

BARBARA SAWICKAKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Rolnicza, Lublin

Syntetyczne regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME w uprawie ziemniaka

Część II. Wpływ regulatorów wzrostu na strukturę plonu bulw

The synthetic growth regulators Mival and Moddus 250 ME in potato cultivation Part II. The influence of growth regulators on structure of the tuber yield

Przeanalizowano wyniki doświadczenia polowego przeprowadzonego w Parczewie w latach 1993–1995 na glebie piaszczysto-gliniastej. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków, w systemie zależnym, 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. Regulatory wzrostu spowodowały: zwiększenie partycypacji bulw o średnicy 4–5, 5–6 i ponad 6 cm; obniżenie udziału masy bulw w plonie o średnicy 3–4 cm, a zwiększenie partycypacji bulw o kalibrze 4–5 cm; zwiększanie masy i liczby bulw z rośliny oraz plonu sadzeniaków w stosunku do obiektu kontrolnego.

Słowa kluczowe: odmiany, plon bulw, regulatory wzrostu, struktura, terminy stosowania, ziemniak

The effect of growth regulators on the structure of potato tubers yield was evaluated in field experiment carried out in 1993–1995 on podsolic soil derived from light loam in Parczew. The experiment was designed as sub-blocks in inter-related system, with three replications. The first class factor were growth regulators (Mival at concentration of 0.05%, Moddus ME — 0.2% and distilled water as a control), the second class factor were two date of application of growth regulators (before planting and before flowering) and third class factor composed of five potato cultivars (Drop — very early, Perkoz — early, Irga — medium early, Grot — medium late and Elba — late) Manuring and mineral fertilization were applied at the rate of 100 kg N, 100 kg P₂O₅, 150 kg K₂O and 250 dt·ha⁻¹ of farm manure. Growth regulators contributed to the decrease of weight share of tubers 3–4 cm in diameter with simultaneous increase of tubers 4–5 cm and >6 cm in diameter in total yield. Additionally, applied growth regulators caused increase of number and weight of tubers per plant and seed potato yield in comparison with control.

Key words: cultivars, date of applications, growth regulators, potato, structure, yield of tubers

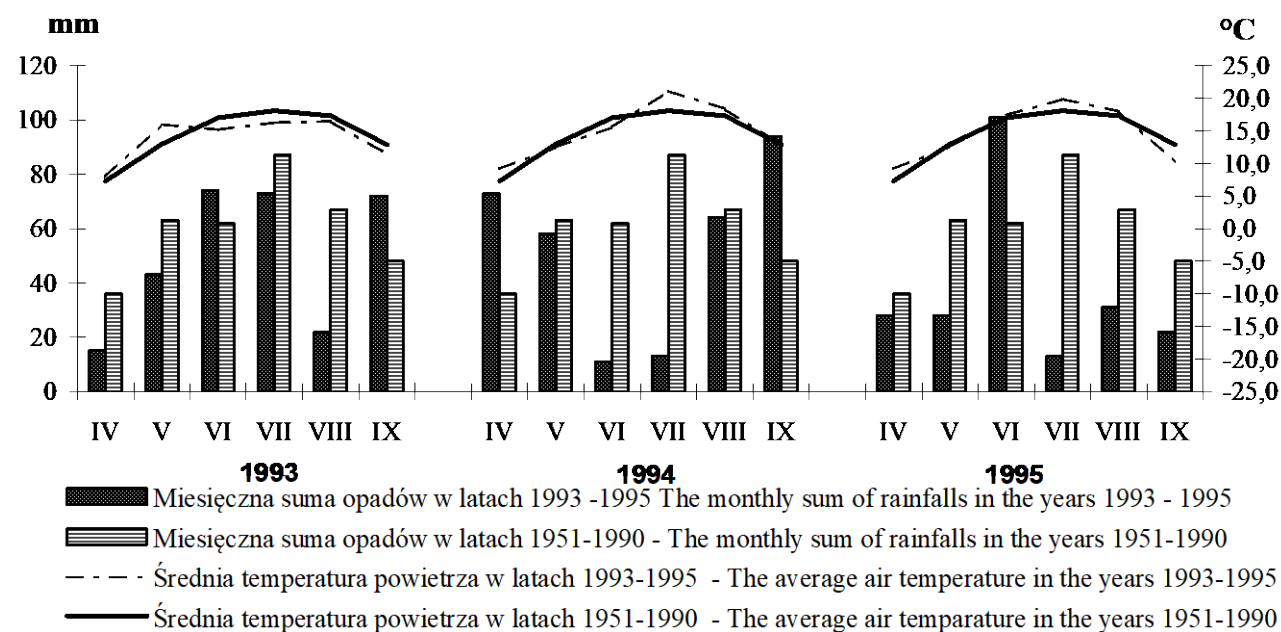
WSTĘP

Ziemniak należy do roślin, w uprawie, których rzadko stosuje się regulatory wzrostu, z powodu nieobecności na rynku regulatorów wzrostu o sprawdzonych, korzystnych efektach działania. Toteż celowym wydaje się poszukiwanie preparatów pozwalających na wywołanie zmian we wzroście i rozwoju roślin w pożądanym przez człowieka kierunku. Celowe jest także prowadzenie badań monitoringowych związków fizjologicznie czynnych, w tym również regulatorów wzrostu, a zwłaszcza krzemoorganicznych, z uwagi na ich niską toksyczność dla organizmu ludzkiego. W naukach przyrodniczych XXI wieku interesująca jest możliwość regulacji wzrostu i rozwoju roślin. Stosowanie regulatorów wzrostu pozwala lepiej wykorzystać potencjał plonotwórczy uwarunkowany czynnikami genetycznymi i środowiskowymi. Dotychczasowe korzyści ze stosowania regulatorów wzrostu w uprawie ziemniaka to nie tylko wzrost plonów, lecz także: uodpornienie roślin na stres wodny i temperaturowy; zwiększenie odporności roślin na choroby podczas wegetacji i przechowywania; zmiana zawartości w bulwach suchej masy, skrobi, sumy cukrów i cukrów redukujących, stosownie do wymagań przemysłu przetwórczego, wreszcie zapobieganie kiełkowaniu bulw w czasie ich długotrwałego przechowywania (Merkis i in., 1990; Mikos-Bielak i in., 1994, 1999; Sawicka, 1994, 2000 a, 2000 b; Rudzińska i Mikos-Bielak, 1999; Rudzińska-Mękal, 2000).

Do pełnej charakterystyki działania regulatorów wzrostu, obok oceny fizjologiczno-biochemicznej niezbędna jest analiza wysokości i struktury plonu, gdyż od niej zależy ich przydatność w praktyce. Stąd też w pracy przeanalizowano efekty oddziaływania syntetycznych regulatorów wzrostu Mival i Moddus 250 ME na strukturę plonu kilku odmian ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

W pracy przeanalizowano wyniki doświadczenia polowego, przeprowadzonego w latach 1993–1995 na glebie piaszczysto-gliniastej w Parczewie. 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). Warunki prowadzenia doświadczenia i charakterystykę badanych regulatorów wzrostu podano w części I pracy (Sawicka, 2000 b). Zbiór ziemniaka przeprowadzono w okresie dojrzałości technicznej bulw. W czasie zbioru określono plon bulw i jego strukturę. Na podstawie plonu bulw spod 10 roślin wyliczono: masę i liczbę bulw oraz liczbę bulw poszczególnych frakcji z jednej rośliny. Średnią masę jednej bulwy wyliczono z ilorazu masy i liczby bulw z 10 roślin. Ocena struktury plonu polegała na podziale bulw na pięć frakcji wielkościowych: poniżej 3, 3–4, 4–5, 5–6, powyżej 6 cm średnicy. Bulwy o średnicy 3–6 cm potraktowano jako sadzeniaki.



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, acc. to IMGW at Włodawa

Plon sadzeniaków wyliczono z udziału bulw o średnicy 3–6 cm w plonie ogólnym i plonu ogólnego bulw z ha. 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

Biologiczna reakcja roślin ziemniaka na syntetyczne regulatory wzrostu

Ziemniak charakteryzuje się dużą zmiennością plonowania poszczególnych roślin, a nawet poszczególnych pędów, stąd też w pracy przeanalizowano zależności między czynnikami eksperymentu a masą i liczbą bulw z jednej rośliny, liczbą bulw poszczególnych frakcji z rośliny oraz masą pojedynczej bulwy (tab. 1–4).

Tabela 1

		Plon bulw 1 rośliny w kg Tubers yield per plant in kg					
Czynniki eksperymentu Experimental factors		Odmiany Varieties					Średnia Mean
		Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz	
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	0,58	0,56	0,74	0,62	0,61	0,62
	Moddus	0,61	0,51	0,70	0,52	0,65	0,60
	obiekt kontrolny control object	0,50	0,59	0,64	0,47	0,52	0,54
	NIR $\alpha \leq 0,05$					n*	
	LSD $\alpha \leq 0.05$						
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	0,56	0,60	0,71	0,54	0,59	0,60
	przed kwitnieniem before flowering	0,56	0,50	0,67	0,53	0,60	0,57
	NIR $\alpha \leq 0,05$					n	
	LSD $\alpha \leq 0.05$					n	
Lata Years	1993	0,70	0,67	0,77	0,83	0,78	0,75
	1994	0,20	0,43	0,51	0,19	0,20	0,30
	1995	0,79	0,57	0,80	0,59	0,80	0,71
	NIR $\alpha \leq 0,05$					0,13	
	LSD $\alpha \leq 0.05$					0,04	
Średnia Mean		0,56	0,55	0,69	0,54	0,59	0,59
NIR $\alpha \leq 0,05$		0,07					
LSD $\alpha \leq 0.05$							

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

* Non-significant at $\alpha \leq 0,05$

Z jednej rośliny ziemniaka uzyskano przeciętnie 0,59 kg bulw (tab. 1). Badane regulatory wzrostu zwiększały masę bulw z rośliny, przy czym preparat Mival zwiększał ją o około 14,8%, a preparat Moddus 250 ME o około 11,1%. Terminy stosowania

regulatorów wzrostu nie różnicowały masy bulw. Największą ich masę z jednej rośliny wytworzyła średnio późna odmiana Grot, najmniejszą zaś — średnio wczesna Irga. Odmiany Drop, Elba, Irga i Perkoz nie różniły się między sobą pod względem tej cechy. Największą masę bulw z rośliny uzyskano w 1993 roku, o korzystnie rozłożonych opadach podczas wegetacji, najniższą zaś — w 1994 roku, o skrajnej suszy od początku lipca do 3 dekady sierpnia. Badane odmiany wykazały jednak zróżnicowaną reakcję na warunki atmosferyczne w latach badań. Tylko 2 odmiany: Elba i Irga w 1993 roku wytworzyły większą masę bulw z jednej rośliny. W przypadku odmian Drop, Grot i Perkoz korzystniejsze warunki do akumulacji plonu stwarzały warunki meteorologiczne w posusznym 1995 roku.

Tabela 2

Liczba bulw z rośliny Number of tubers per plant							
Czynniki eksperymentu Experimental factors		Odmiany Varieties					Średnia Mean
		Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz	
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	11,6	16,4	13,7	11,8	12,8	13,3
	Moddus	11,9	13,2	16,6	9,1	13,5	12,9
	obiekt kontrolny control object	10,8	13,4	16,5	9,5	11,9	12,4
	NIR $\alpha \leq 0,05$ LSD $\alpha \leq 0.05$	1,3					0,4
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	11,4	14,0	15,6	10,4	12,7	12,8
	przed kwitnieniem before flowering	11,4	14,7	15,6	9,9	12,8	12,9
	NIR $\alpha \leq 0,05$ LSD $\alpha \leq 0.5$	n *					n
Lata Years	1993	10,6	10,3	10,9	10,6	12,1	10,9
	1994	11,4	24,7	24,0	12,2	12,8	17,0
	1995	12,2	7,9	11,9	7,7	13,3	10,6
	NIR $\alpha \leq 0,05$ LSD $\alpha \leq 0.05$	n					0,4
Średnia Mean		11,4	14,3	15,6	10,2	12,7	12,8
NIR $\alpha \leq 0,05$ LSD $\alpha \leq 0.05$		0,7					

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

* Non-significant at $\alpha \leq 0,05$

Liczba bulw przypadająca na jedną roślinę ziemniaka wynosiła przeciętnie 12,8 szt. (tab. 2). Regulatory wzrostu zwiększały ją. Preparat Mival spowodował zwiększenie liczby bulw z rośliny o około 6,5%, a Moddus 250 ME — o około 4,0%. Badane odmiany cechowała odmienna reakcja na regulatory wzrostu. Pod wpływem preparatu Mival odmiany Irga i Elba wytwarzały istotnie więcej, zaś odmiana Grot mniej bulw niż w obiekcie kontrolnym. Oddziaływanie preparatu Moddus 250 ME na liczbę wytworzonych bulw okazało się istotne jedynie w przypadku wczesnej odmiany Perkoz, która pod wpływem tego regulatora wzrostu wytworzyła więcej bulw niż w obiekcie kontrolnym.

Jednak niezależnie od innych czynników doświadczenia najwięcej bulw z rośliny ziemniaka wytworzyła średnio późna odmiana Grot, najmniej zaś — średnio wczesna Irga. Warunki atmosferyczne wywarły duży wpływ na liczbę bulw wytworzonych przez rośliny. Najmniej bulw z rośliny zebrano w posusznym roku 1995, najwięcej zaś — w skrajnie suchym 1994. Późne opady deszczu, które wystąpiły pod koniec sierpnia tegoż roku wpłynęły na tworzenie nowych miejsc tuberyzacji i nowych bulw, ale ich masa jednostkowa była mała i nie osiągnęły one dojrzałości fizjologicznej przed zbiorem. Ponadto liczba bulw wytworzona przez rośliny ziemniaka w 1993 i 1995 roku nie różniła się istotnie między sobą, co świadczy o tym, że zarówno aura chłodna i obfita w opady, jak i pogoda posuszna nie stwarzają dobrych warunków do wzrostu bulw i rozwoju ziemniaka.

Liczba poszczególnych frakcji bulw wytworzona pod jedną rośliną ziemniaka, była modyfikowana prawie przez wszystkie czynniki (tab. 3).

Tabela 3

Liczba bulw poszczególnych frakcji z rośliny
Single plant tubers in particular fractions

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Frakcje bulw w cm Tuber fractions in cm				
		<3	3-4	4-5	5-6	>6
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	5,1	2,7	2,8	1,7	0,9
	Moddus	5,2	2,8	2,4	1,7	0,8
	obiekt kontrolny control object	5,2	3,0	2,2	1,4	0,6
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n*	n	0,3	0,2	0,1
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	5,1	2,9	2,5	1,5	0,8
	przed kwitnieniem before flowering	5,3	2,8	2,4	1,6	0,8
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n	n	n	n	n
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Odmiany Cultivars	Drop	3,5	2,6	2,5	2,0	0,8
	Elba	7,4	3,1	2,1	1,1	0,6
	Grot	6,5	3,5	2,8	1,9	0,9
	Irga	3,8	2,0	2,1	1,4	0,9
	Perkoz	4,6	3,0	2,8	1,5	0,8
	NIR $\alpha \leq 0,05$	1,7	0,6	0,5	0,3	0,2
Lata Years	1993	2,4	1,9	3,1	2,1	1,4
	1994	11,7	3,8	1,4	0,1	0,0
	1995	1,4	2,8	2,9	2,5	1,0
	NIR $\alpha \leq 0,05$	1,2	0,4	0,3	0,2	0,1
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Średnia Mean		5,2	2,8	2,5	1,6	0,8

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

* Non-significant at $\alpha \leq 0,05$

Regulatory wzrostu w istotny sposób oddziaływały na liczbę bulw o średnicy 4–5, 5–6 i ponad 6 cm. W przypadku bulw o średnicy 4–5 cm na zwiększenie liczebności wpływał jedynie preparat Mival, zaś liczebność bulw o średnicy 5–6 i ponad 6 cm — zarówno Mival, jak i Moddus 250 ME. Terminy aplikacji regulatorów wzrostu nie miały wpływu na liczebność poszczególnych frakcji bulw, natomiast cechy genetyczne badanych odmian różnicowały liczbę bulw wszystkich frakcji wielkościowych plonu. Największą liczebnością bulw najdrobniejszych odznaczała się odmiana Elba; bulw o średnicy 3–4 i 4–5 cm — Grot; 5–6 cm — Drop, ponad 6 cm — Grot i Irga. Największy jednak wpływ na tę cechę wywarły warunki atmosferyczne w latach badań. W skrajnie suchym 1994 roku dominowały bulwy drobne, o średnicy powyżej 3 cm, najmniejszą liczebnością — bulwy o kalibrze 5–6 cm, zaś bulw o średnicy ponad 6 cm w ogóle nie zanotowano. W 1993 roku, o najwyższych opadach w okresie wegetacji, rośliny wytworzyły największą liczbę bulw o średnicy 4–5 cm, zaś w posusznym 1995 roku — najwięcej było bulw o kalibrze 4–5 cm, najmniej zaś o średnicy ponad 6 cm.

Średnia masa pojedynczej bulwy wynosiła przeciętnie 45,8 g (tab. 4). Jej masę zwiększał istotnie tylko preparat Mival, terminy stosowania regulatorów wzrostu nie miały na nią wpływu. Na masę pojedynczej bulwy istotny wpływ wywarły właściwości genetyczne badanych odmian.

Tabela 4

Średnia masa 1 bulwy (g) Average mass (g) of one tuber							
Czynniki eksperymentu Experimental factors		Odmiany Varieties					Średnia Mean
		Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz	
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	51,8	48,7	62,5	57,1	45,5	33,1
	Moddus	51,6	47,3	53,1	59,0	48,8	52,0
	obiekt kontrolny control object	44,8	59,8	45,1	54,5	45,5	49,9
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n*					3,1
	LSD $\alpha \leq 0.05$						
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	49,3	60,2	56,4	54,4	45,8	53,2
	przed kwitnieniem before flowering	49,6	43,7	50,7	59,3	47,4	50,1
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n					n
	LSD $\alpha \leq 0.05$						
Lata Years	1993	65,3	64,3	72,0	78,9	64,5	69,0
	1994	17,1	17,5	21,1	15,5	15,7	17,4
	1995	65,8	74,0	67,5	76,1	59,5	68,6
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n					3,1
	LSD $\alpha \leq 0.05$						
Średnia Mean		49,4	51,9	53,5	56,9	46,6	51,7
NIR $\alpha \leq 0,05$		4,8					
LSD $\alpha \leq 0.05$							

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

* Non-significant at $\alpha \leq 0.05$

Największą średnią ich masą odznaczała się odmiana Irga, najmniejszą natomiast — późna Elba. Największą przeciętną masę bulwy uzyskano w 1993 roku, o korzystnie rozłożonych opadach w czasie wegetacji, najmniejszą zaś — w 1994 roku, o skrajnej suszy w okresie od początku lipca do 3 dekady sierpnia.

Efekt produkcyjny biologicznej reakcji roślin na syntetyczne regulatory

Plon bulw ziemniaka ogółem omówiono w części I pracy (Sawicka, 2000 b). Bardzo ważnym elementem jego oceny jest określenie udziału masy bulw, która decyduje o efekcie ekonomicznym uprawy. Największy udział w masie plonu miały bulwy o średnicy 4–5 i 5–6 cm, najmniejszy zaś — bulwy o kalibrze poniżej 3 cm (tab. 5).

Tabela 5

Udział poszczególnych frakcji w plonie ogólnym ziemniaka w % wagowych The share of particular tuber fractions in the total yield of potatoes, % weight

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Frakcje bulw w cm Tuber fractions in cm				
		>3	3-4	4-5	5-6	>6
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	16,4	16,0	23,2	23,5	20,9
	Moddus	15,6	16,3	23,9	22,6	21,6
	obiekt kontrolny control object	17,7	19,6	21,0	21,9	19,8
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n*	2,3	2,1	n	n
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	16,7	17,3	22,8	22,4	20,8
	przed kwitnieniem before flowering	16,4	17,1	22,6	22,9	20,9
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n	n	n	n	n
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Odmiany Cultivars	Drop	15,0	17,0	23,4	25,6	19,0
	Elba	20,6	18,4	22,2	21,5	17,4
	Grot	14,4	18,2	22,0	24,4	21,0
	Irga	15,1	15,1	21,3	22,8	25,7
	Perkoz	17,7	17,6	24,6	19,2	20,9
	NIR $\alpha \leq 0,05$	3,6	n	n	3,0	3,5
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Lata Years	1993	3,2	8,1	23,2	28,3	37,2
	1994	43,5	32,3	21,3	2,9	0,0
	1995	2,8	11,7	23,6	36,8	25,1
	NIR $\alpha \leq 0,05$	2,4	2,3	n	2,0	2,3
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Średnia Mean		16,5	17,3	22,7	22,7	20,8

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

* Non-significant at $\alpha \leq 0.05$

Regulatory wzrostu wpłynęły istotnie na udział masy bulw o średnicy: 3–4 i 4–5 cm. Obydwa regulatory wzrostu roślin przyczyniły się do obniżenia udziału masy bulw o średnicy 3–4 cm, a zwiększenia masy bulw o kalibrze 4–5 cm, w stosunku do obiektu kontrolnego. Terminy wniesienia regulatorów wzrostu nie różnicowały istotnie udziału masy różnych frakcji bulw w plonie. Zróznicowanie genetyczne badanych odmian

modyfikowało udział masy bulw o średnicy: poniżej 3, 5–6 i powyżej 6 cm. Największym udziałem masy bulw najdrobniejszych w plonie wyróżniała się późna odmiana Elba, najmniejszym zaś — średnio późna odmiana Grot. Bardzo wczesna odmiana Drop miała największy udział bulw o średnicy 5–6 cm, zaś najmniejszy — wczesna Perkoz. Bulw o kalibrze powyżej 6 cm najwięcej wydała średnio wczesna Irga, natomiast najmniej — późna Elba. W obrębie frakcji bulw o średnicy 4–5 i ponad 6 cm badane odmiany odmiennie reagowały na regulatory wzrostu. Odmiana Drop wytworzyła większą masę bulw o średnicy 4–5 cm pod wpływem preparatu Moddus 250 ME, zaś odmiana Irga — pod działaniem preparatu Mival, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Istotny wzrost masy bulw o średnicy ponad 6 cm pod działaniem preparatu Mival nastąpił w przypadku odmiany Grot, zaś pod działaniem preparatu Moddus 250 ME — odmiany Elba (tab. 6).

Tabela 6

Wpływ regulatorów wzrostu i odmian na udział masy bulw o średnicy 4–5 i ponad 6 cm
The influence of growth regulators and varieties on share of tuber mass of 4–5 and >6 cm in diameter

Odmiany Varieties	Frakcje bulw o Ø 4–5 cm Tuber fractions 4–5 cm Ø			Frakcje bulw o Ø ponad 6 cm Tuber fractions over 6 cm Ø		
	Mival	Moddus	Obiekt kontrolny Control object	Mival	Moddus	Obiekt kontrolny Control object
Drop	24,8	26,5	18,8	18,8	19,0	19,4
Elba	22,4	23,1	20,8	18,6	19,5	14,8
Grot	20,7	21,8	23,6	24,4	21,3	17,4
Irga	24,0	22,5	17,5	22,4	28,1	26,7
Perkoz	23,8	26,3	24,4	19,8	21,0	20,4
NIR $\alpha \leq 0,05$		6,4			4,6	
LSD $\alpha \leq 0,05$						

Udział masy bulw poszczególnych frakcji wielkościowych w plonie ogólnym, w znacznym stopniu determinowały warunki atmosferyczne w latach badań. Najkorzystniejszą strukturę plonu, tj. o najmniejszym udziale bulw drobnych i średnich, a największym bulw dużych, uzyskano w 1993 roku, o równomiernym rozkładzie opadów w miesiącach lipiec — sierpień; najmniej korzystną zaś — w skrajnie suchym 1994 roku, w którym rośliny nie wytworzyły bulw o średnicy ponad 6 cm, a udział bulw o kalibrze poniżej 3 cm był duży. W 1994 roku, odznaczającym się bardzo wysoką temperaturą lata, ten duży udział bulw drobnych wynikał z tzw. wtórnej tuberyzacji, co przejawiało się m. in. wyrastaniem kilku bulw na jednym stolonie (tzw. paciorkowatość). W roku 1995, o bardzo wilgotnym czerwcu i bardzo suchym lipcu i sierpniu, zanotowano największy udział masy bulw o średnicy 5–6 cm, najmniejszy zaś — bulw o średnicy poniżej 3 cm. W 1993 roku, o najwyższych i najkorzystniej rozłożonych opadach w okresie wegetacji, największy udział w plonie miały bulwy o średnicy ponad 6 cm, najmniejszy zaś bulwy najdrobniejsze w plonie.

Udział masy sadzeniaków w plonie ogólnym stanowił przeciętnie 62,7% (tab. 7).

Tabela 7

Udział masy sadzeniaków w plonie ogólnym (%)
Share of seed potatoes in total yield (%)

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Odmiany Varieties					Średnia Mean
		Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz	
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	66,5	60,6	60,8	62,3	63,6	62,8
	Moddus	70,0	62,0	63,1	59,1	60,1	62,9
	obiekt kontrolny control object	61,6	63,9	70,1	56,4	60,6	62,5
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n*					n
	LSD $\alpha \leq 0,05$						
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	63,5	62,7	63,5	61,7	61,3	62,5
	przed kwitnieniem before flowering	68,5	61,6	65,7	56,8	61,5	62,8
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n					n
	LSD $\alpha \leq 0,05$						
Lata Years	1993	65,5	59,6	55,6	57,3	60,2	59,6
	1994	60,5	45,7	62,2	59,6	54,6	56,5
	1995	72,1	81,4	76,4	61,0	69,6	72,1
	NIR $\alpha \leq 0,05$	10,8					3,3
	LSD $\alpha \leq 0,05$						
Średnia Mean		66,0	62,2	64,6	59,2	61,4	62,7
NIR $\alpha \leq 0,05$							
LSD $\alpha \leq 0,05$		5,0					

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$ * Non-significant at $\alpha \leq 0,05$

Regulatory wzrostu nie wywarły większego wpływu na tę cechę, a ich oddziaływanie zależało od terminu ich stosowania (tab. 9). Większy udział sadzeniaków stwierdzono w obiektach z preparatem Moddus 250 ME stosowanym w formie opryskiwania naci przed kwitnieniem. O udziale sadzeniaków w plonie zadecydowała głównie fenotypowa zmienność odmian. Największym udziałem bulw tego kalibrażu w plonie ogólnym odznaczała się wczesna odmiana Drop, najmniejszym zaś — średnio wczesna Irga. Największy udział sadzeniaków zanotowano w posuszonym, 1995 roku, najmniejszy zaś — w skrajnie suchym 1994 roku, co potwierdzono najmniejszą masą pojedynczej bulwy. Spośród badanych odmian tylko wczesne: Drop i Perkoz oraz późna Elba wykazały ujemną reakcję na silny stres wodny w 1994 roku. Pozostałe odmiany wytworzyły najmniej bulw o kalibrażu odpowiadającym frakcji sadzeniakowej w najbardziej obfitym w opady, 1993 roku.

Plon sadzeniaków, będący wypadkową udziału masy sadzeniaków i plonu ogólnego bulw wynosił średnio 139,9 dt·ha⁻¹ (tab. 8). Wzrost masy sadzeniaków wywoływało stosowanie obydwu regulatorów wzrostu; przy czym Moddus 250 ME wywarł większy wpływ niż Mival, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Oddziaływanie regulatorów wzrostu na plon sadzeniaków zależało od reakcji odmian. Tylko odmiany Drop i Perkoz zwiększyły plon pod wpływem preparatu Moddus 250 ME. Działanie regulatorów wzrostu na tę frakcję bulw było ponadto uzależnione od terminu ich stosowania (tab. 9).

Tabela 8

		Plon sadzeniaków (dt·ha⁻¹) Yield of seed potatoes (dt·ha⁻¹)					
Czynniki eksperymentu Experimental factors		Odmiany Varieties					Średnia Mean
		Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz	
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	132,3	142,4	144,7	132,1	153,3	141,4
	Moddus	164,5	140,1	150,8	125,9	162,3	148,7
	obiekt kontrolny control object	130,6	120,1	147,2	114,5	135,7	129,6
	NIR $\alpha \leq 0,05$	24,2					8,6
	LSD $\alpha \leq 0,05$						
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	136,5	143,0	150,5	129,0	155,1	142,8
	przed kwitnieniem before flowering	148,6	126,3	145,2	119,3	145,8	137,0
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n*					n
	LSD $\alpha \leq 0,05$						
Lata Years	1993	216,2	187,1	187,4	213,4	228,3	206,5
	1994	59,3	88,7	104,8	68,8	73,9	79,1
	1995	152,1	127,8	150,5	90,6	148,9	134,0
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n					8,6
	LSD $\alpha \leq 0,05$						
Średnia Mean		142,5	134,6	147,6	124,2	150,4	139,9
NIR $\alpha \leq 0,05$							
LSD $\alpha \leq 0,05$		12,9					

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$ * Non-significant at $\alpha \leq 0.05$

Tabela 9

Wpływ regulatorów wzrostu i terminu stosowania na udział i plon sadzeniaków ziemniaka w plonie ogólnym
The influence of growth regulators and date of application on share and yield of seed potatoes in the total yield

Regulatory wzrostu Growth regulators	Udział sadzeniaków w % Share of seed potatoes in %		Plon sadzeniaków w dt·ha ⁻¹ The yield of seed potatoes in dt·ha ⁻¹	
	Przed sadzeniem Before planting	Przed kwitnieniem Before flowering	Przed sadzeniem Before planting	Przed kwitnieniem Before flowering
Mival	64,9	60,5	150,1	132,7
Moddus	58,0	67,6	142,8	154,6
Obiekt kontrolny Control object	63,8	61,2	133,5	125,8
NIR $\alpha \leq 0,05$	5,7		14,8	
LSD $\alpha \leq 0,05$				

Wyższą wartość tej cechy uzyskano w obiektach, w których preparat Mival wnoszono w formie opryskiwania bulw przed sadzeniem niż przed kwitnieniem. Najwyższy plon sadzeniaków uzyskano w najkorzystniejszym, pod względem ilości i rozkładu opadów, 1993 roku, najniższy zaś — w skrajnie suchym 1994 roku.

DYSKUSJA

Zdaniem Kołodziejczyka (2000) wysokość plonu ziemniaka z jednostki powierzchni determinują trzy elementy składowe: liczba roślin, liczba bulw z rośliny i masa jednej bulwy. Poznanie ich wielkości oraz współzależności zachodzących między nimi stanowi ważne zagadnienie w uprawie ziemniaka, zwłaszcza przeznaczonego do przetwórstwa spożywczego oraz w nasiennictwie, gdzie szczególnie ważna jest wielkość bulw. Regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME spowodowały, relatywnie do obiektu kontrolnego, obniżenie udziału masy bulw w plonie o średnicy 3–4 cm, a zwiększenia partycypacji bulw o kalibrze 4–5 cm; wzrostu masy i liczby bulw z rośliny oraz plonu sadzeniaków. Boodlaender (1989) zauważył znaczny wzrost udziału bulw o średnicy 2,8–4,5 cm, spowodowany działaniem kwasu giberelinowego zastosowanego do opryskiwania roślin ziemniaka. Moddus 250 ME jako regulator wzrostu stymuluje syntezę kwasu giberelinowego (Ciba-Geigy, 1991), co powoduje wzrost udziału bulw średnich i dużych. W badaniach własnych do zwiększenia w plonie masy bulw dużych, decydujących o plonie handlowym, mogły się przyczynić również inne czynniki, nie uwzględnione w badaniach. Do nich można zaliczyć: konkurencję między pojedynczymi pędami w obrębie jednej rośliny, współzawodnictwo poszczególnych stolonów o produkty fotosyntezy, konkurencję między kielkami o pokarm z bulwy matecznej, dominację pączka głównego, wierzchołkowego oczka bulwy matecznej i inne (Wurr, 1977; MacKerron i in., 1988). Z badań Kuczyńskiej (1884) oraz Van de Waat (1989) i Van Ittersum (1992) wynika, że regulatory wzrostu zwiększają głównie masę bulw średnich w plonie ogólnym. Ci ostatni stwierdzili, że opryskując rośliny kwasem giberelinowym w okresie poprzedzającym inicjację bulw zwiększa się liczba zawiązanych bulw przy niezmienionym lub nieco zmniejszonym plonie ogólnym. Merkis i wsp. (1990) zaobserwowali, że regulator TA-12 już po 2 tygodniach od zastosowania kilkakrotnie zwiększa liczbę zawiązanych bulw. Wyszuli oni hipotezę, że optymalne warunki atmosferyczne w okresie wegetacji stymulują nie tylko wzrost bulw, ale również ich zawiązywanie, co może prowadzić do osłabienia działania regulatorów wzrostu, których potencjał plonotwórczy jest w pewnym sensie ograniczony. W opinii Djakova i wsp. (1990) Mival powoduje wzrost udziału bulw średnich, o masie 70–80 g, oraz zmniejszenie udziału bulw dużych. Należy jednak dodać, iż badania te przeprowadzono w odmiennych niż polskie warunkach meteorologicznych, w rejonie o klimacie kontynentalnym, charakteryzującym się chłodnymi nocami w okresie tuberyzacji, gdzie niska temperatura hamuje zawiązywanie bulw (Menzel, 1980).

Z badań własnych wynika, iż preparat Mival wywołuje również wzrost średniej masy bulwy. Badania Merkisa i wsp. (1990) oraz Sawickiej (2000 a) potwierdzają te wyniki. Zdaniem Lis i Wierzejskiej-Bujakowskiej (1995) bardziej interesujące jest działanie tych regulatorów wzrostu, które nie tylko zwiększają plony i modyfikują ich strukturę, ale także poprawiają ich odporność na warunki stresowe. Termin stosowania regulatorów wzrostu nie wpłynął na masę i liczbę bulw z rośliny, ani też na strukturę frakcji bulw. Z wcześniejszych badań Sawickiej (2000 b) wynika, że stosowanie tych regulatorów wzrostu na bulwy przed sadzeniem jest efektywniejsze niż stosowanie ich na nacę przed kwitnieniem. Natomiast z badań własnych wynika, że jest odmienna reakcja odmian na

regulatory wzrostu w obrębie frakcji bulw o średnicy 4–5 i ponad 6 cm. Bardzo wczesna odmiana Drop pod wpływem preparatu Moddus 250 ME wytworzyła większą masę bulw o średnicy 4–5 cm, zaś średnio wczesna odmiana Irga — pod działaniem preparatu Mival. W przypadku odmiany Grot zauważono pod działaniem preparatu Mival zwiększenie masy bulw o średnicy ponad 6 cm, zaś pod działaniem preparatu Moddus 250 ME — odmiany Elba.

Udział i plon sadzeniaków był uzależniony od oddziaływania nie tylko regulatorów wzrostu, ale i terminu ich stosowania. Większy plon sadzeniaków w obiektach z preparatem Mival uzyskano aplikując go na bulwy przed sadzeniem, natomiast większy udział sadzeniaków — w obiektach z preparatem Moddus 250 ME, stosując go w formie opryskiwania naci przed kwitnieniem. Sawicka (1999) wykazała ponadto, iż oprysk naci regulatorami wzrostu przed kwitnieniem, niezależnie od rodzaju regulatora i odmiany, jest korzystniejsze, niż opryskiwanie nimi bulw przed sadzeniem, z uwagi na mniejsze nasilenie zainfekowania bulw *Streptomyces* sp. oraz *Rhizoctonia solani*. Podobne wnioski wysunuli Chekurov i wsp. (1990), stosując kwas giberelinowy. Dowiedli oni, że regulator ten zastosowany do opryskiwania naci kontroluje lepiej rozwój septerioz, alternarioz i zarazy ziemniaka niż stosowany do opryskiwania bulw.

Preparat Mival zwiększał istotnie średnią masę bulwy, chociaż obserwowano również dodatnią tendencję po zastosowaniu preparatu Moddus 250 ME. W dostępnym piśmiennictwie nie omawia się wpływu regulatorów wzrostu na tę cechę. O masie bulwy decyduje wiele czynników zarówno w sposób bezpośredni, jak i pośredni. Kołodziejczyk (2000) oraz Zarzyńska (1997) twierdzą zgodnie, że największy wpływ na wartość tej cechy wywiera obsada roślin na jednostce powierzchni, liczba bulw z rośliny, odmiana oraz przebieg pogody, w tym głównie opady atmosferyczne.

Badane odmiany różnią się istotnie pod względem udziału frakcji bulw, liczby i masy bulw, średniej masy bulw w plonie. Zależność tych cech ziemniaka od właściwości odmianowych potwierdzają również Sawicka (1994, 1999, 2000 a, 2000 b), Zarzyńska (1997), Sawicka i Kościelecka (1999) oraz Rudzińska-Mękal (2000). Silva i Andrew (1987) akcentują możliwość wystąpienia różnic w plonie tej samej odmiany aż do czterestokrotnych. Autorzy ci doszukują się przyczyn tak dużej zmienności plonu w dużej zmienności roślin w redlinie oraz między redlinami.

Zastosowane regulatory wzrostu wywołały zróżnicowane reakcje badanych odmian w zakresie liczby bulw z rośliny. Mogły one wynikać z natury tych związków, jako inhibitorów lub stymulatorów procesu fotosyntezy, tuberyzacji jak i reakcji obronnych roślin na czynniki patogeniczne. Największy efekt preparatu Mival, wyrażony liczbą bulw, uzyskano w przypadku odmiany Irga i Elba, natomiast pod działaniem preparatu Moddus 250 ME istotnie więcej bulw wydała odmiana Perkoz. Jak wynika z badań Menzla (1980) u odmian o długim okresie tuberyzacji regulatory wzrostu stymulują tworzenie się dodatkowych miejsc tuberyzacji, co tłumaczy większy ich efekt u odmian Elba i Irga.

Wszystkie badane cechy ziemniaka w dużym stopniu były modyfikowane zmiennością środowiska. W opinii wielu autorów (Wuur, 1977; Menzel, 1980; MacKerron i in., 1988; Sawicka, 1994, 2000 a) obok zmienności genetycznej roślin występuje równolegle zmienność środowiskowa. Do najważniejszych przyczyn tej zmienności zaliczają oni:

jakość sadzeniaków (zdrowotność, wielkość, sposób przechowywania), niejednorodność środowiska glebowego, różnorodność wpływu warunków meteorologicznych, takich jak: temperatura, światło (długość fal, intensywność i czas trwania), zaopatrzenie roślin w wodę. Zróżnicowanie środowiska, w jakim wegetują rośliny ziemniaka powoduje modyfikację procesów regulacji wewnętrznej w obrębie rośliny ziemniaka, co z kolei oddziałuje na efektywność stosowania regulatorów wzrostu roślin (Menzel, 1980; Djakov i in., 1990; Van Ittersum, 1992).

Badania własne i innych autorów (Amrein, 1989; Sawicka 1999, 2000 b; Rudzińska-Mękal, 2000) wskazują, iż preparat Moddus 250 ME jest interesującym regulatorem wzrostu, jednak nadal jego rola w modyfikowaniu elementów jakości plonu jest słabo poznana. Amrein i wsp. (1989) sugerują, iż cimectacarb, jako substancja aktywna tego preparatu, ogranicza istotnie wysokość źdźbła jęczmienia ozimego i zwiększa plon ziarna. Jak dotąd mało był stosowany w uprawie ziemniaka. Rudzińska-Mękal (2000) dowiodła, iż stosowanie preparatu Moddus 250 ME, bez względu na formę jego wniesienia, podwyższa zawartość związków fenolowych w bulwach, co zwiększa ich odporność na choroby, podwyższa koncentrację cukrów redukujących w bulwach, nie obniżając przy tym możliwości wykorzystania bulw na produkty smażone. Zwiększa on również koncentrację skrobi w bulwach odmian wczesnych, a zmniejsza w bulwach odmian późnych; obniża zawartość białka w bulwach odmian późnych; zwiększa poziom magnezu, a obniża koncentrację żelaza i cynku. Autorka ta sugeruje ponadto, iż korzystniejsze efekty w uprawie ziemniaka można uzyskać stosując Moddus 250 ME do opryskiwania naci.

W badaniach własnych preparat Mival uzyskał korzystniejsze efekty niż Moddus 250 ME. W opinii Voronkova i wsp. (1982), Djakova i wsp. (1990), Mikos-Bielak i wsp. (1994), Rudzińskiej i Mikos-Bielak (1999), Sawickiej (1994, 2000 b) oraz Rudzińskiej-Mękal (2000) zasługuje on na większe niż dotychczas zainteresowanie, ponieważ należy do związków krzemooorganicznych o niskiej toksyczności dla organizmu ludzkiego oraz, że wywiera wpływ na skład chemiczny roślin, tj. zwiększanie zawartości potasu, magnezu, manganu i miedzi w organach zapasowych roślin uprawnych (Mikos-Bielak i in., 1994; Rudzińska-Mękal, 2000); wzrost zawartości skrobi w bulwach odmian wczesnych oraz zwiększenie ilości związków polifenolowych w bulwach (Rudzińska i Mikos-Bielak, 1999; Rudzińska-Mękal, 2000), a także na opóźnianie epidemii oraz hamowanie rozwoju *Phytophthora infestans* na plantacjach ziemniaka (Sawicka, 1994).

Nadal jest jednak wiele niewiadomych, co do fizjologicznej aktywności obu preparatów — Moddus 250 ME i Mival, stąd też mimo wielu stwierdzonych ich zalet konieczne jest dalsze prowadzenie badań w aspekcie jakości plonu ziemniaka i oddziaływania ich na inne rośliny oraz zwierzęta w środowisku rolniczym.

WNIOSKI

1. Regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME spowodowały w porównaniu do obiektów kontrolnych:
 - zwiększanie masy i liczby bulw z rośliny;
 - obniżenie liczby bulw z rośliny o średnicy 4–5 cm, a zwiększenie partycypacji bulw o kalibrze 5–6 i ponad 6 cm;
 - zmniejszenie udziału masy bulw w plonie o średnicy 3–4 cm, a zwiększenie udziału bulw o kalibrze 4–5 cm;
 - wzrost plonu sadzeniaków.
2. Zwiększenie średniej masy bulwy wywoływał jedynie preparat Mival.
3. Odmiany ziemniaka odmiennie reagowały liczbą wytwarzanych bulw na stosowanie regulatorów wzrostu. Pod wpływem preparatu Mival odmiany Irga i Elba wytwarzały więcej bulw, a odmiana Grot mniej niż w obiekcie kontrolnym. Pod wpływem preparatu Moddus 250 ME istotnie więcej bulw wydała odmiana Perkoz.
4. Reakcja odmian na regulatory wzrostu w obrębie frakcji bulw o średnicy 4–5 i ponad 6 cm okazała się odmienna. Pod wpływem preparatu Moddus 250 ME odmiana Drop wytworzyła większą masę bulw o średnicy 4–5 cm, zaś odmiana Irga — pod działaniem preparatu Mival, relatywnie do obiektu kontrolnego. Wzrost masy bulw o średnicy ponad 6 cm pod działaniem preparatu Mival obserwowano u odmiany Grot, zaś preparatu Moddus 250 ME — u odmiany Elba.
5. Oddziaływanie regulatorów wzrostu na plon sadzeniaków zależało od odmian. Tylko odmiany Drop i Perkoz zwiększyły ich plon pod wpływem preparatu Moddus 250 ME. U pozostałych odmian brakowi oddziaływania regulatorów na tę cechę mogą towarzyszyć różne zmiany w dorodności bulw.
6. Termin aplikacji regulatorów wzrostu nie miał istotnego wpływu na masę i liczbę bulw z rośliny oraz na średnią masę jednej bulwy.
7. Plon sadzeniaków był uzależniony od terminu stosowania regulatorów wzrostu. Wyższy plon sadzeniaków w obiektach z preparatem Mival uzyskano we wczesnym terminie aplikacji preparatu. W obiektach z preparatem Moddus 250 ME stwierdzono większy ich udział w warunkach opryskiwania naci przed kwitnieniem.
8. Warunki atmosferyczne okresu wegetacji kształtowały masę i liczbę bulw z rośliny, a także strukturę plonu oraz plon sadzeniaków. Warunki stresowe (skrajna susza), spowodowały zdrobnienie bulw i zwiększenie ich liczby z jednej rośliny, a w efekcie uzyskanie niższego plonu sadzeniaków.

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.
- Bodlaender K. B. A., Van de Waat M. 1989. Influence of gibberelic acid (GH₃) applied to the crop on growth, yield and tuber size distribution of seed potatoes. Neth. J. Agricult. Sci. 37 (3): 185 — 195.
- Chekurov V. M., Sychev I. P., Sycheva V. P., Yarovoi V. M., Konchukovsaya G. L., Druganov A. G. 1990. The yield and disease development. Zashchita Rastenii 2: 24 — 25.

- CIBA-GEIGY. 1991. CGA 163935. Plant growth regulators for cereals, oilseed rape, turf and other annual crops. Agro Division AG 2, Switzerland: 1 — 10.
- Djakov V. M., Korzinnikov S., Matyënkov V. V. 1990. Ékologiëskie bezvrednye regulatory rosta Mival i Krezacin. Reg. Rost. Rast., Agropromizdat, Moskva: 52 — 61.
- Kuczyńska J. 1984. Wpływ Ergostimu i Alaru-85 na plonowanie roślin ziemniaka. Pestycydy 1: 17 — 21.
- Lis B., Wierzejska-Bujakowska A. 1995. Wpływ regulatorów wzrostu Stymulen, Kwartazyna i Lajma na plonowanie ziemniaka odmiany Heban. Pestycydy 1: 39 — 43.
- Kołodziejczyk M. 2000. Kształtowanie się plonu bulw łanu i pojedynczej rośliny ziemniaka jadalnego. Biul. IHAR 214: 221 — 230.
- MacKerron D. K., Marshall B., Jeffereies R. A. 1988. The distributions of tuber sizes in droughted and irrigated crops of potato. Part II. Relation between size and weight of tubers and the variability of tuber — size distributions. Potato Res. 31/2: 279 — 288.
- Menzel C.N. 1980. Tuberization in potato at high temperatures, responses to gibberelin and growth inhibitors. Ann. Biol., 46/3: 259 — 266.
- Merkis A. J., Novickene L. L., Deeva V. P., Kazakova V. N. 1990. Efektivnost preparata Lajma kak regulatora rosta i klubnicobrazovania u kartofelja. Reg. Rost. Rast., Izdat. Nauka, Moskva: 68 — 73.
- Mikos-Bielak M., Szymańska M., Wilczek M. 1994. Wpływ Indoformu i Mivalu na skład chemiczny jęczmienia jarego. Pestycydy 3: 23 — 28.
- 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. Rocz. AR Poznań — CCCVII: 229 — 234.
- Rudzińska-Mękal B. 2000. Modyfikacja składu chemicznego bulw ziemniaka przez syntetyczne regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME. Pr. doktor., AR Lublin.
- Sawicka B. 1994. Zmienność pojawiania i szerzenia się *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary w warunkach stosowania dwóch regulatorów wzrostu. Pestycydy 3: 13 — 22.
- Sawicka B. 1999. The influence of synthetic growth regulators Mival and Moddus in potato cultivation on tuber infection with *Streptomyces* sp. and *Rhizoctonia solani*. Progres in Plant Protection 39/2: 616 — 620.
- Sawicka B. 2000 a. Regulatory wzrostu Mival i Potejtin w uprawie ziemniaka. Cz. II. Wpływ regulatorów na plon i strukturę bulw. Biul. IHAR 213: 141 — 149.
- Sawicka B. 2000 b. 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.
- 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.
- Silva G. H., Andrew W. T. 1987. Hill to hill variations in tuber yields in Alberta. Am. Potato J. 62/3: 119 — 127.
- Van Ittersum M. K. 1992. Dormancy and growth vigour of seed potatoes. Doctoral thesis. Wageningen Agric. Univ.
- Voronkov M. G., Kuznecov I. G., Djakov V. M. 1982. Novyj biostimuljator Mival w sielskomchazajstvie. Riezul. Naucz. Isslied. v Prakt. Siel. Chozj. Nauka, Moskva.
- Wuur D. 1977. Some observations of patterns of tuber formation and growth in the potato. Pot. Res. 20/1: 63 — 75.
- Zarzyńska K. 1997. Czynniki wpływające na kształt i wielkość bulw ziemniaka. Ziemniak Polski 4: 4 — 9.