

## **STAN ODŻYWIENIA SKŁADNIKAMI MINERALNYMI I ZDOLNOŚĆ PRZECHOWALNICZA JABŁEK ‘ŠAMPION’ W ZALEŻNOŚCI OD PODKŁADKI**

Janusz Andziak, Kazimierz Tomala, Andrzej Sadowski,  
Romuald Dziuban

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Streszczenie.** Badania prowadzono w latach 1998-2001 na jabłkach odmiany Šampion z drzew na sześciu podkładkach (P 22, M.9 EMLA, M.9 T337, M.9 T339, Nr 47 i P 14). Oznaczono zawartość K i Ca w liściach, zawiązkach i owocach. Reprezentatywne próby jabłek przechowywano przez 5 miesięcy w warunkach chłodni zwykłej. Po przechowywaniu określano występowanie chorób grzybowych i fizjologicznych. Najlepiej zaopatrzone w wapń były liście z drzew na podkładce M.9 T337. Zawiązki i owoce z drzew na P 14 miały stosunkowo dużą zawartość K, natomiast jabłka z drzew na M.9 T337 i P 22 miały niską zawartość potasu. Podkładki wpływały także na zdolność przechowalniczą jabłek, co miało związek z wpływem podkładki na zawartość K i wartość stosunku K:Ca w owocach. Wartość stosunku K:Ca w owocach determinowała występowanie gorzkiej plamistości podskórnej w 83%, natomiast zawartość potasu w 66%, a zawartość wapnia w 5%. Uzyskane wyniki sugerują, że wartość stosunku K:Ca, niezależnie od analizowanego organu, jest lepszym wskaźnikiem prognostycznym niż sama zawartość K lub sama zawartość Ca.

**Słowa kluczowe:** jabłka, podkładka, gorzka plamistość podskórna

### **WSTĘP**

Wielu badaczy jest zdania, że owoce lepiej zaopatrzone w wapń są mniej podatne na choroby fizjologiczne [Siddiqui i Bangerth 1995, Ben 1997]. Oprócz wapnia również potas wpływa na zdolność przechowalniczą jabłek. Liczni badacze zwracają uwagę na występowanie dodatniej korelacji między zawartością potasu w owocach a występowaniem chorób fizjologicznych. Wapń i potas wzajemnie ze sobą konkurują; przy wzroście stężenia potasu spada zawartość wapnia w jabłkach [Tomala 1995]. Takac i Peš-

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: Janusz Andziak, Kazimierz Tomala, Andrzej Sadowski, Romuald Dziuban, Katedra Sadownictwa i Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa, e-mail: tomala@alpha.sggw.waw.pl

lova [1994] stwierdzili dodatnią zależność między częstotliwością występowania chorób fizjologicznych a zawartością potasu w owocach, natomiast w przypadku wapnia korelacja była ujemna. Podkładka, mimo że stanowi integralną część drzewa, to jednak w znacznym stopniu modyfikuje wiele jego cech [Autio 1991, Ben 1995]. W literaturze dobrze udokumentowany jest wpływ podkładki na zawartość składników mineralnych w liściach [Kurlus i Ugolik 1999, Chun i Fallahi 2001]. Natomiast znacznie mniej wiadomo na temat wpływu podkładki na zawartość składników mineralnych w zawiązkach i owocach oraz zdolność przechowalniczą jabłek. Celem niniejszych badań była ocena wpływu podkładki na zawartość składników mineralnych w liściach, zawiązkach i owocach oraz zdolność przechowalniczą jabłek 'Šampion'.

## MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 1998–2001 na odmianie Šampion z sadu doświadczalnego Katedry Sadownictwa i Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa SGGW w Warszawie-Wilanowie. Drzewa posadzono jesienią 1994 r. w rozstawie 3×1 m. Doświadczenie założono w trzech powtórzeniach; powtórzenie stanowiły cztery drzewa na poletku. W doświadczeniu oceniano wpływ sześciu podkładek (P 22, M.9 EMLA, M.9 T337, M.9 T339, Nr 47 i P 14) na zawartość potasu i wapnia w liściach, zawiązkach i owocach, a także na zdolność przechowalniczą jabłek. Przed założeniem sadu do gleby wprowadzono po 300 kg·ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O i P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. W doświadczeniu nie stosowano w ogóle nawożenia azotem, a do roku 1998 także potasem. Po zaobserwowaniu objawów niedoboru K na liściach odmiany Šampion, w roku 1999 i 2000 zastosowano nawożenie potasem w dawce 200 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>. W kolejnych latach dawkę potasu obniżono o połowę.

Zawiązki pobierano w drugiej połowie czerwca, według kryterium masy (25–30 g). Z każdego powtórzenia brano losowo po 25 zawiązków powstałych z pąków szczytowych znajdujących się na zewnątrz korony. Zawiązki myto i do analiz chemicznych brano cały miąższ ze skórką, po usunięciu szypułki i gniazda nasiennego. Próbkę suszono w temperaturze 65°C. Po zmieleniu, 1-gramowe naważki spopieleno w piecu muflowym w temperaturze 550°C przez 8 godzin. Po ostygnięciu, popiół rozpuszczono w 0,5 N HCl uzyskując w ten sposób roztwór podstawowy. Zawartość potasu oznaczono przy użyciu fotometru płomieniowego, zaś wapnia – metodą ASA w obecności lantanu w stężeniu 0,1%.

Próby liści pobierano na początku sierpnia, tj. po zakończeniu wzrostu pędów na długość. Z powtórzenia brano 40 liści, po dwa zdrowe liście ze środkowej części tegorocznych długopędów rozmieszczonych na obwodzie korony drzew. Dalsze postępowanie było analogiczne jak w przypadku zawiązków.

Termin zbioru owoców wyznaczano na podstawie metody indukowanego etylenu. Jabłka, bez widocznych śladów uszkodzeń, pobierano losowo z zewnętrznej części korony w połowie wysokości drzew. W obrębie powtórzenia zbierano po 15 owoców przeznaczonych do analizy chemicznej oraz po ok. 24 kg jabłek przeznaczonych do przechowywania. Do analiz chemicznych brano plastry miąższu ze skórką o grubości 8 mm wykrawane w płaszczyźnie pionowej z piętnastu owoców. Próby suszono w tem-

peraturze 65°C. Dalsze przygotowanie prób do analiz chemicznych oraz metody oznaczeń zawartości składników mineralnych były takie same jak w przypadku zawiązków. Próby jabłek przechowywano przez 5 miesięcy w warunkach chłodni zwykłej w temperaturze 0–1°C i wilgotności względnej powietrza 90–95%. Po przechowywaniu określano występowanie chorób grzybowych i fizjologicznych oraz obliczono procent jabłek zdrowych.

Dane dotyczące procentu jabłek zdrowych, procentu jabłek zgniłych i procentu jabłek z chorobami fizjologicznymi przekształcono według funkcji Bliss'a  $y = \arcsin \sqrt{x}$ . Obliczenia dotyczące pozostałych badanych parametrów prowadzono na wartościach rzeczywistych. Ocenę istotności wpływu podkładki i lat przeprowadzono na podstawie testu *F*-Fishera-Snedecora, a do porównania średnich posłużyły wartości graniczne obliczone przy użyciu testu Newmana-Keulsa przy poziomie wiarygodności  $\alpha = 0,05$ . W badaniach zależności stosowano metodę regresji liniowej prostej. Badania te prowadzono dla czterech lat łącznie – na odchyleniach od wartości średnich dla poszczególnych podkładek, tj. po wyeliminowaniu wpływu lat. Istotność współczynników korelacji oceniano stosując dwa poziomy wiarygodności:  $\alpha = 0,05$  (oznaczony znakiem \*) i  $\alpha = 0,01$  (oznaczony znakiem\*\*).

## WYNIKI

**Zawartość wapnia i potasu w liściach.** Najmniejszą koncentrację potasu stwierdzono w pierwszym roku badań. Wówczas liście z drzew na M.9 T337 miały deficytową zawartość potasu, zaś liście z drzew na innych podkładkach małą zawartość tego pierwiastka. W roku 1998 wystąpiły objawy niedoboru tego składnika pokarmowego na liściach. Wiosną 1999 r. wznowiono doglebowe nawożenie potasem, co spowodowało wzrost zawartości K w liściach. Jednak dopiero w ostatnim roku badań stwierdzono optymalne odżywienie drzew tym składnikiem. Należy przy tym podkreślić, że w pierwszych dwóch latach doświadczenia nie stwierdzono istotnego wpływu podkładki na zawartość potasu w liściach. Natomiast w latach następnych wpływ taki odnoto-

Tabela 1. Zawartość potasu w liściach zależnie od podkładki w latach 1998-2001, % s.m.  
Table 1. Potassium content in leaves as affected by rootstock in years 1998-2001, % dw

Podkładka Rootstock	Lata Years			
	1998	1999	2000 *	2001 *
P 22	0,83 a	0,77 a	0,76 a ab	1,12 a a
M.9 EMLA	0,74 a	0,95 a	0,84 a abc	1,25 a ab
M.9 T337	0,62 a	0,88 a	0,73 a a	1,10 a a
M.9 T339	0,79 a	0,91 a	1,00 a c	1,34 a ab
Nr 47	0,76 a	0,79 a	0,96 a bc	1,14 a a
P 14	0,83 a	0,90 a	0,94 a bc	1,42 a b
Średnie dla lat Mean for years	0,76 a	0,87 b	0,87 b	1,23 c

Objaśnienie: takimi samymi literami w kolumnie oznaczono średnie nie różniące się od siebie przy poziomie wiarygodności  $\alpha = 0,05$  lub \* $\alpha = 0,10$ .

Notice: means within columns followed by the same letter do not differ at  $\alpha = 0.05$  or \* $\alpha = 0.10$ .

Tabela 2. Zawartość wapnia w liściach zależnie od podkładki w latach 1998–2001, % s.m.  
Table 2. Calcium content in leaves as affected by rootstock in years 1998–2001, % dw

Podkładka Rootstock	Lata / Years			
	1998	1999	2000	2001 *
P 22	1,00 a	1,18 a	0,95 a	1,58 a a
M.9 EMLA	1,02 a	1,29 ab	1,40 b	1,77 a ab
M.9 T337	1,02 a	1,51 b	1,33 b	1,89 a b
M.9 T339	1,01 a	1,32 ab	1,36 b	1,67 a ab
Nr 47	1,04 a	1,32 ab	1,37 b	1,58 a a
P 14	0,88 a	1,15 a	1,25 b	1,73 a ab
Średnie dla lat Mean for years	1,00 a	1,30 b	1,28 b	1,70 c

Objaśnienie: patrz tabela 1.

Notice: see table 1.

wano tylko przy poziomie wiarygodności  $\alpha = 0,10$ . Jednak analiza statystyczna (przy  $\alpha = 0,05$ ) wyników wykonana dla czterech lat łącznie wykazała istotny wpływ podkładki na wartość omawianej cechy. Wówczas okazało się, że liście z drzew na P 14 i M.9 T339 zawierały więcej potasu niż liście z drzew na M.9 T337 i P 22 (tab. 1).

Analizując wpływ podkładki na zawartość wapnia w liściach stwierdzono, że podkłony podkładki M.9, w szczególności M.9 T337, oraz podkładka Nr 47 wpływały korzystnie na akumulację wapnia. Najmniejszą zawartość omawianego składnika stwierdzono w liściach z drzew na najslabiej rosnącej podkładce P 22 (tab. 2). W przypadku zawartości wapnia w liściach stwierdzono także istotny wpływ lat badań. Ogólnie, zawartość wapnia w liściach wykazywała tendencję wzrostową wraz z wiekiem drzew.

**Zawartość wapnia i potasu w zawiązkach.** Zawiązki z drzew na P 14, M.9 T339 i M.9 EMLA odznaczały się istotnie większą zawartością potasu niż zawiązki z drzew na P 22, Nr 47 i M.9 T337 w ostatnich trzech latach badań (tab. 3). Najbardziej wyraźny wpływ podkładki na zawartość potasu w zawiązkach obserwowano w drugim i trzecim roku badań. Oceniając wpływ lat, stwierdzono istotnie mniejszą zawartość potasu w zawiązkach w roku 1999 niż w trzech pozostałych latach.

Tabela 3. Zawartość potasu w zawiązkach zależnie od podkładki w latach 1998–2001, % s.m.  
Table 3. Potassium content in fruitlets as affected by rootstock in years 1998–2001, % dw

Podkładka Rootstock	Lata Years			
	1998	1999	2000	2001
P 22	0,76 a	0,58 a	0,65 ab	0,71 ab
M.9 EMLA	0,75 a	0,67 b	0,76 bcd	0,71 ab
M.9 T337	0,69 a	0,59 a	0,67 abc	0,63 a
M.9 T339	0,80 a	0,69 b	0,79 cd	0,80 b
Nr 47	0,73 a	0,58 a	0,60 a	0,71 ab
P 14	0,68 a	0,75 c	0,84 d	0,76 b
Średnie dla lat Mean for years	0,73 b	0,64 a	0,72 b	0,72 b

Objaśnienie: patrz tabela 1.

Notice: see table 1.

Tabela 4. Zawartość wapnia w zawiązkach zależnie od podkładki w latach 1998-2001, mg·kg<sup>-1</sup> s.m.  
Table 4. Calcium content in fruitlets as affected by rootstock in years 1998-2001, mg·kg<sup>-1</sup> dw

Podkładka Rootstock	Lata Years			
	1998	1999	2000	2001
P 22	460 a	590 a	614 a	765 a
M.9 EMLA	491 a	580 a	623 a	824 a
M.9 T337	480 a	507 a	552 a	769 a
M.9 T339	460 a	556 a	549 a	743 a
Nr 47	462 a	576 a	548 a	758 a
P 14	449 a	486 a	552 a	814 a
Średnie dla lat Mean for years	467 a	549 b	573 b	779 c

Objaśnienie: patrz tabela 1.  
Notice: see table 1.

W przypadku zawartości wapnia w zawiązkach nie stwierdzono istotnego wpływu podkładki w żadnym roku badań. Natomiast ocena wpływu lat wykazała, że najmniej zasobne w wapń były zawiązki w pierwszym roku badań. Wraz z upływem lat zawartość wapnia wzrastała z tym, że różnice między latami 1999 i 2000 okazały się nieistotne (tab. 4).

**Zawartość wapnia i potasu w owocach.** Wpływ podkładki na zawartość potasu w jabłkach rozpatrywany w poszczególnych latach był stosunkowo niewielki. Natomiast analiza statystyczna wykonana łącznie dla czterech lat wykazała, że jabłka pochodzące z drzew na podkładce najbardziej stymulującej wzrost drzew, tj. P 14, odznaczały się największym stężeniem tego składnika. Natomiast najmniejszą zawartość potasu odnotowano w jabłkach z drzew na M.9 T337. Ocena wpływu lat wykazała, że w kolejnych latach badań koncentracja K w owocach obniżała się. Wyjątkiem od tej reguły był rok 2001, w którym zawartość tego składnika w owocach była największa (tab. 5).

Tabela 5. Zawartość potasu w owocach w zależności od podkładki w latach 1998–2001, % s.m.  
Table 5. Potassium content in fruits as affected by rootstock in years 1998–2001, % dw

Podkładka Rootstock	Lata Years			
	1998	1999 *	2000	2001
P 22	0,588 a	0,599 a ab	0,585 a	0,791 a
M.9 EMLA	0,726 ab	0,614 a ab	0,596 a	0,800 a
M.9 T337	0,600 a	0,534 a a	0,587 a	0,742 a
M.9 T339	0,726 ab	0,663 a ab	0,605 a	0,757 a
Nr 47	0,750 ab	0,644 a ab	0,566 a	0,761 a
P 14	0,846 b	0,741 a b	0,585 a	0,830 a
Średnie dla lat Mean for years	0,706 c	0,632 b	0,587 a	0,780 d

Objaśnienie: patrz tabela 1.  
Notice: see table 1.

Tabela 6. Zawartość wapnia w owocach w zależności od podkładki w latach 1998–2001,  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.  
 Table 6. Calcium content in fruits as affected by rootstock in years 1998–2001,  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  dw

Podkładka Rootstock	Lata Years			
	1998	1999	2000	2001 *
P 22	316 a	318 a	296 a	301 a a
M.9 EMLA	398 c	300 a	353 a	386 a ab
M.9 T337	347 ab	279 a	322 a	397 a b
M.9 T339	365 bc	300 a	342 a	327 a ab
Nr 47	329 ab	316 a	301 a	373 a ab
P 14	372 bc	270 a	343 a	355 a ab
Średnie dla lat Mean for years	355 c	297 a	326 b	357 c

Objaśnienie: patrz tabela 1.

Notice: see table 1.

W całym okresie badań warunki klimatyczne sprzyjały wysokiej akumulacji wapnia w owocach. Zawartość tego składnika w jabłkach wynosiła zwykle powyżej  $300 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m., co mogło świadczyć o ich wysokim potencjale przechowalniczym. Wpływ podkładki na zawartość wapnia w jabłkach ujawnił się w dwóch spośród czterech lat badań (z tym, że w roku 2001 jedynie przy poziomie istotności  $\alpha = 0,10$ ) i był przy tym niejednoznaczny. Analiza wyników wykonana dla czterech lat łącznie wykazała, że podkładka M.9 EMLA sprzyjała większej akumulacji wapnia w jabłkach niż podkładka P 22. Na podstawie oceny wpływu lat stwierdzono, że największą zawartością wapnia charakteryzowały się owoce ze zbioru w roku 2001 i 1998, niższą w roku 2000, zaś najmniejszą w roku 1999 (tab. 6).

**Występowanie chorób przechowalniczych.** W doświadczeniu stwierdzono niewielki procent jabłek z chorobami fizjologicznymi oraz grzybowymi. Powodem gnicia owoców była zwykle szara pleśń, zaś najczęściej występującym zaburzeniem fizjologicznym (praktycznie jedynym) była gorzka plamistość podskórna (GPP). Po przeanalizowaniu czteroletnich wyników badań stwierdzono istotny wpływ podkładki na występowanie GPP. Więcej jabłek z GPP odnotowano w kombinacji z podkładką P 14 (średnio 3,1%) w porównaniu do M.9 EMLA i M.9 T337 (odpowiednio: 0,8% i 1,0%). Natomiast wpływ lat na występowanie GPP okazał się nieistotny (tab. 7). Przedmiotem dalszych rozważań było pytanie, w jakiej mierze procent jabłek z gorzką plamistością podskórną był skorelowany z badanymi cechami liści, zawiązków i owoców. Analiza statystyczna wykonana na odchyleniach od wartości średnich, tj. po wyeliminowaniu wpływu lat, wykazała wysoko istotną korelację dodatnią między procentem owoców opanowanych przez GPP a zawartością potasu i wartością stosunku K:Ca (we wszystkich badanych organach). Jednocześnie stwierdzono udowodnioną korelację ujemną z zawartością wapnia w zawiązkach i liściach (tab. 8). Porównanie wartości współczynników korelacji prostej między procentem jabłek z GPP a zawartością K lub Ca oraz stosunkiem K:Ca wykazało, że w przypadku wszystkich badanych organów rośliny, wartość stosunku K:Ca jest lepszym wskaźnikiem prognostycznym, niż sama zawartość K lub sama zawartość Ca. Wartość stosunku K:Ca w zawiązkach determinowała wystę-

Tabela 7. Występowanie gorzkiej plamistości podskórnej w zależności od podkładki w latach 1998–2001, %

Table 7. Occurrence of bitter pit as affected by rootstock in years 1998–2001, %

Podkładka Rootstock	Lata / Years				Średnie dla podkładek Mean for rootstocks
	1998/99 *	1999/00	2000/01	2001/02	
P 22	1,0 a ab	2,1 a	0,5 a	2,0 a	1,4 ab
M.9 EMLA	0,0 a a	0,4 a	0,8 a	2,0 a	0,8 a
M.9 T337	0,0 a a	1,3 a	1,3 a	1,3 a	1,0 a
M.9 T339	2,3 a ab	2,6 a	1,7 a	1,5 a	2,0 ab
Nr 47	3,1 a b	0,7 a	1,2 a	2,5 a	1,9 ab
P 14	3,0 a b	2,3 a	2,7 a	4,3 a	3,1 b
Średnie dla lat Mean for years	1,6 a	1,6 a	1,4 a	2,3 a	

Objaśnienie: patrz tabela 1.

Notice: see table 1.

Tabela 8. Wartości współczynników korelacji liniowej r między procentem jabłek zdrowych, procentem jabłek z gorzką plamistością podskórną (GPP) i procentem jabłek zgniłych a zawartością K, Ca i stosunkiem K:Ca w liściach, zawiązkach i owocach – na podstawie odchyień od wartości średnich w poszczególnych latach

Table 8. Values of linear correlation coefficients r between percent of sound apples, percent of apples with bitter pit and percent of rotten apples and K, Ca and K:Ca in leaves, fruitlets and fruits – based on deviations from the mean values for particular year

Cechy liści, zawiązków i owoców Leaves, fruitlets and fruits parameters	Owoce zdrowe <sup>1</sup> Sound apples <sup>1</sup>	Owoce z GPP <sup>1</sup> Bitter pit <sup>1</sup>	Owoce zgniłe <sup>1</sup> Rotten apples <sup>1</sup>
Liście Leaves			
K	-0,87**	0,72**	0,64**
Ca	0,18	-0,46*	0,20
K:Ca	-0,72**	0,80**	0,32
Zawiązki Fruitlets			
K	-0,74**	0,56**	0,61*
Ca	0,25	-0,62**	0,25
K:Ca	-0,79**	0,76**	0,46*
Owoce Fruits			
K	-0,97**	0,81**	0,72**
Ca	-0,36	-0,22	0,82**
K:Ca	-0,69**	0,91**	0,14

<sup>1</sup>wartości przekształcone według funkcji Bliss; values transformed according to the formula of Bliss

\*zależność udowodniona przy  $\alpha = 0,05$ ; correlations significant at  $\alpha = 0,05$

\*\*zależność udowodniona przy  $\alpha = 0,01$ ; correlations significant at  $\alpha = 0,01$

powanie GPP w 58% ( $r^2$  wyrażone w procentach), natomiast zawartość potasu w 31%, a zawartość wapnia w 38%. W przypadku stosunku K:Ca w owocach, procent jabłek opianowanych przez GPP był determinowany tą cechą w 83%; odpowiedni współczynnik determinacji dla zawartości potasu w owocach wyniósł 66%, a dla zawartości wapnia – 5%. Oznacza to, że ponad 4/5 zmienności występowania gorzkiej plamistości podskórnej u jabłek 'Šampion' zależało od wartości stosunku K:Ca w owocach.

## DYSKUSJA

W literaturze panuje przekonanie, że zawartość potasu w liściach, zawiązkach i owocach jest wprost proporcjonalna do siły wzrostu drzew [Chun i Fallahi 2001]. W niniejszym doświadczeniu potwierdzono tę zależność, bowiem P 14, należąca do podkładek najsilniej rosnących, sprzyjała odżywieniu potasem, zaś P 22, tj. podkładka karłowa, ograniczała pobieranie tego pierwiastka. Również podklony podkładki M.9 wpływały korzystnie na zawartość potasu we wszystkich badanych organach. Natomiast w przypadku wapnia, większość autorów uważa, że podkładki karłowe, w przeciwieństwie do silnie rosnących, sprzyjają wyższym zawartościom tego pierwiastka [Autio 1991, Kurulus i Ugolik 1999]. Jednak wyniki zamieszczone w niniejszej pracy nie potwierdziły takiej zależności. W niniejszym doświadczeniu stwierdzono korzystny wpływ podkładek z serii M.9 na zawartość wapnia w badanych organach roślin.

Liście, zawiązki i owoce z drzew na podkładkach silnie rosnących charakteryzowały się nie tylko małą zawartością wapnia, ale również wyższą zawartością potasu oraz niekorzystną wartością stosunku K:Ca w porównaniu do M.9. Jabłka o takim składzie mineralnym mają gorszą zdolność przechowalniczą [Ben 1995, Ben 1997]. Potwierdzeniem tej zależności było nasilenie występowania chorób fizjologicznych u jabłek z drzew na podkładce P 14. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że występowanie gorzkiej plamistości podskórnej wykazywało większą zależność z proporcją K:Ca niż z zawartością K lub Ca rozpatrywaną oddzielnie. Jest to zgodne z poglądem Tomali [1995], który przywiązuje duże znaczenie do równowagi między potasem i wapniem. W prowadzonych badaniach jabłka ulegały w mniejszym stopniu gorzkiej plamistości podskórnej, gdy pochodziły z sadów odznaczających się mniejszą wartością stosunku K:Ca w liściach, zawiązkach i owocach.

Ważnym czynnikiem modyfikującym wzajemne oddziaływanie między podkładką a odmianą szlachetną były warunki atmosferyczne w sezonie wegetacji. W niniejszej pracy stwierdzano, w większości przypadków, istotnie wyższe zawartości składników mineralnych w roku 2001 niż w pozostałych latach badań. Prawdopodobną przyczyną tego zjawiska było wyjątkowo upalne, typowo kontynentalne, lato oraz obfite opady deszczu w lipcu.

## WNIOSKI

1. Podkładka wpływa na stan odżywienia mineralnego drzew oraz zdolność przechowalniczą jabłek. Uprawa drzew na podkładce P 14 sprzyja lepszemu zaopatrzeniu liści, zawiązków i owoców w potas, co zwiększa podatność jabłek na choroby fizjologiczne. Oddziaływanie podkładki na odmianę szlachetną jest w znacznym stopniu modyfikowane przez warunki klimatyczne w okresie wegetacji.

2. Jabłka odmiany Šampion ulegają głównie gorzkiej plamistości podskórnej. Podatność jabłek na tę chorobę fizjologiczną zależy w głównej mierze od wartości stosunku K:Ca w owocach. W przypadku jabłoni 'Šampion' rosnących na P 14 wskazane jest stosowanie zabiegów obniżających wartość tej proporcji, (m.in. przez pozakorzeniowe nawożenie wapniem).



## PIŚMIENNICTWO

- Autio W. R., 1991. Rootstocks affect ripening and other qualities of 'Delicious' apples. *J. Amer. Hort. Sci.* 116 (3), 378–382.
- Ben J., 1995. Influence of rootstock on mineral content and storage of apple fruits. *Acta Hort.* 383, 353–358.
- Ben J., 1997. Effect of the concentration of mineral constituents in apples on their postharvest quality and storage performance. I. Relations between the mineral composition of apples and their susceptibility to physiological disorders. *Folia Hort.* 9, 43–50.
- Chun Ik-Jo, Fallahi E., 2001. Net photosynthesis, leaf mineral nutrition, and tree vegetative growth of 'Fuji' apple tree rootstocks. *Acta Hort.* 564, 77–82.
- Kurlus R., Ugolik M., 1999. Wpływ podkładki na zawartość składników mineralnych w liściach jabłoni odmiany Šampion. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* 351, 205–213.
- Siddiqui S., Bangerth F., 1995. Differential effect of calcium and strontium on flesh firmness and properties of cell walls in apples. *J. Hort. Sci.* 70, 949–953.
- Takac J., Pešlova H., 1994. Effect of potassium fertilization on fruit quality. *Agrochemia Bratislava* 34 (11–12), 175–178.
- Tomala K., 1995. Prognozowanie zdolności przechowalniczej i wyznaczanie terminu zbioru jabłek. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa.

## NUTRITIONAL STATUS AND QUALITY OF 'ŠAMPION' APPLES DEPENDING ON ROOTSTOCK

**Abstract.** In the years 1998–2001 samples of leaves, fruitlets and fruits of 'Šampion' were taken from trees on six rootstocks (M.9 EMLA, M.9 T337, M.9 T339, P 22, Nr 47 and P 14). They were analysed for potassium and calcium content. For evaluation of storage ability, 24 kg fruits of uniform size were taken from each replication. After 5 months in common cold storage the incidence of diseases and disorders were determined. Leaf Ca concentration was the highest from trees on M.9 T337 rootstock. Fruitlets and fruits from trees on P 14 generally had a high K concentration. On the other hand, fruits from trees on M.9 T337 and P 22 generally had a low K concentration. Rootstocks affected storability of apples and this was related to the effect of rootstocks on fruit K:Ca ratio. Bitter pit was determined in 66% by K and in 5% by Ca concentration in the fruits. The K:Ca ratio in fruit was the factor determining bitter pit in 83 percent. The results suggest that the K:Ca ratio, irrespective of the organ analysed, may be used for further improvement of bitter pit prediction.

**Key words:** apple, rootstock, calcium, potassium, bitter pit

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 26.10.2004