych związków, zwłaszcza w aspekcie jakości i oddziaływania ich na inne rośliny, środowisko glebowe oraz zwierzęta w środowisku rolniczym.

WNIOSKI

1. Regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME, w stosunku do obiektu kontrolnego, przyczyniły się do:
 - nieznacznego zmniejszenia ciemnienia miąższu bulw surowych ocenianych po przekrojeniu;
 - tendencji do wyjaśnienia miąższu bulw gotowanych, ocenianych po 10 minutach;
 - pogorszenia wybarwienia części stolonowej miąższu bulw ocenianych po 2 godzinach od ugotowania.

2. W stresowych warunkach (np. skrajna susza) preparat Moddus 250 ME może wywierać niekorzystny wpływ na intensywność ciemnienia miąższu bulw surowych, zaś preparat Mival — na ciemnienie miąższu bulw gotowanych.
3. Termin stosowania regulatorów wzrostu wpływał tylko nieznacznie na ciemnienie miąższu bulw surowych. Stosowanie regulatorów w formie opryskiwania bulw przed sadzeniem przyczyniło się do zachowania przez nie jaśniejszego miąższu niż wnoszenie ich przed kwitnieniem na nać.
4. Reakcja odmian na stosowane regulatory wzrostu w uprawie ziemniaka, wyrażona stopniem ciemnienia miąższu bulw surowych i ugotowanych, okazała się zróżnicowana: część odmian reagowała dodatnio, część ujemnie, a pewna grupa odmian nie wykazywała istotnych zmian pod ich wpływem.
5. Badane odmiany były zróżnicowane pod względem skłonności bulw surowych i gotowanych do ciemnienia. Najjaśniejszym miąższem bulw surowych odznaczały się odmiany: Irga i Elba, najciemniejszym zaś — Perkoz. Najmniejszą skłonnością miąższu bulw ugotowanych do ciemnienia, cechowała się odmiana Drop, największą natomiast — Perkoz.
6. Niedobór opadów i słoneczna, upalna pogoda w okresie wegetacji sprzyjały mniejszemu ciemnieniu bulw surowych, ale większemu bulw ugotowanych, w porównaniu z aurą o umiarkowanych opadach i mniejszym nasłonecznieniu.

LITERATURA

- Amrein J., Rufner J., Quadranti M. 1989. The use of CGA 163935 as a growth regulator in cereals and oilseed rape. Brighton Crop Prot. Conf. — Weeds: 89 — 94.
- Ceglarek F., Jabłońska-Ceglarek R., Dąbrowska K. 1990. Uproszczenia w pielęgnacji ziemniaków. Cz. II. Wpływ sposobów pielęgnacji na niektóre składniki i cechy bulw ziemniaka. Roczn. Nauk Rol. A-109 (4): 103 — 116.
- Djakov V. M., Korzinnikov S., Matyčenkova V. V. 1990. Ékologičeskie bezvrednye regulatory rosta Mival i Krezacin. Reg. Rost. Rast., Agropromizdat, Moskva: 52 — 61.
- Eldrege E. P., Holmes Z. A., Mosley A. R., Shock C. C., Stieber T. D. 1996. Effects of transitory water stress on potato tuber stem-end reducing sugar fry colour. Am. Potato J. 73 (11): 517 — 530.
- Hughes J. C., Avers J. E., Swain T. 1962. A relationship between after-cooking darkening of potatoes and some factors related to their composition. J. Sci. Food Agric. 13: 224.
- Lewosz J. 1985. Wybrane zagadnienia biochemii ziemniaka. W: Biologia ziemniaka. W. Gabriel (red.). PWN, Warszawa: 120 — 133.
- Mann J. D., Lambert C. D. 1989. A fast test for after-cooking darkening in potatoes. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 17 (2): 207 — 209.
- Mapson L. W., Swaim T., Tomalin A. 1963. Influence of variety cultural conditions and temperature of storage on enzymatic browning of potato tubers. J. Sci. Food. Agric. 14: 673 — 684.
- Mikos-Bielak M., Sawicka B. 1993. Zawartość związków fenolowych w bulwach różnych odmian ziemniaka a ich odporność na ciemnienie. XXIX Zjazd PT Bioch., Wrocław, 15 — 17.09: 456.
- Mikos-Bielak M., Sawicka B., Rudzińska B., Czeczko R. 1999. Syntetyczne regulatory wzrostu w uprawie ziemniaka. Cz. II. Wpływ Mivalu na wybrane składniki chemiczne bulw kilkudziesięciu odmian ziemniaka. Annales UMCS, EEE, 7: 91 — 99.
- Rudzińska B., Mikos-Bielak M. 1999. Modyfikacja chemicznej jakości bulw ziemniaka przez wybrane syntetyczne regulatory wzrostu. Roczn. AR Poznań — CCCVII: 229 — 234.
- Rudzińska-Mękal B. 2000. Modyfikacja składu chemicznego bulw ziemniaka przez syntetyczne regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME. Pr. Dokt., maszyn., AR Lublin.

- Sawicka B. 1991. Próba ustalenia wpływu niektórych czynników środowiska i zabiegów agrotechnicznych na ciemnienie miąższu bulw ziemniaka. Biul. IHAR 179: 67 — 75.
- Sawicka B., Diallo A. S. 1997. Ciemnienie miąższu bulw surowych ziemniaka w warunkach stosowania herbicydu Sencor 70 WP. Biul. IHAR 203: 187 — 197.
- Sawicka B., Kościelecka D., Pszczółkowski P. 1999. Regulatory wzrostu Mival i Poteitin w uprawie ziemniaka. Cz. III. Wpływ regulatorów wzrostu na ciemnienie miąższu bulw surowych i gotowanych. Biul. IHAR 214: 201 — 212.
- Sawicka B. 2000. Syntetyczne regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME w uprawie ziemniaka. Cz. I. Wpływ regulatorów wzrostu na plon ogólny i handlowy bulw oraz skrobiowość. Biul. IHAR 215: 277 — 292.
- Silva G. H., Chase R. W., Hammerschmidt R., Cash J. N. 1991. After-cooking darkening of Spartan Pearl potatoes as influenced by location, phenolic acids, and citric acid. J. Agric. Food Chem. 39: 871 — 873.
- Swiniarski E. 1968. Związek między ciemnieniem bulw po ugotowaniu a niektórymi czynnikami jego składu. Hod. Rośl. Aklim. 12 (4): 369 — 384.
- Voronkov M. G., Kuznecov I. G., Djakov V. M. 1982. Novyj biostimuljator Mival w sielskom chazjajstwie. Riezul. Naucz. Isslied. w Prakt. Siel. Chozj. Nauka, Moskva.
- Wegener J., Ziegler G., Sternkopf G. 1979. Untersuchungen zur Schwarzfleckigkeit von Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Steck Stalmist und Kaliumdungung sowie Zusatzerregnung und Reifegard der Knollen. Arch. Acker. — u. Pflanzenbaun u. Bodenkult. 235: 279 — 303.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 1985. Warunki agrotechniczne i przechowalnicze a cechy użytkowe bulw ziemniaka. Biul. Inst. Ziemn. 33: 109 — 120.