

Kacperska-Lewak, Alina

Sprawozdanie z działalności Towarzystwa : Sprawozdanie z działalności Wydziałów TNW : Wydział IV nauk biologicznych : Streszczenia : Fizjologiczno-biochemiczne podstawy odporności roślin na zamarzanie

Rocznik Towarzystwa Naukowego Warszawskiego 50, 168-172

1987

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych oraz w kolekcji mazowieckich czasopism regionalnych mazowsze.hist.pl.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Parku Narodowym, jak również na terenie parków krajobrazowych i w obszarach chronionego krajobrazu, co zdaje się napawać pewną dozą optymizmu.

Przy analizie rozmieszczenia geograficznego chronionych gatunków grzybów na Lubelszczyźnie zwraca uwagę fakt, że aż 4 gatunki zanotowano w granicach administracyjnych miasta Lublina.

Dwa z nich: *Mitrophora semilibera* i *Morchella esculenta* obserwowano w obrębie zwartej zabudowy miejskiej (w parku i na cmentarzu), a dwa pozostałe: *Langermania gigantea* i *Phallus impudicus* w dzielnicach peryferyjnych, w obrębie luźnej zabudowy, ale w pobliżu traktów komunikacyjnych o dużym nasileniu ruchu samochodowego. Fakty te wskazują, że wymienione gatunki zdają się stosunkowo odporne na wzrastający stopień zanieczyszczenia i degradację środowiska przyrodniczego, co także powinno napawać optymizmem.

Wydaje się, że powyższe zagadnienie zasługuje na rozpatrzenie w odniesieniu do pozostałych regionów kraju.

Alina Kacperska-Lewak

FIZJOLOGICZNO-BIOCHEMICZNE PODSTAWY ODPORNOŚCI ROŚLIN NA ZAMARZANIE

W wyniku obniżenia się temperatury środowiska poniżej punktu krystalizacji wody zachodzą w tkankach roślin dwa zjawiska: 1) obniżenie temperatury protoplastów, 2) w tkankach lub komórkach tworzą się kryształy lodu. W pierwszym przypadku zachodzi zmiana własności struktur budujących komórki i tkanki, w drugim — dochodzi do mechanicznego oddziaływania kryształów lodu na struktury tkankowe lub komórkowe, czemu towarzyszy wtórny efekt: odwodnienie protoplastu, o ile lód powstaje pozakomórkowo. Te różnorodne efekty zamarzania sprawiają, że uszkodzenia mrozowe są zjawiskiem bardzo kompleksowym (Kacperska, 1986).

Nie budzi obecnie wątpliwości pogląd, iż odporność tkanek roślinnych na zamarzanie polega na tolerowaniu pozakomórkowej krystalizacji wody. Powstanie lodu w obrębie komórki jest zawsze dla niej śmiertelne. Zachodzi wówczas, gdy spadek temperatury otoczenia jest bardzo szybki (np. $3^{\circ}\text{C min}^{-1}$) lub też jest wynikiem przechłodzenia treści komórki poniżej hetero- lub homogennej nukleacji wody (Burke i inni, 1976). Przy powolnym schładzaniu lód tworzy się zazwyczaj w apoplazmie, tzn. w przestworach międzykomórkowych, ścianach komórkowych i naczyniach, a także w przestrzeniach rozdzielających niektóre organy, np. pod łuskami otaczającymi tkankę merystematyczną pąków. Powstaje wszędzie tam, gdzie potencjał wodny środowiska jest wyższy niż potencjał wodny protoplastu. Powstanie kryształów lodu w apoplazmie powo-

duże nagły spadek potencjału wodnego w tym środowisku, co z kolei wywołuje przemieszczenie się porcji wody z komórki do apoplastu (w celu wyrównania powstałej różnicy potencjałów wodnych), gdzie ulega ona krystalizacji. Cały proces trwa tak długo, aż ustali się równowaga termodynamiczna między potencjałem wodnym protoplastu a potencjałem wodnym otoczenia, w którym powstaje lód. W rezultacie krystalizacji wody na zewnątrz komórek dochodzi do ich odwodnienia. Badania wielu autorów wskazują, że tolerancja zamarzania przez komórki roślinne w dużym stopniu zależy od ich zdolności do tolerowania odwodnienia (Levitt, 1980). Fizyczne i chemiczne następstwa dehydratacji mrozowej są bardzo różnorodne: zachodzi skurcz komórek (a więc znaczne zmniejszenie objętości i powierzchni protoplastów), czemu towarzyszy wzrost stężenia substancji rozpuszczonych w roztworach wewnątrz- i pozakomórkowych, zmiany pH soku komórkowego, a także może dojść do usunięcia wody z makromolekuł komórkowych (Kacperska, 1986). Istnieje obecnie całkowita zgodność poglądów, że pierwotnym miejscem uszkodzeń mrozowych są błony, przy czym coraz więcej faktów przemawia za tym, że uszkodzenia nieodwracalne dotyczą w pierwszym rzędzie plazmolemy (Steponkus, 1984). Struktura i własności błon warunkują wobec tego odporność komórek na zamarzanie.

Odporność roślin na mróz jest oczywiście cechą gatunkową lub nawet odmianową. Uwarunkowane genetycznie fizyczne i chemiczne własności struktur komórkowych ulegają pewnym zmianom w trakcie rozwoju osobniczego i w wyniku przystosowania się roślin do określonych warunków środowiska. Przystosowanie do ekstremalnych warunków środowiska, w tym wypadku do niskiej temperatury otoczenia, zwane często hartowaniem się roślin, prowadzi do podwyższenia ich odporności mrozowej. Z punktu widzenia poziomu mrozoodporności rośliny można podzielić na następujące grupy: 1) rośliny wrażliwe na zamarzanie (ginące w momencie powstawania lodu w ich tkankach), 2) rośliny średnio odporne, które przeżywają spadek temperatury do około -20° , 3) rośliny bardzo odporne, które po okresie hartowania mogą przeżyć działanie temperatury poniżej -30°C . W tej ostatniej grupie wyróżnia się rośliny o ekstremalnej odporności: tkanki ich nie wykazują uszkodzeń w temperaturze -70°C i nawet w temperaturze ciekłego azotu, o ile proces zamarzania do -30°C zachodził stosunkowo powoli.

Hartowanie się roślin dwu- i wieloletnich przebiega zasadniczo w trzech etapach (Kacperska, 1978; Weiser, 1970). Pierwszy etap zachodzi w trakcie wzrostu roślin w warunkach temperatury nieco wyższej od 0°C (2° do 5°C) i powoduje tylko niewielkie podwyższenie ich odporności na mróz. Drugi etap indukowany jest przejściowym zadziałaniem temperatury nieco niższej od 0°C (-3° , -5°C) i daje w wyniku zwiększenie tolerancji zamarzania przez uwodnione komórki roślinne. Długotrwałe działanie mrozu w zakresie temperatury subletalnej lub inne czyn-

niki sprzyjające odwodnieniu tkanki warunkują realizację trzeciego etapu hartowania, który doprowadza do osiągnięcia maksymalnej odporności na zamarzanie, właściwej dla danego gatunku i tkanki.

Badania przeprowadzone na rzepaku ozimym (Kacperska, 1978, 1983) wykazały, że pierwsze stadium hartowania tej rośliny polega głównie na metabolicznym i funkcjonalnym przystosowaniu się komórek do warunków niskiej, lecz wyższej od 0°C temperatury. Komórki te nie wykazują jeszcze zdolności do tolerowania zamarzania (Kacperska, 1988). W czasie pierwszych dni działania chłodu na rośliny rzepaku obserwowano szybki wzrost poziomu ATP, a także NADPH w liściach, co wiązało się z podwyższeniem odpowiednich ładunków energii w tej tkance (AEC i ARC). W tym samym czasie rejestrowano przejściowe zakłócenia aktywności enzymów zaangażowanych w utlenianie glukozy, a także stymulację syntezy wielonienasyconych kwsów tłuszczowych, prowadzące do podwyższonego stopnia nienasycenia fosfolipidów. Wydaje się, że w tym okresie adaptacji roślin do obniżonej temperatury środowiska faworyzowane są te drogi metaboliczne, których funkcjonowanie zależy od wysokiej podaży ATP i równoważników redukcyjnych. Okres ten nazwano fazą reakcji (odpowiedzi) komórek na zmienione warunki temperaturowe (Kacperska, 1988).

Podczas przedłużonej ekspozycji roślin na działanie chłodu (do dwóch, trzech tygodni) ustala się nowa równowaga metaboliczna w ich tkankach, co pozwala na podjęcie uprzednio zahamowanych procesów wzrostowych oraz na prawidłowe funkcjonowanie komórek w warunkach obniżonej temperatury. Tę fazę pierwszego etapu hartowania się roślin zielnych określono mianem „faza restytucji”. W okresie tym stymulowana jest synteza niektórych produktów fotosyntezy, np. alaniny, jabłczanu, glutaminianu, asparaginianu, proliny, co może mieć duże znaczenie w zjawiskach osmoregulacji i podtrzymania wzrostu w warunkach obniżonej temperatury. Akumulacja glutationu w jego zredukowanej formie (GSH), notowana w tym czasie u wielu roślin, umożliwia podtrzymanie wielu funkcji życiowych w komórkach, aczkolwiek nie ma bezpośredniego związku z mrozoodpornością tych komórek. To samo dotyczy zwiększonego stopnia nienasycenia lipidów błon, który umożliwia utrzymanie prawidłowej struktury błon w warunkach niskiej temperatury, ale nie wydaje się przyczyniać do zwiększonej odporności komórek na skutek krystalizacji wody w tkankach.

Wydaje się, że zdolność rośliny do przejścia z fazy reakcji w fazę restytucji może być czynnikiem nieodzownym do prawidłowej adaptacji roślin zielnych do warunków chłodu. Ponieważ niska temperatura w znacznym stopniu zmienia metabolizm energii w komórkach, można przewidzieć, że istnieje konieczność przenoszenia lub rozpraszania tej energii w różnych przedziałach subkomórkowych. Zaproponowano, że cykl kwasu glikolowego (fotoodychanie), jak również alternatywna, od-

porna na cyjanki droga transportu elektronów w mitochondriach roślinnych, pełni rolę „zaworów bezpieczeństwa” w czasie reakcji roślin chłudoodpornych na nagłe zmiany temperatury środowiska (Kacperska, 1988); aktywność tych szlaków wzrasta znacznie w czasie pierwszych dni ekspozycji roślin rzepaku na niską, dodatnią temperaturę środowiska.

Uzyskanie odporności na zamarzanie (zdolności tolerowania skutków krystalizacji wody w tkankach) przez zahartowane w chłodzie komórki zależy od mechanizmów uruchamianych w wyniku zadziałania przymrozka (Kacperska, 1978), tzn. temperatury niższej od 0°C, ale wyższej od temperatury inicjującej powstawanie lodu w tkankach. Natura tych mechanizmów jest jeszcze słabo poznana. Wydaje się, że w wyniku działania przymrozka następuje zmiana własności półprzepuszczalnych błon komórkowych i modyfikacja transportu niektórych jonów przez błony, a także modyfikacja katabolizmu niektórych fosfolipidów (głównie fosfatydylocholino), związana ze zmianą aktywności fosfolipazy D (Sikorska i Kacperska-Palacz, 1979). Obserwuje się też stymulację aktywności liposygenazy, enzymu katalizującego peroksydację wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Stymulacji aktywności tego enzymu towarzyszy wzmoczona synteza etylenu (Kacperska i Kubacka-Zębalska, 1986), a także innych biologicznie aktywnych substancji. Zjawiska te mogą odgrywać dużą rolę w regulacji wzrostu komórki. Wykazano, że działanie przymrozka zwiększa znacznie potencjał wzrostowy młodych liści hartowanego w 2°C rzepaku (Kacperska i Kulesza, 1987), co wiąże się z nagłym obniżeniem potencjału wodnego w ich komórkach, które nie wykazywały jednak niedoboru wody (Kacperska i Kulesza, 1987). Spadek potencjału wodnego w komórkach może zabezpieczyć komórkę przed krystalizacją wody w jej wnętrzu wówczas, gdy temperatura otoczenia spadnie poniżej punktu krystalizacji wody w apoplasmie, tzn. umożliwić tolerowanie zamarzania przez tkanke.

Literatura

1. Burke M. J., Gusta L. V., Quamme H., Weiser C. J., i Li P. H., 1976: *Freezing and Injury in Plants*. Ann. Rev. Plant Physiol., 27:507—528.
2. Kacperska-Palacz A., 1978: *Mechanisms of Cold Acclimation in Herbaceous Plants*. W: *Plant Cold Hardiness and Freezing Stress*, Li P. H. i Sakai A., wyd., Academic Press, New York, 139—152.
3. Kacperska A., 1985: *Biochemical and Physiological Aspects of Frost Hardening in Herbaceous Plants*. W: *Plant Production in the North*, Kaurin A., Junttila O. i Nilsen J., wyd. Norwegian University Press, 99—115.
4. Kacperska A., 1986: *Molekularne podstawy uszkodzeń mrozowych w komórkach roślinnych*. Postępy Biologii Komórki. t. 13 nr 4 : 479—496.
5. Kacperska A., 1988: *Metabolic Consequences of Low Temperature Stress in Chilling-Resistant Plants*. W: *Low Temperature Stress Physiology in Crop Plants*, Li P. H., wyd. CRC Press — w druku.
6. Kacperska A. i Kubacka-Zębalska M., 1986: *Is Lipoxygenase Involved in the Formation of Ethylene from ACC?* Physiol. Plant. 63:333—338.

7. Kacperska A. i Kulesza L., 1987: *Frost Resistance of Winter Leaves as Related to the Changes in Water Potential and Growth Capability*. *Physiol. Plant.*, w druku.
8. Levitt J. 1980: *Response of Plants to Environmental Stresses*, vol. 1, wyd. 2, Academic Press.
9. Sikorska E., Kacperska-Palacz A., 1982: *Freezing-Induced Membrane Alterations: Injury or Adaptation?* W: *Plant Cold Hardiness and Freezing Stress*, vol. 2, Li P. H. i Sakai A. wyd., Academic Press, New York, 261—272.
10. Steponkus P., 1984: *Role of the Plasma Membrane in Freezing Injury and Cold Acclimation*. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 35:543—584.
11. Weiser C. J., 1970: *Cold Resistance and Injury in Woody Plants*. *Science* 169: 1269—1278.

Wydział V Nauk Lekarskich

Przewodniczący: prof. Edward Rużyłło

Sekretarz: prof. Wojciech Kostowski

a) Sprawozdanie z działalności administracyjnej

W 1987 r. w Wydziale V było 52 członków, w tym 18 seniorów, 12 członków zwyczajnych i 22 korespondentów. Spośród tej liczby czynny udział w zebraniach naukowych i administracyjnych Wydziału brało ok. 20 członków. Na zebraniach naukowych bywało od 8 do 40 członków, najczęściej ok. 12—15 członków. W roku sprawozdawczym udział członków w zebraniach Wydziału zwiększył się pomimo większej liczby zebrań. W zebraniach naukowych Wydziału brali udział również członkowie innych Wydziałów naszego Towarzystwa oraz jako goście pracownicy naukowcy nie będący członkami Towarzystwa. Goście nasi brali aktywny udział w dyskusjach.

Dnia 26 listopada 1987 r. odbyło się zebranie administracyjne członków Wydziału V z następującym porządkiem dziennym:

1. Sprawozdanie z działalności Wydziału
2. Wybory nowych członków Wydziału
3. Sprawy różne

b) Sprawozdanie z działalności naukowej

Zebrania naukowe odbywały się w trzeciej czwartki miesiąca o godz. 17.00 w gmachu Polskiej Akademii Nauk w Pałacu Staszica w Warszawie mieli swoje zawodowe zajęcia. Wykłady przedstawiane na zebraniach naukowych, zebranie to odbywało się w drugą środę miesiąca. Umożliwiało to branie udziału w zebraniu tym członkom Wydziału, którzy w czwartki mieli swoje zawodowe zajęcia. Wykłady przedstawiane na zebraniach wywoływały zainteresowanie i ożywioną, nieraz długotrwałą dyskusję. Stwarzało to bardzo dobrą atmosferę zebrań i widoczne stopniowe zwiększanie się liczby uczestników zebrań.