

BAZYLI CZECZUGA

## BADANIA NAD KAROTENOIDAMI U GRZYBÓW

### I

Karotenoidy, barwniki dość szeroko rozpowszechnione w przyrodzie, nadają zabarwienie od lekko żółtego do ciemnoróżowego różnym częściom zarówno samożywym, jak i cudzożywym organizmów.

Jeśli chodzi o rośliny samożywe, to karotenoidy towarzyszą przeważnie barwnikom chlorofilowym w zielonych częściach roślin, nadają zabarwienie częściom składowym kwiatów, a także dojrzałym owocom (Karrer und Jucker 1948, Goodwin 1965, Isler 1971). Ustalono obecność niektórych karotenoidów u mszaków (Czczuga 1972a), ponadto barwniki te obficie występują u glonów (Goodwin 1965), a także u bakterii samożywnych (Liaaen — Jensen and Andrewes 1972).

Jeśli chodzi o organizmy cudzozywne zwierzęce, to według Goodwina (1965) organizmy te nie są w stanie wytwarzać na nowo karotenoidów, jedynie odkładają, je w swoich tkankach z pobieranego pokarmu. Jeśli chodzi o organizmy roślinne cudzozywne, to karotenoidy występują u bakterii (Liaaen — Jensen 1965), a także obecne są u grzybów (Goodwin 1965, Isler 1971).

### II

Jeśli chodzi o występowanie niektórych karotenoidów u grzybów, to pierwsze wzmianki znajdujemy w ubiegłym stuleciu. Otóż Zopf (1892) już w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia wskazywał na występowanie karotenoidów u dwóch gatunków grzybów. Badania jego dotyczyły przedstawiciela *Phycomycetes*, jakim jest *Pilobolus crystallinus* oraz *Pleotrachelus fulgens* należącego do *Basidiomycetes*. W kilka lat później Kohl (1902) wspomina o występowaniu karotenu u kilku gatunków *Phycomycetes* oraz u przedstawiciela workowców-*Nectria cinnabarina*. Podobnie Wisselingh (1914) oraz Büning (1937) wspominają o występowaniu jedynie karotenu u kilku gatunków niższych i wyższych grzybów nie wyszczególniając poszczególnych karotenoidów. Następnie Olcovich und Mattill (1930) badali

występowanie karotenoidów u kilku gatunków drożdży z rodzaju *Saccharomyces* wskazując jedynie na obecność karotenu, również nie wymieniając jaki karoten autorzy mieli na myśli.

Natomiast na przełomie lat czterdziestych ukazuje się już kilka prac, w których autorzy wykazują obecność niektórych nowych karotenoidów. Otóż Willstaedt (1938) badając występowanie karotenoidów u trzech gatunków grzybów z rodzaju *Cantharellus* wykazał obecność  $\alpha$  i  $\beta$ -karotenu oraz likopenu. W tym samym czasie Lederer (1938) oprócz  $\alpha$  i  $\beta$ -karotenu u niektórych gatunków *Ascomycetes* wskazuje na występowanie nowego karotenoidu zwanego torulenem. Natomiast ten sam autor badając występowanie karotenoidów u takiego podstawczaka, jakim jest *Aleuria aurantia* wskazuje na występowanie oprócz  $\alpha$  i  $\beta$ -karotenu, jeszcze rubiksantyny. Następnym krokiem w badaniach nad występowaniem poszczególnych karotenoidów u grzybów jest praca Emerson and Fox (1940), Karrer und Rutschmann (1943) oraz Smits and Peterson (1942). Autorzy ci u przedstawicieli podstawczaków oprócz występowania  $\alpha$  i  $\beta$ -karotenu wskazują po raz pierwszy na obecność  $\gamma$ -karotenu.

Na przełomie lat pięćdziesiątych ukazało się szereg prac omawiających występowanie różnych karotenoidów u grzybów z rodzaju *Neurospora* (Zechmeister 1944, Haxo 1949, Zalokar 1955, 1957). W wyniku tych badań lista karotenoidów występujących u grzybów znacznie się powiększyła. U *Neurospora crassa* ustalono obecność takich karotenoidów jak: spirilloksantyn, neurosporene, neurosporksantyn, lykoksantyn, rodopin,  $\delta$ -karoten i rodopurpurin. Późniejsze badania wykazały, że opisane karotenoidy u *Neurospora crassa* występują również u innych gatunków zarówno niższych jak i wyższych (Goodwin 1952, Turian and Haxo 1954, Engel und Friederichsen 1958, Turian 1960, Mase et al. 1957). Haxo (1959), badając występowanie karotenoidów u *Cantharellus cinnabarinus* ustala obecność zupełnie nowego karotenoidu, któremu nadał nazwę kantaksantyny. Późniejsze badania wykazały, że karotenoid ten występuje u glonów (Czeczuga 1973c), oraz u całego szeregu zwierząt bezkręgowych, (Czeczuga 1971, 1972b, 1973a) a nawet u kręgowców (Czeczuga 1972c, 1973b).

Następne lata przynoszą szereg danych odnośnie do czynności fizjologicznych poszczególnych karotenoidów. Jedne prace omawiają występowanie i znaczenie poszczególnych karotenoidów w różnych wiekowo kulturach grzybów (Davies 1961a, 1961b; Goodwin 1963, Foppen and Gribanowski-Sassu 1968, Herbert et al. 1972, Atamaniuk et al. 1973), inne natomiast dotyczą udziału tych barwników w rozmnażaniu się poszczególnych grzybów (Emerson and Fox 1940, Barnett et al. 1956, Ciegler et al. 1959, Hocking 1963). Z kolei cały szereg prac poświęcono przemianom i syntezie poszczególnych karotenoidów u grzybów (Jayko et al. 1962, Smith 1963, Rüegg et al. 1958, Rau 1959, 1972, Subden et Turian 1970, Maudinas et al. 1972, Theimer 1972) lub ich strukturze (Magoon and Zechmeister 1957, Liaaen-Jensen 1965, Arne and Liaaen-Jensen 1965, Arpin and Liaaen-Jensen 1967, Vacheron et al. 1969). Ponadto w latach siedemdziesiątych ustalono jeszcze obecność nowych karotenoidów. I tak u *Aleuria aurantia* wykryto aleuriaksantynę (Liaaen-Jensen 1965, Valadon and Mummery 1968), a w grzybni *Plactania coccinea* ustalono obecność karotenoidu nazwanego

plektaniaksantyną (Arpin and Liaaen-Jensen 1967). Ponadto znane są pojedyncze doniesienia o występowaniu u niektórych grzybów  $\zeta$ -karotenu, fytoenu, fytofluenu (Goodwin 1952), rubiksantyny (Valadon and Mummery 1968), zeakarotenu (Mase et al. 1957), rodoksantyny, torularodiny (Foppen and Gribanowski-Sassu 1968) lub kryptoksantyny (Turian 1960) i zeaksantyny (Goodwin 1963). Dwa ostatnie karotenoidy występują jak pisze Goodwin (1963) bardzo rzadko.

Tak w wielkim skrócie wygląda stan badań odnośnie do występowania karotenoidów u grzybów.

### III

Większość prac dotyczących występowania karotenoidów u grzybów wykonana została na grzybach niższych, hodowanych przeważnie w pracowniach, natomiast bardzo mało badań przeprowadzono na owocnikach grzybów leśnych, łącznie z grzybami jadalnymi. Biorąc pod uwagę to, że w większości karotenoidy stanowią prowitaminę witaminy A, która jak wiemy odgrywa istotną rolę w przemianie materii u organizmów wyższych, uważaliśmy za stosowne przebadać występowanie poszczególnych karotenoidów w owocnikach całego szeregu gatunków grzybów.

Ponadto interesowało nas zagadnienie, w jakim stopniu, występując w owocnikach grzybów, karotenoidy biorą udział w zabarwieniu tych ciał owocujących. Przy tym uzyskane dane być może w przyszłości będą wykorzystane w badaniach taksonomicznych, albowiem na ten temat wykonano już szereg prac, obejmując nimi zarówno rośliny niższe (Kessler and Czygan 1957, Czygan 1970) jak i wyższe (Valadon 1963, Valadon and Mummery 1971), łącznie z grzybami (Valadon and Mummery 1968). Prace autora z tego zakresu drukowane będą sukcesywnie, tym niemniej uważaliśmy za stosowne opublikowanie przedtem przeglądu dotychczasowego stanu wiedzy o występowaniu poszczególnych karotenoidów u grzybów. Ponadto utwierdziło nas w przekonaniu o potrzebie dokonania takiego przeglądu, ukazanie się ostatnio artykułów przeglądowych o składnikach chemicznych u grzybów, w których to karotenoidom poświęcono zaledwie kilka zdań (Kohlman, Grzybek 1972 a—c). W związku z tym niniejszy artykuł w pewnym stopniu uzupełni przegląd piśmiennictwa odnośnie do występowania związków biologicznie czynnych u grzybów.

*Zakład Biologii Ogólnej Akademii Medycznej, Białystok*

### LITERATURA

- Anderson R. F., 1958. Arnold M., Nelson G. E. N., Ciegler A. *Agric. Food Chem.* **6**, 543.  
 Arne J. A., Liaaen-Jensen S. 1965. *Acta Chem. Scand.* **19**, 1843.  
 Arpin N., Liaaen-Jensen S., 1967. *Phytochemistry* **6**, 995.  
 Atamaniuk D. J., Garkawenko D. J., Duchownaja A. M., 1973. *Izw. A N Mold. SSR, ser. biol. i chim. nauk.* **1**, 50.  
 Barnett H. L., Lilly V. G., Krause R. F. 1956: *Science*, **123**, 141.  
 Bünning E., 1937. *Planta* **26**, 719.

- Ciegler A., Arnold M., Anderson R. F., 1959: *Appl. Microbiol.* **7**, 94.
- Czczuga B., 1971. *J. Insect Physiol.* **17**, 2017.
- Czczuga B., 1972. *Planta (Berl.)* **103**, 87.
- Czczuga B. 1972. *Comp. Biochem. Physiol.* **42 B**, 137.
- Czczuga B., 1972. *Verh. Internat. Verien. Limnol.* **18**, 1198.
- Czczuga B., 1973. *Marine Biology* **21**, 139.
- Czczuga B., 1973. *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II*, **21**, 365.
- Czczuga B., 1973. *Comp. Biochem. Physiol.* (w druku).
- Czczuga B. 1973. *Hydrobiologia* **41**, 113.
- Czygan F.-Ch., 1970. *Arch. Mikrobiol.* **74**, 77.
- Davies B. H., 1961. *Biochem. J.* **80**, 48 P.
- Davies B. H., 1961. *Phytochemistry* **1**, 25.
- Emerson R., Fox D. L., 1940. *Proc. Roy. Soc (B) London*, **128**, 275.
- Engel H., Friederichsen I., 1958. *Arch. Mikrobiol.* **31**, 28.
- Foppen F. H., Gribanowski—Sassu O., 1968. *Biochem. J.* **106**, 97.
- Goodwin T. W., 1952. *Biochem. J.* **50**, 550.
- Goodwin T. W., 1963. *Biochemistry of Industrial Microorganismus* (C. Rainbow and A. H. Rose, eds).  
Academie Press, London.
- Goodwin T. W. (Editor) 1965. *Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments*. Acad. Press, London.
- Haxo F., 1949. *Arch. Biochem.* **20**, 400.
- Haxo F., 1959. *Bot. Gazette* **112**, 228.
- Herber R., Maudians B, Villoutreix J., 1972. *Phytochemistry* **11**, 3461.
- Hesseltine C. W. 1961. *Tech. Bull. US Dep. Agric. No 1245*, Washington, US Printing Office.
- Hocking D., 1963. *Nature* **197**, 404.
- Isler O. (Editor) 1971. *Carotenoids*, Birkhauser Verlag.
- Jayko L., Baker T., Stubbefield R., Anderson R., 1962. *Can. J. Microbiol.* **8**, 361.
- Karrer P., Jucker E., 1948. *Carotinoide*, Birkhauser Basel.
- Karrer P., Rutschmann J. 1943. *Helv. Chim. Acta* **26**, 2109.
- Kessler E., Czygan F.—Ch., 1957. *Arch. Mikrobiol.* **55**, 320.
- Kohl F. G., 1902. *Untersuchungen über das Carotin und seine physiologische Bedeutung in den Pflanzen*,  
Berlin.
- Kohlmünzer S., Grzybek J. 1972. *Wiadomości Botaniczne* **16**, 35.
- Kohlmünzer S., Grzybek J. 1972. *Wiadomości Botaniczne* **16**, 99.
- Kohlmünzer S., Grzybek J., 1972. *Wiadomości Botaniczne* **16**, 163.
- Lederer E., 1938. *Bull. Soc. Chim. Biol.* **20**, 554.
- Liaaen-Jensen S. 1965. *Ann. Rev. Microbiol.* **19**, 163.
- Liaaen-Jensen S., 1965. *Phytochemistry* **4**, 925.
- Liaaen-Jensen S., Andrewes A. G., 1972: *Ann. Rev. Microbiol.* **26**, 225.
- Magoon E. F., Zechmeister L., 1957. *Arch. Biochem. Biophys.* **68**, 263.
- Mase Y., Rabourn W. J., Quackenbush F. W., 1957. *Arch. Biochem. Biophys.* **68**, 150.
- Maudinas B., Herber R., Villoutreix J., 1972. *Proc. 3-th Intern. Carotenoid Symp.*, Cluj, Romania 49.
- Olcovich H. S., Mattill A. H., 1930, *Proc. Soc. exp. Biol. Med.* **28**, 240.
- Rau W., Zehender C., 1959. *Arch. Mikrobiol.* **32**, 423.
- Rau W., 1972. *Proc. 3-th Intern. Carotenoid Symp.* Cluj, Romania, **69**.
- Rüegg R., Guex W., Montavon M., Schwieter U., Saucy G., Isler O., 1958. *Chimia* **12**, 327.
- Smits B. L., Peterson W. J., 1942. *Science* **96**, 210.
- Smith P. F., 1963. *J. gen. Microbiol.* **32**, 307.
- Subden R. E., Turian G. 1970. *Experientia* **26**, 935.
- Subden R. E., Turian G., 1970. *Molec. Gen. Genetics* **108**, 358.
- Theimer R. R., 1972. *Proc. 3-th Intern. Carotenoid Symp.*, Cluj, Romania, **60**.
- Turian G., Haxo F. T., 1954. *Bot. Gazette* **115**, 254.
- Turian G., 1960. *Arch. Mikrobiol.* **36**, 139.

- Willstaedt H., 1938. *Chimica* **2**, 2272.
- Wisselingh C. van 1941. *Flora* **107**, 371.
- Vacheron M. J., Michel. G., Guilluy R., Arpin N., 1969. *Phytochemistry* **8**, 897.
- Valadon L. R. G., 1963. *Phytochemistry* **2**, 71.
- Valadon L. R. G., Cooke R. C., 1963. *Phytochemistry* **2**, 103.
- Valadon L. R. G., Mummy R. S., 1968: *Natura* **217**, 1066.
- Valadon L. R. G., Mummy R. S., 1971. *Phytochemistry* **10**, 2349.
- Zalokar M., 1955. *Arch. Biochem. Biophys.* **56**, 318.
- Zalokar M., 1957. *Arch. Biochem. Biophys.* **70**, 568.
- Zechmeister L., 1944. *Chem. Revs* **34**, 273.
- Zopf W., 1892. *Beitr. Phys. Morph. nied. Org.* **2**, 3.