

ROMAN ANTOSZEWSKI

## O REGULACJI PROCESÓW FIZJOLOGICZNYCH ROZWAŻANIA TEORETYCZNE. CZ. II. DZIAŁANIE REGULATORÓW

Rozważmy bardziej szczegółowo warunki, jakie muszą zaistnieć, aby regulatory procesów fizjologicznych mogły spełniać swoją funkcję w organizmie roślinnym.

Zajmiemy się przede wszystkim regulatorami hormonalnymi, szczególną też uwagę zwrócimy na te odcinki łańcucha informacyjnego i metabolicznego, które moim zdaniem, są dotąd najmniej poznane lub znaczenie których wyraźnie jest niedoceniane przez eksperymentatorów.

Omówimy kolejno cztery części łańcucha informacyjnego przedstawione w poprzedniej publikacji.

Najpierw jednak zatrzymajmy się na jakimś przykładzie, aby przypatrzeć się dokładniej temu co się dzieje w roślinie. Już Darwin i jego syn w 1880 roku w klasycznej pracy wykazali, iż wrażliwością na bodźce odznacza się wierzchołek korzenia, natomiast reaguje na przyjęty bodziec inna część korzenia, mianowicie strefa wydłużeniowa (podwierzchołkowa), która z kolei sama na bodźce grawitacyjne nie jest wrażliwa. Zauważyli oni także, iż odcięcie korzenia głównego uczula korzenie drugorzędowe na bodźce grawitacyjne (Darwin, Darwin 1880). Zastanawiając się nad tym, doszli oni do wniosku, iż jakieś oddziaływanie musi być przenoszone z wierzchołka wzrostu wzdłuż korzenia na miejsca reakcji wzrostowej. Ujęli to w ten sposób: „Some influence must therefore be transmitted from the tip along the radicle...” (Darwin, Darwin 1880). Warto też może przypomnieć, iż pierwszym botanikiem, który w roku 1871 opisał odczulanie korzenia na bodziec geotropijny był uczony polski, T. Ciesielski.

Mamy tu więc do czynienia z typowym układem, występuje emitorek informacji będący równocześnie odbiorcą sygnału ze środowiska zewnętrznego, występuje również translokator — tkanka pomiędzy wierzchołkiem korzenia a częścią reagującą wzrostowo, wreszcie sam receptor informacji — część wydłużeniowa korzenia. Pomiędzy emitorem informacji i receptorem zachodzi proces komunikowania się (sprzężenie zwrotne realizowane jest przez zasilanie).

Przeanalizujemy, za pomocą jakich środków odbywać się tu może komunikacja, przyjrzymy się też, co się dzieje u nadawcy i odbiorcy informacji w procesie komunikowania. Uderza tu izomorfizm sformułowań i zależności między komunikowaniem się w układzie biologicznym a porozumiewaniem się w sensie semantycznym, na co już zwracano uwagę (Ivić 1966, Hockett 1968).

### Emitor regulatorów

W typowym przypadku emitorem regulatora jest organ pełniący nadrzędną rolę w korelacji typu subordynacyjnego (np. w zjawisku dominacji apikalnej) i jest nim wierzchołek pędu lub korzenia. Organ ten musi dysponować źródłem regulatorów. Może to być źródło wewnętrzne lub zewnętrzne.

Przy wewnętrznym źródle regulatorów uwzględnić należy dwa przypadki — albo synteza regulatora odbywa się w emitorze z prekursorów troficznych, albo z prekursorów informacyjnych. Prekursorami informacyjnymi nazywać będziemy takie substancje, które nie pełnią funkcji troficznej, nie są też regulatorami innego procesu poza produkcją samych regulatorów i to z tytułu swej obecności (czynnik ograniczający). Substancje te powinny być metabolicznie bliskie (bliskie także pod względem budowy chemicznej) właściwym regulatorom.

Dopływ zarówno prekursorów troficznych jak i informacyjnych stanowi jeszcze jeden czynnik sprzężeń regulujących. W skrajnym przypadku prekursorem mogą być asymilaty bezpośrednio syntetyzowane w odpowiednich warunkach w emitorze informacji. Byłby to przypadek najwyższej niezależności substratowej emitora. Zjawisko takie, sądząc po wynikach naszych badań, występuje w roślinach (Antoszewski 1967, Antoszewski, Mika 1971).

W przypadku zewnętrznego zaopatrzenia w regulator istnieć musi jakiś symbiont, lub warunki szczególne, np. regulator w nadmiarze znajduje się w otoczeniu organu regulującego i na określony sygnał jest przezeń pobierany lub zwalniany. Nie znam takiego wypadku, teoretycznie jednak sytuacja taka może istnieć.

Na symbionty jako dostarczycieli regulatorów zdają się wskazywać badania Libberta i współpracowników (Libbert 1966, Libbert, Risch 1969, Libbert et al. 1970). Podkreślają oni ewolucyjną rolę współpracy roślin wyższych z bakteriami fylosfery produkującymi kwas indoliloctowy.

Byłaby to szczególna forma symbiozy, nie dyskutowana na ogół w opracowaniach o symbiozie. Szczegółowość jej polegałaby na tym, iż wymiana usług w jednym kierunku miałaby charakter troficzny, w drugim natomiast informacyjny lub preinformacyjny. Byłaby to symbioza informacyjna. Analogicznie należałoby wyróżnić informacyjne pasożytnictwo. Uważamy, iż tego rodzaju symbioza i pasożytnictwo występują w przyrodzie częściej niż się nam wydaje, tylko nie są dostrzegane. O symbiozie czy zależności preinformacyjnej mówilibyśmy wtedy, gdy emitor informacji otrzymuje bliskie prekursor regulatora, samo zaś formowanie informacji (kodowanie) odbywa się w emitorze.

Produkcowanie regulatora, poza obecnością substratu, wymaga jeszcze odpowiedniego układu enzymatycznego. Brak odpowiednich enzymów lub ich obecność, ich inaktywowanie lub aktywowanie odpowiednimi inhibitorami czy aktywatorami enzymów stanowi dalsze sprzężenie toru regulacyjnego.

Sam emitor musi odznaczać się pobudliwością na określone bodźce zewnętrzne, lub posiadać odpowiednie systemy amplifikacyjne dla informacji dochodzącej z aparatu genetycznego. Można powiedzieć, iż emitor musi dysponować mechanizmem spustowym uruchamiającym syntezę regulatora lub umożliwiającym jego pobór od symbionta, czy też zwalniającym go z niedostępnych kompartmentów w odpowiedzi na sygnał ze środowiska zewnętrznego lub wewnętrznego. Innymi słowy, emitor informacji chemicznej dysponować musi receptorami umożliwiającymi przyjmowanie sygnałów zewnętrznych takich jak dotyk, zmiana pola grawitacyjnego, zmiana natężeń pola elektrycznego, bodźców świetlnych i innych. Wiemy, iż rośliny dysponują szeregiem receptorów sygnałów zewnętrznych ujmowanych ogólnikowo terminem „pobudliwość” lub „wrażliwość”, podkreślić jednak trzeba, iż istota mechanizmu tej pobudliwości nie jest znana. Zagadnienie to było przedmiotem wielu badań i odsyłamy do literatury specjalnej (Darwin, Darwin 1880, Bose 1913, Iliev 1968, Tronchet 1960, Jacob 1966, Jaffe, Galston 1966, 1967).

Nasuwa się tutaj uwaga, iż przyroda nie wykorzystuje wszystkich możliwości w tym zakresie (Waddington 1968, Lem 1964). Nie znane są w świecie roślin kanały informacyjne działające w oparciu o zjawiska akustyczne, tak ważne w świecie zwierząt. Niektóre owoce pękają z hukiem, nie wiem na ile zjawisko to związane jest z zochorią. Nic także nie wiadomo o wykorzystywaniu fal radiowych przez rośliny do komunikacji. Oba te kanały mogłyby spełniać ważną rolę w powiązaniach informacyjnych w zespołach. Przyroda wcale, jak się wydaje, nie wykorzystuje zjawiska radioaktywności w konstruowaniu systemów żywych. Nie znane są też oczywiście receptory zjawisk akustycznych ani radiowych w roślinach. Ale jest to już odrębne zagadnienie wymagające osobnego rozpatrzenia.

Mogłaby też istnieć taka sytuacja, iż organ nadrzędny (emitor) generuje lub importuje regulator bez przerwy, lokuje go w nieruchliwych kompartmentach komórek, by na określony sygnał wypuszczać go do puli czynnych regulatorów. Tu należy zauważyć, iż nasza znajomość współzależności istniejących między poszczególnymi pulami regulatorów tkwiącymi w różnych kompartmentach i odznaczającymi się różną ruchliwością i aktywnością metaboliczną jest zupełnie niedostateczna (Newman 1970).

Przy rozpatrywaniu importu regulatorów z innych części rośliny trzeba wziąć pod uwagę pewną możliwość teoretyczną nie poruszaną w literaturze. Mogłoby być tak, iż regulator transportowany w jednym kierunku nie wykazuje swojej funkcji regulacyjnej, posiada natomiast właściwości regulatora podczas przemieszczania się w przeciwnym kierunku. Byłoby to oczywiście związane nie z cechami regulatora, lecz z jakąś naturalną polarnością tkanki przez którą regulator przepływa. Możliwości takiej wykluczyć nie można, istnieją nawet poszlakowe dane, iż przyroda posługuje się takim mechanizmem, nie są mi jednak znane żadne wyniki ekspery-

talne, do interpretacji których taka hipoteza byłaby niezbędna. Nasze próby eksperymentalne w tym kierunku nie powiodły się, udało się nam jedynie wykazać, iż istnieją różnice w metabolizmie kwasu indoliloctowego w zależności od kierunku jego przepływu (Antoszewski 1972a).

Emitor widocznie posiada także mechanizm zabezpieczający go przed wywieraniem działania przez regulator na same komórki emitora. Zastanawiające jest, dlaczego regulatory wzrostu nie działają na sam stożek wzrostu, który je produkuje. Wydaje się, iż w tym najprostszym wypadku musi nam wystarczyć przypuszczenie, iż w stożku wzrostu regulator występuje w stężeniu superoptymalnym (Torrey 1963).

Z rozważań tych wynika, iż zasadnicza rola emitora informacji hormonalnej nie polega na produkcji i wysyłaniu regulatora do innych części organizmu. Tę funkcję spełniają inne organy a nawet symbionty. Istota działania emitora informacji chemicznej polega na formowaniu sygnału, można powiedzieć, na takim modulowaniu informacyjnej energomaterii, by nadać jej biologiczne „znaczenie”.

### **Kontrola poziomu regulatora**

Skuteczny system sterowania posiadać musi układ zapewniający minimalne niezbędne stężenie regulatora, a także zabezpieczenie przed przesterowaniem (nadmierne podwyższenie stężenia regulatora). Minimalny poziom zapewnia system generujący regulatory, omówiony poprzednio. Górną granicę stężenia kontrolują układy enzymatyczne bądź to rozkładające regulator, bądź przeprowadzające go w formę regulacyjnie nieczynną w sposób odwracalny lub nieodwracalny. Również za pośrednictwem innych mechanizmów regulator zostaje umieszczony w niedostępnych (nieodróżnych) kompartmentach komórek emitora lub translokatora. Odwracalna inaktywacja regulatora lub czasowa lokata w izolowanych lub nieodróżnych kompartmentach jest formą fizjologicznej pamięci rośliny.

Jak dotąd, najintensywniej bada się biosyntezę i degradację regulatorów, głównie auksyn (Galston, Hillman 1961, Phipps 1966, Pilet, Gaspar 1968, Nitsch 1964, Wightman, Setterfield 1968, Kopcewicz 1970, Lang 1970, Rajagopal 1968, Rogozińska 1969). Badania te prowadzi się jednak w aspekcie biochemicznym, a nie informacyjnym. Nie ustalono do tej pory pełnej drogi metabolicznej podstawowych regulatorów (kwasu indoliloctowego, giberelin, kinin, kwasu abscy-synowego, etylenu), wysunięto tylko szereg alternatyw. Wiadomo nieco o przeprowadzaniu regulatorów w nieczynne regulacyjnie formy; przede wszystkim zachodzi łączenie cząsteczki regulatora z cukrami prostymi lub aminokwasami. Wiadomości ograniczają się jednak do chemicznej strony procesu, nawet enzymatyka tych przemian nie jest jasna, a co najważniejsze, nie wiadomo jakie czynniki i w jaki sposób ustalają równowagę między formą regulacyjnie czynną a formą nieczynną. Niewiele wiadomo o mechanizmie odwracania inaktywacji regulatorów ani o ich kompartmentacyjnej izolacji.

Należy jeszcze wspomnieć o ważnej roli dodatkowych czynników regulu-

jących, a przede wszystkim o inhibitorach i stymulatorach reakcji enzymatycznych. Najwięcej wiadomo o fenolach jako regulatorach oksydazy IAA.

Interesującym mechanizmem zabezpieczającym przed przesterowaniem są enzymy adaptacyjne. Rośliny dysponują sprawnym sprzężeniem zwrotnym; w odpowiedzi na nadmiar regulatora, syntetyzują de novo enzymy rozkładające ten regulator. Posługując się  $^{59}\text{Fe}$  udało się nam wykazać, iż roślina w odpowiedzi na potraktowanie IAA syntetyzuje de novo oksydazę IAA (Czapski, Antoszewski 1971).

### Translokator

W organizmie roślinnym kanałem informacyjnym dla przepływu chemicznej informacji hormonalnej są konkretne tkanki lub organy nazywane tu translokatorem. Niektóre właściwości translokatora omówiono poprzednio.

Pod względem histologicznym rozpatrzyć trzeba cztery możliwości: floem, parenchymę, błony komórkowe i inne elementy martwe (ksylem) oraz przestrzenie międzykomórkowe. Jest szereg dowodów na to, że regulatory są przewodzone we floemie (Wangerman 1968, Antoszewski 1971 b). Istnieją poglądy, iż floem pełni funkcję układu nerwowego rośliny, zresztą głównie ze względu na bioprądy, ale i ze względu na inne niezwykle jego właściwości (Kursanow 1966). Nie można jednak wykluczyć translokacji parenchymatycznej, tym bardziej, iż wykazano zdolność parenchymy do polarnej translokacji regulatorów (Jacobs 1965). Są też dane wskazujące na udział martwych tkanek w przewodzeniu regulatorów (np. sezonowy przepływ kinin w ksylemie). Przewodniki międzykomórkowe powinny być brane pod uwagę przy rozpatrywaniu translokacji lotnych czy gazowych regulatorów (etylenu).

Jeśli chodzi o inne właściwości translokatora, to z naszego punktu widzenia ważna jest szybkość przewodzenia, pojemność informacyjna, mechanizmy ochraniające nośnik informacji przed rozkładem lub włączeniem do nieinformacyjnych szlaków metabolicznych, mechanizmy oddalające zakłócenia (obniżanie szumów), oraz klucz określający kierunek przewodzenia sygnału. Szczególnie interesująca jest polarność translokacji regulatora. Ta właściwość warunkowałaby istnienie tzw. klucza dystrybucji, czynnika decydującego dokąd dany regulator może się dostać by wyrzucić swoje działanie. Najwięcej badań prowadzono nad szybkością translokacji hormonów oraz nad polarnością ich przemieszczania, jednak kwestie te w dalszym ciągu dalekie są od całkowitego wyjaśnienia (Vardar 1968, Antoszewski 1972a, 1973). Na pozostałe tu poruszone kwestie w zasadzie odpowiedzi brak.

### Receptor informacji hormonalnej

Organ, który w stosunkach korelacyjnych jest organem podporządkowanym w wyniku realizacji instrukcji przesyłanych z innych organów (z organów nadrzędnych — emitatorów informacji) musi dysponować jakimś sposobem przyjmowania

regulatora, musi mieć jakieś receptory wrażliwe na regulatory (wejścia informacyjne).

Najprościej można sobie to wyobrazić w ten sposób, iż organ podporządkowany zawiera jakiś apoenzym, koenzymem, którego jest dany regulator. Dopływ regulatora w tym wypadku uruchamiałyby odpowiedni system enzymatyczny i w ten sposób nastąpiłaby realizacja informacji przesyłanej z organu nadrzędnego do podrzędnego.

Niestety, tak prosto rzecz się nie przedstawia, a to chociażby z tego względu, iż nie znamy, jak dotąd, żadnego układu enzymatycznego w którym znane regulatory, takie jak kwas indoliloctowy, gibereliny, kininy, kwas absycynowy, czy etylen, pełniłyby funkcję koenzymatyczną. Ograniczmy się tylko do wymienienia szeregu innych możliwości włączania się regulatorów w różne cykle metaboliczne. Istnieje wiele danych o wpływie regulatorów na właściwości fizyko-chemiczne cytoplazmy, na elastyczność błon komórkowych, właściwości fizyko-chemiczne membran, gospodarkę wodną komórki itp. Na te tematy istnieje olbrzymia literatura przeglądowa i eksperymentalna (najważniejsze dostępne prace przeglądowe: Ber 1950, Pilet 1961, Ruhland 1961, Nitsch 1964, Maciejewska-Potapczykowa 1967, Wightman, Setterfield 1968, Gamburg 1970 i inni).

Z nowszych badań w tej dziedzinie powoli wyjaśniających pewne aspekty działania regulatorów wymienić należy zdolność niektórych substancji wzrostowych do wywoływania zmian allosterycznych form białek enzymatycznych (Sarkissian 1968), wpływ na właściwości fizyko-chemiczne histonów odgrywających tak ważną rolę w działalności DNA (Venis 1968), wpływ na syntezę RNA (Wareing et al. 1968, Key, Ingle 1968), wpływ na ruchliwość metaboliczną informacyjnego RNA (Chen, Osborne 1970) i tym podobne. Bardzo możliwe, iż regulatory roślinne mają możliwość oddziaływania bezpośrednio na niektóre loci aparatu genetycznego, rzecz ta wymaga jednak dalszych badań.

Jak dotąd, niestety, najważniejsze regulatory istotne w zależnościach korelacyjnych działają w mniejszym czy większym stopniu na wszystkie procesy metaboliczne sterowanego organu i niezmiernie trudno wyróżnić jaki jest ich efekt pierwotny (Overbeek 1966, Galston 1967, Galston, Davies 1961).

Wydaje się, iż najbardziej zaawansowane są badania nad kininami, choć historia tych badań nie jest tak bogata jak badań nad IAA. Za wielkie osiągnięcie uznać trzeba wykazanie, iż kininy uczestniczą w budowie informacyjnego RNA (Hall 1968, Wenksztern 1970), choć nie jest bynajmniej rzeczą pewną, iż jest to właśnie regulująca rola kinin.

Z omówionym powyżej brakiem danych co do miejsca, w którym regulatory oddziałują na poszczególne cykle metaboliczne związana jest następna „biała plama” w rozumieniu ich zachowania się w roślinie.

Nie wiadomo mianowicie co jest najistotniejsze dla regulującej funkcji regulatora, czy jego obecność w układzie w określonym stężeniu, jego chemiczne nieodwracalne inkorporowanie się do jakichś związków chemicznych niezbędnych dla przebiegu danych reakcji chemicznych, czy wreszcie jego przepływ przez regulowany system i uczestniczenie w krótkotrwałych reakcjach typowych dla katalizatorów drobnocząsteczkowych.



Nie można tu powstrzymać się od spostrzeżenia, iż olbrzymia większość autorów publikacji eksperymentalnych poświęconych regulatorom wzrostu zakłada (na ogół milcząc), iż istnieje prosty związek między obecnością regulatora a aktywnością wzrostową tkanki. Tymczasem może tak być, iż wysokie stężenie regulatora w badanej tkance jest wynikiem braku jego zużycia i pozostaje w małym lub żadnym związku z faktyczną aktywnością wzrostową. Wysokie stężenie regulatora może być wynikiem braku pozostałych części drogi amplifikacyjnej niezbędnych do zrealizowania zawartej w komunikacji hormonalnym instrukcji. Pewne, nieliczne badania wskazują na brak związku między aktywnością wzrostową tkanki a zawartością w niej regulatorów (Dattaray, Mer 1964).

Tak czy inaczej, wydaje się rzeczą bardzo wskazaną szukanie zależności między efektem wzrostowym a zaangażowaniem się regulatora w jakieś konkretne cykle metaboliczne w charakterze czynnika sterującego. Znalezienie takich miejsc na mapie metabolicznej pozwoli na skuteczniejsze stosowanie regulatorów w praktyce i omińnięcie stosowanej często, a niewątpliwie nieekonomicznej zasady testowania danego układu wszelkimi możliwymi traktowaniami aż do przypadkowego uzyskania pożądanego rezultatu. Zbyt często traktuje się obecnie organizm roślinny jako „czarną skrzynkę”, bez wnikania, co w tej skrzynce się dzieje. Trzeba jednak mocno podkreślić, iż dopiero zrozumienie mechanizmów stojących między wejściami a wyjściami tej „czarnej skrzynki” pozwoli na racjonalną jej eksploatację i właściwe sterowanie jej wyjściami, a nie uzyskiwanie rezultatów metodą prób i błędów.

Jak dotąd, tylko biologia molekularna wydobyla się z tych trudności badawczych. Niestety, wydaje się jednak, iż nie można przenieść reguł postępowania stosowanych w biologii molekularnej do badań nad całymi organizmami, choćby ze względu na specyfikę całościowości. Tu niezbędne jest bardziej całościowe, organizmalne podejście, którego reguł nie rozpracowano jeszcze tak precyzyjnie (Bertalanffy 1932, Dobrzhansky 1968).

Teoretycznie rzecz biorąc, wszelkie regulatory działając, zużywają się i efekt ich działania powinien w jakiś sposób z tym zużywaniem być związany. Pewne sugestie na ten temat można znaleźć w piśmiennictwie, ale takie podejście do badań nad regulatorami wzrostu roślin jest bardzo rzadkie (Bentley 1961, Dattaray, Mer 1964). W podjętych przez nas badaniach nad związkiem między metabolizmem IAA a intensywnością wzrostu koleoptyli pszenicy udało się wykazać istnienie zależności między metabolizmem regulatora a efektem wzrostowym (Lis, Antoszewski 1973).

Aby zagadnienie to należycie wyeksponować, proponuję nazywać „konsumpcją auksyn” proces ich zużywania się w trakcie spełniania funkcji regulacyjnych. Termin ten można rozszerzyć na regulatory w ogóle i proces zużywania się regulatorów w trakcie działania nazywać „konsumpcją regulatorów”. Współ z wyznaczeniem amplifikacji regulatora, takie podejście powinno umożliwić adekwatny opis biologicznych zależności.

Trzeba jednak podkreślić, iż badania w tym kierunku, nawet przy zastosowaniu najnowszych metod, nie są proste, a czasem niewykonalne w sposób zadowalający. Trudno nieraz nawet teoretycznie ustawić tak doświadczenie, by jego interpretacja z góry nie budziła zastrzeżeń, a to przede wszystkim z tego względu, iż wszystko

co wiemy o regulatorach dotyczy stanu ich *in vitro*. Znamy chemizm niektórych z nich, potem istnieje olbrzymia luka w naszej wiedzy, i znamy morfogenetyczny efekt działania regulatorów na rośliny. Dodatkową trudność stanowi istnienie wielu puli regulatorów i możliwość odróżnienia tych puli *in vivo*. Jak dotąd, starania czynione w tym zakresie nie odnoszą skutku. Nie dysponujemy również metodami pozwalającymi na odróżnienie różnych form fizyko-chemicznych tych samych związków w układzie biologicznym *in vivo* (stany wzbudzone, wolne rodniki, kompleksy nietrwałe, struktury pseudokrystaliczne, kryształy płynne itp.), a jeśli się to udaje, to tylko na bardzo wybranym, modelowym materiale.

Reasumując, uważam, że można powiedzieć, iż nasze wiadomości o regulatorach i regulacji procesów fizjologicznych w organizmie roślinnym są bardzo niekompletne, a co gorsze, podejście eksperymentalne i teoretyczne do zagadnień związanych z regulacją procesów fizjologicznych często wydaje się nie odpowiadać linii, po jakiej te procesy zachodzą. Istnieje rozdźwięk między tym, co się bada, tym co chciałoby się poznać w roślinie, a wnioskami jakie wyciąga się z konkretnych badań. Odnosi się wrażenie, iż pytania na temat regulacji stawiane naturze, nie są stawiane trafnie i stąd uzyskiwane odpowiedzi nie są adekwatne do badanych zjawisk i nie umożliwiają właściwej ich interpretacji.

Natura nie jest gadatliwa i nie lubi odpowiadać na niewłaściwie postawione pytania. Darwin podobno mawiał, że Natura zawsze skłamie, jeżeli tylko może (Wright 1972).

Wnioski te, moim zdaniem, podkreślają bardzo wagę badań teoretycznych i praktycznych jakie prowadzi się i należy prowadzić w tej dziedzinie.

### Podsumowanie

Przedstawiono próbę spojrzenia na organizm roślinny jako na układ części informacyjnie ze sobą powiązanych przy pomocy regulatorów. W ten sposób wyeksponowano pewne luki w naszych wiadomościach na temat istoty mechanizmu działania regulatorów różnych procesów fizjologicznych.

Spróbowano zdefiniować pojęcia informacji i komunikowania się w zastosowaniu do rozważań nad funkcjonowaniem roślin.

Zaproponowano nazywać symbiozą i paratyzmem informacyjnym pewien typ zależności między organizmami polegającym na wymianie regulatorów lub prekursorów regulatorów między organizmami, lub ogólniej, na wymianie informacji między partnerami.

Zaproponowano, by organ odpowiedzialny za translokację informacji i substancji pokarmowych nazywać translokatorem, analogicznie do terminów: receptor, donor.

Zaproponowano, by pod „znaczeniem” sygnału biologicznego rozumieć tor metaboliczny lub kreod uruchamiany lub hamowany przez dany sygnał w organizmie.

Przedyskutowano pojęcie wzmacniania sygnału (amplifikacji) i zaproponowano sposób określania efektywności regulowania procesów fizjologicznych przez dany regulator.



Zwrócono uwagę na nieadekwatność wyrażania składu organizmów żywych w jednostkach masy. Wychodząc z założenia, że życie jest procesem, a nie stanem, zaproponowano wyrażać skład organizmów w jednostkach przepływu ( $\text{mol} \times \text{sec}$ ). Zwracano uwagę na podobieństwo sformułowań i zależności badanych przez semantykę i prakseologię do zjawisk badanych przez biologów.

Podkreślono niezbędność szukania związku między zużywaniem się regulatorów w trakcie regulowania procesów (konsumpcją regulatorów) a efektem fizjologicznym ich działania.

*Instytut Sadownictwa, Skierniewice*

## LITERATURA

- Antoszewski R., 1967. *Studies on the nature of biochemical contact between the receptacle of the strawberry and the rest of the plant*. w: Isotopes in plant nutrition and physiology, IAEA/FAO, Vienna, 217—226.
- Antoszewski R., 1972a. *Polarność metabolizmu kwasu indoliloctowego w szypulce truskawki*. w: Materiały, II konferencji poświęconej translokacji i akumulacji składników pokarmowych w organizmie roślinnym. Instytut Sadownictwa, Warszawa—Skierniewice, 95—112.
- Antoszewski R., 1973. *Translocation of IAA in the strawberry plant in relation to the accumulation of nutrients in the fruit*. w: Symposium on growth regulators in fruit production, St. Paul, Minn, Long Ashton, 85-88.
- Antoszewski R. 1974. *O regulacji procesów fizjologicznych rozważania teoretyczne. I. Ustalenia wstępne*. Wiadomości Botaniczne 18, 37-45.
- Antoszewski R., Mika A., 1971. *Translocation of some assimilates from the sink to the donor in apple tree*. Biologia Plantarum, 13, 43—49.
- Audus L. J., 1960. *Magnetotropism: a new plant growth response*. Nature, 185, 132.
- Bentley J. A., 1961. *The status of auxin in the plant*. w: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, tom XIV, 609—619.
- Ber A., 1950. *Hormony wzrostu roślin zielonych, grzybów i bakterii*, KiW, Warszawa.
- Bertalanffy L., 1932. *Theoretische Biologie*, Berlin, Bd. 1.
- Bose J. C., 1913. *Researches on irritability of plants*, Longmans, Green and Co., London.
- Chen D., Osborne D. J., 1970. *Hormones in the translocational control of early germination in wheat*. Nature, 226, 1157.
- Ciesielski T., 1871. *Untersuchungen über die Abwärtskrümmung der Wurzel*. Cohn's Beitr., 1, 1—28.
- Czapski J., Antoszewski R., 1971. *Peroxidase biosynthesis in pea roots as influenced by IAA treatment*. Bioch. Bioph. Res. Comm., 43, 11—19.
- Darwin C., Darwin F., 1880. *The power of movement in plants*, John Murray, London.
- Dattaray R., Mer C. L., 1964. *Auxin metabolism and the growth of etiolated oat seedlings*. w: *Regulateurs naturelles de la croissance végétale*, CNRS, Paris, 123, 475—488.
- Dobrzahansky T., 1968. *Dziedziczność a natura człowieka*, PWN, Warszawa.
- Galston A. W., 1967. *Regulatory systems in higher plants*. Amer. Scientist, 55, 144—160.
- Galston A. W., Davies P. J., 1961. *Hormonal regulation in higher plants*. Science, 163, 1298—1297.
- Galston A. W., Hillman W. S., 1961. *The degradation of auxin*. w: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, tom XIV, 647—670.
- Gamburg K. Z., 1970. *Fitogormony i kletki*. Nauka, Moskwa.
- Hall R. H., 1968. *Cytokinins in the transfer RNA: their significance to the structure of t-RNA*. w: Biochemistry and Physiology of Plant Growth Substances, Runge Press, Ottawa, 47—56.
- Hockett C. F., 1968. *Kurs językoznawstwa współczesnego*, PWN, Warszawa.
- Iliev P., 1968. *Dinamika na natrupwane na biomasa u rastenijata sled wăzdejstwie*, BAN, Sofia.
- Ivić M., 1966. *Kierunki w językoznawstwie*, Ossolineum, Wrocław.

- Jacob F., 1966. *Bewegungsphysiologie der Pflanzen*, Akademie Verlag, Berlin.
- Jacobs W. P., 1965. *Polar transport of IAA-<sup>14</sup>C and 2,4-D-<sup>14</sup>C through pith and vascular tissue of Coleus 5-th internodes*. *Plant Physiol.*, 40, 33.
- Jaffe M. J., Galston A. W., 1966. *Physiological studies on pea tendrils*. *Plant Physiol.*, 41, 1014—1025.
- Jaffe M. J., Galston A. W., 1967. *Phytochrome control of rapid nyctinastic movements and membrane permeability in Albizzia julibrissin*. *Planta (Berl.)*, 77, 135—141.
- Key J. L., Ingle I., 1968. *RNA metabolism in response to auxin*. w: *Biochemistry and Physiology of Plant Growth Substances*, Runge Press, Ottawa, 711—722.
- Kopcewicz J., 1970. *Biosynteza i mechanizm działania giberelin*. *Wiadom. Botaniczne*, 14, 27—36.
- Kursanow A. L., 1966. *Transport w roślinach organicznych weszczestw-metabolitow*. *Usp. Sowrem. Biol.*, 62, 169—196.
- Lang A., 1970. *Gibberellins: Structure and metabolism*. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 21, 537—570.
- Lem S., 1966. *Summa technologiae*, Wyd. Literackie, Kraków.
- Libbert E. i in. 1966. *The influence of epiphytic bacteria on auxin metabolism*. *Planta*, 68, 327—334.
- Libbert E., Risch H., 1969. *Interactions between plants and epiphytic bacteria regarding their auxin metabolism*. V., *Physiol. Plant.*, 22, 51—58.
- Libbert E., Manteuffel R., Siegl E., 1970. *Interactions between plants and epiphytic bacteria regarding their auxin metabolism*. *Physiol. Plant.*, 23, 784—791.
- Lis E. K., Antoszewski R., 1973. *The interrelation between elongation and IAA-1-<sup>14</sup>C metabolism in wheat coleoptile sections*. *Biologia Plantarum*, (w druku).
- Maciejewska-Potapczykowa W., 1967. *Substancje wzrostowe roślin*, PWRiL, Warszawa.
- Newman I. A., 1970. *Auxin transport in Avena*. *Plant Physiol.*, 46, 263—272.
- Nitsch J. P., edit. 1964. *Regulateurs naturelles de la croissance végétale*, CNRS, Paris.
- Overbeek J. van 1966. *Plant hormones and regulators*. *Science*, 152, 721—731.
- Phipps J., 1966. *Le catabolisme auxinique chez le tabac*. Imp. du Commerce, Toulouse.
- Pilet P. E., 1961. *Les phytohormones de croissance*. Masson et Cie, Paris.
- Pilet P. E., Gaspar T., 1968. *Le catabolisme auxinique*. Masson et Cie, Paris.
- Rajagopal R., 1968. *On the occurrence and metabolism of indole-3-acetaldehyde in plants*. *Bergen Univ.*, Bergen.
- Rogozińska J. H., 1969. *Cytokiny i ich znaczenie w procesach fizjologicznych roślin*. *Wiadom. Botaniczne*, 13, 259—274.
- Ruhland W. edit. 1961. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, t. XIV.
- Sarkissian I. V., 1968. *Nature of molecular action of 3-indoleacetic acid*. w: *Biochemistry and Physiology of Plant Growth Substances*, Runge Press, Ottawa.
- Torrey J. G., 1963. *Cellular pattern in developing roots.*, Symp. Soc. Experimental Biol., No 17, 285—314.
- Tronchet J., 1960. *Etude par chromatographie sur papier des modifications biochimiques réversibles induites per la stimulation de contact dans les vrilles d'Echinocystis Wrightii*. *Ann. Sc. Univ. Besançon*, ser. bot., 15, 75—80.
- Vardar Y. edit. 1968 — *The transport of plant hormones*. North-Holland Publ. Co., Amsterdam.
- Venis M. A., 1968. *Auxin-histone interaction*. w: *Biochemistry and Physiology of Plant Growth Substances*, Runge Press, Ottawa.
- Waddington C. H., 1968. *Towards a theoretical biology*. I. Prolegomena. Aldine Publ. Co., Birmingham.
- Wangerman E., 1968. *The distribution of indolyl acetic acid in Coleus stem*. w: *The transport of plant hormones*, North-Holland Publ. Co., Amsterdam.
- Wareing P. F., Good J., Manuel J., 1968. *Some possible physiological roles of abscisic acid*. w: *Biochemistry and Physiology of Plant Growth Substances*, Runge Press, Ottawa.
- Wenksztern T. W., 1970. *Perwicznaja struktura transportnych ribonukleinowych kislot*. Nauka, Moskwa.
- Wightman F., Setterfield G., edits 1968. *Biochemistry and Physiology of Plant Growth Substances*, Runge Press, Ottawa.
- Wright R. H. 1972. *Nauka o zapachu*, PWN, Warszawa, str. 19.