

W. MACIEJEWSKA-POTAPCZYKOWA

GIBBERELLINY — NOWE CZYNNIKI WZROSTOWE ROŚLIN *

Gibberelliny stanowią grupę substancji, które zostały odkryte około 20 lat temu przez badaczy japońskich. Ze względu na swoje specyficzne działanie fizjologiczne gibberelliny wzbudziły ogromne zainteresowanie w wielu pracowniach fizjologii roślin.

Jabutta i Sumiki (1938) oraz Jabutta i Hayashi (1939) (cyt. przez Crossa) zaobserwowali, że siewki ryżu zakażone grzybkim *Gibberella fujikuroi* — stanowiącym stadium konidialne *Fusarium moniliforme* — wydłużają się bardzo silnie. Z pożywek, na których hodowano ten grzyb, udało się wyżej wspomnianym autorom wyizolować dwie substancje: kwas fusarynowy o wzorze empirycznym $C_{10}H_{13}NO_2$ — związek hamujący wzrost szeregu roślin, działający na komórki roślinne podobnie jak inne inhibitory wzrostu, oraz gibberellinę — $C_{22}H_{26}O_7$ — substancję wpływającą bardzo silnie na wydłużanie się łodyg.

Dalsze badania nad gibberelliną pozwoliły Jabutta i Hayashi (cyt. przez Lokharta) wyizolować z pożywki Rolina-Toma, na której hodowana była *Gibberella fujikuroi*, produkt krystaliczny o wzorze $C_{22}H_{26}O_7$ i o punkcie topnienia $243^\circ C$, który nazwali gibberelliną A.

Gibberelliną A traktowaną przez kilka godzin gorącą wodą lub kwasem solnym daje gibberellinę B — $C_{20}H_{22}O_3$ o punkcie topnienia $198^\circ C$ i gibberellinę C — $C_{28}H_{38}O_8$ o punkcie topnienia $251^\circ C$ (Kato).

Crossowi udało się wyizolować kwas gibberelinowy o wzorze $C_{19}H_{22}O_6$, który autor ten określił jako kwas tetracykliczny dwuhydroksylaktonowy.

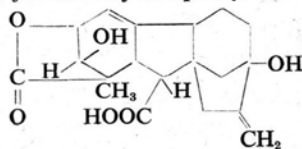
Barrow i współpracownicy podają dokładną metodykę otrzymywania kwasu gibberelinowego z pożywek, na których hodowano gibberellę.

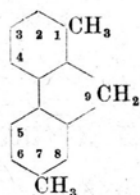
Formuły obu produktów gibberelliny A i kwasu gibberelinowego ustalone przez Jabutta, Yatazawa i Sumiki jako $C_{22}H_{26}O_7$ i $C_9H_{22}O_6$ zostały poprawione przez Crossa, który ustalił dla obu związków wzór empiryczny $C_{18}H_{20}O_3$.

Mulholland i Ward przez odwodowanie kwasu gibberelinowego otrzymali produkt nazwany przez nich gibberenem. Gibberen stanowi według tych autorów pochodną fluorenu, a mianowicie 1,7 — dwumetylofluoren:

* Już po oddaniu do druku niniejszego artykułu ukazały się 2 prace przeglądowe na temat gibberellin, a mianowicie Briana i Gronove („Endeavour“, 1957, vol. XVI, nr. 63, str. 161) oraz Pilet („Atomes“, 1957, nr. 138, str. 340).

W pracach tych znajdujemy już bardziej kompletny wzór kwasu gibberelinowego:





który udało się im otrzymać także i na drodze syntezy.

Działanie fizjologiczne gibberellin jest bardzo specyficzne i polega przede wszystkim na charakterystycznym, anormalnym wydłużaniu się łodyg roślin potraktowanych tym związkiem, co zostało stwierdzone przez Jabutta i Hayaishi na ryżu, jęczmieniu, gryce, ogórkach, grochu i kukurydzy, a także przez Sumiki na wielu innych roślinach.

Dalsze badania wykazały, że gibberelliny (najczęściej używana jest mieszanina gibberelliny i kwasu gibberellinowego, oznaczana symbolem GA, lub krystaliczna gibberellina A — GB) zdolne są również do stymulacji wydłużania łodyg nawet takich roślin, które w normalnych warunkach wytwarzają w pierwszym roku wegetacji tylko rozetkę liści na bardzo skróconej łodydze (Lang, Bünsow, Harder). Na przykład *Hyoscyamus niger* L., roślina dwuletnia, wymaga dla normalnego rozwoju przede wszystkim okresu działania niskiej temperatury, a wydłużanie się jej łodyg następuje dopiero w drugim roku wegetacji. Lang stwierdził wydłużanie się łodyg *Hyoscyamus* przy temperaturach dość wysokich u roślin nie poddawanych wernalizacji a traktowanych GA. Autor ten, jak również Bünsow i Harder, którzy podobne wyniki otrzymali dla *Bryophyllum crenatum* wysuwają wniosek, że gibberellina może zastąpić wernalizację.

Charakterystyczne jest, że gibberelliny działają na wydłużanie się łodyg w różnych warunkach temperatury. Leben np. zaobserwował, że trawy pod działaniem gibberelliny mogą rosnąć przy niskiej temperaturze nawet w okresie późnej jesieni. *Poa pratensis* zasiloną nawozem z dodatkiem gibberelliny rosła bardzo intensywnie późną jesienią.

Fakt, że gibberelliny są potężnym czynnikiem stymulującym wydłużanie się łodyg, stanowił podstawę do podjęcia prób przekształcenia karłowatych mutantów grochu, fasoli i bobu (Brian i Hemming) oraz kukurydzy (Phinney) w fenotypy normalne.

Phinney, badając 7 genetycznie różnych karłowatych mutantów kukurydzy, które różniły się od odmian normalnych krótkimi międzywęzłami i krótkimi, szerokimi liśćmi, stwierdził, że 5 spośród nich tak silnie reagowało na działanie gibberelliny A i kwasu gibberellinowego wydłużaniem się, że ostatecznie rośliny karłowate potraktowane gibberelliną nie różniły się wysokością od odmian normalnych.

Badania anatomiczne wykazały, że wydłużanie się łodyg kukurydzy następowało dzięki wydłużaniu się komórek, które nie uległy jeszcze ostatecznej

dyferencjacji. (Kato, badając działanie gibberellin na komórki *Vigna sesquipedalis*, stwierdził również, że działanie gibberellin polega na stymulacji wydłużania komórek, a nie ich podziałów). Whalley i Keppart zaobserwowali także stymulujący wpływ gibberellin na rozrost systemu korzeniowego karłowatej kukurydzy. Wyniki te nie pokrywają się z danymi Briana i Hemminga — 3), którzy stwierdzili, że gibberellina nie wywiera wpływu na wzrost korzeni.

Na podstawie uzyskanych wyników Phinney wyprowadza wniosek, że wrażliwość karłowatych mutantów kukurydzy na gibberelliny stanowi ich cechę genetyczną, a mutanty przekształcone tym związkami z karłowatych w normalne uważa za biochemiczne mutanty tej rośliny

West i Phinney stwierdzili, że wyciągi eterowe młodych nasion grochu, fasoli, łubinu i tytoniu cechują się podobną do gibberellin aktywnością biologiczną, gdyż stymulują wzrost tych samych karłowatych mutantów kukurydzy.

Obok silnego wydłużania łodyg gibberelliny mogą również przyspieszać kwitnienie roślin. Langowi, który hodował *Hyoscyamus* nie tylko w różnych warunkach temperatury, ale także i oświetlania, przez stosowanie dnia długiego (16—20 godzin naświetlania na dobę) i krótkiego (9 godzin naświetlania) udało się przy pomocy gibberelliny wkraplanej w środek rozetki w ciągu 4 tygodni pobudzić roślinę do kwitnienia po 7 tygodniach. Na podkreślenie zasługuje fakt, że *Hyoscyamus* będący rośliną dnia długiego zakwitł w warunkach dnia krótkiego. Podobne wyniki otrzymali dla *Bryophyllum*, *Lapsana* i *Kalanchoe* Bünsow i Harder, a także Harrington, Rappaport i Hood dla endywii. Rośliny te kwitły pod wpływem gibberelliny niezależnie od warunków dnia długiego czy krótkiego. Wittwer, Bukovac, Sell i Weller uzyskali przyspieszenie kwitnienia i partenokarpiczne powstanie owoców u pomidorów. Wyniki Langa, Bünsowa i Hardera, a także Harringtona i współpracowników wskazują na to, że gibberelliny mogą zastąpić indukcję fotoperiodyczną.

Jeśli chodzi o mechanizm działania gibberellin, to Sumiki stwierdził, że polega on między innymi na stymulacji przyrostu suchej masy roślin, wzrostu zawartości celulozy, hemiceluloz i związków azotu, a na hamowaniu syntezy cukrów redukujących i chlorofilu. Gibberelliny pobudzają również, zdaniem tego autora, aktywność niektórych enzymów, a mianowicie α i β amylaz oraz enzymów proteolitycznych.

Ze względu na szereg danych, dowodzących, że gibberelliny są czynnikami wywierającymi wpływ na kwitnienie, które jest procesem związanym z reakcją roślin na światło, największe zainteresowanie budzi dziś mechanizm działania gibberellin w porównaniu z mechanizmem działania światła. Wiele bowiem reakcji morfogenetycznych i wzrostowych w roślinie jest związanych z działaniem światła i wydaje się, że gibberelliny mogą przyczynić się w znacznej mierze do poznania mało jeszcze wyjaśnionego mechanizmu działania światła.

Jednym z efektów działania światła na wzrost roślin jest zahamowanie wzrostu łodyg. Lokhart hodując siewki grochu w ciemności i na świetle stwierdził, że zahamowanie ich wzrostu przez światło można usunąć gibberellinami. Różnica między działaniem gibberellin i auksyn na wydłużanie się łodyg polega zdaniem tego autora na tym, że auksyny działające bardzo silnie w ciemności są inaktywowane przez światło, gibberelliny zaś mogą działać także i na świetle.

Materiałem bardzo odpowiednim do badań nad podobieństwem działania gibberellin i światła są nasiona sałaty, które do kiełkowania wymagają światła. Kalmowi, Gossowi i Smithowi udało się przy pomocy gibberellin pobudzić je do kiełkowania w ciemności.

Jak widać z powyższego przeglądu prac poświęconych gibberellinom, związki te stanowią dla roślin potężne czynniki chemicznej regulacji wielu ważnych procesów fizjologicznych. Dlatego też działanie gibberellin poddaje się wszechstronnym badaniom na coraz większej liczbie gatunków roślin. Marth, Audia i Mitchell donieśli o zbadaniu działania gibberellin na 49 gatunkach różnych roślin.

Badania nad gibberellinami, a szczególnie nad mechanizmem ich działania na rośliny obok doniosłego znaczenia teoretycznego, wydają się bardzo obiecujące także pod względem praktycznym.

ZAKŁAD BIOCHEMII UNIWERSYTETU ŁÓDZKIEGO

LITERATURA

1. Borrow A., Brian P., Chester C. i inni 1955, J. Sc. Food and Agric — praca cyt. przez Ref. Żurnal — *Chimia* — *Biologičeskaja Chimia* 1956, nr 23, poz. 22244.
2. Brian P., Hemming H. 1955, *Physiologia Plantarum*, 8, 869.
3. Brian P., Hemming H., Radley M. 1955, *Physiologia Plantarum*, 8, 889.
4. a. Bünsow R., Harder H. 1956, *Die Naturwissenschaften*, Jg. 43, 479.
b. Bünsow R., Harder H. 1956, *Die Naturwissenschaften*, Jg. 43, 527.
5. Cross B. 1954, J., *Chem. Soc.*, 4670—4676.
6. Harrington J., Rappaport L., Hood R. 1957, *Science*, vol. 125, 601—602.
7. Kalm A., Goss J., Smith D. 1957, *Science*, vol. 125, 645.
8. Kato Y. 1955, *Botanical Gazette*, vol. 117, 16—24.
9. a. Lang A. 1956, *Die Naturwissenschaften*, Jg. 43, 257.
b. Lang A. 1956, *Die Naturwissenschaften*, Jg. 43, 284.
c. Lang A. 1956, *Die Naturwissenschaften*, Jg. 43, 544.
10. Leben C., Barton L. 1957, *Science*, vol. 125, 494.
11. Lokhart J. 1956, *Proceedings of the Nat. Acad. of Sc. of U. S. A.*, vol. 42, 841.
12. Marth P., Audia V., Mitchell J. 1956, *Botan. Gazette*, vol. 118, 106—111.
13. Mulholland T., Ward G. 1954, J., *Chem. Soc.*, 4776—4681.
14. Phinney O. 1956, *Plant Physiology*, vol. 31, XXVIII, 8:30.
15. Sumiki W., 1955, *Kagaku, Chemistry (Kyoto)*, 25, nr 11, 563—567 — praca cyt. przez Ref. Żurnal, *Chimia-Biolog. chimia*, 1956, nr 23, poz. 22242.
16. West C., Phinney O. 1956, *Plant Physiology*, vol. 31, XXVIII, 8:45.
17. Whalley G., Kephart J. 1957, *Science*, vol. 125, 234.
18. Wittwer S., Bukovac M., Sell M., Weller L. 1957, *Plant Physiology*, vol. 32, 39—41.