

*Alina Basak*

*Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach*

## **Wpływ egzogennych bioregulatorów na skład mineralny owoców i ich zdolności przechowalnicze**

**Słowa kluczowe:** auksyny, gibereliny, retardanty, etefon, cytokininy, wapń, owoce, jabłka

Jedną z cech określających jakość owoców jest ich skład mineralny. Składnikiem o szczególnym znaczeniu jest wapń. Jest on najważniejszym czynnikiem opóźniającym procesy starzenia się, a więc i dojrzewanie owoców. Niedobór wapnia w owocach, a także niewłaściwe proporcje zawartości wapnia do innych składników, głównie K, Mg i N, powodują występowanie fizjologicznych chorób owoców podczas przechowywania.

Pobieranie wapnia i jego transport w roślinie jest procesem złożonym. Różne czynniki środowiska i agrotechniczne wpływają na ten proces. Bioregulatory są jednym z nich. Skład mineralny roślin zależy zarówno od bioregulatorów egzogennych (dostarczanych na roślinę z zewnątrz), jak również od bioregulatorów endogennych, czyli hormonów (produkowanych naturalnie przez roślinę). Jednocześnie aktywność endogennych bioregulatorów kontrolowana jest przez składniki mineralne dostarczone z zewnątrz [39]. W niniejszej pracy ograniczono się tylko do wpływu bioregulatorów egzogennych na skład mineralny owoców na przykładzie jabłek.

Wiadomo jest, że bioregulatory (skrót BA) wpływają na szereg procesów fizjologicznych zachodzących podczas pobierania składników mineralnych, np. na mechanizm pompy protonowej, przepuszczalność ścian komórek i metabolizowanie pobranych jonów. Faust [13] podzielił egzogenne bioregulatory na takie, które wpływają na te procesy poprzez zmiany:

- w metabolizmie IAA (NAA, IBA, PB),
- w metabolizmie giberelin (GA<sub>3</sub>, GA<sub>4+7</sub>, PB),
- takie, których sposób działania jest złożony i dotychczas definitywnie nieokreślony (daminozyd).

Uważa się, że bioregulatory wpływają na zawartość wapnia w owocach:

- bezpośrednio, poprzez zmiany transportu auksyny IAA,
- pośrednio, w wyniku zmiany wielkości owoców, ograniczania współzawodnictwa pędów lub zmiany masy korzeni.

Zdaniem Fausta [15] — BR, oddziałując bezpośrednio, powodują zwykle spadek zawartości wapnia w owocach. Na ogół trudno jest określić, kiedy BR działają pośrednio, a kiedy zaczyna się wpływ bezpośredni. Problem jest bardzo złożony, zwłaszcza w przypadku owocujących drzew. Łatwiej jest to wyjaśnić na roślinach młodych, nieowocujących. Można wówczas badania prowadzić w warunkach kontrolowanych. Ale wyniki uzyskane na siewkach roślin nieowocujących nie odzwierciedlają w pełni stanu mineralnego odżywienia drzew dojrzałych, owocujących.

## Auksyny a stan mineralny owoców

---

Wapń przemieszcza się w roślinie dowierzchołkowo [1, 2, 16]. Bezpośredni wpływ bioregulatorów na pobieranie Ca związany jest z transportem IAA w roślinie, a dowierzchołkowy transport wapnia zależy od dopodstawowego transportu auksyny IAA. Transport auksyny modyfikowany jest przez BR. Udowodnili to Banson i Stahly [9]. Badacze ci, stosując preparat TIBA — inhibitor transportu auksyn — w terminach od 2 do 6 tygodni po kwitnieniu, stwierdzili wyraźny spadek zawartości wapnia w jabłkach. Największą redukcję zawartości wapnia powodował TIBA, gdy zastosowano go 2 tygodnie po kwitnieniu. W miarę opóźniania zabiegu preparat wpływał na transport wapnia coraz słabiej. Zawsze jednak jabłka traktowane TIBA zawierały mniej wapnia niż kontrolne, nawet jeśli porównywano owoce tej samej wielkości. Szczególnie duże różnice w ilości wapnia w owocach traktowanych TIBA i nietraktowanych stwierdzono po 7 tygodniach od kwitnienia. W wyniku opryskiwań preparatem TIBA dużo jabłek było porażonych gorzką plamistością podskórną. Z innych badań Stahly i Bensona [39] wynikało, że TIBA, obniżając poziom wapnia, jednocześnie podwyższał poziom potasu, ale dopiero w drugiej połowie lata. Spowodowało to wzrost proporcji potasu do wapnia, co oznaczało pogorszenie zdolności przechowalniczych jabłek. TIBA nie wpływał na zawartość w owocach takich składników, jak Mg, P, B, ale powodował wzrost zawartości azotu.

Skoro redukcja transportu auksyn pogorszyła zaopatrzenie owoców w wapń, to można było przypuszczać, że wzrost zawartości auksyn w drzewie spowoduje większą akumulację wapnia w owocach, a tym samym poprawę ich zdolności przechowalniczych. Jako pierwszy udowodnił to Stuienberg w roku 1950 [41]. Po opryskaniu jabłoni odmiany Notaris kwasem indoliloctowym spowodował zmniejszenie liczby jabłek z gorzką plamistością podskórną. Jest interesujące, że tak podziałał IAA tylko po zastosowaniu go w terminie od końca czerwca do połowy lipca, a więc tuż po naturalnym czerwcowym opadzie owoców. Dwadzieścia lat później, w badaniach Sharplesa [36], IAA dostarczony do gniazda nasiennego jabłek odmiany Koksia Pomarańczowa ograniczył występowanie zbrązowienia przygnieźdnego. Poprawił więc, podobnie jak w badaniach Stuienberga i Pouwera [41], przechowywanie jabłek.

Podobne badania wykonał Looney [25], stosując na jabłonie odmiany Spartan kwas indolilomasłowy (IBA). Auksyna ta w roślinie przekształca się w IAA. W jednym z trzech doświadczeń auksyna spowodowała wzrost ilości Ca o 13% w skórce i o 28% w gnieździe nasiennym. Spowodowało to ograniczenie rozpadu w jabłkach. Wpływ IBA był największy wówczas, gdy owoce traktowano jednocześnie chlorkiem wapnia.

Auksyna IAA dostarczona na owoce w formie syntetycznej nie zawsze powoduje wzrost zawartości wapnia w owocach. Zdaniem Bangertha [1] dzieje się tak w przypadku jabłek mających dużą liczbą nasion. Takie jabłka same mogą produkować auksyny w ilości niezbędnej dla transportu Ca. Wówczas dodatkowa ilość auksyn może działać toksycznie, niszcząc nasiona. Potwierdzają to wyniki badań Willsa z 1974 roku [45], według których iniekcje IAA do gniazda nasiennego przyspieszyły rozpad jabłek. Świadczą o tym również wyniki naszych badań, w których IAA stosowano bezpośrednio na owoce oraz badano pobieranie i transport izotopu Ca przez fragmenty jabłoni składające się z owoców i pędów [4]. Stwierdzono, że IAA naniesiony na jabłka odmiany Double Red McIntosh, z dużą liczbą nasion, zmniejszył pobieranie izotopu Ca przez całe fragmenty roślin, ale owoce traktowane IAA na ogół utrzymały wyższą zawartość wapnia niż nie traktowane.

O roli nasion w pobieraniu wapnia przez owoce świadczyła niska zawartość tego składnika w owocach partenokarpicznych, beznasiennych, uzyskanych po zastosowaniu GA<sub>3</sub> lub GA<sub>4+7</sub>. Z badań Bangertha [1] wynikało, że beznasienne owoce — zarówno u jabłoni, jak i u grusz — zawierały mniej Ca niż owoce z nasionami. Griggs i in. [22] wykazali, że owoce beznasienne reagują na dostawę egzogennych auksyn inaczej niż owoce z nasionami. U owoców beznasiennych egzogenna auksyna, zwłaszcza zastosowana łącznie z giberelinami, może zastąpić auksynę endogenną produkowaną przez nasiona. Skutkiem tego może być wzrost zawartości Ca w owocach i poprawa ich zdolności przechowalniczych.

Wzrost zawartości Ca w owocach oraz poprawę ich zdolności przechowalniczych powodują także inne auksyny, jak 2,4,5-T (kwas trichlorofenoksyoctowy); w badaniach Sharplesa [36] spowodował zmniejszenie występowania rozpadu chłodniczego i zbrązowienia przygnieźdnego u jabłek odmiany Koksa Pomarańczowa oraz 2,4,5-TP (kwas trichlorofenoksypropionowy); w badaniach Stahly [38, 39], zastosowany w stężeniu 20 mg/l 24 dni po pełni kwitnienia, spowodował wzrost zawartości Ca, ale także K i Mg, w jabłkach odmiany Golden Delicious.

Auksyną najczęściej stosowaną w sadownictwie jest NAA — kwas  $\alpha$ -naftylooctowy. W badaniach Martina [29], w jednym z trzech doświadczeń NAA zmniejszył występowanie gorzkiej plamistości podskórnej i rozpadu w jabłkach odmiany Merton. Jabłka te były jednocześnie zasobniejsze w wapń i w wiele innych składników. NAA podwyższał skuteczność CaCl<sub>2</sub> w zapobieganiu rozpadowi jabłek odmiany Koksy [28]. Redukował także nasilenie gorzkiej plamistości podskórnej w jabłkach opryskiwanych daminozydem i etefonem [32]. Związek ten stosowany w naszych badaniach

do przerzedzania zawiązków zwiększał poziom wapnia w owocach lub nie miał wpływu, prawdopodobnie zależnie od stopnia redukcji plonu i skali przyrostu wielkości jabłek [7]. W badaniach Linka (24) NAAm, stosowany do przerzedzania zawiązków, wpływał na skład mineralny jabłek, podobnie jak NAA w naszych badaniach, ale czasem zwiększał występowanie gorzkiej plamistości podskórnej. NAA powszechnie stosowany jest przeciwko opadaniu przedzbiorczemu jabłek. Zdaniem Wertheima [44] — NAA tak stosowany nie wpływa na przechowywanie się jabłek, pod warunkiem jednak, że termin zbioru będzie odpowiedni. Jednak w badaniach Willsa [45] NAA wstrzyknięty do gniazda nasiennego w stężeniu 20  $\mu$ moli zwiększył występowanie rozpadu jabłek.

## Gibereliny stosowane egzogennie

---

Wpływ tych substancji na skład mineralny owoców i ich zdolności przechowalnicze zależą od terminu stosowania i stężenia.

Owoce partenokarpiczne uzyskane w badaniach Bangertha [1] po zastosowaniu GA<sub>3</sub> i GA<sub>4+7</sub> podczas kwitnienia np. zawierały mniej Ca. W badaniach Stahly [38] GA<sub>3</sub> zastosowana później, tzn. terminie 24 dni po pełni kwitnienia, nie zmieniła zawartości Ca w jabłkach odmiany Spartan.

W badaniach Looneya [25], gdzie stosowano zarówno giberelinę A<sub>3</sub>, jak i auksynę — IBA, najwięcej jabłek z rozpadem było po zastosowaniu obu tych substancji. Najlepiej przechowywały się jabłka traktowane wówczas samą auksyną. Dowodzi to, że giberelina likwidowała korzystny wpływ auksyny i obniżała poziom wapnia w owocach traktowanych auksyną, chociaż sama nie powodowała wyraźnych zmian w zawartości składników mineralnych i zdolności przechowalniczych.

Według Willsa [45], w pewnych warunkach giberelina może zwiększyć przyciąganie wapnia przez owoce, np. wówczas gdy inne części drzewa są mniej aktywne lub po wielokrotnym zastosowaniu giberelin w wysokim stężeniu przez długi okres, hamującym dojrzewanie jabłek. Prawdopodobnie dlatego GA<sub>3</sub> redukowała występowanie rozpadu wewnętrznego w jabłkach odmiany Jonathan w badaniach Clijstersa [11].

Wielokrotnie wykazano, że GA<sub>3</sub>, stosowana tuż przed lub tuż po zbiorze, poprawia zdolności przechowalnicze jabłek. Między innymi ograniczała występowanie rozpadu i zbrązowienia przygnieźdnego w badaniach Scotta [35] i Sharplesa [36]. Giberelina stosowana w tym okresie modyfikowała dystrybucję wapnia w owocach podczas przechowywania, czyniąc je odporniejszymi na choroby fizjologiczne.

Często w sadach stosowane są gibereliny GA<sub>4+7</sub> same lub łącznie z benzyloadeniną w celu ograniczenia ordzawień oraz poprawy kształtu i wielkości jabłek. Substancje te w badaniach Looneya [26], stosowane jednorazowo lub dwukrotnie w okresie od opadania płatków do 5 tygodni po kwitnieniu, zawsze zmniejszały zawar-



tość wapnia w mięszu jabłek, przeciętnie o 25%, oraz zwiększały występowanie rozpadu podczas przechowywania. GA<sub>4+7</sub> pogorszyły przechowywanie się jabłek odmiany Starkrimson w naszych badaniach [3]. Szczególnie źle przechowywały się jabłka traktowane tymi substancjami w wysokich stężeniach. Podobnie działały gibereliny GA<sub>4+7</sub> w badaniach Greene'a i in. [21]. Badacze ci wykazali, że w miarę wzrostu stężenia giberelin malała ilość wapnia w owocach. Mogło to być spowodowane zarówno zmniejszeniem liczby nasion, jak i znacznym przyrostem wielkości jabłek. Gibereliny A<sub>4+7</sub> stosowane łącznie z benzyloadeniną zmniejszały pobieranie wapnia przez owoce traktowane daminozydem i pogarszały ich przechowywanie się. Podobnie działały GA<sub>4+7</sub> i BA w naszych badaniach, kiedy zastosowano je na traktowane daminozydem jabłonie odmiany McIntosh (dane nieopublikowane).

## Retardanty to także bioregulatory

---

Preparaty te były bardzo popularne w latach osiemdziesiątych. Stosowano je w sadach często. Wiele jest więc informacji o wpływie retardantów na przechowywanie i skład mineralny owoców. Według Fausta [15], retardanty wpływają na pobieranie wapnia przez owoce w wyniku bezpośredniego oddziaływania na transport IAA lub działając pośrednio poprzez redukcję wielkości owoców, ograniczenie współzawodnictwa pędów lub w wyniku zmiany masy korzeni.

Retardanty są antygiberelinami. Obniżają poziom giberelin w wierzchołkach pędów. Mogą także osłabić dyfuzję substancji auksynopodobnych z wierzchołków pędów. Skutkiem tego może być osłabienie transportu Ca do owoców. O bezpośrednim wpływie retardantów na pobieranie Ca świadczą badania, w których preparaty te powodowały spadek ilości wapnia w owocach i pogorszenie ich zdolności przechowalniczych. Między innymi w badaniach Schumachera i in. [34] jabłka odmiany Grafsztynek z drzew opryskanych daminozydem miały o 20% mniej Ca i częściej cierpiały z powodu gorzkiej plamistości podskórnej niż jabłka drzew kontrolnych, podobnej wielkości i o podobnym stopniu dojrzałości. W warunkach naszego kraju [7] daminozyd często zwiększał występowanie zbrązowienia przygnieźdznego w jabłkach odmiany McIntosh. Świadczy to również o niedoborze wapnia w owocach lub o niewłaściwych proporcjach Ca do innych składników. Opryskiwanie bowiem takich owoców lub zanurzanie ich w chlorku wapnia ograniczało występowanie choroby. Również w badaniach Kallai [23] paklobutrazol (PB) zmniejszył ilość wapnia w jabłkach odmiany Jonatan aż o 28% już po upływie jednego miesiąca od pełni kwitnienia. W miarę zbliżania się terminu zbioru różnice zawartości wapnia w jabłkach opryskiwanych i kontrolnych zmniejszały się. Jednak nawet podczas zbioru wynosiły 11%.

## Wpływ retardantów na skład mineralny jabłek

---

Pośredni wpływ retardantów na skład mineralny jabłek jest związany m.in. z redukcją wielkości owoców. Wiadomo, że istnieje negatywna korelacja pomiędzy zawartością Ca w owocach a ich średnicą. Wielokrotnie wykazano, że retardanty — zarówno daminozyd, jak i PB — zmniejszały rozmiary jabłek, zwłaszcza po zastosowaniu ich w wysokim stężeniu. Często w ślad za zdrobieniem jabłek rosła zawartość wapnia w owocach, a więc poprawiały się ich zdolności przechowalnicze. W badaniach Schumachera i in. [34], gdzie daminozyd redukował wielkość owoców w różnym stopniu zależnie od sposobów zastosowania, stwierdzono największą liczbę jabłek zdrowych, bez objawów gorzkiej plamistości, wśród tych najdrobniejszych. Wszystkie jabłka traktowane daminozydem przechowywały się lepiej niż kontrolne, nieopryskiwane. Na drzewach opryskiwanych daminozydem tylko przez jeden rok było o 20% mniej jabłek z objawami gorzkiej plamistości podskórnej. Natomiast stosowanie daminozydu przez dwa lata zmniejszyło liczbę jabłek z objawami tej choroby o 34%, a stosowanie retardantu przez trzy kolejne lata aż o 75%. Niewielką redukcję wielkości jabłek — o 5%, stwierdzono na drzewach, gdzie tylko peryferie korony opryskiwano daminozydem. Tak nieznaczne zmniejszenie wielkości owoców wpłynęło na porażenie gorzką plamistością w najmniejszym stopniu. SADH w tym doświadczeniu słabo hamował wzrost pędów.

Najczęściej przyczyną zmian zawartości wapnia w owocach po zastosowaniu retardantów było **ograniczenie wzrostu pędów**, a tym samym ograniczenie ich współzawodnictwa o składniki mineralne. Jak wiadomo, duże ilości wapnia są transportowane wiosną, kiedy pędy rosną bardzo intensywnie. Młode pędy zaopatrywane są w wapń i inne składniki w pierwszej kolejności. Zawartość wapnia w owocach zależy od stosunku wzrostu owoców do wzrostu pędów. W warunkach dużego ograniczenia wzrostu pędów i niewielkiego zmniejszenia rozmiaru owoców następuje wzrost zawartości Ca w owocach. W badaniach Miller i Świetlik [30] wpływ PB na porażenie plamistością podskórną i zawartość Ca w owocu zmniejszał się w miarę słabnącego hamowania wzrostu pędów. Zwykle obficie owocujące, ale o słabej sile wzrostu drzewa dostarczają wystarczającą ilość składników do rosnących owoców. Mała liczba liści ogranicza bowiem wielkość owoców i poprawia ich zaopatrzenie w wapń. Owoce z takich drzew zwykle przechowują się dobrze. W miarę wydłużania się pędów osiowych, np. z 12 do 55 cm, porażenie gorzką plamistością wzrosło z 0 do 60% w badaniach Terblanche i in. [42]. Najbardziej przekonujących dowodów na współzawodnictwo pędów i owoców o wapń dostarczył Naumann [31]. Badacz ten śledził pobieranie izotopu wapnia przez owoce i pędy jabłoni odmiany Koksia Pomarańczowa rosnących w wazonach, w kontrolowanych warunkach. Wapń był dostarczony do gleby. W przypadku drzew kontrolnych (nieopryskiwanych) stwierdził, że najwięcej Ca pobrały liście młodych pędów, dużo mniej Ca pobrały owoce. Owoce w dużym stopniu opanowane były przez gorzką plamistość podskórną. Po zastosowaniu retardantów osłabieniu uległ wzrost pędów. Jednocześnie owoce pobrały

więcej wapnia i lepiej się przechowywały, Szczególnie dobrze przechowywały się jabłka traktowane SADH. Natomiast z 3-letnich badań Luddersa i Fischera-Bolukbasi [27] wynikało, że zawartość składników mineralnych w jabłkach po zastosowaniu SADH zależała od intensywności owocowania drzew; zawartość Ca, Mg i N była wyższa w owocach drzew obficie owocujących.

W badaniach Greene'a [17] paklobutrazol naniesiony dolistnie osłabiał wzrost pędów, redukował wielkość jabłek i jednocześnie zwiększał ilość wapnia w miększu owoców oraz ograniczył występowanie chorób, nawet w drugim roku po zastosowaniu. Jednak całkowita ilość wapnia w przeliczeniu na owoc wówczas nie zmieniła się. A zatem wzrost zawartości Ca był związany z redukcją wielkości owoców. Jednocześnie całkowita ilość wapnia w przeliczeniu na drzewo zwiększyła się. Mogło to być spowodowane osłabieniem siły przyciągania wapnia przez pędy. Podobne zmiany powodował PB w badaniach Elfvinga i in. [14], ale tylko w roku stosowania. Preparat ten osłabił wzrost pędów i zmniejszył rozmiary owoców przez trzy następne lata. Greene [18] tłumaczył rozbieżność wyników różnymi warunkami środowiska, różnicami odmianowymi, dawką retardantu, a także terminem stosowania retardantów. Tylko retardanty zastosowane w stadium intensywnego wzrostu wpływają na pobieranie składników mineralnych. Po zahamowaniu wzrostu pędów retardanty nie działają.

Wpływ PB na pobieranie wapnia przez owoce zależy od sposobu naniesienia preparatu. Ten sam retardant — PB, zastosowany doglebowo w badaniach Steffensa i in. [49], powodował wzrost ilości wapnia tylko w liściach długopędów. Natomiast nie wpłynął na zmianę ilości Ca w owocach i liściach krótkopędów. Mogło to być spowodowane wyraźnym zahamowaniem wzrostu pędów, podczas gdy rozmiary owoców zmniejszyły się tylko nieznacznie. Zdaniem tych badaczy, aby spowodować zmiany fizjologiczne w owocach, PB powinien być dostarczony bezpośrednio na owoc lub na krótkopęd. Tylko stosowany dolistnie wpływa w sposób znaczący na fizjologię pobiorczą owoców, ale wówczas hamuje wzrost słabiej niż po zastosowaniu do gleby.

Z badań wykonanych w Korei [10] wynikało, że retardanty, PB i daminozyd, a także NAA nasilają transport Ca do rośliny głównie w warunkach niskiej zawartości Ca w glebie.

## **Wpływ retardantów na pobieranie wapnia**

---

Retardanty wpływają na pobieranie wapnia przez roślinę w wyniku powiększania masy korzeni. Dostawa węglowodanów do korzeni spełnia istotną rolę w pobieraniu Ca przez owoce [15]. Pobudza bowiem korzenie do wzrostu. Zwiększa masę młodych korzeni, których niezdrewniałe stożki wzrostu pobierają więcej wapnia. Pobieranie wapnia ogranicza się bowiem tylko do wierzchołka korzenia.

Jak wykazali Steffens i in. [49], retardanty powodują zwiększony odpływ węglowodanów do pnia i korzeni, a to sprzyja wyrastaniu licznych młodych korzeni,



aktywnie pobierających wapń z gleby. W badaniach Curry'ego i Williamsa [13] po zastosowaniu PB ciężar korzeni podwoił się. Jednak inne retardanty w tych samych warunkach wpłynęły na masę korzeni tylko nieznacznie.

Retardanty mogą zwiększyć zawartość wapnia w nadziemnej części roślin [15], ponieważ — redukując wzrost — zwiększają proporcję korzeni do części nadziemnej.

W sadownictwie różnorodne zastosowanie znalazły preparaty, których składnikiem czynnym jest **etefon**. Preparaty te stosowane są w sadownictwie m.in. w celu poprawy wybarwienia jabłek. Wielokrotnie informowano o tym, że jabłka traktowane etefonem gorzej przechowują się i zawierają mniej wapnia. Dlatego w okresie, kiedy daminozyd był dostępny, podwyższano zdolności przechowalnicze jabłek traktowanych etefonem, stosując na te same drzewa daminozyd. Po zastosowaniu obu tych substancji jabłka przechowywały się lepiej i zawierały więcej wapnia [5].

Coraz częściej w sadownictwie stosujemy syntetyczne **cytokininy**. Jedną z nich jest benzyloadenina — najnowszy preparat przerzedzający zawiązki owocowe jabłoni. Zdaniem Greene'a i in. [21] związek ten może wpłynąć na ilość wapnia w owocach pośrednio, zmieniając wielkość owoców. Prawdopodobnie dlatego w badaniach Bena [8] jabłka odmiany Jonagold, opryskane BA w terminie 3 tygodnie po kwitnieniu, opanowane były przez plamistość wewnętrzną miąższu. Również w badaniach Basak [6] BA — stosowana po kwitnieniu w celu przerzedzenia zawiązków — czasem pogarszała zdolność przechowalniczą jabłek.

## Podsumowanie

---

1. Skutki stosowania bioregulatorów (BR) zależą od wielu czynników środowiskowych i agrotechnicznych, a często także od stężenia, terminu i sposobu nanoszenia BR oraz wieku drzew, gatunku, a nawet odmiany. Dlatego w literaturze często można spotkać sprzeczne informacje dotyczące wpływu tych samych bioregulatorów na skład mineralny owoców.
2. Synteza informacji jest niezwykle trudna, ponieważ skład mineralny owoców traktowano w wielu badaniach jako dodatkową obserwację. Ponadto, większość badań dotyczyła tylko wpływu bioregulatorów na skład mineralny liści. Wiele badań dotyczących wpływu BR na pobieranie składników mineralnych wykonano na młodych, nieowocujących roślinach, rosnących w kontrolowanych warunkach, lub ich fragmentach. Wyniki takich badań nie odzwierciedlają w pełni stanu mineralnego odżywienia roślin owocujących, rosnących w warunkach polowych.
3. Uwzględniając aktualny stan wiedzy, można stwierdzić, że bioregulatory mogą poprawić skład mineralny i zdolności przechowalnicze owoców, ale jest trudno przewidzieć skutki stosowania tych preparatów. Zależą one bowiem zarówno od warunków środowiska, jak i fizjologii drzewa. Nie wydaje się więc, aby bioregulatory można było wykorzystać do sterowania odżywianiem owoców w Ca.



**Stosowane skróty:**

IAA — kwas indoliloctowy,  
 IBA — kwas indolilomasłowy,  
 TIBA — kwas 2,3,5-trijodobenzoesowy,  
 GA<sub>3</sub> — giberelina A<sub>3</sub>,  
 GA<sub>3+7</sub> — giberelina A<sub>3+7</sub>,  
 2,4,5-T — kwas trichlorofenoksypropionowy,  
 NAA — kwas α-naftylooctowy,  
 NAAM — amid kwasu naftylooctowego,  
 BA — benzyloadenina,  
 daminozyd — SADH — kwas 1 N-dimetyloaminobursztynowy,  
 paclobutrazol — PB-1-(4-chlorofenylo)-2-(1H-1,2,4-triazol-10yl)-pentan-3-ol.

**Literatura**

- 
- [1] Bangerth F. 1976. A role for auxin and auxin transport inhibitors on the content of artificially induced parthenocarpic fruits. *Physiol. Plant.* 37: 191–194.
- [2] Banuelos G.S., Bangerth F., Marschner H. 1987. Relationship between polar basipetal auxin transport and acropetal transport into tomato fruit. *Physiol. Plant.* 71: 321–327.
- [3] Basak A. 1992/93. Wpływ preparatu Promalin na jakość jabłek odmian Golden Delicious i Starkrimson. *Prace Inst. Sad. i Kw.* A 31: 67–78.
- [4] Basak A. 1993. Influence of Retardant and Auxin Treatment of Apple Shoots and Fruits on Calcium Uptake and Distribution. *J. of Fruit and Ornamental Plant Research* 1(4): 103–113.
- [5] Basak A. 1984/85. Stosowanie etefonu łącznie z NAA i SADH w celu przyspieszenia zbioru oraz poprawy wybarwienia jabłek odmiany McIntosh. *Pr. Inst. Sad. i Kw.* A (25): 85–97.
- [6] Basak A. 1997. Storage quality of apples after fruitlets thinning. *Acta Hort.* (w druku).
- [7] Basak A., Soczek Z., Niezborala B. 1986. The influence of thinning and treatments with calcium chloride on the quality of McIntosh apples treated with SADH. *Acta Hort.* 179: 761–765.
- [8] Ben J. 1992. Wpływ paclobutrazolu na zawartość niektórych składników chemicznych w jabłkach odmiany Jonagold i Gloster oraz ich zdolność przechowalniczą. *Prace Inst. Sadown. i Kw.* C(3–4): 134–135.
- [9] Benson N.R., Stahly E.A. 1972. Restriction of <sup>45</sup>calcium translocation into apple fruit by 2,3,5-triiodobenzoic acid. *HortScience* 7: 172–173.
- [10] Choi J.S., Lee J.C. 1994. Seasonal trends of calcium accumulation into fruit in five apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.) *J. Korean Soc. Hort. Sc.* 33(2): 156–160.
- [11] Clijsters H. 1971. Influence des regulateurs de croissance sur la maturation, la conservation et la qualite des fruits. *Fruit Belge* 354: 69–77.
- [12] Curry E.A., Greene D.W. 1993. CPPU influences fruit quality, fruit set, return bloom, and preharvest drop of apples. *HortScience* 28: 115–119.

- [13] Curry E.A., Williams M.W. 1986. Effect of paclobutrazol on fruit quality: apple, pear and cherry. *Acta Hort.* 179: 743–754.
- [14] Elfving D.C., Chu C.L., Loughheed E.C., Cline R.A. 1987. Effects of Daminozide and Paclobutrazol Treatments on Fruit Ripening and Storage Behaviour of McIntosh Apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(6): 910–915.
- [15] Faust M., Miller A.N. 1989. Effect of bioregulators and herbicides on calcium and phosphorus content of fruits. *Acta Hort.* 239: 409–416.
- [16] Fuente dela R.K., Leopold A.C. 1973. A role for Calcium in Auxin Transport. *Plant Physiol.* 51: 845–847.
- [17] Greene D.W. 1986. Effect of paclobutrazol and analogs on growth, yield and fruit quality and storage potential of Delicious apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111: 328–332.
- [18] Greene D.W. 1991. Reduced Rates and Multiple Sprays of Paclobutrazol Control Growth and Improve Fruit Quality of Delicious Apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(5): 807–812.
- [19] Greene D.W., Lord W.J., Bramlage W.J. 1974. Effects of Low Ethephon Concentrations on Quality of McIntosh Apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99(3): 239–242.
- [20] Greene D.W., Lord W.J., Bramlage W.J., 1977. Mid-summer application of ethephon and daminozide on apples. I. Effect on McIntosh. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102(4): 491–494.
- [21] Greene D.W., Lord W.J., Bramlage W.J. 1982. Effects of gibberellins A<sub>4+7</sub> and 6-benzylamino purine on fruit set, fruit characteristics, seed content, and storage quality of McIntosh apples. *HortScience* 17: 653–654.
- [22] Griggs W.H., Martin G.C., Iwakari B.T. 1970. The effect of seedless versus seeded fruit development on flower bud formation in pear. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95: 243–248.
- [23] Kallai T., Buban T., Fargo M., Szucs E. 1987. Influence of modified source-sink relations on Jonathan apple fruit nutrition and quality. *J. Plant Nutrition* 10: 1563–1571.
- [24] Link H. 1973. Effect of fruit thinning on some components of fruit quality in apples. *Acta Hort.* 34: 445–448.
- [25] Looney N.E. 1977. A four year study of single calcium chloride and growth regulator tree sprays to control storage breakdown of Spartan apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102: 85–88.
- [26] Looney N.E. 1979. Some effects of gibberellins A<sub>4+7</sub> plus benzyladenine on fruit weight, shape, quality, Ca content and storage behaviour of Spartan apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104: 389–391.
- [27] Ludders P., Fischer-Bolukbasi T. 1980. Einfluß von Alar und TIBA auf den Mineralstoffgehalt der Frucht bei unterschiedlichem Fruchtbehang. *Gartenbauwissenschaft.* 45(5): 235–240.
- [28] Martin D., Lewis T.L., Cerny J., Grassia A. 1969. Effect of some chemical treatments on the incidence of bitter pit and breakdown in Cox apples. *Fld. Stn. Rec. Div. Pl. Ind. CSIRO (Aust.)* 8: 57–76.
- [29] Martin D., Lewis T.L., Cerny J., Ratkovsky D.A. 1976. The effect of tree sprays of Ca, B, Zn and naphthaleneacetic acid, alone and in all combinations, on the incidence of storage disorders in Merton apples. *Aust. J. Agric. Res.* 27: 391–398.
- [30] Miller S.S., Świetlik D. 1986. Growth and fruiting response of deciduous fruit trees treated with paclobutrazol. *Acta Hort.* 179: 563–566.

- [31] Naumann W.D. 1971. Calcium distribution in apple trees and development of bitter pit as influenced by growth retardants. *Gartenbauwissenschaft* 36: 63–69.
- [32] Pfammater W., Dessimoz M. 1974. Influence des regulateurs de croissance sur la qualite de la variete de pommes Gravenstein. *Rev. suisse Vitic. Arboric.* 6:87–88.
- [33] Robinson J.B.D. 1975. The influence of some growth-regulating compounds on the uptake, translocation and concentration of mineral nutrients in plants. *Horticultural Abstracts* 45(10): 611–618.
- [34] Schumacher R., Fankhauser F., Stadler W. 1980. Influence of shoot growth, average fruit weight and daminozide on bitter pit. In: D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples, and W.M. Waller (Eds.) *Mineral Nutrition of Fruit trees, Butterworths, London*: 83–91.
- [35] Scott K.J., Wills R.B.H. 1976. Core flush of apples: I. Effect of absorption of carbon dioxide, ethylene and water from the storage atmosphere. *J. Hort. Sci.* 51: 55–58.
- [36] Sharples R.O. 1972. East Malling Res.Stat. Rep. 1971: 73–74. Naumann W.D., 1971. Calciumverteilung in Apfelbaumen und Entwicklung von Stippigkeit unter dem Einfluss von Wachstumsregulatoren. *Gartenbauwissenschaft* 36: 63–69.
- [37] Shear C.B. 1975. Calcium-related Disorders of fruits and Vegetables. *HortScience* 10(4): 361–365.
- [38] Stahly E.A., Benson N.R. 1976. Calcium levels of Golden Delicious apples as influenced by calcium sprays, 2,3,5-triiodobenzoic acid, and other growth regulator sprays. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101: 120–122.
- [39] Stahly E.A., Benson N.R. 1982. Seasonal Accumulation of Calcium and Potassium in the Cortex of Golden Delicious Apple Fruit Sprayed with 2,3,5-Triiodobenzoic Acid. *HortScience* 17(5): 781–783.
- [49] Steffens G.L., Wang S.Y., Faust M., Byun J.K. 1985. Growth, carbohydrate and mineral element status of shoot and spur leaves and fruit of Spartan apple trees treated with paclobutrazol. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110: 850–855.
- [41] Stuivenberg van J.H.M., Pouwer A. 1950. Ondrzoek over de bestrijding van stip bij Notarisappols. *Meded. Dir. Tuinb.* 13: 201–211.
- [42] Terblanche J.H., Gurgun K.H., Hesebeck I. 1980. W: D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples, W.M. Waller (Eds.) *Mineral nutrition of fruit trees, Butterworths, London*: 71–82.
- [43] Tromp J. 1989. Interrelationships between plant growth regulators and fruit tree mineral nutrition. *Acta Hort.* 239: 399–408.
- [44] Wertheim S.J. 1972. De invloed van groeiregulatoren op de houdbaarheid van appelen peer. *Fruittelt* 62: 930-931.
- [45] Wills R.B.H., Scott K.J. 1974. Effect of phorone and other growth regulators on the incidence of storage breakdown in apples. *J. Hort. Sci.* 49: 199–202.

## **Effect of exogenous bioregulators on mineral composition of the fruits and their storage quality potential**

---

**Key words:** auxins, gibberellins, retardants, ethephon, cytokinins, calcium, fruits, apples

### Summary

The review of literature and conclusions of own trials on the influence of few selected bioregulators on calcium content in apples and on their storage behaviour were presented. It was found, that the bioregulators can improve the calcium supply into fruits and in consequence, improve their storage quality. However, due to numerous factors which can modify the efficacy of bioregulators, it is difficult to anticipate the results of using these compounds.

*Adres do korespondencji:  
doc. dr hab. Alina Basak  
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa  
ul. Pomologiczna 18  
96-100 Skierniewice*