

KAZIMIERA WILCZYŃSKA

## O POTRZEBIE UZGODNIENIA NOMENKLATURY DOTYCZĄCEJ SUBSTANCJI WZROSTOWYCH ROŚLIN

Termin „substancje wzrostowe“ (Wachsstoffe, growth substances, rostowyje wieszczstwa) stosuje się obecnie do związków organicznych zarówno naturalnych, jak i syntetycznych, które w minimalnych stężeniach stymulują lub hamują (zależnie od stężenia) różne czynności fizjologiczne, związane ze zjawiskiem wzrostu i rozwoju roślin.

Badania nad substancjami wzrostowymi ogromnie się wzmogły od lat trzydziestu, przekonano się bowiem, że mogą one mieć szerokie zastosowanie w praktyce ogrodniczej i rolniczej oraz służyć do głębszego poznania mechanizmu wzrostu.

Olbryzi postęp w rozwoju chemii w dobie ostatniej umożliwił poznanie składu chemicznego naturalnych substancji wzrostowych i znalezienie związków syntetycznych o działaniu analogicznym.

Skalę zainteresowań substancjami wzrostowymi odzwierciedla obszerna literatura zarówno naukowa, jak fachowa i popularna. O aktualności tego zagadnienia świadczy również fakt, że z 240 referatów z zakresu fizjologii roślin, zgłoszonych na VIII międzynarodowym kongresie botaniki w lipcu 1954 r., 32 prace a więc ponad 13% wszystkich tematów poświęcone były substancjom wzrostowym.

Szybkemu rozwojowi badań nad substancjami wzrostowymi towarzyszyło nieskoordynowane nagromadzenie się nomenklatury tych substancji.

Przeglądając literaturę na temat tego zagadnienia z okresu ostatniego dziesięciolecia, znajdujemy tam długi szereg różnych nazw i określeń do oznaczania tych samych substancji jak: substancje wzrostowe roślin — korelatory, substancje aktywne, promotory wzrostu; naturalne substancje wzrostowe — stymulatory wzrostu; syntetyczne substancje wzrostowe — induktory wzrostu; hormony roślinne — organizatory wzrostu; fitohormony — ergony; hormony wzrostu — ergokriny; regulatory wzrostu — substancje typu auksyn; roślinne regulatory wzrostu — substancje typu heteroauksyn; organiczne związki regulujące wzrost — inhibitory wzrostu itp.

Ponadto niektóre terminy i określenia służą do oznaczenia bardziej sprecyzowanego wpływu, jak: auksyna i heteroauksyna — stymulatory wzrostu na długość; biosy — stymulatory wzrostu embrionalnego; hormony kwitnienia, h. korzeniotwórcze, h. kiełkowania itp.

Nazwy najstarsze, jak zobaczymy w krótkim przeglądzie historycznym, zachowały jak gdyby tylko formę, nabierając innej treści.

Wzrost roślin, który się odbywa w stożkach wzrostowych na łodydze i korzeniu, można podzielić na trzy okresy: 1) mnożenie się komórek, czyli wzrost embrionalny; 2) przyrost objętościowy, zwany wzrostem na długość i 3) kształtowanie i różnicowanie się komórek. Okres drugi, czyli wzrost na długość, jako najłatwiej dostrzegalny, najwcześniej zwrócił uwagę badaczy. Materiałem doświadczalnym, który stał się klasycznym w badaniach wzrostu na długość jest koleoptyle, czyli pochweczka liściowa różnych roślin trawiastych.

Już Karol Darwin, badając przyczyny wyginania się roślin pod wpływem jednostronnego oświetlenia, jako materiału do obserwacji używał koleoptyle młodych siewek trawy (*Phalaris canariensis*). Wnioski wyciągnięte z tych doświadczeń, które znajdujemy w jego pracy pod tytułem *The Power of Movement in Plants* z 1880 r., można ująć w dwa punkty: 1) odbiorcą bodźca świetlnego jest wierzchołek koleoptyle; 2) „wpływ“ wierzchołka na miejsce wygięcia, znajdującego się w pewnym oddaleniu od niego, musi się przemieszczać.

W 30 lat później, bo w 1911 roku, badacz duński Boysen-Jensen potwierdził doświadczenia Darwina na koleoptyle owsa i doszedł do wniosku, że „wpływ“ wierzchołka na poniżej leżące części jest natury chemicznej.

W 8 lat później Paał (1919), eksperymentując na pochweczkach liściowych trawy *Coix lacrima*, potwierdził istotę chemiczną wpływu wierzchołka na wygięcia pochweczki i wyciągnął dalsze wnioski: 1) że wpływ światła nie jest bodźcem bezpośrednim; 2) że te substancje chemiczne są zawsze obecne w wierzchołku koleoptyle i pobudzają wzrost na długość koleoptyle i hipokotyle; 3) że prosty wzrost zależy od równomiernego przyływu z wierzchołka niezbędnych substancji, wygięcia zaś powstają, gdy substancje przyływiają jednostronnie i 4) że przemieszczanie się tych substancji jest znacznie szybsze w kierunku osi podłużnej niż poprzecznej.

Powyższe badania posłużyły za podłoże do prac ilościowych w pracowniach holenderskich: fizjologów F. A. F. C. Went (już zmarłego) i jego syna F. W. Went oraz biochemika Kögla. Położyli oni podwaliny pod współczesną wiedzę o substancjach wzrostowych i wciągnęli w początkach trzeciego dziesiątka XX wieku do pracy w swoich laboratoriach w Utrechcie szereg badaczy. F. W. Wentowi przypadła zasługa wydzielenia po raz pierwszy w stanie czystym tej substancji z koleoptyle owsa. Jego precyzyjne badania ilościowe doprowadziły do ustalenia prostej zależności pomiędzy ilością substancji czynnej a kątem wygięcia koleoptyle. Spręcyzowana przez Kögla i Haagen-Smita jednostka pomiarowa oznaczana dotąd przez AE — *Avena Einheit* (jednostka owsiana), jest szeroko stosowana.

Kögl wraz ze współpracownikami otrzymał w stanie krystalicznym substancję stymulującą wzrost koleoptyle na długość i nazwał ją *auksyną* od greckiego słowa *auksano*, oznaczającego „powiększam“. Wyróżnili trzy auksyny: auksynę a, którą nazwali również kwasem auksentriolowym, auksynę b — kwasem auksenolowym i heteroauksynę, którą zidentyfikowali

z kwasem  $\beta$ -indolo-octowym. Badania chemiczne wykazały, że auksyny występują nie tylko w tkankach meristematycznych roślin wyższych, lecz i w roślinach niższych, w kiełkach i produktach odpadu jak mocz. Jednak dalsze badania w różnych laboratoriach nie potwierdziły istnienia auksyn a i b, natomiast potwierdziły, że otrzymany w stanie krystalicznym kwas  $\beta$ -indolo-octowy ma własności substancji stymulującej wzrost na długość koleoptyle. W ten sposób podział Kögla na: auksyny a i b nie przyjął się i termin auksyna jest częściej stosowany do kwasu  $\beta$ -indolo-octowego niż termin heteroauksyna. Zamiast terminu „auksyna“ czy „heteroauksyna“ używano przez analogię nazwy „hormon“, zapożyczony z fizjologii zwierząt.

Termin „hormon“ jest pochodzenia greckiego, oznacza „pobudzam“ i został wprowadzony do słownictwa fizjologii zwierząt przez Starlinga w 1906 roku, z następującą definicją: „substancja normalnie produkowana przez komórki pewnej części ciała i transportowana prądem krwi do odległych części, na które wywiera wpływ korzystny dla osobnika jako całości“. J. S. Huxley rozszerzył tę definicję włączając organizmy wielokomórkowe pozbawione krwi, fizjologowie roślinni zastosowali go do roślin, dodając przedrostek fitohormon, lub przymiotnik — hormon roślinny.

Wykrycie auksyn, określanych również hormonami wzrostu, pobudziło badaczy do szukania hormonów innych czynności. Poszukiwano hormonu wpływającego na powstawanie kalusa przy gojeniu się ran i udało się Haberlandtowi (1913) wyizolować czynną substancję, którą nazwał „hormonem przyrannym“ (Wund — Hormon), lecz istnienie jego nie zostało potwierdzone. Zaczęły się mnożyć doniesienia o wykrywaniu coraz to nowych hormonów jak „florigen“ — hormon kwitnienia, hormony powstawania liści, korzeni, hormony kiełkowania itp. Ten okres przeważnie przedwcześnie wysuwanych wniosków trwał do chwili stwierdzenia, że auksyny, czyli kwas  $\beta$ -indolo-octowy, zależnie od stężenia, może pobudzać lub hamować wzrost i wpływać na formowanie się korzeni (Chołodny, Thimann, F. W. Went i inni) oraz inne czynności fizjologiczne.

Z chwilą otrzymania syntetycznie kwasu  $\beta$ -indolo-octowego i wykazania, że różne inne syntetyczne związki organiczne mogą wywierać wpływ analogiczny do hormonów i auksyn, należało dostosować poprzednie pojęcie hormonów i auksyn do wyników ostatnich badań. Tak powstały liczne definicje, z których najbardziej znane są Thimanna z 1948 r. Auksyna jest to „substancja organiczna, która w słabych stężeniach pobudza wzrost (to znaczy nieodwracalny przyrost objętości) pędów roślinnych, pozbawionych w miarę możliwości własnych stymulatorów wzrostu, w kierunku osi podłużnej. Auksyny mogą mieć i zwykle mają inne jeszcze własności, lecz ta jest zasadnicza“.

Phytohormon — jest to „substancja organiczna, wytwarzana naturalnie w roślinach wyższych, regulująca wzrost i pobocznie inne czynności fizjologiczne, przesuująca się z miejsca produkcji i aktywna w minimalnych ilo-

ściach“. Tę samą definicję hormonów roślinnych daje M. Chołodnyj (Sielsko-Chożiajstwiennaja Encykłopedija, 1949, t. I str. 485). Definicja hormonu roślinnego Thimanna, zachowująca pierwotne rozdzielenie przestrzenne miejsca produkcji od akcji, budzi zastrzeżenie w związku z wykryciem substancji analogicznych z hormonami u roślin niższych — jednokomórkowych glonów i grzybów. Powstaje kwestia sporna, czy pozostawienie tego punktu w definicji jest słuszne. Overbeek w roku 1950, dyskutując co do tego punktu, dochodzi do wniosku, że odległość pomiędzy miejscem produkcji a miejscem akcji staje się nieuchwytna, gdy zbliży się do wielkości cząsteczki. Proponowana przez niego definicja pomija ten punkt i staje się przez to zbyt szeroka. Hormony roślinne — są to „organiczne związki, które regulują procesy fizjologiczne roślin... niezależnie od tego, czy związki te są naturalne, czy syntetyczne, stymulujące, czy hamujące, aktywatory lokalne czy substancje działające na odległość od miejsca swej produkcji“.

Z kolei, należałoby witaminę B<sub>1</sub>, czyli tiaminę, jako substancję niezbędną do wzrostu niektórych pleśniaków i czerpaną z zewnątrz przez jedne (jak np. *Phycomyces blakesleeanus*) lub wytwarzaną przez inne (*Aspergillus niger*) włączyć do hormonów.

Nic dziwnego, że taki nie uzgodniony stan słownictwa w dziedzinie substancji wzrostowych zrodził potrzebę ujednostajnienia nomenklatury tych substancji.

Jedną z prób znajdujemy w *Plant Physiology* Vol. 29, Nr 3, 1954, str. 307—308 w doniesieniu pod tytułem: „Nomenclature of Chemical Plant Regulators“.

Van Overbeek jako przewodniczący Komitetu Amerykańskiego Towarzystwa Fizjologów Roślin (American Society of Plant Physiologists), któremu z inicjatywy K. V. Thimanna powierzono w 1951 roku opracowanie i uzgodnienie terminologii dotyczącej „substancji wzrostowych“, donosi, że we wrześniu 1953 roku komitet wykonawczy Ameryk. Tow. Fizjol. Rośl. zatwierdził wyniki prac. Podaje także krótki ich przebieg, definicje i uzasadnienia.

Komitet rozpoczął wykonanie powierzonego mu zadania od zasięgnięcia opinii u ponad 200 specjalistów w różnych krajach. W wyniku wymiany zdań, jaka się wywiązała, powzięto decyzję ograniczającą pracę komitetu do opracowania ścisłych definicji dla terminów już istniejących i ustalonych w literaturze. Opracowana w ten sposób terminologia nie wprowadza żadnych nowych nazw, lecz klasyfikuje istniejące nazwy według ich zakresu działania, uwzględniając przy tym opinie zainteresowanych w poszczególnych terminach naukowców. I tak, na użycie terminu „auksyna“ jako zbiorowego określenia, zamiast specyficznego dla jednego związku, zgodzili się Kögl i Haagen-Smit, odkrywcy składu chemicznego naturalnie występujących auksyn, którzy razem z Wentem (senior) wprowadzili ten termin.

## Definicje substancji wzrostowych A. S. P. Ph.:

1) Regulatory (roślinne) są to organiczne związki odmienne od odżywczych, w małych ilościach pobudzające, zatrzymujące lub w inny sposób zmieniające jakiś proces fizjologiczny w roślinach.

2) Hormony (roślinne) (synonim pito hormony) są regulatorami wytwarzanymi przez rośliny, które w małych stężeniach regulują procesy fizjologiczne w roślinach. Hormony zazwyczaj przemieszczają się wewnątrz roślin z miejsca produkcji do miejsca akcji.

3) Regulatory wzrostowe (synonim: substancje wzrostowe) są to regulatory wpływające na wzrost.

4) Hormony wzrostowe są hormonami regulującymi wzrost.

5) Regulatory kwitnienia są regulatorami wpływającymi na kwitnienie.

6) Hormony kwitnienia są hormonami, które powodują tworzenie się zawiązków kwiatowych lub pobudzają ich rozwój.

7) Auksyna — jest to termin rodzajowy dla związków zdolnych do wywołania wzrostu pędów na długość. Są one podobne w fizjologicznym działaniu do kwasu  $\beta$ -indolo-octowego. Auksyny zwykle wpływają na inne jeszcze procesy, lecz wpływ na wydłużanie się komórek jest ich działaniem specyficznym. Auksynami są zwykle kwasy z jednym nienasyconym jądrem cyklicznym lub ich pochodne.

8) Prekursory auksyn są związkami, które w roślinach mogą przejść w auksyny.

9) Anty-auksyny są związkami, które hamują współzawodniczo działanie auksyn.

Termin *regulatory roślinne* w powyższym ujęciu ma najszerszy zakres i stosuje się zarówno do związków naturalnych, jak i syntetycznych. Proponują go używać we wszystkich wypadkach, gdy bliżej nie można oznaczyć istoty substancji regulującej, lub dla zastąpienia terminu „hormon“ użytego w znaczeniu ogólnym, np. w odniesieniu do chemikaliów używanych w rolnictwie do regulowania plonów. Można zwęzić znaczenie regulatora dodając czynność, na którą on w poszczególnym wypadku wpływa np. regulator wzrostu, kwitnienia itp.

Witaminy B, które — jak wiadomo — są niezbędne dla wzrostu korzenia, a wytwarzane są w pędzie, można włączyć do „hormonów wzrostowych“, który to termin jest szerszy od „auksyn“.

Ograniczenie działania auksyn w definicji do wpływu na wzrost na długość sami autorzy terminologii uważają co najmniej za arbitralne, lecz zbyt zakorzenione w literaturze i praktyce, żeby je zmieniać. Ponadto zrobiono zastrzeżenie, że wszystkie definicje są raczej umowne, gdyż ten sam związek może wywierać wpływy wielokierunkowe.

W ZSRR w sprawie nomenklatury substancji wzrostowych wypowiedział się J. V. Rakitin w artykule, umieszczonym w *Uspiechach współczesnej biologii*, t. 36, Nr 3—6, 1953, str. 289—314.

Artykuł jest poświęcony zagadnieniu stymulacji roślin w związku z zadaniami gospodarki rolnej. Krytyka nomenklatury wynika przy omawianiu istoty wpływu stymulatorów. Autor nie zgadza się przede wszystkim z wyodrębnieniem „substancji wzrostowych“ od substancji odżywczych jako „regulatorów“ czynności fizjologicznych, określając takie ujęcie jako „mechanistyczne“ i „nienaukowe“. Konsekwentnie uważa za nieudane określenia takie, jak „substancje wzrostowe“ lub „syntetyczne substancje wzrostowe“. Sam autor nie proponuje terminów zastępczych poza ogólnikowym określeniem „czynniki oddziaływania“ (faktory wozdziejstwija). Mimo to zarzuca fizjologom radzieckim: Chołodnemu i Czajłachjanowi posługiwanie się terminologią używaną w nomenklaturze zachodniej.

Zdanie E. G. Mininy o istnieniu hormonów płciowych u roślin, wypowiedziane w artykułach ogłoszonych w latach 1947—1949, potępia autor, jako odbicie błędnej „teorii hormonalnej“.

Należy żałować, że na VIII międzynarodowym kongresie botaniki w Paryżu w lipcu 1954 r. nie przedyskutowano zagadnienia nomenklatury dotyczącej substancji wzrostowych i nie ustalono wytycznych w tej sprawie. W 32 referatach i komunikatach, przysłanych na kongres do sekcji 11 i 12 (Huitième Congrès International de Botanique — Paris 1954. Rapports et Communications parvenus avant le Congrès aux sections 11 et 12 str. 114—189) znajdujemy różnorodne nazwy i określenia do oznaczenia tych samych substancji wzrostowych.

Krytyka słownictwa nie uwzględniająca spuścizny naukowej w postaci terminów jak „hormony“, które niegdyś zdobyły sobie obywatelstwo w szeregach substancji wzrostowych, obecnie zaś są używane jako umowne symbole; i nie proponująca w zamian terminów bardziej dopasowanych do obecnego stanu wiedzy, nie może być pożyteczna.

Nomenklatura „substancji wzrostowych“ opracowana i przedstawiona przez Amer. Tow. Fizjologów Roślin powinna zachęcić nasze towarzystwa naukowe, zainteresowane tym słownictwem, do wypowiedzenia się, do oceny podanych definicji i sprecyzowania słownictwa własnego. W ten sposób uniknęlibyśmy nazywania „tego samego“ różnymi określeniami, jak to się dzieje obecnie.

#### LITERATURA

- Audus L. J. — *Plant Growth Substances* 1953, London, s. 465. Leonard Hill LTD.  
 Avery Jr. G. S. and Johnson E. B. — *Hormones and Horticulture*, New-York (London 1947) MCGRW — Hill Book Co, INC, s. 326.  
 Huitième Congrès International de Botanique, Paris 1954, Rapports et Communications parvenus avant le Congrès aux Sections 11 et 12, s. 114—189.  
 Maksimov N. A. — *Rostowe weszczestwa, priroda ich dejstwija i praktičeskoje primenenie*. Uspechi Sowr. Biologii Moskwa-Leningrad. 1946, t. 22, Nr 2—5, s. 161—180.  
 Nomenclature of Chemical Plant Regulators, Report by a Committee of American Society of Plant Physiologists, *Plant Physiology*, 1954, V. 29, Nr 3., s. 307—308.  
 Rakitin Ju. V. — *Problema stymulacii rasteń w swiazii z zadaczami selskogo chozajstwa*, Uspechi Sowr. Biologii 1953, t. 36, Nr 3—6, s. 289—314.  
 Thomas M. — *Plant physiology*, 1949, J. A. Churchill LTD. s. 364—385.