

MARIAN SANIEWSKI

*Zakład Fizjologii Roślin Sadowniczych Instytutu Sadownictwa
w Skierniewicach*

DEFOLIANTY

Defolianty są to związki chemiczne przyspieszające odpadanie liści poprzez stymulację tworzenia się warstwy odcinającej.

W artykule tym zwrócono uwagę na fizjologiczne i biochemiczne zmiany wywołane działaniem defoliantów i na praktyczne znaczenie tych związków w rolnictwie.

Jednym z naturalnych związków przyspieszających tworzenie się strefy odcinającej jest nienasycony węglowodór, etylen. Jego obecność została wykazana przez wielu autorów w owocach i liściach roślin a fizjologiczna rola tego związku jest przedmiotem licznych badań (Leopold 1964; Carns 1966; Burg i Burg 1966). Na podstawie występowania etylenu Gawadi i Avery (1950) wysunęli przypuszczenie, że od stosunku etylenu do auksyny zależy tworzenie się warstwy odcinającej; przewaga etylenu miałaby stymulować ten proces. Czy etylen jest endogennym hormonem odpowiedzialnym za regulację procesu odpadania — trudno jest jeszcze definitywnie twierdzić (Leopold 1964). Jako defoliant węglowodór ten był już stosowany w 1940 r. przez Milbratha, Hansena i Hartmana oraz innych badaczy do defoliacji róż (Addicott i Lynch 1957; Roberts 1950).

Hall i Lane (1952) badali wpływ różnych defoliantów na procesy biochemiczne w liściach bawełny. Pod wpływem etylenu, Endothalu (3,6-endoxy-sześćiohydroftalan sodu), sacharozy i Shed-A-Leaf (preparat chloranu sodu) stwierdzili następujące zmiany; zwiększone oddychanie w liściach, spadek ogólnej zawartości węglowodanów w blaszkach liściowych, a oprócz tego przesunięcia w poszczególnych grupach cukrowców, tj. zwiększenie się poziomu cukrów redukujących (w przypadku C_2H_2 obniżenie) i jednoczesny spadek zawartości skrobi i hemiceluloz. Zanotowano również zmniejszenie się poziomu azotu ogólnego, tworzenie się chlorotycznych plamek i miejscowe odwodnienie w blaszkach liściowych. W ogonkach liściowych wykazano duże obniżenie zawartości węglowodanów wszystkich grup i podwyższenie poziomu azotu ogólnego i rozpuszczalnego. Autorzy są zdania, że jest ścisła korelacja między zawartością węglowodanów w blaszce liściowej a stopniem działania defolianta.

Bardziej szczegółowych danych o zmianach biochemicznych w liściach

bawełny spowodowanych działaniem defoliantów — głównie Endothalu i ATA (3-amino-1,2,4-triazol) dostarczyli Leinweber i Hall (1959 a,b). Wyniki badań tych autorów wykazują, że różne typy defoliantów mogą powodować stymulację albo inhibicję oddychania w zależności od stosowanego związku i od tego, czy badane tkanki pochodzą z blaszki liściowej, ogonka, czy też z warstwy odcinającej. Proces opadania liści wywołany tymi związkami był dodatnio skorelowany z intensywnością oddychania w warstwie odcinającej. Zaobserwowano również zmiany anatomiczne w tej warstwie. Autorzy twierdzą, że Endothal powoduje dodatkowe podziały, natomiast Shed-A-Leaf i aminotriazole stymulują głównie proces hydrolizy ścian komórkowych.

Osborne (1958) stwierdziła po potraktowaniu liści fasoli Endothalem obniżenie aktywności esterazy metylopektynowej w strefie odcinającej. Tego typu zmiany mają miejsce również w naturalnie starzejących się liściach.

Według danych Rakitina i Imamaliewa (1959b) pod wpływem działania Endothalu i chloranu magnezu zwiększała się ogólna aktywność enzymów oksydacyjnych w liściach jabłoni odmiany Pepina Szafranowa.

Ciekawe wyniki o wpływie chloranu magnezu na transport asymilatów do nasion otrzymał Prokofiew (1965). Związek ten powodował zwiększony odpływ asymilatów z liści słonecznika i rącznika do nasion poprzez stymulację hydrolizy białek i skrobi, czemu towarzyszył wzrost ciężaru nasion przy nieznacznych różnicach w zawartości tłuszczu. Zbyt wysokie stężenia defoliantów powodowały szybkie niszczenie liści i otrzymywano wręcz przeciwne wyniki — zahamowanie odpływu asymilatów do nasion. Na podstawie otrzymanych rezultatów Prokofiew zwraca uwagę na perspektywy stosowania defoliantów, szczególnie chloranu magnezu, w celu zwiększenia masy nasion i podkreśla, że związek ten jest mało toksyczny dla ludzi i zwierząt.

Na liściach rącznika potraktowanych $Mg(ClO_3)_2$ obserwowano stopniowe zasychanie unerwienia blaszek liściowych od brzegów, z czego można sądzić, że związek ten działa również jako desykant tj. poprzez wysuszenie liści. Trudno jest postawić ścisłą granicę pomiędzy defoliantami i desykantami, ponieważ większość defoliantów przyspiesza również wysuszenie, a z drugiej strony na jedną roślinę dany preparat może działać jako typowy defoliant, a na inną jak typowy desykant. Np. chloran magnezu i Endothal działają na liście ziemniaka jako desykanty (Rakitina i Swarinskaja 1958). Zbyt wysokie stężenia defoliantów prawie zawsze powodują schnięcie liści.

Właściwość przyspieszania procesu odpadania liści wykazuje m. in. jon jodu (Herret, Hatfield, Crosby i Vlitos 1962), wchodzący w skład wielu związków. Doświadczenia wykazały, że aktywność danego związku za-

wierającego jod jest tym wyższa im jod jest na niższym stopniu utlenienia, np. KJ przyspiesza opadanie liści fasoli w większym stopniu niż KJO_3 . Na aktywność jonu jodu ma też wpływ metal z jakim jest związany; np. AlJ_3 jest o wiele mniej aktywny niż KJ. Duży wpływ miał również fotoperiod — rośliny rosnące przy 8 godz. dniu traciły liście szybciej niż przy 16 godz. dniu.

Zastosowanie defoliantów w praktyce, szczególnie na plantacjach bawełny omawia Addicott i Lynch (1957). Według tych autorów najczęściej stosowanymi substancjami są chloran sodu i magnezu, Endothal, cyjanamid wapnia i aminotriazole.

Chemiczna defoliacja umożliwia zastosowanie maszyn do mechanicznego sprzętu owoców bawełny, fasoli i innych roślin. Rakitin (1961) podaje, że do najpowszechniej obecnie stosowanych defoliantów na plantacjach bawełny w Związku Radzieckim należy chloran magnezu (6—10 kg/ha). Nie obniża on własności technicznych włókna i nasion i daje dobre rezultaty przy różnej pogodzie. Defoliant ten jest mało toksyczny dla ludzi i zwierząt w przeciwieństwie do cyjanamidku wapnia, który przedtem stosowano. Autor zwraca uwagę na perspektywy praktycznego wykorzystania również innych substancji jako defoliantów takich jak Butiphos (3-butylo-, 3-tio-fosforan) folex (S,S,S-3-butylo, 3-tio-fosforyn) i BEXT (trójsiarczek dwuetyloksantogenu).

McGillivaray (1960) donosi o zastosowaniu chloranu sodu na plantacji pomidorów. Nie stwierdzono przy tym istotnego wpływu na okres zbioru, wydajność i szybkość dojrzewania owoców, a zabieg ten znacznie ułatwiał sprzęt. Trwałość pomidorów przy tym, jak podaje autor, wydaje się być zmniejszona.

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie możliwością zastosowania defoliantów w szkółkach drzew, zwłaszcza owocowych. Często drzewka tracą liście zbyt późno, co utrudnia ich wykopywanie i sprzedaż. Zastąpienie ręcznego obrywania liści z drzewek chemiczną defoliacją niewątpliwie obniżyłoby koszty. Ręczne usuwanie liści powoduje silne naruszenie procesów fizjologicznych, uszkodzenie pąków i utratę dużych ilości substancji odżywczych zawartych w liściach. Przy zastosowaniu defoliantów substancje te zostają szybciej przemieszczane do zimujących organów roślin. Pozbawienie roślin liści zapobiega nadmiernej transpiracji, przyspiesza zakończenie okresu wegetacji, umożliwia wczesne wykopanie i lepszy transport.

Rakitin i Imamaliw (1959a) podkreślają, że pozostające na drzewie liście wskutek nagłego obniżenia temperatury sprzyjają rozwojowi szkodników i chorób, obniżają skuteczność stosowanych pestycydów, a ponadto mogą powodować gromadzenie się śniegu i łamanie gałęzi.

Jak podaje Rakitin (1961) dobrymi defoliantami w szkółkach drzew owocowych okazał się również $Mg(ClO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (1—1,25 kg/ha) i folex (8—10 kg/ha). Badaniem wpływu defoliantów na siewki i sadzonki drzew owocowych zajmowali się Kuźniecowa i Ebutułajew (1963), Kuźniecowa (1959, 1965), Ebutułajew (1961). W ciągu 7 lat przebadali 15 różnych związków chemicznych, z których najbardziej aktywnymi okazał się chlorano-chlorek wapnia $[Ca(ClO_3)_2 \cdot CaCl_2]$ w koncentracji 0,1—0,2% i uwodniony chloran magnezu w stężeniu 0,2—0,25% czystego składnika. Optymalnym okresem traktowania roślin tymi defoliantami w rejonie Moskwy była 2 dekada sierpnia. Zbyt wczesne, jak i zbyt późne traktowanie roślin obniżało aktywność defoliantów. Zbyt niskie stężenia były nie aktywne, a zbyt wysokie powodowały desykację i liście pozostawały na roślinie. Masowe opadanie liści po zastosowaniu powyższych defoliantów w optymalnych stężeniach następowało na 14—16 dzień po opryskaniu.

Według Kuzniecowa (1965) chemiczna defoliacja sadzonek jabłoni w szkółkach powyższymi związkami obniża nakład pracy 6,3 razy na 1 ha szkółki. Dla opryskania 1 ha szkółek (150—160 tys. szt. siewek) potrzeba zużyć około 6,4 l preparatu chlorano-chlorku wapnia lub około 5 kg chloranu magnezu.

O praktycznym wykorzystaniu chloranu magnezu w szkółkach drzew owocowych donosi Filippow i Wajnszejbojm (1964). Przy użyciu helikoptera opryskano kilka ha szkółek i otrzymano pozytywne wyniki. Ostatnio Larsen (1966) otrzymał interesujące wyniki traktując drzewka owocowe i leśne KJ i KJ z domieszkami niektórych preparatów siarkowych. Możliwe, że ten tak prosty związek nieorganiczny znajdzie praktyczne zastosowanie do defoliacji sadzonek w szkółkach.

Pridham (1952) oraz Chadwick i Houston (1948) otrzymali w szkółkach drzewek dobre rezultaty z preparatem ME 3000 (obecnie powszechnie nazywanym Endothalem) Nacconolem NR, HG (siarczany aryloalkilowe) i innymi preparatami.

Chemiczna defoliacja chloranem magnezu i chlorano-chlorkiem wapnia siewek jabłoni odmiany Anis nie wykazywała, praktycznie biorąc, ujemnego wpływu na: przezimowanie zadołowanych sadzonek, aktywność przebudzania pąków, przydatność podkładek do okulizacji oraz stopień lignifikacji pędów, o ile stosowano substancje w optymalnych stężeniach. Wzrost podkładek był jednak osłabiony. Stwierdzono również zmniejszoną transpirację (Kuźniecowa 1965; Rakitin i Imamaliew 1959a). Otrzymano także ciekawe różnice w formach występowania wody w liściach, a mianowicie, czym bardziej obniżała się całkowita ilość wody, tym bardziej zwiększała się ilość wody związanej. Obniżenie poziomu wody w liściach towarzyszyło zwiększeniu jej zawartości w pędach, łodygach i korzeniach (Rakitin i Imamaliew 1959a).

Jeśli chodzi o biochemiczną stronę działania defoliantów na drzewa owocowe wykazano stymulację przemieszczania węglowodanów, zwłaszcza skrobi z liści do organów zimujących (Kuzniecowa i Ebetułajew 1963; Rakitin i Imamaliew 1959b). O ile jednak traktowano rośliny defoliantami o wysokich stężeniach, następowało zasychanie liści i zawartość skrobi znacznie w nich wzrastała (zahamowany transport), a w pędach obniżała się w porównaniu z roślinami kontrolnymi. Co do dynamiki azotu w liściach pod wpływem defoliantów zdania są podzielone. Według Kuzniecowa (1965) defolianty takie jak chloran magnezu i chlorano-chlorek wapnia nie wpływają istotnie na odprowadzanie związków azotowych z liści, natomiast doświadczenia Rakitina i Imamaliewa (1959b) z zastosowaniem chlorano-magnezu i Endothalu wykazały obniżenie w liściach poziomu azotu ogólnego i różnych jego form. Spadek zawartości azotu ogólnego i białek w liściach jabłoni Jonatan i róży odmiany Peace pod wpływem chloranu potasu stwierdzili również Mészáros i Novák (1963a). W doświadczeniach Rakitina i Imamaliewa (1959b) i Mészárosa i Nováka (1963b) również fosfor ulegał szybszemu odprowadzeniu z liści pod wpływem defoliantów. Z innych zmian zachodzących pod wpływem defoliantów wykazano zwiększone oddychanie w liściach, obniżenie intensywności fotosyntezy i obniżenie poziomu chlorofilu, zwłaszcza chlorofilu „a” (Kuzniecowa i Ebetułajew 1963; Rakitin i Imamaliew 1959b; Kraft, Doman i Wasilewa 1966). Podobne zmiany w zawartości chlorofilu w liściach drzew na jesieni wykazał Wolf (1956).

Jak widać z przytoczonych przykładów defolianty stanowią bardzo różnorodną grupę związków pod względem chemicznym; od prostych soli różnych pierwiastków do skomplikowanych substancji organicznych. Wydaje się mało prawdopodobne, aby działały one bezpośrednio na specyficzne mechanizmy fizjologiczne albo biochemiczne (Addicott i Lynch 1957). Spośród znanych defoliantów i desykantów tylko niektóre mogą być wykorzystane w praktyce. Duża liczba związków musi być wyłączona, gdyż albo uszkadzają roślinę, albo też są trujące dla ludzi i zwierząt.

Należy podkreślić, że wszystkie badane związki o defoliujących właściwościach w mniejszym lub w większym stopniu przyspieszają procesy zachodzące naturalnie w starzejących się liściach.

Być może w przyszłości najlepszym czynnikiem do powszechnego stosowania okaże się naturalnie występujący w roślinach związek o charakterze hormonalnym, wpływającym m. in. na przyspieszenie opadania liści i owoców — abscysyna II, której poświęcony będzie artykuł Rudnickiego w jednym z następnych numerów.

LITERATURA

1. Addicott F. T., Lynch R. S.: 1957. *Adv. Agron.*, 9: 67—93.
2. Burg G. P., Burg E. A.: 1966. *Science*, 148: 1190—1196.
3. Carns H. R.: 1966. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 17: 295—314.
4. Chadwick H. C., Houston R.: 1948. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 51: 659—667.
5. Ebetullajew A. A.: 1961. *Dokł. Timir. Sielskochozj. Akad.*, 72: 193—199.
6. Filippow Ł. A., Wajnszelbojm A. I.: 1964. *Fizjoł. Rastienii*, 11: 334—339.
7. Gavadi A. G. Avery Jr. G. S.: 1950. *Amer. J. Bot.*, 37: 172—180.
8. Hall W. C., Lane H. C.: 1952. *Plant Physiol.*, 27: 754—768.
9. Herrett R. A., Hatfield H. H., Crosby D. G., Vlitos A. J.: 1962. *Plant Physiol.*, 37: 358—363.
10. Kraft W. A., Doman N. G., Wasilewa Z. A.: 1966. *Fizjoł. Rastienii*, 13: 595—601.
11. Kuzniecowa M. D.: 1959. *Dokł. Timir. Sielskochozj. Akad.*, 48: 149—155.
12. Kuzniecowa M. D.: 1965. *Izw. Timir Sielskochozj. Akad.*, 1: 110—118.
13. Kuzniecowa M. D.; Ebetullajew A. A.: 1963. *Izw. Timir. Sielskochozj. Akad.*, 5: 86—99.
14. Larsen F. E.: 1966. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 88: 690—697.
15. Linweber C. L., Hall W. C.: 1959a. *Bot. Gaz.*, 120: 144—151.
16. Linweber C. L., Hall W. C.: 1959b. *Bot. Gaz.*, 121: 9—16.
17. Leopold A. C.: 1964. *Plant Growth and Development*. McGraw-Hill Book Company, New York, San Francisco, Toronto, London.
18. McGillivray J. H.: 1960. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 75: 625—628.
19. Mészáros M. H.; Novák A.: 1963a. *Növénytermelés*, 12: 251—254.
20. Mészáros M. H., Novák A.: 1963b. *Agrokem. Talajtan*, 12: 607—612, (cyt. wg. *Hort. Abstr.*).
21. Osborne D. J.: 1958. *J. Exp. Bot.*, 9: 446—457.
22. Pridham A. M. S.: 1952. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 59: 475—478.
23. Prokofiew A. A.: 1965. *Fizjoł. Rastienii*, 12: 416—423.
24. Rakitin Ju. W.: 1961. *Usp. Sowr., Biol.*, 52: 208—224.
25. Rakitin Ju. W., Swarinskaja R. A.: 1958. *Fizjoł. Rastienii*, 5: 458—460.
26. Rakitin Ju. W., Imamaliew A.: 1959a. *Fizjoł. Rastienii*, 6: 61—66.
27. Rakitin Ju. W., Imamaliew A.: 1959b. *Fizjoł. Rastienii*, 6: 197—201.
28. Roberts A. N.: 1950. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 56: 475—481.
29. Wolf F. T.: 1956. *Plant Physiol.*, 31, Suppl. XXX.