

*Katedra Chemii Akademii Rolniczej w Lublinie.

** Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin Akademii Rolniczej w Lublinie

MARIA MIKOS-BIELAK*, BARBARA SAWICKA**,
RENATA CZECZKO*, BARBARA RUDZIŃSKA*

Syntetyczne regulatory wzrostu w uprawie ziemniaka.

Część I. Wpływ Poteitinu na wybrane składniki chemiczne bulw różnych odmian ziemniaka

Synthetic Growth Regulators in the Cultivation of Potato.

Part I. Effect of the Preparation Poteitin on Some Chemical Components
of Various Tubers of Potato Cultivars

Regulatory wzrostu różnorodnie oddziałują na rośliny, kontrolując zachodzące w nich procesy fizjologiczne i biochemiczne, sterując zjawiskami morfogenetycznymi (Kozakova i Karsunkina, 1990; Lis i Wierzejska-Bujakowska, 1995; Merkis i in. 1990; Mikos-Bielak i Sawicka, 1996).

W uprawie ziemniaka regulatory wzrostu można stosować przed sadzeniem do oprysku bulw, a w okresie wegetacji do oprysku naci (Kozakova i Karsunkina, 1990; Lis i Wierzejska-Bujakowska, 1995; Merkis i in. 1990). Ciągłe jednak brakuje regulatorów pozwalających na uzyskanie interesujących wyników dla tej rośliny. Naukowcy ukraińscy polecają dla ziemniaka Poteitin nowy syntetyczny regulator wzrostu, którego substancję aktywną stanowi sól N-tlenku 2,6 dimetylopirydyny i kwasu bursztynowego (Ponomarenko i in., 1992; Vakulenko i Kaliakina, 1991).

Prowadzone przez nas badania miały ocenić przydatność Poteitinu w uprawach ziemniaka prowadzonych w polskich warunkach glebowo-klimatycznych.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe prowadzono w cyklu 3-letnim na glebie biellicowej kompleksu słabego żytznego. Nawożenie organiczne i mineralne było stałe dla całego doświadczenia i wynosiło w przeliczeniu na hektar: 250 dt obornika, 100 kg N (mocznik) i 100 kg P_2O_5 (superfosfat), 150 kg K_2O (saletra potasowa).

Eksperyment zakładano metodą losowych podbloków w trzech powtórzeniach. Podbloki I rzędu stanowiły:

- a) obiekt kontrolny, w którym sadzeniaki opryskiwano wodą,
- b) obiekt, w którym sadzeniaki opryskiwano roztworem wodnym Poteitinu w stężeniu 10 mg/dm^3 .

Zużycie preparatów wynosiło: 300 mg Poteitinu w 30 dm^3 wody na tonę sadzoniaków. Podbloki II rzędu: 37 odmian ziemniaka zaliczanych do wszystkich grup wczesności. W tej liczbie 34 to odmiany polskie a trzy holenderskie: Diamant, Eskort i Premieur. Zabiegi pielęgnacyjne na plantacji w okresie wegetacji wykonano zgodnie z zaleceniami poprawnej agrotechniki.

Zbiory bulw przeprowadzono w okresie ich dojrzałości technicznej. Podczas zbioru określono wysokość plonu i jego strukturę (Sawicka, 1994) oraz pobrano po 50 bulw różnej wielkości, proporcjonalnie do ich udziału w plonie i na tej próbie przeprowadzono analizy składu chemicznego w ciągu dwóch pierwszych tygodni zbioru. W świeżej masie bulw określono zawartość: skrobi metodą polarymetryczną Evansa, cukrów redukcyjnych i rozpuszczalnych ogółem – miareczkową metodą Hagedorna-Jensena, witaminy C metodą Tillmansa, oraz związków polifenolowych spektrofotometrycznie z odczynnikiem Follina-Ciocalteu, metodą Mopsona.

Na podstawie zawartości cukrów rozpuszczalnych ogółem i cukrów redukujących wyliczono zawartość sacharozy:

$$\% \text{ sacharozy} = (\% \text{ cukrów rozpuszczalnych} - \% \text{ cukrów redukujących}) \times 0,95$$

Zawartość wszystkich oznaczanych związków podano w przeliczeniu na świeżą masę bulw.

Wyniki badań laboratoryjnych opracowano statystycznie metodą analizy wariancji badanych cech, a istotność różnic oceniono testem Tukeya.

WYNIKI

Skład chemiczny analizowanych bulw ziemniaka z kombinacji kontrolnej zestawiono w tabeli 1, a wpływ Poteitinu przedstawiają ryciny 1-5. Jak wynika z tabeli 1 zawartość wszystkich oznaczanych składników chemicznych bulw w ogromnym stopniu zależy od cech odmianowych, natomiast długość okresu wegetacyjnego nie zmieniała jednokierunkowo zawartości większości tych składników.

Zawartość skrobi najważniejszego składnika w bulwach ziemniaka zmieniała się w zakresie 11,1-18,4% (tab. 1). W bulwach odmian wcześniejszych było jej na ogół mniej – około 12%, a w większości odmian późnych jej zawartość wahała się od 15,4 do 18,4%.

Nie stwierdzono jednak istotnej zależności pomiędzy długością okresu wegetacyjnego a zawartością skrobi w bulwach. Wpływ Poteitinu na tę cechę przedstawia ryc. 1. Z grupy 37 odmian jedynie w bulwach 4 z nich stwierdzono znaczne obniżenie zawartości skrobi. Były to odmiany: Ruta, Eskort, Tarpan i Frezja. Aż u 18 odmian obserwowano zwiększenie zawartości skrobi o 5 do 25% ($\text{NIR}_{0,05} = 4,9\%$), a tendencję wzrostu jej koncentracji u dalszych 7 odmian w porównaniu z bulwami kontrolnymi. Duży wzrost zawartości skrobi pod wpływem regulatora wystąpił w bulwach Pilicy, Fali, Perkoza, Sokoła i Czezy.

Tab. 1. Skład chemiczny kontrolnych bulw różnych odmian ziemniaka
Chemical composition of control tubers of various potato cultivars

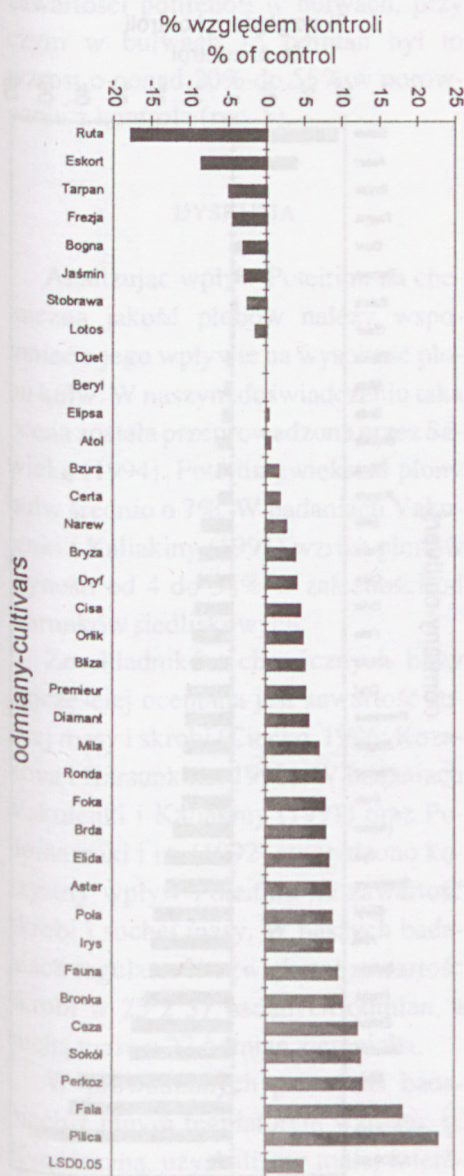
Odmiany Cultivars	% Skrobia Starch	% Sacharoza Saccharose	% Cukry red. Red. sugars	mg % Wit C Vit. C	mg % Polifenole Poliphenols
Aster	13,6	0,30	0,29	21	31
Frezja	11,4	0,24	0,30	16	34
Irys	12,6	0,17	0,43	16	40
Orlik	12,7	0,25	0,32	18	37
Ruta	12,0	0,25	0,33	16	42
Duet	14,5	0,28	0,34	13	33
Elipsa	12,0	0,28	0,34	16	34
Jaśmin	14,0	0,23	0,35	24	34
Lotos	12,8	0,17	0,38	18	60
Perkoz	12,9	0,22	0,28	16	45
Premieur	12,5	0,24	0,40	13	44
Beryl	14,8	0,23	0,36	13	33
Bliza	14,0	0,23	0,35	18	42
Elida	14,4	0,23	0,34	16	34
Fauna	14,5	0,20	0,34	21	40
Mila	14,6	0,25	0,37	16	36
Pola	14,0	0,20	0,39	13	28
Ronda	13,4	0,24	0,36	18	53
Eskort	12,0	0,27	0,38	16	38
Atol	14,0	0,25	0,29	11	43
Bogna	12,2	0,26	0,39	17	54
Brda	16,3	0,23	0,43	13	40
Bryza	14,2	0,22	0,40	26	42
Certa	15,4	0,27	0,29	18	40
Cisa	15,7	0,25	0,35	21	45
Fala	14,6	0,26	0,43	18	34
Foka	13,8	0,23	0,37	13	50
Skól	12,1	0,29	0,35	18	35
Diamand	13,3	0,21	0,43	18	36
Bronka	13,7	0,19	0,37	18	24
Bzutra	18,2	0,16	0,33	13	52
Ceza	18,8	0,22	0,28	16	42
Dryf	14,6	0,19	0,42	16	42
Narew	17,6	0,25	0,29	26	44
Pilica	15,0	0,21	0,39	13	34
Stobrawa	15,3	0,19	0,40	16	38
Tarpan	12,6	0,19	0,37	26	38

Zawartość cukrów redukujących które w znacznym stopniu decydują o ciemnieniu miąższu bulw gotowanych wahała się u roślin nietraktowanych regulatorem od 0,26 do 0,45% (tab. 1). Podobnie jak dla skrobi nie stwierdzono prostej zależności pomiędzy akumulacją cukrów redukujących a długością okresu wegetacyjnego. Wpływ Potejtinu na zmiany koncentracji cukrów redukujących przedstawia ryc. 2. Istotne obniżenie tej koncentracji (o 10-17% względem kontroli) stwierdzono w bulwach 9 odmian, a znaczne podwyższenie ich zawartości wystąpiło u 10 innych odmian, przy czym w bulwach Astra i Perkoza był to wzrost o ponad 30%. W bulwach połowy badanych odmian zmiany zawartości cukrów redukujących po wpływie Potejtinu były nieistotne.

Zawartość sacharozy w bulwach roślin kontrolnych zmieniała się w zależności od odmiany w zakresie od 0,20 do 0,53% (tab. 1). Znacznie mniej sacharozy stwierdzono w bulwach Frezji, Poli, Perkoza, Bogny, Certy i Cezy, gdy pochodziły one z roślin traktowanych regulatorem (ryc. 3). Natomiast w bulwach Orlika, Eskorta, Stobrawy, Irysa a zwłaszcza Narwi z kombinacji z Poteitinem było znacznie więcej sacharozy niż w bulwach roślin kontrolnych tych odmian.

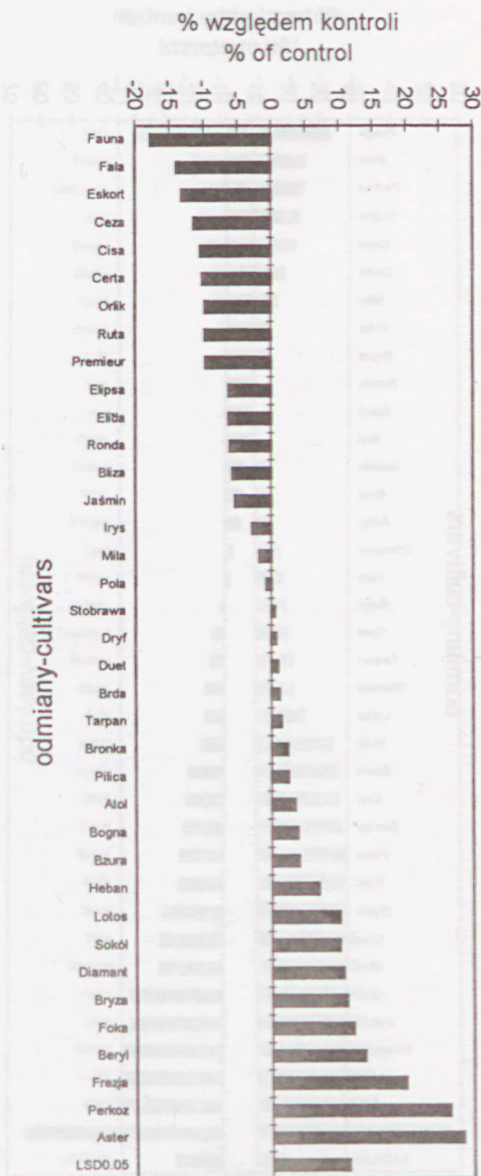
Zawartość witaminy C w ziemniakach jest cechą bardzo ważną, gdyż panuje podgląd, że większość tej witaminy spożywanej w Polsce pochodzi właśnie z ziemniaków. W naszych badaniach koncentracja witaminy C oznaczona jako suma kwasu askorbinowego i dehydroaskorbinowego zmieniała się od 11 mg/100g w bulwach Atola do 26 mg/100g w bulwach Bryzy, Narwi i Tarpana (tab. 1). Poteitin zastosowany do moczenia sadzeniaków powodował zwiększenie koncentracji witaminy C w bulwach większości odmian, u niektórych nawet o 20-54% w porównaniu z kontrolą (ryc. 4). Najkorzystniejsze zmiany tego składnika pod wpływem regulatora stwierdzono w bulwach Ruty, Lotosa i Elidy. Natomiast istotne zmniejszenie koncentracji witaminy C wystąpiło tylko w bulwach Sokoła, Astra i Bryzy. Oceniając wpływ Poteitinu na zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka można stwierdzić, że regulator ten może być polecany w uprawie większości uprawianych w Polsce odmian, a także w uprawie odmian holenderskich Premieura i Diamanta.

Zawartość związków polifenolowych określono w przeliczeniu na kwas chlorogenowy. Obecność tych związków w ziemniakach jest kontrolowana ze względu na ich udział w ciemnieniu enzymatycznym. Równocześnie ich obecność w artykułach żywnościowych jest bardzo ważna, gdyż obok witaminy C działają one jako antyoksydanty niwelujące między innymi aktywność wolnych rodników lipidowych. W badanych przez nas odmianach ziemniaka zawartość związków fenolowych w bulwach zmieniała się w zakresie 24-60 mg % św.m. Poteitin obniżał koncentracje tych związków w granicach istotnych statystycznie o 10-20% w bulwach 8 badanych odmian, a w bulwach Poli spadek ten wynosił 35,3% w porównaniu z kontrolą. Natomiast aż u 20 odmian regulator ten wywoływał wzrost



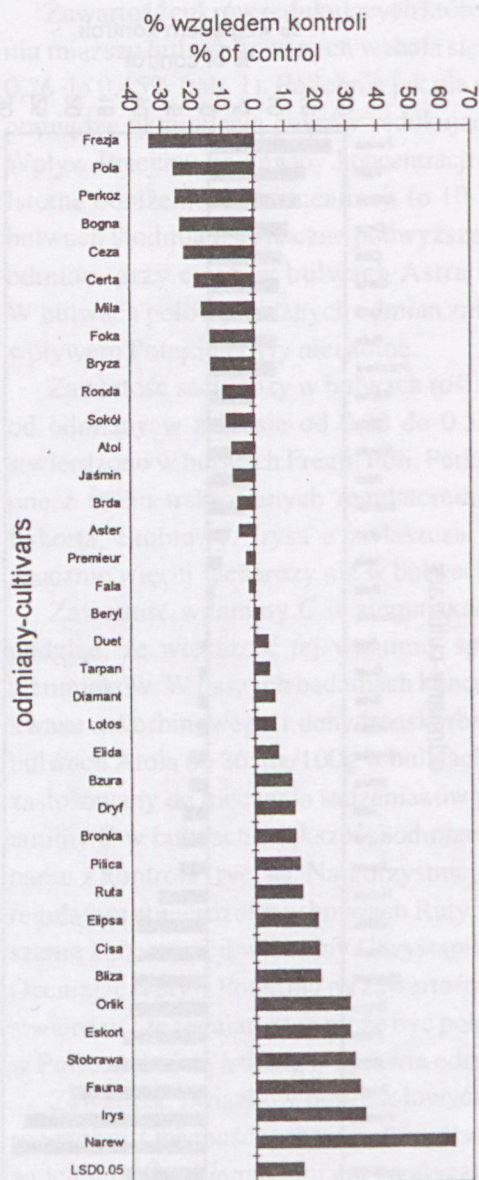
Ryc. 1. Wpływ Poteitinu na zawartość skrobi w bulwach różnych odmian ziemniaka (% względem kontroli)

Influence of Poteitin on the content of starch in potato tubers of different varieties (% of control)



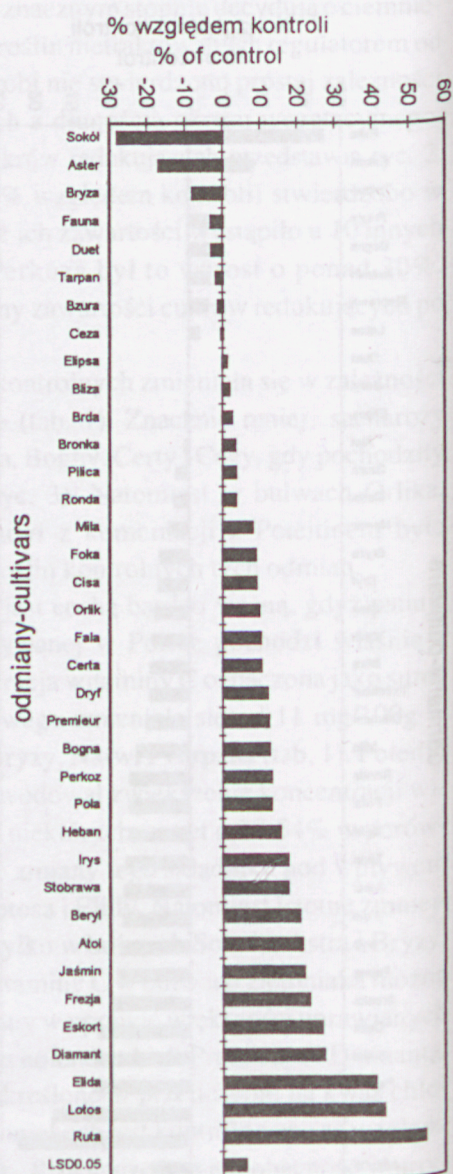
Ryc. 2. Wpływ Poteitinu na zawartość cukrów redukujących w bulwach różnych odmian ziemniaka (% względem kontroli)

Influence of Poteitin on the content of reducing sugars in potato tubers of different varieties (% of control)



Ryc. 3. Wpływ Poteitinu na zawartość sacharozy w bulwach różnych odmian ziemniaka (% względem kontroli)

Influence of Poteitin on the content of saccharose in potato tubers of different varieties (% of control)



Ryc. 4. Wpływ Poteitinu na zawartość witaminy C w bulwach różnych odmian ziemniaka (% względem kontroli)

Influence of Poteitin on the content of vitamin C in potato tubers of different varieties (% of control)

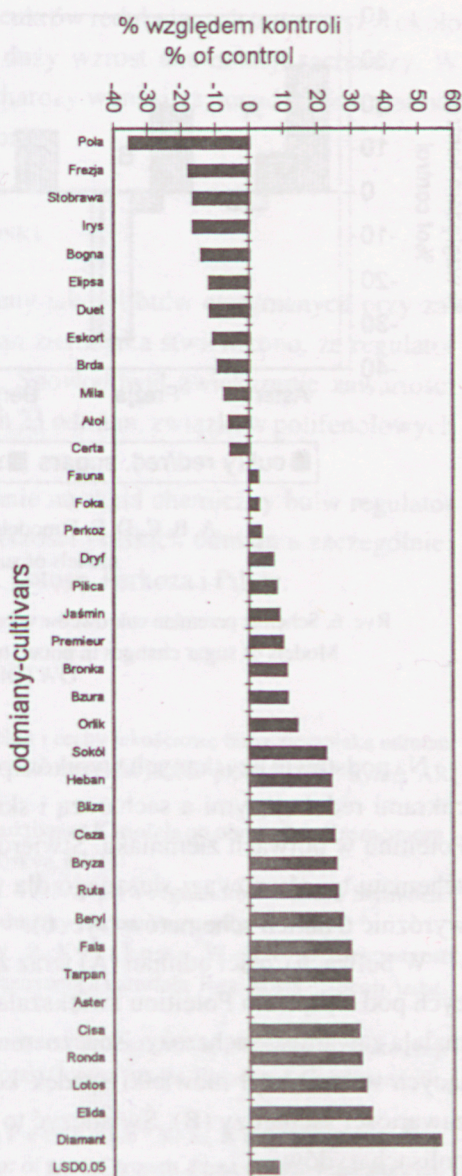
zawartości polifenoli w bulwach, przy czym w bulwach 15 odmian był to wzrost o ponad 20% do 55% w porównaniu z kontrolą (ryc. 5).

DYSKUSJA

Analizując wpływ Poteitinu na chemiczną jakość plonów należy wspomnieć o jego wpływie na wysokość plonu bulw. W naszym doświadczeniu taka ocena została przeprowadzona przez Sawicką (1994). Poteitin zwiększał plony bulw średnio o 7%. W badaniach Vakułenki i Kaliakiny (1991) wzrost plonów wynosił od 4 do 34% w zależności od warunków siedliskowych.

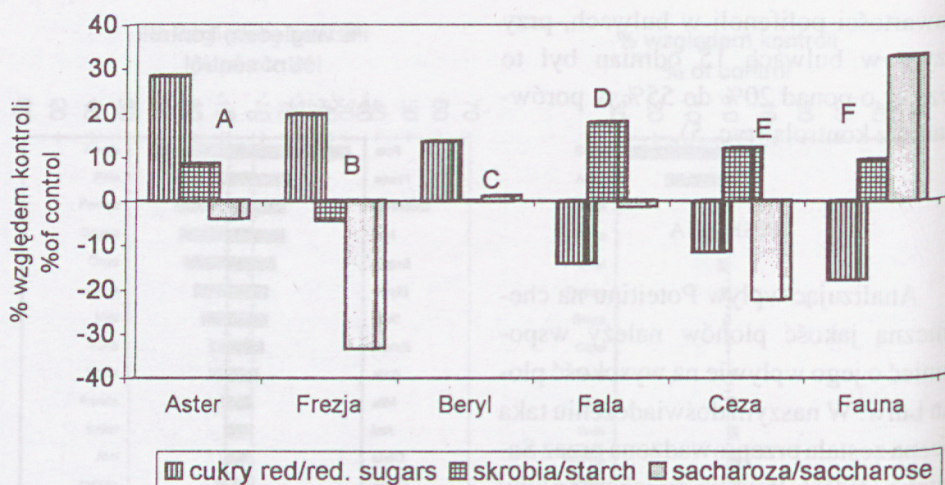
Ze składników chemicznych bulw najczęściej oceniana jest zawartość suchej masy i skrobi (Ciećko, 1986; Kozakova i Karsunkina, 1990). W badaniach Vakułenki i Kaliakiny (1991) oraz Ponomarenki i in. (1992) stwierdzono korzystny wpływ Poteitinu na zawartość skrobi i suchej masy. W naszych badaniach regulator ten zwiększał zawartość skrobi w 25 z 37 badanych odmian, a suchą masę u 22 odmian ziemniaka.

W prowadzonych przez nas badaniach z innym regulatorem wzrostu, tj. Kwartazyną, uzyskaliśmy mniej interesujące wyniki zarówno jeśli chodzi o wysokość plonu bulw, jak i jego chemiczną jakość ocenianą na podstawie zawartości skrobi, cukrów redukujących, sacharozy, witaminy C, i związków polifenolowych (Mikos-Bielak i Sawicka, 1996).



Ryc. 5. Wpływ Poteitinu na zawartość polifenoli w bulwach różnych odmian ziemniaka (% względem kontroli)

Influence of Poteitin on the content of polyphenols in potato tubers of different varieties (% of control)



A, B, C, D, E, F modele przemian cukrowców
models of sugars changes

Ryc. 6. Schemat przemian cukrowców w bulwach ziemniaka pod wpływem Poteitingu
Models of sugar changes in potato tubers under the influence of Poteitin

Na podstawie uzyskanych wyników podjęto próbę oceny równowagi pomiędzy cukrami redukującymi a sacharozą i skrobią, jaka kształtuje się pod działaniem Poteitinu w bulwach ziemniaka. Stwierdzono, że nie można przedstawić jednego schematu tej równowagi słusznego dla wszystkich 37 odmian. Można natomiast wyróżnić 6 takich schematów (ryc. 6).

W bulwach części odmian (A) wraz ze wzrostem zawartości cukrów redukujących pod wpływem Poteitinu zwiększała się zawartość skrobi a tylko nieznacznie malała zawartość sacharozy. Znacznemu zwiększeniu zawartości cukrów redukujących towarzyszył niewielki spadek koncentracji skrobi i bardzo duży spadek zawartości sacharozy (B). Świadczyć to może o zahamowaniu biosyntezy oligo i polisacharydów.

Wspólną cechą modeli A i B jest ograniczenie zawartości sacharozy przy wzroście zawartości cukrów redukujących.

W modelu C Poteitin wywołał wzrost akumulacji cukrów redukujących przy równoczesnym braku zmian w koncentracji oligo i polisacharydów. Dla modeli D, E, F wspólne cechy to spadek zawartości cukrów redukujących, któremu towarzyszy wzrost zawartości skrobi pod wpływem Poteitinu. Natomiast zawartość sacharozy bądź to nieznacznie malała (D), bądź gwałtownie spadała (E). Jedynie w

przemianach typu F spadkowi zawartości cukrów redukujących towarzyszył około 10% wzrost zawartości skrobi i bardzo duży wzrost akumulacji sacharozy. W bulwach Fauny ten wzrost zawartości sacharozy wynosi aż ponad 30% w porównaniu z bulwami kontrolnymi bez regulatora.

WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonej oceny jakości bulw otrzymanych przy zastosowaniu Poteitinu w uprawie 37 odmian ziemniaka stwierdzono, że regulator ten modyfikował skład chemiczny bulw. Spowodował zwiększenie zawartości skrobi u 25 odmian, witaminy C w bulwach 23 odmian, związków polifenolowych w bulwach 22 odmian.

2. Ze względu na modyfikujące działanie na skład chemiczny bulw regulator ten mógłby być polecany w uprawie większości polskich odmian a szczególnie: Bronki, Cezy, Cisy, Diamanta, Elidy, Fali, Lotosa, Perkoza i Pilicy.

PIŚMIENNICTWO

- Ciećko Z. 1986. Wpływ nawożenia azotem na plon i cechy jakościowe bulw ziemniaka odmian wczesnych, średniopóźnych i późnych. Wpływ nawożenia na jakość plonów. Mat. Symp. AR Olsztyn, 1, 211-221.
- Kozakowa W., Karsunkina N. P. 1990. Produktivnost Kartofela pri obrobocie Krezacimom. Regulatory Rosta Rastienij. Agropromizolat, Moskva, 62-73.
- Lis B., Wierzejska-Bujakowska A. 1995. Wpływ regulatorów wzrostu Stymulen. Kwartazyn i Lajma na plonowanie ziemniaka odmiany Heban. Pestycydy, 1, 39-43.
- Merkis A. I., Nowickene L. L., Deewa W. P., Kozakowa W. N. 1990. Efektywnost preparata Lajma kak regulatora rosta i klubniobrazowania u kartofela. Reg. Rosta rostienij, izdat. Nauka Moskva, 68-73.
- Mikos-Bielak M., Sawicka B. 1996. The effect of Kvartazine application on potato crop and quality. The Conference: Plant Yield Process Control under Regulated Conditions. St. Petersburg, 44-46.
- Ponomarenko S. P., Nikolaenko T. K., Petrenko V. S., Karabanow Yu. V. 1992. Poteitina regulator of potato growth. Plant growth regulators ed. by Bumazhnyi et al., Kiev, Ukrainian Acad. of Sci. 129-143.
- Sawicka B. 1994. Gospodarczy efekt stosowania regulatorów wzrostu w uprawie 37 odmian ziemniaka. Pestycydy. Warszawa, 3, 1-12.
- Sawicka B., Mikos-Bielak M. 1995. An attempt to evaluate the fluctuation of chemical composition of potato tubers in changing conditions of arable field. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 419, 95-102.
- Vakulenko B. B., Kaliakina T. A. 1991. Rezultaty gosudarstviennych ispytanij regulatora rosta rastenij Poteitina na kartofele. Instr. Centr. Instit. Agrochimiczeskogo Obsluzhivaniya selskogo chozajstwa (CINAO). Kijev, 1-16.

SUMMARY

The influence of the synthetic growth regulator—Poteitin on the yield quality of 37 potato cultivars was investigated. The plants were grown on podzolic soil of weak rye complex. The preparation Poteitin in water solution (10 mg/dm^3) was applied just before planting by spraying the tubers. Control tubers were sprayed with distilled water. The contents of starch, reducing sugars, soluble sugars, saccharose, vitamin C, polyphenols were analysed in already mature tubers. The Poteitin modified the chemical composition of potato tubers: it increased the content of starch in 25 potato cultivars, vitamin C in 23 cultivars and polyphenols in 22 cultivars. The ratios between reducing sugars, starch and saccharose varied markedly among the investigated cultivars.