

# WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 101 Nr 4-6

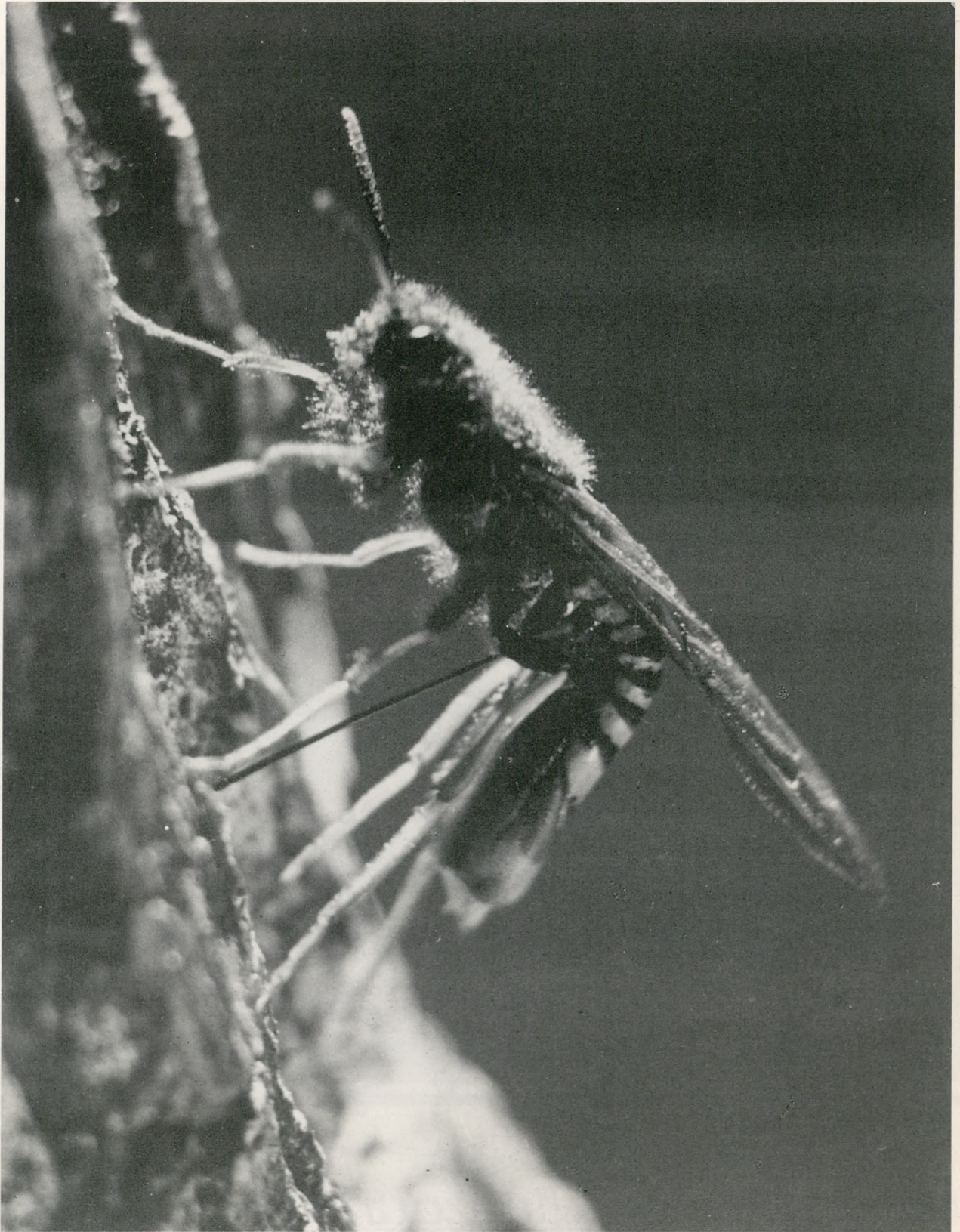
Kwiecień-Maj-Czerwiec 2000



Świątokrzyskie dinozaury  
Niepłodność mężczyzny  
Schizofrenia







TRZPIENNIK *Tremes fascicorus*. Fot. Władysław Strojny



# Wszechświat

Z polskimi przyrodnikami od 3 kwietnia 1882

Zalecany do bibliotek nauczycielskich i licealnych od r. 1947 (pismo Ministra Oświaty nr IV/Oc-2734/47)

Wydano z pomocą finansową KBN

## Treść zeszytu 4-6 (2436-2438)

G. Gierliński, G. Pieńkowski, E. Wcisło-Luraniec, Świętokrzyski park jurajski .....	75
H. Głąb, W oczy hienom... Blaski i cienie dwunożności .....	83
W. Dudzińska, Budowa i mechanizm działania $\text{Na}^+\text{K}^+$ -ATPazy .....	84
M. Panczykowski, Ewolucja współpracy czyli korzyści kontra konflikty .....	88
R. Rywotycki, Znaczenie opakowań żywności a zagrożenia sanitarno-higieniczne .....	95
C. Żekanowski, Genetyczne przyczyny niepłodności męskiej .....	100
A. Zahorodna, B. Bobula, Kolce dendrytyczne .....	104
E. Kula, <i>Drosophila melanogaster</i> – gatunek modelowy w badaniach neurobiologicznych. ....	106
J. Wierońska, Schizofrenia – patogeneza i skuteczne metody leczenia .....	109
W. Babik, Długość nie ma znaczenia? Czyli o olbrzymich plemnikach u <i>Drosophila</i> .....	111
R. Rywotycki, Metody konserwowania mięsa z uwzględnieniem peklowania ...	114
SYLWETKI CZŁONKÓW HONOROWYCH PTP im. KOPERNIKA: HALINA KRZANOWSKA .....	118
PRZYRODA, EKOLOGIA, ŚRODOWISKO (kolumny dotowane przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej)	
Nowe projektowane rezerwy przyrody na Ziemi Tarnowskiej (R. Kozik) .....	119
Środki myjące i dezynfekcyjne a ścieki oraz środowisko (R. Rywotycki) .....	121
Problemy lokalizacyjne, ściekowe i środowiskowe zakładów mięsnych (R. Rywotycki) .....	125
Mały drapieżca (Z. Salwin) .....	125
Zawłotnia śnieżna — glon żyjący na śniegu (R. Kozik) .....	130
Osy w naszym domu (J. Nadolski) .....	131
Gzawice zwierząt gospodarskich. Trzy rodzaje gźów – trzy sposoby na życie (B. Nowosad, S. Kornaś) .....	132
Targi Dodatków do Żywności (T. Dziwiński) .....	136
DROBIAZGI PRZYRODNICZE	
Nowy polski rekord Guinnessa (M.W. Lorenc) .....	137
Kim byli pierwsi Amerykanie (S. Dubiski) .....	138
Wpływ ujemnej temperatury powietrza pod koniec wegetacji kaktusa na zawijanie przyszłorocznych pąków kwiatowych (P. Kamisiński) .....	139
Nietoperze i motyle (W. Mikołuszek) .....	141
WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY (OPR. JGV) .....	141
ROZMAITOŚCI	
Pochodzenie kregowców endotermicznych (HS). – Nietypowy habitat salamandry (A. Żyłka). – Ataki rekinów na zółwie szylkretowe (A. Żyłka). – Walka samców żaby <i>Physalaemus centralis</i> (A. Żyłka). – Kolejna salamandra na liście gatunków zagrożonych (A. Żyłka) .....	145
OBRAZKI MAZOWIECKIE (Z. Polakowski) .....	147
RECENZJE	
R. Cowling, D. Richardson, C. Paterson-Jones: Fynbos: South Africa's unique floral kingdom (R. Ochyra) .....	148



F. Brandstaetter: Die Sandrennattern. Gattung <i>Psammodon</i> (A. Żyłka) .....	149
G. Hallmann, J. Krüger, G. Trautmann: Faszynierende Taggeckos. Die Gattung <i>Phelsuma</i> (A. Żyłka) .....	150
KRONIKA	
Forum w Złotym Stoku (M.W. Lorenc) .....	151
Posiedzenie „Komitetu Wysokiego szczebla” Konwencji Klimatycznej ONZ (Warszawa 29 czerwiec 2000) (T. Mazgajski) .....	151
Symposium Naukowo-Dydaktyczne na temat „Społeczne znaczenie wiedzy przyrodniczej” (W. Stawiński) .....	152

\* \* \*

Okładka: GAWRONY *Corvus frugilegus*. Fot. Waldemar Frąckiewicz

*Rada redakcyjna:* Przewodnicząca: Halina Krzanowska  
 Z-ca przewodniczącego: Jerzy Vetulani, Sekretarz Rady: Irena Nalepa  
 Członkowie: Stefan Alexandrowicz, Andrzej Jankun, Jerzy Kreiner,  
 Wiesław Krzemiński, Barbara Płytycz, Marek Sanak,  
 January Weiner, Bronisław W. Wołoszyn

*Komitet redakcyjny:* Redaktor Naczelny: Jerzy Vetulani,  
 Z-ca Redaktora Naczelnego: Halina Krzanowska  
 Sekretarz Redakcji: Wanda Lohmanowa, Członkowie: Stefan Alexandrowicz,  
 Barbara Płytycz, January Weiner

*Adres Redakcji:* Redakcja Czasopisma *Wszechświat*,  
 31-118 Kraków, ul. Podwale 1, tel. (0-12) 22-29-24  
 e-mail: [nfvetula@cyf-kr.edu.pl](mailto:nfvetula@cyf-kr.edu.pl); Strona internetowa <http://waclaw.fema.krakow.pl/~wszech>

Wydawca: Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, Kraków, ul. Podwale 1





**PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA**  
WYDAWANE PRZY WSPÓŁDZIAŁE POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

TOM 101  
ROK 119

KWIECIEŃ–MAJ–CZERWIEC 2000

ZESZYT 4–6  
2436–2438

GERARD GIERLIŃSKI<sup>1</sup>, GRZEGORZ PIEŃKOWSKI<sup>1</sup>, ELŻBIETA WCISŁO-LURANIEC<sup>2</sup> (Warszawa i Kraków)

### ŚWIĘTOKRZYSKI PARK JURAJSKI

Jest druga połowa lat siedemdziesiątych. Zenit gierkowskiej pseudoprosperity był już za nami, ale w Sołtykowie koło Odrowąża, w biednych okolicach Skarżyska-Kamiennej pojawiało się nowe, nieznane od lat przedwojennych zjawisko — indywidualna, choć nielegalna działalność wydobywcza. Nielegalna, bo „wszystko, co w ziemi poniżej głębokości pługa” należało do ludowego państwa. Wspomniana eksploatacja dóbr ziemi ojczystej była z początku jeszcze całkowicie prywatna, ale stopniowo się „uspołeczniła”, gdyż dość szybko ówczesna Milicja Obywatelska wzięła tę działalność „pod ochronę” — z tym, że była to ochrona poufna, a w istocie też prywatna, gdyż dochody z „ochrony” były, ma się rozumieć, ściśle prywatne. Tylko w ten lub podobny sposób „pionierzy” wolnego rynku w Polsce mogli w tych czasach działać.

Chodziło tu o sołtykowskie gagaty. Gagat jest kamieniem półszlachetnym, osobiwą odmianą węgla wykorzystywaną w jubilerstwie. Nazwa gagat pochodzi od pierwotnego miejsca jego eksploatacji w Anatolii, miasta i rzeki Gagae (Gagae w starożytnej Licji). Gagat stał się ogromnie mod-

ny w dobie polskiego baroku, „srebrnego wieku” I Rzeczypospolitej. Pięknie zresztą wyglądał w srebrnej oprawie, a upodobali go sobie zwłaszcza młodzi dziedzice szlacheckich i magnackich fortun, spędzający czas na zabawach, dalekich podróżach, zalotach, pojedynkach i wojnach. Ówych młodzieńców nazwano wtedy od noszonych przez nich ozdób „gagatkami” i tak już pozostało na wieki. Swoją heroiczną kartę zapisał nato-



Ryc. 1. Apogeum eksploatacji sołtykowskich gagatów. Na pierwszym planie hałdy usypane przez poszukiwaczy gagatu. Ich działalność utrzymywała odsłonięcie w doskonałym stanie umożliwiającym badania sedimentologiczne i paleobotaniczne, a z drugiej jednak strony przyczyniła się do dewastacji wielu powierzchni z tropami dinozaurów. Fot. G. Pieńkowski



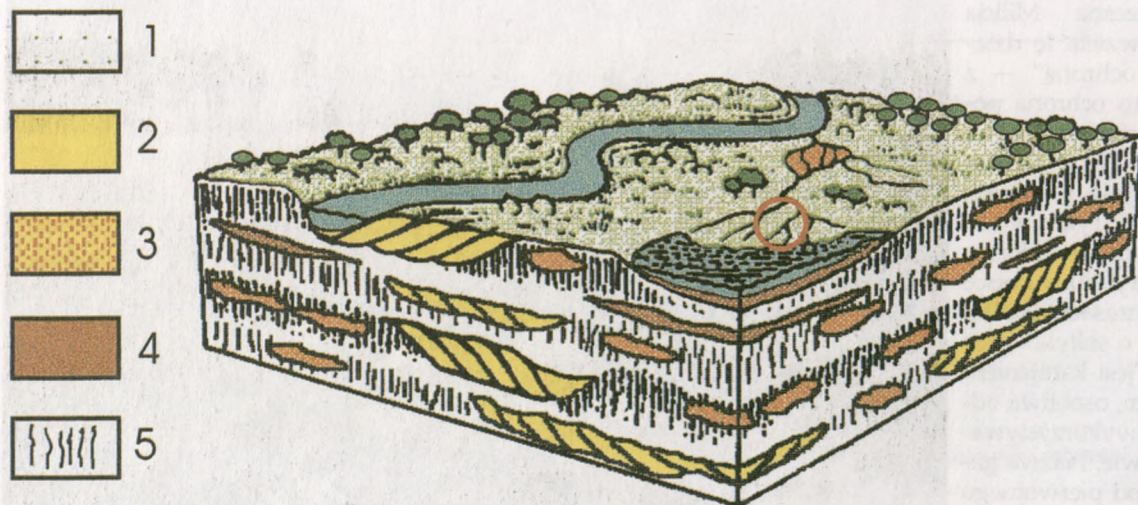
miast gagat w tragicznych czasach po klęsce powstania styczniowego 1863 — na znak narodowej i indywidualnej żałoby polskie kobiety, z których wiele straciło synów, mężów czy braci, a wszystkie straciły Ojczyznę, nie nosiły innych ubiorów niż czerń i innych ozdób niż czarna jak smoła biżuteria z gagatu.

W latach po drugiej wojnie światowej rozbudowano w Sołtykowie lokalną cegielnię, a wraz z nią odkrywkę mułowców i iłowców służących jako materiał do wyrobu cegły. *Nota bene*, był to materiał zdecydowanie „za dobry” na zwykłą cegłę — można było z niego śmiało produkować wyroby kamionkowe czy ceramiczne. Marnowano więc dobry surowiec ceramiczny, a wraz z nim szły z dymem kilogramy cennego gagatu, jaki w tych skałach występował. Dopiero po ostatecznym zamknięciu kopalni we wczesnych latach 70. ruszyła wspomniana wcześniej nielegalna, ale ekonomicznie opłacalna eksploatacja gagatów. Używano nawet materiałów wybuchowych, przed czym ostrzegała stosowna tablica informacyjna. W swoim apogeum była to działalność na niematałą skalę, a przy tym niebezpieczna — w prymitywnych sztolniach i biedaszybach wielu poszukiwaczy przeżyło horror zawału stropu czy zasypania pod ziemią. Kilku z nich niestety nie przeżyło.

Oprócz skarbów jubilerskich, które rychło uległy zresztą wyczerpaniu, odkrywka skał wczesnej jury sprzed około 206 milionów lat w Sołtykowie odślaniała skarby jeszcze cenniejsze. Były to skarby wiedzy czerpanej z otwartej księgi Ziemi, w której geolog może odczytać tajemnice zamierzchłej przeszłości. A były to świadectwa fascynujące i nadzwyczaj dobrze zachowane. Po pierwszych pracach geologicznych, które ustaliły w przybliżeniu między innymi wiek skał i ich umiejscowienie w profilu geologicznym (a badał te sprawy jeszcze od czasów przedwojennych jeden z nestorów polskiej geologii, dr Władysław Karaszewski), nastąpił czas na badania sedimentologiczne, które prowadził od lat 70. drugi z współautorów niniejszego artykułu (Grzegorz Pieńkowski). W dużym uproszczeniu, sedimentologia zajmuje się badaniem procesów osadzania się (sedymencji) różnych osadów w dawnych i współczesnych środowiskach. Osady te ulegają lityfikacji (zeskaleniu), przez co luźny

piasek zamienia się w piaskowiec, a zwykle błoto czy muł — w mułowiec. Sedymetologia zajmuje się też geografiami i ekologią przeszłości. Efektem pracy sedimentologów są między innymi mapy paleośrodowiskowe i paleogeograficzne, a uzyskane dane bywają bardzo przydatne dla poszukiwaczy wielu surowców naturalnych, w tym ropy naftowej i gazu ziemnego.

Początek tych badań przypadł właśnie na opisane we wstępie malownicze lata 70., lata gorączki gagatowej. W księżycowym krajobrazie sołtykowskiej odkrywki uwijały się ogarnięte emocjami rodem z Klondike zastrępy lokalnych poszukiwaczy gagatu, a obok w pełnej zgodzie i z nie mniejszym zapałem pracował geolog-sedymetolog, przechadzając się po pogrzebanych od ponad 200 milionów lat brzegach i dnach rzek, bagien i jezior. Taki bowiem krajobraz dalekiej przeszłości wyłaniał się ze znużonego zestawiania setek pomiarów, danych i obserwacji. Odkrywka ujawniała, iż łąki i muły z gagatami osadziły się kiedyś w płytkich jeziorach i bagnach. Osady te były poprzecinane piaszczystymi osadami pradawnych koryt rzecznych. Świetnie zachowane wielkie pnie i gałęzie drzew świadczyły o bliskości lasu. Brzegi jezior, bagien i rzek utrzymywała niska roślinność złożona głównie ze skrzypów. Udało się stwierdzić, że rzeka, czy raczej następujące po sobie w czasie geologicznym rzeki, meandrowały i przerzucały z miejsca na miejsce swoje koryta, tak jak czyni to dzisiaj na przykład Biebrza. Zdarzały się też powodzie, a wtedy wezbrane wody gwałtownie przerywały naturalne wały swojego koryta i wylewały się na niski obszar zwany równią zalewową, niosąc ze sobą piasek, muł, pnie i gałęzie drzew. Te osady nazywamy glifami krewasowymi. Taki oto krajobraz ujawniły badania sedimentologiczne. Jednak „po drodze” ktoś jeszcze musiał wykonać swoje badania, tak aby między paleośrodowiskiem sedimentacyjnym a zamieszkującymi ten obszar zwierzętami nie zabrakło koniecznego, istotnego ogniwa dla pełnego zrozumienia dawnego ekosystemu. Tym ogniwem są rośliny. Tak więc do tworzącego się zespołu badawczego Świętokrzyskiego Parku Jurajskiego dołączyła trzecia współautorka niniejszego artykułu — Elżbieta Wcisło-Luranc — paleobotanik z Instytutu Botaniki Polskiej Akademii Nauk w Krakowie.



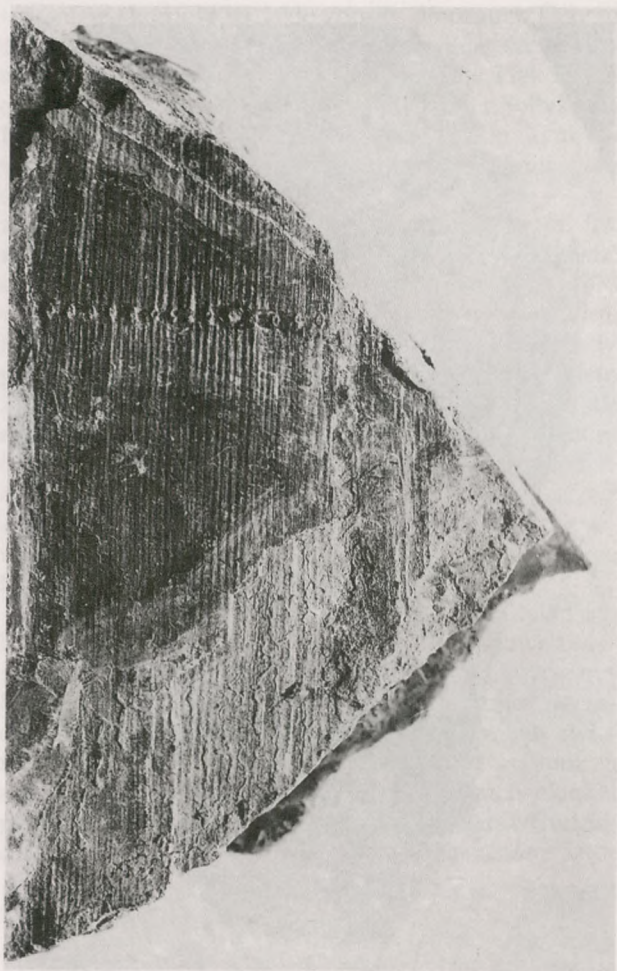
Ryc. 2. Blokdiagram ilustrujący profil geologiczny (na pionowych ścianach) i paleośrodowisko (na górnej powierzchni) utworów wczesnej jury w Sołtykowie. Objaśnienia: 1 – obszary równi zalewowej rzeki meandrującej pokryte niskopienną roślinnością, a na obszarach wyżej położonych – lasem; 2 – utwory łach korytowych rzeki meandrującej; 3 – utwory glifów krewasowych powstałe w czasie powodzi; 4 – utwory jeziorno-bagienne w obniżeniach i starorzeczach; 5 – gleby kopalne. Czerwone kółko oznacza środowiskową lokalizację powierzchni z tropami dinozaurów. Ryc. G. Pieńkowski





Ryc. 3. Fragment liścia paproci jurajskiej *Phlebopteris angustiloba* z rodziny *Matoniaceae*. Fot. A. Pachowski

Wykonała ona rekonstrukcję wczesnojurajskich zbiorowisk roślinnych na podstawie wnikliwych badań skamieniałych szczątków roślin zachowanych w Sołtykowie. Kilka stanowisk z florą kopalną podobnego wieku znajduje się również w pobliżu Ostrowca Świętokrzyskiego. Jest to flora, która znana była już 100 lat temu. Opisywał ją między innymi słynny polski paleobotanik, profesor Marian Raciborski. Szczątki roślin zachowane są w postaci uwęglonych fragmentów pędów, gałęzi i organów rozmnażania. Reprezentują rośliny należące do kilku grup systematycznych takich jak skrzypy, paprocie i rośliny nagozalążkowe. Skrzypy reprezentuje *Neocalamites*. Zachowany jest w formie odcisków pędów o różnej szerokości od kilkunastu milimetrów do kilku centymetrów. Pędy są członowane, zbudowane z węzłów i międzywęzli. Powierzchnia pędów jest podłużnie żeberkowana tak jak u współczesnych skrzypów. Długość pędów jest różna, do kilkunastu cm. W stanie kopalnym rzadko znajdują się wyrastające z węzłów okółki liści. Wśród paproci występuje, obok innych trudnych do identyfikacji okazów, rodzaj *Phlebopteris* –



Ryc. 4. Fragment pędu *Neocalamites* sp. Fot. A. Pachowski

paproc z rodziny *Matoniaceae*, która współcześnie występuje w klimacie tropikalnym np. w Indonezji, na Borneo i Nowej Gwinei. Liczne są rośliny nagozalążkowe. Całkowicie wymarłą grupą tych roślin są przedstawiciele tzw. paproci nasiennych (*Pteridospermophyta*) z rodzajem *Pachypteris* — o paprociowatych, złożonych liściach, które mają charakterystyczną, pierzastą nerwację. Na liściach tych nie występują zarodnie tylko nasiona. Następną wymarłą grupą roślin są benetyty. Były roślinami przypominającymi współczesne sagowce. Z cylindrycznego pnia wyrastał pióropusz pierzastych liści. Wśród roślin nagozalążkowych dominującymi były rośliny szpilkowe, a szczególnie rodzaj *Hirmeriella*, której fragmenty gałęzek spotyka się niemal na każdym okazie skalnym. *Hirmeriella* jest rodzajem wymarłym o drobnych, łuskowatych liściach. Drzewo to pokrojem przypominało współczesne *Taxodium*, ale spokrewnione jest prawdopodobnie z *Araucariaceae*, a więc popularnymi w ogrodach botanicznych i domowych doniczkach araukariami.

Flora z Sołtykowa jest typową florą Europy z okresu jurajskiego. Flory o podobnym składzie opisane zostały z terenu Szwecji, Niemiec, Anglii, Francji. Interesujące jest, że flory te z charakterystycznym gatunkiem *Hirmeriella muensteri* występują w tej samej dziś strefie geograficznej. Polska flora jest na drugim miejscu co do liczebności tego gatunku po florze niemieckiej. We florach krajów północnych Szwecji i Grenlandii *Hirmeriella muensteri* nie występuje. Jak dotąd nie znaleziono jej





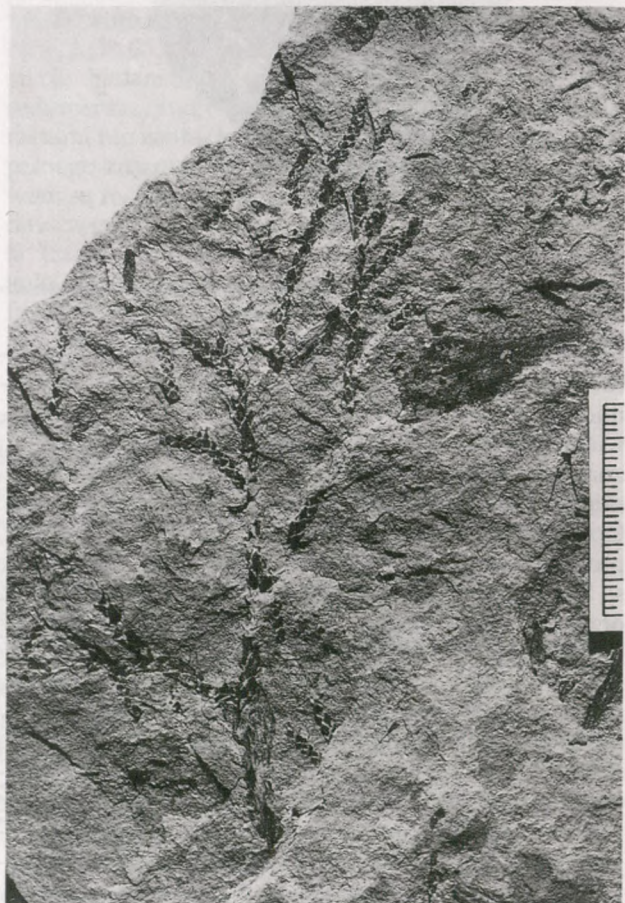
Ryc. 5. Fragment liścia paproci nasiennej *Pachypteris* sp. Fot. A. Pachoński

także poza Europą. Pospolita we wszystkich omawianych, kopalnych florach Europy jest paproć *Phlebopteris angustiloba* z rodziny *Matoniaceae*. Obecnie przedstawiciele tej rodziny rosną w klimacie tropikalnym, stąd przypuszczenie, że we wczesnej jurze Europy były takie same warunki klimatyczne.

Rekonstrukcja ekosystemu z minionych epok jest skomplikowana. Fragmenty roślin (oprócz ich licznych korzeni) nie są znajdowane *in situ* (w pierwotnym miejscu), ale były transportowane do basenu sedymentacyjnego. W skład ekosystemu wchodzi biocenoza czyli zbiorowisko roślin i zwierząt oraz ich siedlisko albo środowisko (zespół czynników abiotycznych, na które składa się: makroklimat, mikroklimat i gleba). Rekonstrukcja zbiorowiska roślinnego Sołtykowa możliwa była dzięki dobrze zachowanym szczątkom roślinnym w stanie kopalnym, a tym samym ich identyfikacji i możliwości porównania z podobnymi im roślinami współczesnymi. Wczesnojurajska roślinność w Sołtykowie tworzyła różnorodne zbiorowiska. Na niższych obszarach, na podmokłym terenie wzdłuż rzeki, wśród jezior i bagien, rosły skrzypy — neokalamity. Tworzyły one jedno zbiorowisko roślinne. Na terenach nieco wyższych i bardziej suchych rósł las z dominującym sześciometrowym drzewem szpilkowym *Hirmeriella*. W podszyciu tego lasu rosły krzewy, a nieopodal benetyty. Było to zbio-



Ryc. 6. Fragment liścia paproci *Thaumatopteris* sp. charakterystycznej dla hetangu (pierwszego piętra jury). Fot. A. Pachoński



Ryc. 7. Fragment pędu rośliny szpilkowej *Hirmeriella muensteri*. Fot. A. Pachoński



rowisko leśne. Co ciekawe, w tych lasach zdarzały się tak jak w lasach dzisiejszych pożary, czego ślady znaleziono w Sołtykowie. Paprocie rosły praktycznie wszędzie, gdzie było więcej wilgoci i cienia. Krajobraz ten nie był jednak pełny. Było owszem piękne, barwne tło — rzeka, jeziora, bagna, lasy. Ale na tym tle aż prosiło się o zwierzęta tej epoki, czyli bodaj najbardziej fascynujące zwierzęta wszechczasów.

Na początku lat 80. sedymentolog postawił tezę: tutaj musiały żyć dinozaury. Nikt ich do tej pory w tym miejscu nie znalazł. Z Polski znane były wówczas z nieco młodszych osadów jedynie dwa nienajlepiej zachowane tropy dinozaurów — odkrył je wspomniany Władysław Karaszewski w końcu lat 50., w małej wsi Gliniany Las kilkadziesiąt kilometrów na południowy zachód od Sołtykowa. Ówczesna nauka polska odniosła się do odkryć Władysława Karaszewskiego sceptycznie. Dinozaury? W Polsce? W dodatku jakieś wątpliwe tropy, a nie porządne szkielety? Nie, to są jakieś mało poważne rojenia. Poważne dinozaury są na pustyni Gobi, w Ameryce, w Afryce. W Polsce nie ma ich co szukać.

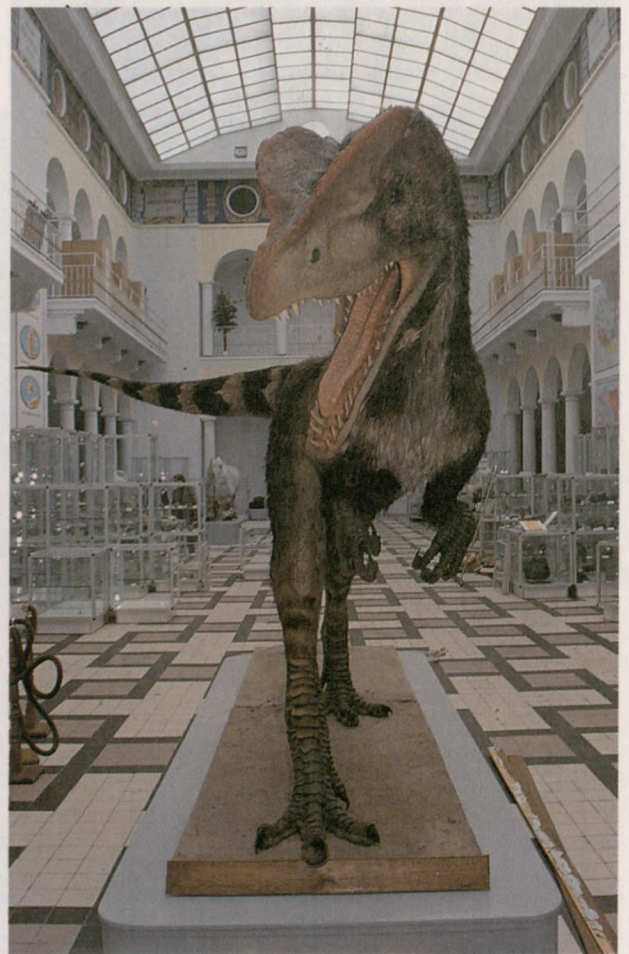
Istotnie, środowisko, w jakim osadziły się utwory mułowcowe i piaskowcowe w Sołtykowie, sprzyjało dinozaurom, ale tylko za ich życia. Po śmierci było to środowisko nadzwyczaj bezwzględne dla ich szczątków. W dużym uproszczeniu chodziło o jego zakwaszenie. Butwiejące szczątki roślinne wytwarzają kwasy humusowe, a te z kolei rozpuszczają i eliminują z osadów związki wapnia — budulec kości, a także na przykład

wapienne skorupki jaj, jakie znosiły dinozaury. Dobrze natomiast zachowują się, obok oczywiście szczątków roślinnych, chitynowe pancerzyki owadów. Pięknie zachowane szczątki owadów opisali właśnie z Sołtykowa Piotr Wegierek i Rosjanin, Władimir Żerikin. Tym, co się działo ze śladami życia po jego zakończeniu, para się dziedzina sedymentologii zwana tafonomią — nazwa pochodzi od greckiego boga śmierci Tanatosa. Tak więc to czynniki tafonomiczne musiały wyeliminować szczątki dinozaurów. Nie do końca zresztą — w 1998 roku Grzegorz Pieńkowski zanalizował osobliwe kuliste i elipsoidalne struktury, które zinterpretował jako ślady po jajach dinozaurów. Znaleździło stało się przedmiotem żywej dyskusji w literaturze fachowej i w mediach, ale nowe przesłanki zdają się potwierdzać zdaniem autora odkrycia prawidłowość jajowej interpretacji pochodzenia tych struktur. Nie można też całkowicie wykluczyć, że szczęśliwe zbiegi okoliczności mogły gdzieś doprowadzić do zachowania się w jakiejś formie odlewów nie tylko jaj, ale także kości dinozaurów.

Pozostałości po dinozaurach to jednak nie tylko ich kości czy jaja. Były to przecież aktywne, ruchliwe zwierzęta. Każdy osobnik pozostawiał za swojego życia miliony tropów, z których niektóre miały szanse się zachować. Śladami aktywności życiowej dawnych zwierząt zajmuje się inna dziedzina wiedzy z pogranicza sedymentologii, biologii, kryminalistyki, archeologii i paleontologii. Ta niewątpliwie jedna z najstarszych dziedzin ludzkiej wiedzy, będąca ważnym elementem sztu-



Ryc. 8. Trójpalczaste tropy dilofozaura utrwalone na powierzchni warstwy piaskowca w Sołtykowie. Fot. G. Gierliński



Ryc. 9. Rekonstrukcja upierzonego dilofozaura w Muzeum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego. Fot. G. Gierliński



ki łowieckiej i wojennej, w dzisiejszych czasach została ochrzczona mianem ichtologii od greckiego słowa *ichnos* — ślad. W swoich publikacjach na temat śladów aktywności życiowej dawnych zwierząt, drugi współautor opisał między innymi z Sołtykowa liczne, świetnie zachowane ślady aktywności życiowej bezkręgowców — owadów, wieloszczetów, małży i skorupiaków. Czyżby dinozaury miały być gorsze? Tak mogło się wydawać, ale tylko do 1985 roku. Wtedy Grzegorz Pieńkowski znalazł pierwszy trop dinozaura w Sołtykowie. Był to ślad niewielkiego dinozaura drapieżnego. Kopalnia w Sołtykowie zaczęła ujawniać swoje najwspanialsze tajemnice. Nawiązana została wieloletnia współpraca sedymentologa i ichtologa od bezkręgowców z ichtologiem od dinozaurów. Sedymentolog wskazywał dokładnie miejsca, gdzie należy szukać i czym mogła być w zamierzchłej przeszłości powierzchnia takiej czy innej konkretnej warstwy. Potem zaczynał swoje szczegółowe poszukiwania dinoichtnolog — Gerard Gierliński. Efekty tej współpracy wkrótce przeszły najsmielsze oczekiwania obu badaczy.

Są już lata 90. Do tego czasu odkryto już w Sołtykowie dziesiątki pięknie zachowanych tropów. Fascynujące znaleziska spowodowały, że zarządzeniem Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa ustanowiono 25 lipca 1997 roku na miejscu dawnej odkrywkii cegielni rezerwat przyrody nieożywionej Gągaty Sołtykowskie. Z okazji pierwszego zorganizowa-

nego w Polsce Festiwalu Nauki we wrześniu 1997 roku, w Muzeum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, stanęła pierwsza na świecie naturalnej wielkości hiperrealistyczna rekonstrukcja upierzonego dinozaura z Sołtykowa z rodzaju *Dilophosaurus*. Najliczniejsze tropy drapieżnych dinozaurów występujące w Sołtykowie idealnie pasowały do szkieletu stopy dilofozaura z Arizony, a ponadto szczątkom amerykańskich dilofozaurów towarzyszyły tropy zwane od nazwy tamtejszej formacji geologicznej *Kayentapus*, niemal identyczne jak te z Sołtykowa.

Tropy świętokrzyskich dilofozaurów kryły jednak pewną niewyjaśnioną od ponad dziesięciu lat tajemnicę. Paradoksalnie tym bardziej intrygująca, o ile ich sprawców miałyby okrywać pierzaste futro, którego ślady widnieją na odcisku brzucha kuzyna dilofozaura spod Bostonu w USA. Dziś jedynie kręgowce stałocieplne, takie jak ptaki i ssaki, posiadają izolację termiczną z piór lub włosów pomagającą utrzymać stałą temperaturę ciała, którą zawdzięczają szybkiej przemianie materii. Ceną wysokiego tempa przemiany materii jest konieczność dostarczania organizmowi blisko dziesięciokrotnie więcej pożywienia niż to, które zaspokoiliby zmiennocieplnego gada. Ponadto dilofozaury, sądząc z ich polskich śladów stóp jak i ich szczątków kostnych z Arizony, nie tylko cechowałyby znaczny apetyt, ale i pokaźne rozmiary ciała dochodzącego do sześciu metrów długości. Di-



Ryc. 10. Ślad tylnej (większej) i przedniej (mniejszej) kończyny zauropada. Na niewielkich fragmentach płyt skalnych dotychczas znajdowanych w Sołtykowie trudno było dostrzec takie ślady. Fot. G. Gierliński



Ryc. 11. Troponośne powierzchnie w Sołtykowie odsłonięte latem 1999 roku. Z lewej widoczne cztery ścieżki śladów małych zauropodów, a z prawej trójpalczaste tropy dwóch dilofozaurów. Fot. G. Gierliński



lofozaury były dużymi wczesnojurajskimi drapieżnikami, wręcz zaprojektowanymi do polowania na grubego zwierza. Problem jednak w tym, iż pod Sołtykowem nie znaleziono śladów zwierzęcia godnego dilofozaurzych szczęk. A przecież ponad 200 mln lat temu na obszarze Sołtykowa rozciągał się bujny podzwrotnikowy las złożony między innymi z sześciometrowych iglaków z rodzaju *Hirmerella*.

Czyżby więc rośliny z tego stanowiska, a nie chodzące góry mięsa miałyby stanowić obiekt kulinarnych zainteresowań dilofozaurów? Bynajmniej, nie po to natura wyposażała tego wielkiego dinozaura w wielkie i ostre, sztyletowate zęby. Nie są to zęby łagodnego jarosza. To zęby straszliwego zabójcy. Co więc jadły te wielkie drapieżniki? Dlaczego ich dość licznym śladom nie towarzyszą ślady ich roślinożernych ofiar? Co więcej, tych roślinożerców, zgodnie z zasadami piramidy pokarmowej charakterystycznej dla ekosystemów zwierząt stałocieplnych, powinno być znacznie, znacznie więcej.

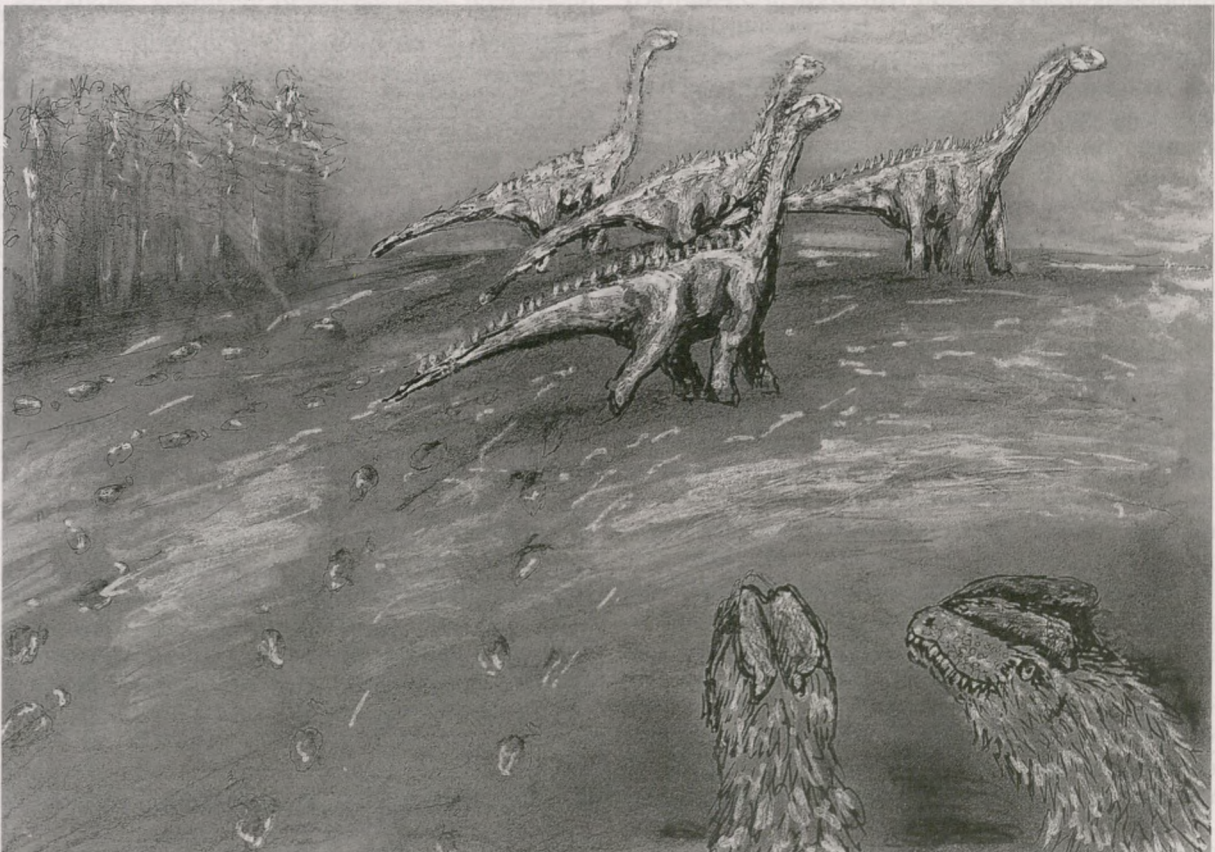
Jak się miało okazać, przyczyną powstania dilofozaurzej zagadki był pewien trudny do uniknięcia błąd w metodyce poszukiwania śladów. Na półpustynnych obszarach większości troponośnych rejonów na świecie tropiciel dinozaurów może z łatwością dostrzec skamieniałe tropy na rozległych, wysuszonych i odmienionych przez wiatr, naturalnie odstoniętych powierzchniach piaskowca. W Polsce natomiast, w kraju gdzie błoto pokrywające troponośne powierzchnie skał prawie nigdy nie wysycha, a każdy skrawek waki (skały pośredniej pomiędzy piaskowcem a mułowcem) szybko ulega erozji i pokrywa się roślinnością, uwaga tropiciela koncentrowała się na świeżo wykopanych, stosunkowo małych odłamkach skalnych. Naturalnie ten

sposób poszukiwań dinozaurzych śladów w Sołtykowie eliminował możliwość znalezienia odpowiednio dużych okazów lub śladów o mało czytelnej morfologii stopy, a także ścieżek śladów.

Przełom w poszukiwaniach nastąpił na jesieni 1998 roku, w kilka dni po powrocie z Utah (południowo-zachodniego stanu USA), gdzie Gerard Gierliński tropił późnojurajskie zauropody — olbrzymie, roślinożerne dinozaury gadziomiedniczne pozostawiające charakterystyczne owalne odciski poduszki poduszki stopy, oraz podkowiaste lub koliste ślady kończyn przednich. Na bodajże setny wyjazd do Sołtykowa namówił go Grzegorz Pierkowski, który nieco wcześniej odkrył struktury, które interpretował jako zażelazone ośrodki po jajach dinozaurów. Pozostawiwszy dalsze dociekania nad domniemanym gniazdem koledze, starał się on rozpaścić ognisko w jednym z zagłębień na powierzchni piaskowca przykrytego warstwą zwierzeliny. Wówczas zwrócił uwagę na niezwykle podobieństwo ukształtowania obserwowanej powierzchni do tych, z którymi miał do czynienia kilka dni wcześniej na Dzikim Zachodzie. Gwałtowna ulewa udaremniła jego dalsze obserwacje jak i dość naganny pomysł rozpalenia ogniska na terenie rezerwatu.

Pomimo iż pogoda o tak późnej porze roku nie sprzyjała pracom wykopaliskowym, do Sołtykowa powrócił już po miesiącu z ekipą Telewizji Edukacyjnej. Wraz z redaktorem Gerardem Sawickim udało się im oczyścić kilka intrygujących zagłębień, a ich pracę wynagrodził widok fragmentu ścieżki śladów jednego z najstarszych zauropodów, jakie stąpały po Ziemi.

Zauropody pojawiły się na Ziemi na samym początku okresu jurajskiego jako formy jeszcze niewiel-



Ryc. 12. Dwa dilofozaury obserwujące małe stadko młodych zauropodów z nadzieją na łatwy łup. Kompozycja utrwalonych w Sołtykowie śladów sprzed ponad 200 milionów lat sugeruje taki właśnie hipotetyczny obraz z odległej przeszłości. Rys. G. Gierliński



kie, co najwyżej dziesięciometrowe, których tropy i szczątki kostne są niezwykle rzadkie i słabo poznane. Pod koniec tego okresu stały się one dominującą grupą roślinożerców, największymi zwierzętami lądowymi, jakie kiedykolwiek stąpały po Ziemi, dochodzącymi nawet do pięćdziesięciu metrów długości i stu ton wagi. Zauropody to również jedne z najciekawszych dinozaurów i nawet nie sposób tu wymienić wszystkich niespodzianek, których do tej pory dostarczyły badaczom. Na przykład najbardziej popularny zauropod — brontozaur, okazał się błędnie zinterpretowanym młodym osobnikiem apatozaura z głową zapożyczoną od kamarozaura. Również dotychczasowe wyobrażenia o sposobie życia tych zwierząt okazały się bardzo dalekie od prawdy i to właśnie dzięki badaniom nad skamieniałymi śladami ich stóp.

Jeszcze do niedawna uważano, że takie olbrzymy jak zauropody były za duże, aby żyć na lądzie. Domniemywano więc, że musiały spędzać swe gnuśne życie zanurzone w wodzie, gdzie zgodnie z prawem Archimidesa ich cielska były lżejsze o wagę wypieranej przez nie wody. Jednak już w okresie międzywojennym te naiwne wyobrażenia zakwestionował pewien przyrodnik. Był to Roland Bird, zawodowy łowca skamieniałości dla Amerykańskiego Muzeum Historii Naturalnej w Nowym Jorku. W 1938 roku zainteresował się on wczesnokredowymi śladami dinozaurów w Teksasie. Odkrył tam tropy zauropodów. Ślady te wskazywały wyraźnie na fakt, że zwierzęta te poruszały się wprawdzie blisko brzegu zbiornika wodnego, ale bynajmniej nie po jego dnie. Po drugie, równoległe ścieżki śladów dwudziestu trzech zauropodów podążały w tym samym kierunku, co jasno przemawiało za stadnym trybem życia tych zwierząt. Jednak wiele jeszcze lat musiało upłynąć, zanim nowy obraz zauropodów jako stadnych, lądowych roślinożerców stał się poglądem powszechnie obowiązującym, czyniąc te zwierzęta jeszcze bardziej fascynującymi i mnożąc kolejne zagadki. Stadny tryb życia u lądowych kręgowców wiąże się ze wzbogaceniem zachowań społecznych, a tym samym stanowi wyzwanie dla intelektualnych możliwości zwierząt, które przedłożyły towarzyski styl życia nad prostszy samotniczy. Jak więc zauropody mogły podjąć takie wyzwanie, mając mózgi tak nieproporcjonalnie małe w stosunku do masy całego ciała? Ponadto, jak do mózgu umieszczonego na szyi sześć piętér nad ziemią mogła dotrzeć krew? Już u żyrafy ciśnienie tętnicze krwi wynosi 320 mm słupka rtęci, ponad dwukrotnie więcej niż u człowieka. U zauropoda ciśnienie to musiałoby osiągać niewiarygodną wartość 630 mm słupka rtęci! Gdyby zwierzę ośmieliło się spuścić głowę do kolan, powinna ona po prostu eksplodować!

Inną zagadkę stanowi system termoregulacji tak dużych zwierząt. Nawet jeśli zauropody byłyby zwierzętami zmiennocieplnymi (co jest wątpliwe z uwagi na ich rodowód od zapewne już stałocieplnych proteropodów), to i tak miałyby one duży problem z pozbyciem się nadmiaru ciepła wytwarzanego podczas procesów trawiennych i pracy mięśni poruszających ich ogromne ciała. Te i inne zagadki wciąż czekają na zadowalające rozwiązanie.

Powróćmy jednak do Sołtykowa. Po pierwszych, fragmentarycznych odkryciach czekała tam wielka za-

uropodzianka, kiedy dwaj pierwsi współautorzy niniejszego artykułu odsonili latem 1999 roku około sto metrów kwadratowych powierzchni zdeptanej przez dinozaury. Odkrycie przeszło ich najśmielsze oczekiwania. Oprócz ścieżek śladów pary dorosłych zauropodów i dwóch drapieżnych dilofozaurów, ukazały się cztery równoległe ścieżki śladów młodziutkich zauropodów. Rozmiary ich stóp wynosiły połowę rozmiaru śladów dużych osobników, a ich wiek można oszacować na pomiędzy pierwszym a drugim rokiem życia, zgodnie z formułą zaproponowaną przez czołowego badacza tropów dinozaurów, Martina Lockleya z Uniwersytetu Kolorado w Denver. Tak jak w innym, młodszym znalezisku z późnej jury Portugalii, młode zauropody formowały i tutaj w Sołtykowie stadko niezależne od osobników dorosłych.

Czyżby więc zauropody, tak jak to czyni większość współczesnych gadów, nie zajmowały się swoim potomstwem? Należy w to wątpić, gdyż pisklęta zauropodów, tak jak u innych dinozaurów, miały nieproporcjonalnie duże głowy, krótkie pyszczki i duże oczy. Są to uniwersalne w przyrodzie cechy, które mają wspomóc instynkt opiekuńczy rodziców. Za opieką rodzicielską u zauropodów jeszcze dobitniej przemawiają ich tropy. Wspomniane wcześniej teksańskie stanowisko Birda zawiera ślady wędrujących razem młodych i dorosłych zwierząt. Podobny scenariusz pojawia się jeszcze w wielu przypadkach zauropodzych tropów odkrytych na świecie.

Stanowisko w Sołtykowie przekazuje nam zapewne jeszcze jedną ciekawą informację o zwyczajach tych zwierząt sprzed ponad dwustu milionów lat. Najprawdopodobniej u tych właśnie zauropodów (prawdopodobnie wulkanodonów) przywódca stada przeganiał młode osobniki po ukończeniu przez nie jednego roku życia — tak jak mają to w zwyczaju współczesne południowoamerykańskie wielbłądowate — guanako.

Czego jeszcze dowiemy się o zwyczajach dinozaurów, wykażą przyszłe badania polskiego parku jurajskiego. Dotychczasowe efekty badań są eksponowane w Muzeum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie i w Sołtykowie. Pod koniec 1999 roku dzięki Panu Ministrowi Januszowi Radziejowskiemu, Głównemu Konserwatorowi Przyrody, a także Panu Jarosławowi Pajdakowi, Wojewódzkiemu Konserwatorowi Przyrody z Kielc, oraz ogromnej pomocy Nadleśnictwa Stąporków i Leśnictwa Odrowąż, część troponośnej powierzchni została przez nas odkryta, oczyszczona, zaimpregnowana, opisana i zabezpieczona przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych. Zbudowano nad nią solidny dach, a naokoło murki i drenaże chroniące unikalną powierzchnię przed kaprysmi pogody. Tak zabezpieczone stanowisko ze śladami dinozaurów, jako jedyne tego rodzaju w tej części świata i dotychczas najstarsze znane miejsce z tropami zauropodów, jest już dostępne dla zwiedzających. Autorzy niniejszego artykułu zapraszają wszystkich chętnych do odwiedzin w Świętokrzyskim Parku Jurajskim.

Wpłynęło 4 IV 2000

Dr Gerard Gierliński i dr Grzegorz Pieńkowski pracują w Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie  
mgr Elżbieta Wcisto-Lurancie pracuje w Instytucie Botaniki PAN w Krakowie



HENRYK GLĄB (Kraków)

## W OCZY HIENOM... BLASKI I CIENIE DWUNOŻNOŚCI

Ukształtowanie się dwunożności u rodzaju *Homo* jest jednym z kluczowych problemów antropogenezy. Antropogeneza rozumiana jako ewolucyjny proces prowadzący do powstania człowieka współczesnego w swojej historii miała wiele zdarzeń, które wśród paleoantropologów do dzisiaj wzbudzają gorące dyskusje i są przedmiotem długotrwałych, czasem zażartych, sporów. Te dwa kluczowe zdarzenia to rozwój mózgowia i pionizacja ciała. Prawdopodobnie oba są ze sobą nierozdzielnie związane i stanowią podstawowe elementy procesu hominizacji. Przedmiotem naszych rozważań będzie dwunożność. Postaram się odnieść w sposób krytyczny do hipotez proponowanych przez antropologów, a dotyczących właśnie problematyki pionizacji ciała w ewolucji *Hominidae*.

Człowiek jest jedynym żyjącym gatunkiem ssaka poruszającym się w postawie wyprostowanej. Oczywiście formy małp człekokształtnych (szympan, goryl, orangutan) a nawet małpiatek (indrysy) potrafią w pewnych okolicznościach przyjąć postawę dwunożną. Mogą to jednak czynić przez bardzo krótki okres czasu, a sposób poruszania jest niezdamy i nieskoordynowany. Już pod koniec lat trzydziestych naszego stulecia antropolodzy (Weidenreich) zdawali sobie sprawę z tego, że australopiteki były prawdopodobnie istotami dwunożnymi. Poglądy te zostały poparte w latach sześćdziesiątych przez von Koenigswalda dość dokładną analizą anatomo-antropologiczną szczątków kostnych przedstawicieli wymarłego rodzaju *Australopithecus*. Na podstawie współczesnych datowań możemy z dużym prawdopodobieństwem założyć, że kształtowanie i doskonalenie dwunożności rozegrało się na bardzo krótkiej przestrzeni czasowej, pomiędzy 5 a 4 mln lat temu. Jeden milion lat w ewolucji to naprawdę niewiele, chociaż znamy gatunki ssaków, których historia ewolucyjna jest niesłychanie krótka, np. biały niedźwiedź wyewoluował jakieś 200 tys. lat temu.

Areną kształtowania się pionizacji miałyby być tereny przyłeśne i sawannowe Afryki Wsch. i Pd. W świetle badań paleoantropologicznych, opartych głównie na kryteriach morfologicznych, przeważa pogląd, że dwunożność wyprzedziła rozwój mózgowia. Australopiteki posiadały pojemność mózgowia mieszczącą się w górnej strefie zmienności dla współcześnie żyjących małp człekokształtnych. Należy jednak zaznaczyć, że ich masa ciała była zdecydowanie mniejsza. Wielkość mózgowia nie jest jednak warunkiem wystarczającym, aby określić poziom inteligencji, należy jeszcze oszacować np. powierzchnię kory mózgowej w stosunku do co najmniej kilku parametrów mózgu mogących mieć istotny wpływ na kształtowanie się zdolności abstrakcyjnego myślenia, realizującego się np. poprzez wytwarzanie i modyfikowanie narzędzi. Badacze nie są jednak do końca przekonani w jakiej kondycji intelektualnej znajdowały się formy przedludzkie, które zdradzały wyraźne tendencje do pionizacji ciała. Być może pojawiła się u nich zdolność do abstrakcyjnego myślenia. Jak dotąd

nie potrafimy dokładnie określić cienkiej granicy pomiędzy umysłem dzisiejszego szympana i australopiteka. Dane archeologiczne należy uznać za raczej skąpe, a ich interpretacja jest niejednokrotnie przesadzona i nosi znamiona konfabulacji. Współcześnie prowadzone badania etologiczne na stadach szympanów żyjących w środowisku naturalnym (*Pan troglodytes* — szympan zwyczajny, *Pan paniscus-bonobo* — szympan karłowaty) jak i w warunkach laboratoryjnych skłaniają niektórych badaczy do stwierdzeń o niezwyklej bliskości zachowań tych małp człekokształtnych do człowieka. Jestem sceptycznie nastawiony do tego typu sformułowań. Sami do tej pory nie rozwiązaliśmy do końca kwestii inteligencji, umysłu, nie mówiąc o świadomości.

Pomimo wielu trudności z odtworzeniem warunków ekologicznych, w jakich pojawiła się pionizacja ciała, dane paleoantropologiczne wyraźnie wskazują na przełomowe znaczenie tego faktu w ewolucji *Hominidae*.

W historii badań antropologicznych pojawiło się kilka ciekawych koncepcji dotyczących ukształtowania się tego unikalnego w świecie ssaków typu lokomocji. W świetle przedstawionych przez wielu autorów propozycji wyprostowana postawa ciała miała ułatwić:

1. przenoszenie żywności, potomstwa, narzędzi, broni
2. przemieszczanie się pomiędzy owocującymi drzewami
3. ułatwienia związane ze zrywaniem owoców z krzewów i drzew porastających sawanne
4. łatwość zbierania i spożywania nasion roślin trawiastych porastających sawanne
5. zaopatrywanie rodziny w żywność (prowiantowanie).

- W ostatnich latach Peter Wheeler zaproponował hipotezę chłodzenia. Potwierdził on eksperymentalnie, że wyprostowana postawa ciała wyraźnie ogranicza penetrację promieni słonecznych. Istota dwunożna pochłania o 60% energii słonecznej mniej niż istota czwożonożna o tej samej masie ciała. Hipoteza Wheelera pozo-



Łowiectwo i zbieractwo były zapewne jednym z czynników napędzających rozwój dwunożności. Rysunek naskalny w RPA



staje jednak w wyraźnej sprzeczności z danymi paleoantropologicznymi wskazującymi, że dwunożność wyprzedziła gwałtowny rozwój mózgowia w ewolucji *Hominidae*. Nie należy jednak wykluczyć, że wiele nakładających się na siebie czynników etologicznych i ekologicznych mogło sprowokować jego rozwój na skutek pionizacji ciała.

Richard Wrangham i Dale Peterson zaproponowali bardzo ciekawe i wręcz ekscytujące rozwiązanie omawianego problemu. Uważają oni, że główną przyczyną pojawienia się dwunożności była chęć zdobycia bulw roślin zasiedlających strefę sawannową, a następnie ucieczka z nimi w gęste zarośla. Do tego konieczne było uwolnienie kończyn górnych, aby utrzymać zdobycz i szybko przetransportować w bezpieczną strefę gęstych zarośli. Ta śmiała hipoteza wynika z długoletnich obserwacji prowadzonych na szympanсах żyjących w warunkach naturalnych.

Wczesne etapy hominizacji mogły się również wiązać z padlinożerstwem. Gwałtowna zmiana warunków środowiskowych oraz duża konkurencja o pokarm mogła spowodować zapotrzebowanie na żywność o dużej wartości energetycznej. Jeżeli przyjmujemy, że dwunożności towarzyszył proces zwiększania się wymiarów mózgowia, to naturalne wydaje się walka o tak cenny łup jakim jest białko zwierzęce (mózg jest najkosztowniejszym organem, jaki posiadamy). Konkurencja o padlinę była prawdopodobnie bardzo nasiloną. Szybka, grupowa akcja mogła zakończyć się sukcesem. Zabieramy, co nasze i czym prędzej uciekamy na drzewo bądź w gęstwinię.

Należy sobie zdać sprawę z faktu, że dwunożność musiała być w jakiś sposób skorelowana z sukcesem reprodukcyjnym. Oczywiście, niemal każda z zaproponowanych tutaj hipotez, jak się intuicyjnie wydaje,

wyraźnie ten sukces reprodukcyjny zwiększała. Do dzisiaj najtrudniejszym pytaniem pozostaje jednak, który z czynników był dominujący lub zadziałał jako pierwszy. A może wszystkie zadziałały równocześnie?

Jak twierdzą antropolodzy kulturowi, dwunożność usankcjonowała instytucję rodziny. Istotnym elementem miał być podział funkcji w rodzinie (zbieractwo — kobiety i łowiectwo — mężczyźni). Wzrosła również atrakcyjność kobiety (długookresowa percepcja płciowa) oraz wydłużył się okres socjalizacji (opóźnienie dojrzewania).

Jak na razie, pomimo wielu obiecujących hipotez, problem dwunożności nie jest do końca rozwiązany. Dla przykładu podam, że nos neandertalczyka, w świetle domniemań niektórych antropologów, miał spełniać bardzo istotną funkcję sygnalizacyjną w doborze płciowym tych wdzięcznych, aczkolwiek skazanych na wymarcie hominidów. Czyżby nos był bardziej widoczny w pozycji wyprostowanej? Zapewne tak!

W czasopiśmie *Nature* z 23 marca 2000 roku ukazały się dwa artykuły dotyczące kształtowania się dwunożności. Angielscy i amerykańscy badacze sugerują, że bipedalizm rozwinął się z typu lokomocji, jaki reprezentują żyjące do dzisiaj goryle i szympansy (knuckle walking — wspieranie się na knykciach). Artykuły nie wnoszą wiele nowego w problematykę dotyczącą ewolucji dwunożności, świadczą jednak o tym, że zainteresowanie lokomocją hominidów nie wygasa.

Przyszedł czas, aby poważnie zastanowić się nad problemem dwunożności, najlepiej na stojąco, aby dyskusje nie trwały zbyt długo. Trzeba sobie po prostu spojrzeć prosto w oczy.

Wpłynęło 15 III 2000

Dr Henryk Głąb pracuje w Zakładzie Antropologii UJ, Kraków

WIOLETA DUDZIŃSKA (Szczecin)

## BUDOWA I MECHANIZM DZIAŁANIA $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ -ATPazy

### Udział ATPazy w aktywnym transporcie jonów

Specyfika reakcji katalizowanej przez ATPazy, polegająca na wykorzystaniu energii przepływu protonów przez błony do syntezy ATP, bądź na wykorzystaniu energii uzyskanej z hydrolizy ATP do transportu kationów — wyznacza zasadnicze funkcje ATPazy. Różnice pomiędzy składem chemicznym środowiska pozakomórkowego a cytoplazmą i wnętrzem organelli komórkowych wynikają z przebiegu procesów życiowych komórek i stanowią ich podstawę. Różnice te powstają dzięki właściwości błon biologicznych, które selektywnie transportują różnorodne substancje i związki chemiczne, a transport wielu z

nich zachodzi wbrew ich elektrochemicznemu gradientowi i dlatego wymaga wydatku energii.

U organizmów z metabolizmem tlenowym przeważająca ilość ATP — uniwersalnego źródła energii dla potrzeb metabolicznych komórki, powstaje w procesie oksydacyjnej fosforylacji z udziałem kompleksu enzymatycznego  $\text{F}_0\text{F}_1$ -ATP-azy (synteza ATP). Zgodnie z teorią chemiosmotycznego sprzężenia oksydacyjnej fosforylacji ten endoergiczny proces (zachodzący w wew. błonie mitochondrialnej, w błonie tylakoidalnej chloroplastów oraz w błonie bakterii) przebiega kosztem energii gradientu protonów (siła protonomotoryczna  $\Delta\mu\text{H}^+$ ) tworzonego przez pompy protonowe, funkcjonujące w łańcuchu oddechowym. ATP jest transportowane do cytoplazmy przez translokazę nukleotydów adeninowych, a zmagazynowa-



na w nim energia jest przekształcana z powrotem w efektochemiczny gradient stężeń jonów w płaszczyźnie poprzecznej błony, dzięki czemu zachodzi przez nie aktywny transport substancji.

Czynny transport kationów przez błony, dzięki energii pochodzącej z hydrolizy ATP, jest właściwy tylko dla ATPaz występujących w innych niż wyżej wymienione błony biologiczne. W błonach organelli wewnątrzkomórkowych np. w błonach lizosomów, pęcherzyków klatrynowych, synaptycznych, w cysterach aparatu Golgiego-ATP jest zużywane na powtórne wytworzenie  $\Delta\mu\text{H}^+$  w wyniku działania ATPazy typu V. Enzym ten odpowiada za transport protonów z cytoplazmy komórki do wnętrza wymienionych organelli. Wytworzony w ten sposób elektrochemiczny gradient protonów stanowi źródło energii dla innych procesów czynnego transportu np. acetylocholino w pęcherzykach synaptycznych. Zachowanie różnic stężeń kationów, niezbędnych dla właściwego funkcjonowania komórki, wymaga stałego usuwania z cytoplazmy jonów  $\text{Na}^+$  i  $\text{Ca}^{2+}$ , a pobieranie ze środowiska jonów  $\text{K}^+$ . Potas jest przeważającym kationem prawie dla wszystkich komórek organizmów zwierzęcych, a jego kumulacja charakterystyczna prawie dla wszystkich istot żywych, zachodzi równoległe z transportem sodu z komórki do środowiska przeciwko gradientowi elektrochemicznemu. W 1957 roku Jens Skou opublikował pracę, w której opisał aktywność adenylozotryfosfatazową frakcji błonowej obwodowych nerwów raka i jako pierwszy związał aktywność  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -ATPazy błon z transportem kationów oraz zaproponował model układu transportowego, mającego za podstawę sprzężenie energii ATP z translokacją  $\text{Na}^+$  i  $\text{K}^+$  przez błonę. Powstanie gradientu stężeń kationów  $\text{Na}^+$  i  $\text{K}^+$  w płaszczyźnie poprzecznej błony wymaga bezpośredniego zużycia energii zmagazynowanej w ATP, dlatego taki transport jonów określany jest mianem pierwotnego transportu czynnego. Różnice stężeń po obu stronach błony są niezbędne dla zachodzenia wielu procesów wtórnego transportu czynnego.

### ATPaza $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ należy do ATPaz typu P

ATPazy typu P tworzą homologiczną rodzinę enzymów błon komórkowych, odpowiedzialną za aktywny transport kationów przez błony. W cyklu katalitycznym dochodzi do utworzenia kowalencyjnego wiązania pomiędzy resztą kwasu asparagowego (Asp [D]), a resztą fosforanową uwolnioną podczas hydrolizy ATP oraz przekształcenia postaci  $\text{E}_1$  w  $\text{E}_2$ , gdzie  $\text{E}_1$  i  $\text{E}_2$  oznaczają dwie konformacje, różniące się powinowactwem do transportowanych jonów i ATP. Powstanie ufosforylowanego intermediantu jest wyróżnikiem ATP-az tej klasy. Jakkolwiek niektóre ATP-azy P np. ATPaza  $\text{H}^+$ ,  $\text{K}^+$  oraz ATPaza  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  funkcjonują w kompleksie zbudowanym z 2 lub większej liczby podjednostek (Moher i in. 1995), to z całą pewnością można stwierdzić, że wszystkie funkcje katalityczne „zawarte” są w zasadniczym pojedynczym peptydzie, który jest białkiem transbłonowym o masie cząsteczkowej od 72 kDa (dla bakteryjnej ATPazy transportującej  $\text{Cd}^{2+}$ ) do 200 kDa (dla ATP 1 — ATPazy z rodzaju *Plasmodium*). Polipeptyd, który stanowi właściwą jednostkę funkcjonalną

ATP-az P zbudowany jest wg tej samej zasady strukturalnej, co więcej, pewne jego fragmenty (sekwencje aminokwasowe) są wysoce konserwatywne.

Na podstawie danych zgromadzonych na temat ATPaz transportujących jony metali ciężkich (podtyp PI) i w oparciu o możliwie pierwotną rolę, jaką odegrały w trakcie ewolucji, przekonująca wydaje się propozycja, że ATPazy początkowo były zaangażowane w transport metali ciężkich:  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ , (ten pierwotny typ przetrwał w prawie niezmienionej konstrukcji w ATPazach transportujących  $\text{Cu}^+$  — deficyt u człowieka prowadzi do rozwoju choroby Wilsona). Większość występujących obecnie ATPaz należy do podtypu PII, który grupuje białka zdolne do transportu kationów o niższych masach atomowych:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$ . W toku ewolucji białka te rozdzieliły się na podtyp PII A i PII B, a w swojej pierwotnej formie do współczesnych czasów przetrwały jedynie u organizmów prokariotycznych jako Kdp ABC-ATPazy, dając podtyp PIII.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ATPaza,  $\text{H}^+$ ,  $\text{K}^+$ -ATPaza oraz ATPaza SERCA tworzą podtyp PIIA.

### Struktura $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ -ATPazy

Transportująca ATPaza- $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  jest transbłonowym tetramerem  $\alpha_2\beta_2$ , zbudowanym z dwóch identycznych podjednostek  $\alpha$  o masie cząsteczkowej 96-116 kDa i dwóch podjednostek  $\beta$  o masie cząsteczkowej 40-60 kDa. Jakkolwiek enzym funkcjonuje tylko w takim kompleksie, to pełna maszyna transportu  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  i hydroliza ATP zawiera się jedynie w pojedynczym peptydzie  $\alpha$ .

Dzięki zastosowaniu metod inżynierii genetycznej doskonale poznano strukturę I-rzędową łańcucha polipeptydowego  $\alpha$  wielu gatunków i sposób ich ułożenia w błonie. Okazuje się, że łańcuch ten zbudowany jest według tej samej zasady strukturalnej, co więcej, pewne jego fragmenty (wnioskowane z sekwencji cDNA) są wysoce konserwatywne i tworzą charakterystyczne sekwencyjne motywy.

Polipeptyd przechodząc kilkakrotnie przez błonę plazmatyczną, tworzy po jej cytoplazmatycznej stronie, dużą hydrofilową „głowę” z miejscem fosforylacji i wiązania ATP (Domena C) oraz mniejszy cytoplazmatyczny region (Region B) zlokalizowany w części N-końca łańcucha. Te cytoplazmatyczne fragmenty łączą się z membraną odcinkami transbłonowymi (domeny transmembranowe) zaangażowanymi prawdopodobnie w tworzenie kanałów jonowych. Model opisujący ułożenie łańcucha w błonie oraz rozmieszczenie domen funkcjonalnych w cząsteczce  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -ATPazy, opracowany na podstawie przewidywań struktury II-rzędowej białka i w oparciu o sekwencję aminokwasową enzymu został przedstawiony na ryc. 1.

Dyskusyjna okazała się orientacja C-końca łańcucha polipeptydowego oraz liczba domen transmembranowych C-końcowego fragmentu łańcucha. C-koniec zlokalizowano: w dwuwarstwie lipidowej błony, na jej powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej. Po opublikowaniu pracy Thibautta stało się jasne, że C-koniec łańcucha zlokalizowany jest na cytoplazmatycznej powierzchni błony.

Na rysunku przedstawiono dziesięć segmentów transmembranowych [ $\text{M}_1$ - $\text{M}_{10}$ ] rozpiętych helikalnie w

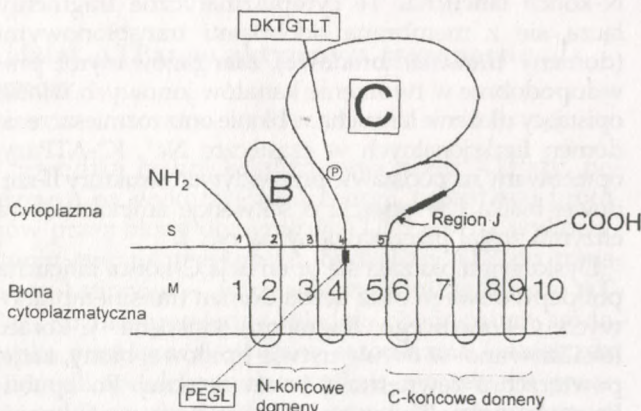


błonie lipidowej. N-końcowe segmenty [M<sub>1</sub>-M<sub>4</sub>] mają swoją kontynuację w postaci sterczących do cytoplazmy segmentów S<sub>1</sub>-S<sub>4</sub>, które razem tworzą N-końcową domenę nie podatną na proteolityczne trawienie. Pozostałe transmembranowe segmenty M<sub>5</sub>-M<sub>10</sub> bądź M<sub>5</sub>-M<sub>8</sub> tworzą C-końcową domenę. Ich liczba jest ciągle niejasna. Hydrofilowy rejon o cytoplazmatycznej organizacji usytuowany pomiędzy M<sub>4</sub> i M<sub>5</sub> jest katalitycznie aktywny (domena C). Posiada miejsce fosforylacji (sekwencja — DKTGTLT-) z resztą kwasu asparaginowego oraz miejsca wiązania nukleotydów, lub inhibitorów kompetencyjnych ATP. Domena C kończy się blisko długiej, konserwatywnej sekwencji opisywanej często jako „zawiasowy” rejon J. Jest to łącznik cytoplazmatycznego fragmentu łańcucha z C-końcowymi domenami transmembranowymi. Razem z — DKTGTLT- stanowi ten fragment łańcucha peptydowego, który jest silnie zachowany w ATPazach organizmów prokariotycznych i eukariotycznych. Stąd przypuszcza się, że ma zasadnicze znaczenie dla wzajemnej interakcji pomiędzy funkcją katalityczną a miejscem wiązania kationów na membranie podczas kationowej translokacji. Mniejszy cytoplazmatyczny rejon B (pomiędzy M<sub>2</sub> i M<sub>3</sub>) określa się mianem transdukcyjnego lub β-pasmo łańcucha dla prawdopodobnej organizacji jako β-harmonijki. Mutacje punktowe tego fragmentu prowadzą do zmniejszenia transportu i tempa defosforylacji. Tu wiązane są również jony Mg<sup>2+</sup> niezbędne do hydrolizy ufosforylowanego pośrednika. Sekwencja — PEGGL- to jedyny konserwatywny fragment transmembranowy, któremu przypisuje się centralną rolę w procesie transdukcji sygnału z rejonu fosforylacji do rejonu odpowiedzialnego za translokację kationów. β glikoproteinowa podjednostka jest integralnym komponentem Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPazy. Występuje w trzech izoformach β<sub>1</sub>-β<sub>3</sub>.

Choć funkcja podjednostki β nie jest do końca jasna, to jej zadaniem jest prawdopodobnie umożliwienie wbudowania się ATPazy w błonę plazmatyczną.

### Mechanizm działania Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPazy

Allosteryczny model pompy sodowo-potasowej zaproponowany przez Jardetzky'ego wyjaśnia w jaki sposób fosforylacja i defosforylacja ATPazy wpływają na transport Na<sup>+</sup> i K<sup>+</sup>. W modelu tym zakłada się,



Ryc. 1. Struktura Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPazy. Prawdopodobna lokalizacja domen funkcjonalnych w cząsteczce. Moher J.V., Juul B., Maire M.: Structural organization, ion transport and energy transduction of P-type ATPases. *Biochim. Biophys. Acta*, 1995, 1286, 1-51

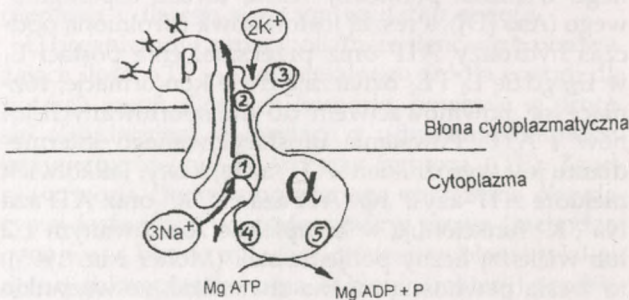
że białko jest zdolne do przyjmowania jednego z dwóch stanów konformacyjnych o różnym powinowactwie do transportowanych jonów. W formie E<sub>1</sub> (silne powinowactwo do Na<sup>+</sup>) wgłębienia wiążące jony zwrócone są do wewnątrz komórki, w formie E<sub>2</sub> (silne powinowactwo do K<sup>+</sup>) na zewnątrz. Kationy Na<sup>+</sup> wywołują fosforylację, podczas gdy K<sup>+</sup> uruchamiają defosforylację, wywołując zmiany względnego powinowactwa enzymu do transportowanych jonów i zmian jego orientacji.

Podjednostki katalityczne tworzą kanały jonowe i wiążą one jony K<sup>+</sup> na stronie zewnętrznej błony, a na jej powierzchni cytoplazmatycznej jony Na<sup>+</sup> i cząsteczkę ATP powodującą odwracalną fosforylację enzymu. Tak więc pompa Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> wykazuje czynnościową asymetrię (ryc. 2).

W cyklu katalitycznym enzymu wyróżnia się 4 etapy, które generalnie odnoszą się do schematu Post-Albersa (ryc. 3).

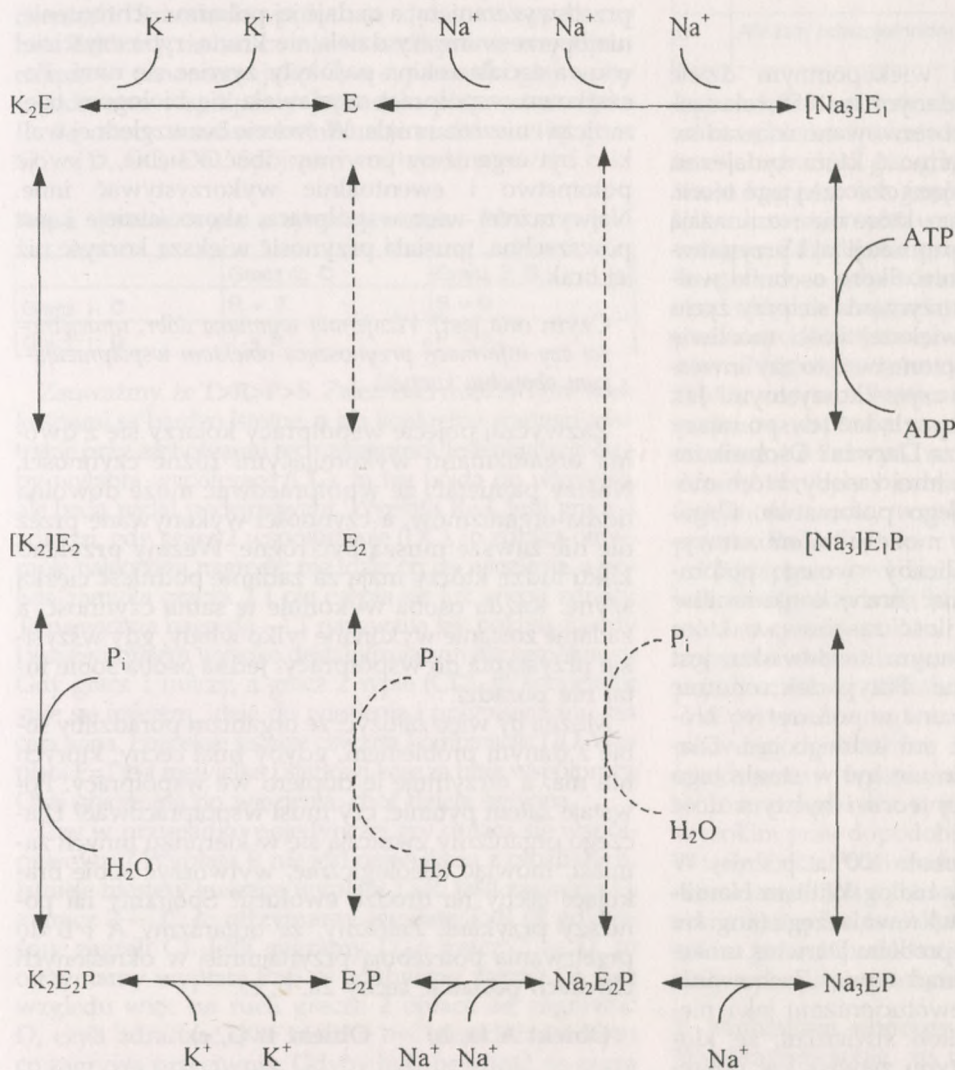
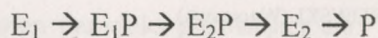
Najczęściej przyjmuje się, że pompa Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> pracuje dwustopniowo, tj. powtarzają się cyklicznie: fosforylacja enzymu i transport Na<sup>+</sup>, a potem defosforylacja i transport K<sup>+</sup>. W cyklu katalitycznym można wyróżnić następujące fazy: związanie 3Na<sup>+</sup> po wewnętrznej stronie błony, do miejsc w cząsteczce enzymu o wysokim powinowactwie, w konformacji E<sub>1</sub>. Enzym [Na<sub>3</sub>]E<sub>1</sub> przyłącza 1 mol ATP. Po hydrolizie następuje fosforylacja grupy β karboksylowej reszty kwasu asparaginowego w centrum aktywnym enzymu (ufosforylowany pośrednik E-P) i powstaje przejściowa forma [Na<sub>3</sub>]E<sub>1</sub>P. Intermediat E<sub>1</sub>P jest typem wysokoenergetycznym tzn., że może być defosforylowany za powtórny odtworzeniem ATP (ufosforylowana postać enzymu wrażliwa na ADP).

Produktom kolejnego etapu jest enzym w konformacji E<sub>2</sub> ze słabo związanymi jonami Na<sup>+</sup> po zewnętrznej stronie błony. Wiązanie enzymu z resztą fosforanową (E~P) traci swój charakter wiązania o wysokiej energii, gdyż energia chemiczna tego wiązania zostaje wykorzystana do zmian struktury drugorzędowej białka, powstania nowych struktur α-helikalnych i zmian w zawartości struktury β. Umożliwia to osłabienie wiązań z Na<sup>+</sup> (tworzenie połączeń o niskim powinowactwie) i translokację tego jonu. Uwolnienie kationów po drugiej stronie błony zachodzi jednocześnie z, albo natychmiast po zmianie konformacji enzymu. Białko (E<sub>2</sub>P) pozostaje ciągle ufosforylowane, ale tak zmienia swoją reaktywność, że łatwo może tracić grupę fosforanową przez przyłącze-



Ryc. 2. Ogólny model strukturalny Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPazy. Enzym przedstawiono jako dimer zbudowany z podjednostki α i β. W podjednostce katalitycznej (α) zaznaczono: miejsce wiązania sodu (1), miejsce wiązania potasu (2), ouabainy (3), miejsce fosforylacji (4) i wiązania ATP (5). Rossier B.C., Geering K, Kraehenbuhl J.P.: Regulation of the pump: how and why? *Sci.*, 1987, 12, 483-487





Ryc. 3. Schemat reakcji składających się na cykl katalityczny Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPazy. Andersen J.P., Vilsen B.: Structure — function relationships of cation translocation by Ca<sup>2+</sup> and Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPases studied by site — directed mutagenesis. *FEBS Lett.*, 1995, 359, 101-106

nie 2K<sup>+</sup>. Ten etap jest wybiórczo hamowany niskim stężeniem Mg<sup>2+</sup>, oligomycyną albo N-etylmaleimidem (NEM). Inhibitory te blokują odłączenie grupy fosforanowej przez K<sup>+</sup>. Produktem jest mało reaktywna forma enzymu E<sub>2</sub>, która nie daje się łatwo fosforylować w obecności ATP i Na<sup>+</sup>. E<sub>2</sub> tworzy dość stabilny kompleks z kationami K<sup>+</sup> po zewnętrznej stronie błony, który przy wysokim stężeniu ATP łatwo przekształca się w E<sub>1</sub>. ATP uwalnia K<sup>+</sup> i tworzy kompleks E<sub>1</sub>ATP, gotowy do rozpoczęcia cyklu od nowa. Tak więc ostatni etap angażuje transfer 2K<sup>+</sup> w przeciwnym kierunku czego wynikiem jest wymiana Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>.

Szczegółowy opis tych etapów i natura intermediantów są dalej kwestią do dyskusji np. dla Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPazy przypuszcza się, że konwersja E<sub>1</sub>P do E<sub>2</sub>P wiąże się z redukcją miejsc wiążących z 3 do 2 i pojawieniem się dodatkowego intermediantu będącego w równowadze z formą E<sub>1</sub>P i E<sub>2</sub>P.

Niezależnie od szczegółów w mechanizmie reakcji trzeba pamiętać, że fundamentalną cechą pomp kationowych jest istnienie „zamkniętych” form w etapach związanych z translokacją jonów i osiągnięciem fosforylacji w stanie E<sub>2</sub>, w którym enzym nie reaguje z ATP ani z innym związkami wysokoenergetycznym.

W konformacji E<sub>2</sub>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPaza jest zdolna do reagowania z wanadem. Określenie wpływu tego inhibitora na aktywność badanej ATP-azy stanowi najprostszy biochemiczny test pozwalający na sklasyfikowanie.

### Pompa sodowa

Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPaza (E.C. 3.6.1.3 fosfohydrolaza ATP) jest enzymem błon plazmatycznych, który katalizuje hydrolizę ATP do ADP, a uzyskaną energię zużywa na wyrzucenie 3Na<sup>+</sup> poza komórkę i wprowadzenia 2K<sup>+</sup> do komórki na każdy mol hydrolizowanego ATP. Przyjmuje się, że pompa posiada współczynnik sprzężenia 2/3.

Znane są trzy izoformy tego enzymu (α1-3), będące produktami ekspresji trzech różnych genów. Różnią się one czułością na fosforylację przez zależną od cyklicznych nukleotydów kinazę białkową C i A.

Białko przed wstawieniem do błony plazmatycznej łączy się z glikoproteinową podjednostką β. Izoforny α<sub>1</sub> występują w większości komórek, w olbrzymich ilościach w nerwie i innych Na<sup>+</sup>-transportujących nabłonkach, charakteryzuje się wysokim powinowactwem do ouabainy i podlega hormonalnej regulacji. Izoforny α<sub>2</sub> i α<sub>3</sub> występują w błonach komórkowych wyspecjalizowanych tkanek np. tkanki mięśniowej, serca, neuronów. Wykazano, że ekspresja powstających izoform jest specyficzna dla tkanki. Tkankowe różnicowanie rozmieszczenia izoform oraz różne mechanizmy regulacji tych enzymów są odpowiedzialne za różnicę w odpowiedzi komórek na pobudzenie oraz za ich różną plastyczność.

Wpłynęło 20 II 2000

Mgr Wioleta Dudzińska jest pracownikiem Katedry Biochemii Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Szczecińskiego.



## EWOLUCJA WSPÓŁPRACY CZYLI KORZYŚCI KONTRA KONFLIKTY

## Wstęp

Karol Darwin w swoim wiekopomnym dziele *O powstawaniu gatunków* wydanym w 1859 roku pisze, że pewne zachowania obserwowane u owadów społecznych to szczególnie trudność, która wydaje mu się nieprzezwykła i zadająca cios całej jego teorii. Weźmy na przykład robotnice, które nie rozmnażają się, a pomagają królowej w produkcji jaj i przypatrzmy się bliżej temu zagadnieniu. Skoro osobniki walczą o byt przez dążność do utrzymania się przy życiu i wydawanie możliwie największej ilości możliwie najlepiej przystosowanego potomstwa, to czy inwestowanie w inne osobniki jest czymś korzystnym? Jak mógł na takie zjawiska spoglądać dysponujący dziewiętnastowieczną wiedzą Darwin? Osobnik inwestujący w inny organizm traci zasoby, które mógłby przeznaczyć dla swojego potomstwa. Organizm otrzymujący te zasoby może je natomiast wykorzystać do zwiększenia liczby swojego potomstwa, tym samym zwiększając liczbę konkurentów dla potomstwa dawcy. A ilość zasobów, o które konkurują organizmy w danym środowisku, jest przecież zawsze ograniczona. Przypadek robotnic jest skrajny, gdyż inwestują one w potomstwo królowej same nie produkując ani jednego jaja. Dlaczego tak się dzieje? Darwin nie był w stanie tego wyjaśnić na podstawie swej teorii i był tym dość zaniepokojony.

Przełom nastąpił dopiero około 100 lat później. W latach 60. XX wieku wybitny biolog William Hamilton sformułował teorię **doboru krewniaczego** (ang. *kin selection*). Rozwiązywała ona problem Darwina umacniając jego znakomitą skądinąd teorię. Zachowania robotnic jawiły się twórcy ewolucjonizmu jako niezrozumiały altruizm. Hamilton stwierdził, że kluczem do zrozumienia tego typu zjawisk jest pokrewieństwo między dawcą a biorcą. Teoria Hamiltona zamieniła altruizm we współpracę. Królowa dostaje od robotnicy zasoby, bo królowa w zamian za to produkuje kopie wielu jej genów.

Pozostawała jeszcze kwestia współpracy między organizmami niespokrewnionymi. Była ona zagadką do lat 70. XX wieku. W 1975 roku amerykański biolog E.O. Wilson nazwał wyjaśnienie tej kwestii centralnym problemem socjobiologii. Od tego czasu bardzo rozwinięto teorie dotyczące współpracy, a liczba prac na ten temat ukazujących się na świecie liczona jest w tysiącach i są one już szczegółowe.

## Co to jest współpraca?

W przyrodzie istnieje niewiele przypadków organizmów, które potrafią radzić sobie ze wszystkim zupełnie same i nigdy nie są to organizmy zaawansowane ewolucyjnie. Przykładów współpracy międzygatunkowej lub wewnątrzgatunkowej wziętych z przyrody można natomiast mnożyć. Glon współpracuje z grzybem tworząc porost, mrówka broni akację

przed wyżeraniem, a ta daje jej pokarm i schronienie, nietoperze wampiry dzielą się krwią, ryba czyściciel usuwa z ciała rekina pasożyty żywiąc się nimi. Początkowo współpraca wydawała się biologom tajemnicza i niezrozumiała. W świecie bezwzględnej walki o byt organizmy powinny dbać o siebie, o swoje potomstwo i ewentualnie wykorzystywać inne. Najwyraźniej więc współpraca, skoro istnieje i jest powszechna, musiała przynosić większą korzyść niż jej brak.

Czym ona jest? *Wzajemną wymianą dóbr, umiejętności czy informacji przynoszącą obiektom współpracującym obopólną korzyść.*

Zazwyczaj pojęcie współpracy kojarzy się z dwoma organizmami wykonującymi różne czynności. Należy pamiętać, że współpracować może dowolna liczba organizmów, a czynności wykonywane przez nie nie zawsze muszą być różne. Weźmy przykład kilku ludzi, którzy mają za zadanie podnieść ciężką szynę. Każda osoba wykonuje tę samą czynność, a zadanie zostanie wykonane tylko wtedy, gdy wszystkie przystąpią do współpracy. Jedna osoba sobie tutaj nie poradzi.

Można by więc założyć, że organizm poradziły sobie z danym problemem, gdyby miał cechy, których nie ma, a otrzymuje je dopiero we współpracy. Powstaje zatem pytanie: czy musi współpracować? Dlaczego organizmy zwracają się w kierunku innych zamiast, mówiąc teleologicznie, wytworzyć sobie brakujące cechy na drodze ewolucji? Spójrzmy na poniższy przykład. Załóżmy, że organizmy A i B do przetrwania potrzebują przynajmniej w określonych chwilach posiadać cechy 2a, b, c.

## Obiekt A (a, b)      Obiekt B (a, c)

Istnieją dwa sposoby na poradzenie sobie z wymogiem środowiska — 2 a, b, c:

- U osobnika A powstają na drodze ewolucji cechy: a, c; u osobnika B — cechy a, b.
- Osobniki A i B przystępują do współpracy udostępniając sobie nawzajem brakujące cechy. Cechy już istnieją, choć nie w jednym osobniku. Musi wyewoluować otwarcie na ich wymianę.

Dlaczego ewolucja tak często wybiera drugi sposób na przetrwanie organizmów? Są tego 2 podstawowe przyczyny:

- Ewolucja wymiany cech jest bardziej prawdopodobna, więc takie rozwiązania szybciej, częściej powstają.
- Obecność niektórych cech w jednym organizmie pozostaje w konflikcie, np. samica wydająca potomstwo i opiekująca się nim nie będzie brała udziału w walkach o terytorium.

Klasyczną grą używaną przez naukowców zajmujących się wyjaśnieniem fenomenu współpracy jest tzw. **dylemat więźnia** (ang. *prisoner's dilemma*). Jest to



metafora oddająca pewien paradoks pojawiający się w tej grze.

Żałujemy, że dwójka osób została wzięta na przesłuchanie i jest podejrzana o złamanie prawa. Przesłuchania mają miejsce w dwóch osobnych pomieszczeniach. Przesłuchiwanym mają dylemat: sypać czy nie. Żałujemy, że milczenie to zachowanie współpracujące — oznaczone jako C, a sypanie drugiej osoby to odmowa współpracy (zdrada) — oznaczana jako D. Są cztery możliwe kombinacje ruchów w tej grze: CC, CD, DC, DD. Spójrzmy na tabelę poniżej:

Tabela 1. Macierz wypłat w dylemacie więźnia – PD

	Gracz 2: C	Gracz 2: D
Gracz 1: C	R = 3	S = 0
Gracz 1: D	T = 5	P = 1

Zauważmy, że  $T > R > P > S$ . Zależności między tymi wielkościami są bardzo istotne, a ich konkretne wartości arbitralne przy zachowaniu tych zależności. Jeśli obydwie osoby wybiorą współpracę (CC), to nie pójdą do więzienia, ale będą nadal podejrzewani. Wypłata  $R=3$ . Jeśli gracz 1 zdradzi, gdy gracz 2 współpracuje (DC), to zdrajca otrzymuje najwyższą nagrodę: nie idzie on do więzienia, a policja zamyka gracza 2 i nie czepia się już więcej zdrajcy. Ta najwyższa nagroda — T nazywana jest pokusą zdrady i jest czynnikiem wysoko destabilizującym dla współpracy. Gdy gracz 1 milczy, a gracz 2 sypie (CD), to kooperator staje się frajerem, idzie do więzienia i przypisana mu jest cała wina. Pozostaje jeszcze czwarta kombinacja: DD. Wypłata  $P=1$  jest niewielka i stanowi karę za brak współpracy. Obaj gracze idą do więzienia, choć dzielą się winą.

Czy w przypadku pojedynczej gry opłaca się współpracować? Wypłata R nie jest największą z możliwych. Istnieje niestety kusząca wypłata  $T > R$ . Jeśli zagramy D, a gracz 2 — C, to otrzymamy wypłatę  $T > R$  (R gdybyśmy zagrali C). Jeśli zagramy D, a gracz 2 — D, to otrzymamy wypłatę  $P > S$  (S gdybyśmy zagrali C). Bez względu więc na ruch gracza 2 opłaca się zagrywać D, czyli zdradzać. Nie można być przecież pewnym co zagrywa przeciwnik. Gdyby była pewność, że zagra C, opłacało by się też zagrać C i otrzymać R, które jest większe od P — rezultatu gry ostrożnej, nieufnej, bez współpracy. Tu tkwi dylemat. Współpracować czy nie?

W pojedynczej grze opłaca się zdradzić, gdyż nieznamość przeciwnika, nieufność i lęk przed wypłatą frajera skutecznie uniemożliwia powstanie współpracy w pojedynczym spotkaniu faworyzując gorszy, choć nie najgorszy stan niekooperacyjny — DD z pewną nadzieją na otrzymanie najwyższej wypłaty, gdy przeciwnik okaże się nieostrożnym frajerem.

A jednak w przyrodzie obserwujemy stany CC. Jakie warunki muszą być spełnione, aby faworyzować takie stany? W jakich sytuacjach osobnikom nie opłaca się zdradzać? Odpowiedzi na te pytania znajdują się w następnej części tego artykułu.

### Podstawowe typy współpracy

**1. Współpraca między bliskimi krewnymi.** Przyczyną ewolucji tego typu współpracy jest wysoki procent wspólnych genów u kooperatorów (właściwie alleli). Spójrzmy na tabelę 1. Jaka jest w tym przypadku re-

LP	TYP WSPÓŁPRACY	CZYNNIK UMOŻLIWIAJĄCY POWSTANIE
1.	Współpraca między bliskimi krewnymi	Wspólne geny
2.	Mutualizm uboczny	Wspólny problem usuwalny tylko razem
3.	Altruizm odwzajemniony	Częsta liczba spotkań, zapamiętywanie kooperatora

lacja między wartościami T,R,P i S? Jeśli gracz 2 jest ze mną blisko spokrewniony, to nie jest w moim interesie zdradzić go, gdyż działałbym na niekorzyść wielu kopii swoich genów. W obopólnym interesie alleli u krewnych jest współpraca i wspieranie się nawzajem. Zdradzanie gracza 2 daje korzyść tylko moim genom, a gdy zdradza gracz 2, to nie jest to w tym układzie najgorszy scenariusz, gdyż z dużym prawdopodobieństwem korzystają kopie moich genów. Najgorszą sytuacją jest stan niekooperacyjny. Wtedy żadna z kopii nie otrzymuje dodatkowej korzyści za wsparcie ze strony krewnego. Oczywiście musimy tu założyć, że  $2R > T + S$ , aby naprzemienne zdrady nie były bardziej korzystne niż współpraca. Zależność między wypłatami wygląda wtedy następująco:  $R > T > S > P$ .

Współpraca jawi się jako układ najkorzystniejszy, jeśli ktoś jest ze mną blisko spokrewniony. Tutaj nie ma najwyższej pokusy zdrady ( $T < R$ ), więc nie ma czynnika destabilizującego współpracę nawet przy pojedynczym spotkaniu.

W przypadku organizmów daleko spokrewnionych prawdopodobieństwo, że dana kopia mojego genu znajduje się w organizmie gracza 2 jest niewielkie. Jest to równoznaczne z sytuacją, w której gracz 2 jest z wysokim prawdopodobieństwem osobnikiem obcym. Wtedy  $T > R$  a  $P > S$  i mamy do czynienia z klasycznym, omawianym już dylematem więźnia, gdy gra rozgrywana jest tylko raz. Zjawiska występujące przy wysokim prawdopodobieństwie następnych spotkań zostały opisane w punkcie 3.

**2. Mutualizm uboczny** (ang. *by-product mutualism*). Wyobraźmy sobie, że na dwoje ludzi spada płyta, która będzie na nich działać siłą 800 N. Jedna osoba jest w stanie zadziałać w górę siłą 600 N, a druga — 200 N. Czy w takiej sytuacji to czy te osoby są spokrewnione, czy nie ma jakiegoś znaczenie? Zdrada którejkolwiek z osób spowodowałaby, że płyta w nie uderzy. Żaden osobnik nie będzie więc myślał o zdradzie, gdyż mogłaby ona mu zaszkodzić. Taki osobnik stałby się ofiarą własnego oszustwa. Takie zjawisko obrócenia się przeciwko zdrajcy jego własnej zdrady nazywane jest **efektem bumerangu**. Metafora ta pochodzi od narzędzia używanego przez Aborygenów, które ma zwyczaj wracania do właściciela. Relacje między wypłatami przedstawiają się tu następująco:  $R > T = S = P = 0$ .

Bywają więc sytuacje, w których trzeba współpracować bezwarunkowo, nie myśląc o zdradzie, a kooperatorzy są dla siebie niezbędni. Sytuacja komplikuje się, gdy osobnik dla osiągnięcia korzyści **może ale nie musi współpracować** i wystarczy, że wykorzystuje frajera. Zostanie ona omówiona w punkcie 3.

Mutualizm uboczny dobrze widać w reakcjach narodu na ingerencję innej nacji w jego sprawy lub nawet agresję. Wtedy nie liczy się pokrewieństwo, to



czy się kogoś lubi, czy nie, lecz wszyscy stawiają czoło agresorowi, bo tylko razem mogą tego dokonać.

Dobrym przykładem mutualizmu ubocznego wziętym z przyrody jest zjawisko *kooperacyjnego wyżerania*. Stwierdzono je u papugoryb i u ryby z rodziny warczowatych *Thalassoma lucanum*, u którego zostało ono opisane najlepiej. Ryba ta żywi się embrionami pewnego gatunku z rodziny garbikowatych — *Abudefduf toscelli*. Grupa osobników *Thalassoma* musi najpierw odegnąć od embrionów dorosłe osobniki *A. toscelli*. Zaobserwowano, że grupa 30 osobników *Thalassoma* nie jest w stanie odegnąć pilnujących swego potomstwa rodziców, ale grupa ponad 100 osobników dokonuje tego z łatwością.

**3. Altruizm odwzajemniony** (ang. *reciprocated altruism*). Istnieją takie sytuacje, w których obydwie strony nie muszą współpracować, aby poradzić sobie z jakimś problemem. Wtedy to:

- Można zyskać bardzo dużo zdradzając kooperatora otrzymując pokusę zdrady T dostając nic nie dając, lub
- Zyskać niewiele zdradzając i będąc zdradzonym i choć jest to układ gorszy niż współpraca wybrana zostaje zdrada ze względu na ostrożność i nieufność wobec przeciwnika. Obawa przed wypłatą S skutecznie destabilizuje zachowania kooperacyjne.

Takie zdarzenia mają miejsce w pojedynczym dylemacie więźnia — PD i już je omawialiśmy. Pojedyncze spotkanie nie faworyzuje więc współpracy. W rzeczywistych populacjach osobniki mają jednak szanse na ponowne spotkania albo nawet pozostają ze sobą w bezpośrednim kontakcie fizycznym (jak np. ukwiał i krab pastelnik).

Rozegramy teraz tzw. **iterowany dylemat więźnia** — IPD czyli PD powtarzany wiele razy. Rozpatrzmy następujące IPD: grają dwa osobniki reprezentujące dwie strategie, czyli sposoby postępowania z przeciwnikiem — ALLC (zawsze współpracuj) i ALLD (zawsze zdradzaj).

#### ALLC

C	C	C	C	C	C
D	D	D	D	D	D

#### ALLD

Osobnik ALLC dostaje wypłatę:  $S+S_w+S_w^2+\dots$ . Zróbmy wyidealizowane, ale nie mające zasadniczego wpływu na wynik założenie, że liczba spotkań jest nieskończona. Wypłata ma wtedy postać sumy ciągu:  $S/(1-w)$ . Dla ALLD ta wypłata wynosi:

$$T/(1-w) \gg S/(1-w).$$

Strategia **bezw warunkowo kooperacyjna** radzi sobie bardzo źle i będzie miała się gorzej od jakiegokolwiek strategii, która nie zawsze współpracuje (nawet od tej, która zdradza tylko raz). Właściwie ta strategia ma równe szanse tylko rozgrywając ze strategiami **w warunkowo kooperacyjnymi**, które nie zdradzają a współpracują tylko wtedy, gdy współpracuje przeciwnik. Jako że ALLC współpracuje, zawsze te strategie odpłacają ciągłą współpracą.

Trzeba też zauważyć, że populacja wyjściowa składająca się tylko z osobników ALLC świetnie prosperowałaby, gdyż wszyscy współpracują z wszystkimi

otrzymując wypłatę  $R/(1-w)$ . Problem polega na tym, że taka populacja jest niestabilna i podatna na inwazję jakichkolwiek strategii mających tendencję do zdrad. Po całkowitym wyparciu ALLC osobniki zdradliwie dostają wypłatę mniejszą niż  $R/(1-w)$ , lecz ich populacja nie jest już tak podatna na inwazję. Stabilność kosztem mniejszej wypłaty.

Sądząc po trudnościach strategii bezwarunkowo kooperacyjnej możemy wywnioskować, że lepiej radzić muszą sobie strategie sprytniejsze, karzące zdradę i współpracujące warunkowo. I tak rzeczywistość jest. Symulacje komputerowe, w których przeprowadzano pojedynki różnorodnych wymyślonych przez naukowców strategii sumując ich wypłaty, wykazały, że jedną z najlepiej sobie radzących jest **Wet za Wet** — TFT (*tit for tat*).

Swój ogromny sukces strategia ta zawdzięcza następującym cechom:

- Nigdy pierwsza nie zdradza (miła)
- Odpłaca zdradą po zdradzie (odwetowa)
- Współpracuje, gdy przeciwnik powraca do współpracy (wybacząca).

Przeciwnicy w grze IPD mogą zachowywać się bardzo różnie i trzeba liczyć się z próbami wykorzystywania. TFT wymierza kary za zdradę powodując, że zdrajca bardzo szybko dostaje niską wypłatę P. Można natomiast zawsze powrócić do współpracy z TFT i ponownie otrzymać  $R>P$ . W świecie różnych mutantów, które nie muszą być miłe, faworyzowane ewolucyjnie będą strategie redukujące współpracę ze zdrajcami ( $P>S$ ) i odwzajemniające zachowania kooperacyjne ( $R>P$ ). Do takich strategii należy TFT i dlatego zajmuje czołowe miejsca w rankingach sum wypłat z IPD rozgrywanych z wieloma strategiami.

## Galeria strategii

Rozpatrzmy bardziej szczegółowo strategię TFT. Jeśli otrzymuje ona wypłatę R (CC), to następnym posunięciem TFT jest współpraca. Podobnie po otrzymaniu T (DC). Jeśli natomiast TFT zostaje oszukana — S (CD) lub bierze udział w rozgrywce niekooperacyjnej z wypłatą P (DD), to następnym ruchem jest zdrada. Spróbujmy skonstruować teraz prostą macierz składającą się z zer i jedynek. Będzie ona reprezentować w pełni sposób reakcji w następnym ruchu na wypłatę: R, S, T, P. Współpracę oznaczmy jako 1, zdradę — jako 0.

Macierz dla TFT: **[1,0,1,0]** wyjściowo **C**

Jak mówią prawa kombinatoryki, liczba możliwych strategii jednoznacznego reagowania na każdą z 4 wypłat jest równa  $2^4 = 16$ . Oto niektóre z nich:

**ALLD wyjściowo D [0,0,0,0]** — *zawsze zdradzaj* — bez względu na wypłatę następny ruch to zdrada.

**ALLC wyjściowo C [1,1,1,1]** — *zawsze współpracuj* — bez względu na wypłatę następny ruch to współpraca.

**PAVLOV wyjściowo C [1,0,0,1]** — *simpleton* — jeśli była współpraca lub jej nie było, to w następnym ruchu współpracuj, jeśli zdradziłeś lub zostałeś zdradzony — zdradź.



**GRIM wyjściowo C [1,0,0,0]** — współpracuj tylko wtedy, gdy poprzednio była współpracą.

Naukowcy wyróżniają również inne, bardziej złożone typy strategii:

**STFT (suspicious TFT)** — podobna do TFT, ale na początku IPD podejrzliwie zagrywa D ale gdy otrzyma wypłatę T, przechodzi do współpracy. Równoznaczna z TFT wyjściowo D.

**GTFT (generous TFT)** — strategia podobna do TFT z tym, że z pewnym prawdopodobieństwem  $p$  różnym od 0 współpracuje po otrzymaniu S (wybacza). Najlepiej radzą sobie w komputerowych tumiejach GTFT o wartości  $p=1/3$ .

**TF2T (tit for two tats)** — podobna do TFT, z tą tylko różnicą, że wybacza jedną zdradę, zagrywając C, a zdradza dopiero po dwóch zdradach.

**FRIEDMAN** — współpracuj, jeśli była współpraca, ale jeśli pojawia się choć jedna zdrada (CD), to zdradzaj już do końca.

Są to tylko przykłady najbardziej znanych strategii. Jest rzeczą oczywistą, że przy nieskończonej liczbie spotkań ich liczba jest również nieskończona.

**Porządkujemy pojęcia**

W tej części artykułu wprowadzone zostanie kilka pojęć, które będą później używane już bez wyjaśnienia ich znaczeń.

- **Strategia czysta (pure strategy)** — jest to strategia, która w każdym posunięciu gry IPD podejmuje jednoznaczną decyzję czy zagra C, czy D. Przykład: **PAVLOV, TFT, ALLD**.
- **Strategia mieszana (mixed strategy)** — taka strategia jest mieszanką dowolnej liczby strategii czystych o pewnym ich składzie procentowym, np.  $p\%$  i  $(1-p)\%$ . Wobec  $p\%$  graczy zagrywa jedną strategię czystą, a wobec  $(1-p)\%$  graczy — drugą.
- **Strategia probabilistyczna (probabilistic strategy)** — taka strategia przynajmniej w jednym posunięciu gry IPD zagrywa C z prawdopodobieństwem  $q$  różnym od zera i D — z prawdopodobieństwem  $(1-q)$ . Przykład: **GTFT**.
- **Strategia miła (nice strategy)** — to strategia, która nigdy pierwsza nie zdradzi.
- **Strategia podła (mean strategy)** — strategia, która nigdy pierwsza nie zaproponuje współpracy.
- **Strategia bliźniacza (twin strategy)** — strategia, która w rozgrywce z jakąś strategią A zachowuje się tak jak A rozgrywając sama z sobą. Przykład:

**TFT**

C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C

**TF2T**

Strategie bliźniacze można jednak odróżnić, gdyż nie zachowują się one identycznie rozgrywając z odpowiednio dobraną trzecią strategią. Porównajmy na przykład rozgrywki TFT i TF2T z ALLD:

**TFT**

C	D	D	D	D	D
D	D	D	D	D	D

**ALLD**

**TF2T**

C	C	D	D	D	D
D	D	D	D	D	D

**ALLD**

Teraz pojawia się różnica.

**A jak to jest w rzeczywistości?**

Do tej pory omawialiśmy zagadnienie altruizmu odwzajemnionego za pomocą abstrakcyjnych idei. Teraz odpowiemy sobie na pytanie: czy są one realizowane w przyrodzie i jak konkretnie wyglądają? Odpowiedź na pierwszą część pytania jest twierdząca, a najwięcej prac biologów zajmujących się tym zagadnieniem dotyczy strategii TFT. Oto przykłady konkretnych realizacji TFT w przyrodzie:

a) **TFT u ciernika *Gasterosteus aculeatus***

Ciekawym zachowaniem obserwowanym u ryb jest tzw. inspekcja drapieznika. Polega ona na podplywaniu dość blisko niego w celu zasięgnięcia informacji o jego wielkości i zamiarach. U ciernika inspekcji dokonują zazwyczaj dwie ryby współpracując w ten sposób ze sobą. Zrobiono doświadczenia umieszczając w akwarium jednego osobnika tego gatunku, a w drugim — drapieznika. Akwarium z ciernikiem miało lustro, w którym ryba mogła widzieć swe odbicie. W jednym doświadczeniu lustro to było równoległe do ściany akwarium i odbicie ryby było kooperacyjne, gdyż poruszało się wraz z nią. W drugim doświadczeniu lustro było ustawione pod takim kątem, że odbicie uciekało w tył — było zdradliwe. W eksperymencie z lustrem kooperacyjnym ciernik znajdował się 2x częściej w połowie akwarium bliższej drapieznikowi niż w eksperymencie z lustrem zdradliwym. Dlaczego tak jest?

Lustro kooperacyjne pokazuje, że druga ryba współpracuje podczas inspekcji (CC), więc następnym ruchem ciernika było dalsze poruszanie się naprzód. Lustro zdradliwe pokazuje rybę zagrywającą D, więc jak nakazuje strategia TFT ryba redukuje współpracę pozostając też w tyle. Jeśli do drapieznika podplwają 2 ryby, ryzyko zjedzenia jest dla każdej z nich 2x mniejsze niż w przypadku 1 ryby — frajera z wypłatą S.

b) **TFT u *Tachycineta bicolor***

U tego gatunku jaskółki w każdym sezonie lęgowym można zaobserwować ptaki, które nie wychowują potomstwa. Mają one natomiast zwyczaj wizytowania gniazd par wychowujących pisklęta. Jak w tym przypadku wyglądają konkretne realizacje kombinacji CC, CD, DC, DD?

**CC** — rodzice nie odganiają wizytatora, wizytator uczy się o miejscu lęgowym nie uszkadzając potomstwa i pomagając odegnąć drapieznika.

**CD** — rodzice nie odganiają wizytatora, wizytator uczy się o miejscu lęgowym zabijając potomstwo i w niczym nie pomagając.

**DC** — rodzice odganiają wizytatora, on pomaga odganiać drapieznika niczego nie ucząc się o miejscu lęgowym.



DD — rodzice odganiają wizytatora, on w niczym im nie pomaga.

Stwierdzono doświadczalnie, że wyjściowa postawa rodziców to C. Pozwalają oni na wizytację gniazda. Gdy sztucznie usunięto pisklęta z gniazda, wizytator bardzo często był przez rodziców odgany. Ich strategia nosi więc wiele znamion TFT.

#### c) TFT a jednoczesne obojnactwo

U kręgowców jednoczesne obojnactwo występuje tylko u ryb i to zazwyczaj u gatunków żyjących głęboko pod wodą i mających populacje o małych gęstościach. Ryby te potrafią jednocześnie produkować zarówno jaja, jak i plemniki. Plemnik i jajo są w stanie przekazać równą ilość genów, ale inwestycja w jajo jest znacznie większa. To jest istota potencjalnego konfliktu, jaki może wystąpić między takimi rybami.

Obecność strategii TFT stwierdzono u pewnego gatunku strzępiela *Hypoplectrus nigricans* i u innego gatunku — *Serrnanus tortuganum*. Stan CC w iterowanym dylemacie więźnia wygląda tu tak: dwie ryby wypuszczają na przemian jaja i plemniki. Stwierdzono, że gdy jedna z ryb zdradza (wypuszcza plemniki zamiast jaj czyli chce przekazać taką samą ilość genów inwestując mniej), wtedy druga ryba czeka aż zostaną wypuszczone jaja. Właściwie ta strategia przypomina bardziej GTFT, gdyż ryby karzą zdradę w około 80% przypadków.

#### d) Figa — mściciel

Okazuje się, że nawet rośliny potrafią się mścić. Pewien owad o nazwie osa figowa składa w figach jaja i zapyła kwiaty. Jeśli osa zapyli zbyt mało kwiatów, drzewo odcina taką figę i potomstwo osy-zdrajczyni traci środowisko do rozwoju.

### Problem powstania i stabilności

**1. Powstanie.** Do tej pory zajmowaliśmy się osiągnięciami naukowców mającymi na celu wyjaśnienie współpracy. To znaczy zakładają oni, że współpraca już jest i szukają odpowiedzi na pytanie dlaczego przez wskazanie, jakie korzyści ewolucyjne przynosi. Równie ważne pozostają także pytania: jak utrwała się współpraca w populacji egoistów i jakie warunki muszą być spełnione, by ten stan był stabilny. W tej części zajmujemy się pierwszym pytaniem.

Stan wyjściowy — niekooperacyjny to populacja składająca się tylko z osobników ALLD. Wszystkie one dostają wypłatę:  $P+Pw+Pw^2+\dots = P/(1-w)$ . Symbol w wprowadzony już wcześniej oznacza prawdopodobieństwo następnego spotkania nazywane poetycko **ciemieniem przyszłości**. Jakakolwiek strategia zagrywająca wyjściowo C i różna od ALLD, jeśli powstanie jako jeden mutant w populacji egoistów, będzie miała się gorzej, bo nawet jeśli w (n-1) ruchach też będzie zdradzać, to w 1 ruchu dostanie S, a egoista T. Jedyną szansą jest inwazja populacji ALLD za pomocą grupy (klasteru) kooperatorów, którzy będą dużo zyskiwać na współpracy między sobą. Rozpatrzmy przykładową sytuację inwazji klasteru TFT do populacji ALLD:

W takiej sytuacji możliwe są 3 rodzaje spotkań i odpowiednie wypłaty (uproszczenie):

w — prawdopodobieństwo spotkania ALLD  
(1-w) — prawdopodobieństwo spotkania TFT

ALLD — ALLD: wP

TFT — ALLD: dla TFT: wS, dla ALLD: (1-w)T

TFT — TFT: (1-w)R

Aby strategia TFT miała się lepiej w otoczeniu ALLD, musi być spełniony warunek:  
 $(1-w)R + wS > wP + (1-w)T$ .

Po rozwiązaniu nierówności mamy:

$w > (T-R) / [(T-P)-(R-S)]$ .

Istotne jest zatem prawdopodobieństwo następnego spotkania rozgrywających. Jeśli jest ono wystarczająco duże, czyli większe od powyższej wartości, wtedy strategia TFT jest w stanie utrwalić się w populacji egoistów pod warunkiem, że zacznie jako klaster, a nie pojedynczy mutant.

Ogólnie, inwazji jest w stanie dokonać tylko strategia współpracująca warunkowo, gdyż będzie ona szybko karać ALLD i zyskiwać na współpracy wewnątrz klasteru. ALLC nie jest w stanie tego dokonać, bo nie kara ALLD, więc ta dostaje  $T > R$ .

W powyższych rozważaniach zakładaliśmy, że dla wszystkich osobników, bez względu na to jakie reprezentują strategie, prawdopodobieństwo spotkania jest jednakowe i wynosi w. Z czasem konstruowano bardziej skomplikowane modele zakładające, że zdraycy będą uciekać z populacji, a kooperatorzy przyjaźnić się zwiększając prawdopodobieństwo następnego spotkań. Takie budowanie modeli coraz bliższych rzeczywistości, coraz lepiej ją oddających, nazywamy **konkretyzacją**. Te modele przewidują, że w zależności od nasilenia tendencji do ucieczki i siły przyjaźni możemy otrzymać 3 rodzaje rozwiązań:

Stabilna koegzystencja TFT (q%) i ALLD (1-q)%

Dwa punkty stabilności TFT ( p% lub q%) i

ALLD (1-p)% lub (1-q)%

Wygrana ALLD i wyparcie TFT.

**2. Stabilność.** W poprzednich rozdziałach sporo mówiliśmy o strategii TFT jako o jednej z lepszych. Czy jest ona jednak najlepsza? Czy populacja składająca się tylko z osobników TFT jest stabilna i czy nikt nie jest w stanie dokonać jej inwazji? Są to pytania ważne i ciekawe i nimi się teraz zajmujemy.

Rozpatrzmy strategię PAVLOV. Współpracuje ona wtedy, gdy była współpraca lub jej w ogóle nie było, kara zdrayców i wykorzystuje frajerów. Jest więc: miła, odwetowa, sprytna i konstruktywna. W turniejach komputerowych również radzi sobie wyśmienicie.

Spójrzmy teraz jak radzą sobie strategii TFT i PAVLOV rozgrywające IPD same z sobą przy założeniu, że  $2R > T+S$  i możliwości zdarzenia się pomyłki.

TFT	pomyłka				
C	D	C	D	C	D
C	C	D	C	D	C

TFT

PAVLOV pomyłka

C	D	D	C	C	C
C	C	D	C	C	C

PAVLOV



W populacji osobników PAVLOV i TFT różnicujące są wypłaty z rozgrywek PAVLOV-PAVLOV i TFT-TFT. Jak widać, lepiej radzi sobie tutaj PAVLOV, gdyż niweluje konsekwencje pomyłki konstruktywnie powracając do współpracy, podczas gdy TFT zostaje uwikłany w niekończącą się serię wzajemnych odwetów. Następny przykład: wyobraźmy sobie populację składającą się z osobników TFT i TF2T. Jako że są to strategie bliźniacze, nie różnią się one wartością wypłat z rozgrywek ze sobą. Załóżmy teraz, że w tej populacji pojawi się mutant STFT. Oto możliwe 2 rodzaje rozgrywek z STFT:

TFT

C	D	D	D	D	D
D	D	D	D	D	D

STFT

TF2T

C	C	C	C	C	C
D	C	C	C	C	C

STFT

Strategia STFT spowoduje, że TF2T będzie otrzymywał znacznie większą wypłatę niż TFT i wyprze ją z populacji. Pod obecność trzeciej strategii pojawi się różnica między strategiami bliźniaczymi i doprowadzi do zwycięstwa jednej z nich. Widać więc, że TFT może zostać pokonana.

Wobec tego która strategia jest najlepsza? Która wygrywa zawsze? Czy taka strategia istnieje?

Jeffrey Lorberbaum z Uniwersytetu Stanford za pomocą abstrakcyjnego, ogólnego wywodu udowodnił, że taka strategia nie istnieje. Oto krótkie przedstawienie sposobu rozumowania Lorberbauma dla strategii czystych.

Wyobraźmy sobie populację składającą się tylko z osobników stosujących strategię A. Jakie warunki musiałyby być spełnione, aby była ona zawsze najlepsza czyli aby była **strategią ewolucyjnie stabilną** (ESS – *evolutionarily stable strategy*)?

Oznaczmy jako X każdą, dowolną strategię. Aby A była ESS, to poniższa nierówność musi być spełniona:

$$[V(A,A) - V(X,A)] + [V(A,X) - V(X,X)] > 0$$

Znaczy to, że albo osobniki A w spotkaniach ze sobą zyskują więcej niż jakakolwiek strategia X w spotkaniach z A (pierwszy człon), albo w spotkaniach z X osobniki A zyskują więcej niż osobniki X rozgrywając same z sobą (drugi człon).

Lorberbaum udowodnił, że nie ma takiej strategii czystej A, dla której powyższa nierówność byłaby spełniona dla każdej, dowolnej strategii X.

DOWÓD:

Założmy że  $Node(X/A, A)$  oznacza prawdopodobieństwo, że strategia A rozgrywając sama z sobą otrzyma pewien skończony ciąg wypłat, np. CCDCC. Jako że A jest czysta tylko dla jednego, konkretnego ciągu, prawdopodobieństwo to wynosi 1, dla pozostałych — 0. Oznaczmy jako B strategię bliźniaczą A, a jako  $Co-op(X, A)$  prawdopodobieństwo, że zagra C po otrzymaniu ciągu X. Strategie A i B są bliźniacze, jest więc jasne, że  $Co-op(X, A) = Co-op(X, B)$  dla X, dla którego  $Node(X/A, A) = 1$ . Wyobraźmy sobie pe-

wien ciąg Y, dla którego  $Node(Y/A, A) = 0$ . Jest on osiągalny tylko wtedy, gdy A lub B zagrywa z jakąś inną, **niebliźniaczą** strategią. Dla takiego Y  $Co-op(Y, A)$  może być większe lub mniejsze od  $Co-op(Y, B)$ . Sumy wypłat dla A i B nie różnią się tylko wtedy, gdy strategie te rozgrywają IPD między sobą. Można natomiast dla każdego A i B zawsze skonstruować takie mutanty, które wymuszą różnice między A i B na dowolną korzyść. Pod obecność jednego mutantu faworyzowana będzie A, a dla drugiego — B. A nie będzie więc nigdy absolutnie lepsze od B i odwrotnie. Dotyczy to każdej strategii czystej. C.N.W.

Istotą tego ogólnego dowodu jest pokazanie, że każda czysta strategia może zostać pokonana przez kombinację swej strategii bliźniaczej i odpowiednio dobranej trzeciej strategii. Oczywiście czasem wystarczy tylko jedna strategia, aby pokonać daną strategię, np. ALLD pokonuje ALLC, ale na podstawie takich przypadków nie da się skonstruować prostego, ogólnego dowodu.

Lorberbaum udowodnił także, że również żadna strategia mieszana i probabilistyczna nie jest ESS. Dowody te są prawdziwe, gdy *w* jest wystarczająco wysokie. Jeśli tak nie jest, to istnieje jedna strategia ewolucyjnie stabilna — ALLD.

Dlaczego więc w przyrodzie obserwujemy stabilne strategie kooperacyjne, np. TFT i GTFT, skoro nie są one ESS? Są tego przynajmniej dwa wyjaśnienia:

- Symbol X oznaczał każdą, dowolną strategię. Były to rozważania abstrakcyjne. W przyrodzie strategia zwycięska nad TFT czy GTFT może się nie pojawić, bo nie pojawiła się stosowna mutacja. Obserwowane strategie pozostają więc niestabilne tylko potencjalnie.
- W populacjach gatunków rozmnażających się płciowo osobniki zazwyczaj nie kojarzą się losowo. Jeśli współpraca już utrwaliła się w populacji, u samic kooperujących może istnieć preferencja samca kooperującego. Jak pokazały symulacje komputerowe, taka preferencja jest silnym czynnikiem stabilizującym daną strategię. Preferencja przez samice samców o cechach często występujących w populacji nazywa się **koinofilią**. Koinofilia jest cechą neutralną, bo gdy w populacji przeważają zdrajcy, powoduje ona stagnację.

Strategie przywiązane do miejsca

Przeprowadzano też symulacje komputerowe mające na celu obrazować zjawiska w populacjach gatunków osiadłych. Te modele zakładają, że populacje mają stałą strukturę i interakcje między osobnikami mają charakter lokalny czyli osobniki rozgrywają PD tylko ze swymi najbliższymi sąsiadami, a nie z jakimkolwiek przypadkowo napotkanym osobnikiem z populacji.

Komputerowym modelem stałej struktury populacji była siatka  $n \times n$  komórek. Każda komórka reprezentowała strategię, która rozgrywa 8 gier PD z ośmioma sąsiadami. Po rozgrywce komórka wypełniana jest potomkiem jednej z ośmiu sąsiadujących — tej zwycięskiej lub pozostaje bez zmian, gdy największą wypłatę dostaje ona sama.



Symulacje komputerowe pokazały, że ustrukturalizowanie strategii powoduje, że te kooperacyjne rozpowszechniają się bardzo szybko osiągając w dużych populacjach nawet 90% całkowitej liczby strategii. W populacjach nieustrukturalizowanych ich procent wynosi średnio 20%.

Zauważono też, że w modelach stałej struktury bardzo często wygrywają takie strategie jak PAVLOV, a szczególnie GENEROUS PAVLOV, która z pewnym prawdopodobieństwem  $0 < P < 1$  wybaczają zdrady. Gdy współpraca już w takich populacjach ustala się, mutanty ALLD mają bardzo niske szanse na inwazję. Skupiska strategii warunkowo kooperacyjnych są wtedy niezwykłe, bo dużo zyskują na współpracy z sobą. Zaobserwowano również inne ciekawe zjawisko w populacjach ustrukturalizowanych. Procent strategii kooperacyjnych typu GENEROUS, czyli czasami wybaczących zdrady, był w dużych populacjach tego typu nawet 5 razy wyższy niż w nieustrukturalizowanych.

### Problem trzech ciał

A co dzieje się, jeśli IPD rozgrywany jest przez 3 osoby w tym samym czasie?

Sytuacja tutaj komplikuje się, gdyż trzeba liczyć się z zagrywkami dwóch przeciwników, które mogą być różne i reagować na nie tak, aby być lepszym od obydwoh.

Liczba możliwych rodzajów wyników wynosi  $2^3 = 8$ . Spójrzmy jak przedstawiają się wypłaty dla graczy 1,2,3, np. przy zagraniu przez nich odpowiednio: C, C, D.

Gracz 1:  $(R+S)/2$

Gracz 2:  $(R+S)/2$

Gracz 3: T

Przeprowadzono symulacje komputerowe 3-osobowego IPD dla populacji ustrukturalizowanych. Na początku szybki, choć krótki sukces odnosili zdrajcy czyli strategię ALLD. Potem ALLD została wyparta przez strategię TFT-2 (wyjściowo C, jeśli dostałeś CC grając C graj C, jeśli CD lub DD graj D, jeśli dostałeś CD lub CC grając D graj C, jeśli DD graj D).

Po pewnym czasie w populacji TFT-2 ogromny sukces zaczęły odnosić 2 strategię: X, Y na dłuższą metę stabilnie koegzystując. Oto ich opis:

X — wyjściowo C, jeśli dostałeś CC lub DD grając C graj C, jeśli dostałeś CD grając C graj D, jeśli dostałeś CD lub DD grając D graj D, jeśli CC graj C.

Y — wyjściowo C, jeśli dostałeś CC grając C graj C, jeśli CD lub DD graj D i zdradzaj już do końca.

### Zakończenie

W tytule tej pracy przeglądowej mowa o starciu korzyści z konfliktami. W przypadku współpracy mię-

dzy bliskimi krewnymi i mutualizmu, czyli wtedy gdy organizmy są dla siebie niezbędne, tego konfliktu nie ma. Wypłata za współpracę — R jest największa i każdy organizm chce ją dostać, a ściślej mówiąc, dążność do współpracy jest faworyzowana ewolucyjnie. Dlaczego? We wszystkich rozważaniach zawartych w tym artykule obowiązuje realne założenie, że ilość wydanego potomstwa jest proporcjonalna do wysokości wypłaty. A przecież w ewolucji ilość wydanego potomstwa jest niezwykle ważna. Ciekawe zjawiska pojawiają się natomiast w przypadku altruizmu odwzajemnionego organizmów niespokrewnionych. Tutaj współpraca ma wroga: zdradę połączoną z dużymi doraźnymi korzyściami. W przypadku tego typu współpracy, opartej na odwzajemnionych zachowaniach kooperacyjnych istotnymi czynnikami są prawdopodobieństwo następnego spotkania i strategia, jaką stosuje przeciwnik. Pokusa zdrady może, ale nie musi zostać ukarana, współpraca może, ale nie musi zostać podjęta. Rozgrywki mogą wyglądać tutaj przeróżnie, a współpraca nie zawsze jawić się jako stała i harmonijna.

Co faworyzuje wysokie prawdopodobieństwo spotkania? Z pewnością osiadły tryb życia i małe populacje. Z pewnością wyjaśnia to fakt posiadania przez kolonie mrówek wielu symbiontów, gdyż rzadko zmieniają one miejsce i posiadania wielu pasoszytów przez koczownicze kolonie pszczoł. Z pewnością wyjaśnia to też, choć nie usprawiedliwia znieczulicę ludzi żyjących w wielkich miastach. Jak jest bowiem prawdopodobieństwo ponownego natknięcia się na osobę leżącą na chodniku gdy ja będę kiedyś w potrzebie? Nawet wiele poczynań kooperacyjnych obserwowanych u ludzi tylko pozornie sprawia wrażenie ludzkich. Weźmy przykład kilkusobowej grupy przemierzającej pustynię, na które rzadko i bez żadnej regularności rozsiane są butle z wodą. Jak powinna zachować się osoba, która znalazła butlę? Tak jak nakazuje jej rozum, czyli podzielić się z wszystkimi wodą. Dlaczego? Gdyby znalazca przeznaczył wodę tylko dla siebie, reszta grupy zginęłaby z pragnienia. Prawdopodobieństwo, że ta sama osoba znajdzie następną butlę, jest niewielkie. Raczej natknęłaby się na nią inna osoba z grupy. Ale ona zginęła z pragnienia. W interesie pierwszego znalazcy jest więc utrzymywać całą grupę — wszystkich potencjalnych znalazców przy życiu i w interesie wszystkich — strategia dzielenia się wodą. Zachowanie nieegoistyczne, udostępniające jest tu w szeroko pojętym egoistycznym interesie jednostki, choć przyczyną tego typu zachowań u ludzi może być też człowieczeństwo.

Wpłynęło 20 VI 2000

Mgr Maciej Panczykowski  
Zakład Fizjologii Bezkręgowców, Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego



RYSZARD RYWOTYCKI (Kraków)

## ZNACZENIE OPAKOWAŃ ŻYWNOSCI A ZAGROZENIA SANITARNO-HIGIENICZNE

Mówiąc o procesach przygotowania artykułów spożywczych, np. konserw mięsnych lub owocowo-warzywnych, myślimy i zwracamy szczególną uwagę na wsad oraz prawidłowość procesu technologicznego, w mniejszym stopniu skupiając się na opakowaniu. Nie zawsze zdajemy sobie sprawę, jak bardzo silny związek pomiędzy produktem i opakowaniem ma miejsce w przemyśle spożywczym, gdzie ze względu na stosunkowo dużą podatność wyrobów żywnościowych na niekorzystne zmiany opakowanie musi niejako stanowić integralną część wyrobu gotowego. Mimo rozwoju różnych technik pakowania, podstawowym opakowaniem do żywności utrwalonej termicznie są nadal puszki metalowe. Parametrami krytycznymi, które mogą je dyskwalifikować, są zniekształcenia kołnierzy utrudniające ich zamykanie po napełnieniu produktem oraz braki w ciągłości wewnętrznych powłok lakierowych. Bardzo ważnym parametrem w ocenie puszek konserwowych jest również ocena odporności wewnętrznych powłok lakierowych na reakcję z przewidzianymi do pakowania produktami spożywczymi. Do istotnych parametrów w ocenie jakości puszek metalowych należy również migracja globalna. Puszki przeznaczone do artykułów żywnościowych nie mogą wpływać na właściwości organoleptyczne pakowanych produktów i powinny posiadać atest sanitarny. Rozwój produkcji żywnościowej pakowanej w opakowania metalowe i potrzeba długotrwałego jej przechowywania w warunkach otoczenia wymagają efektywnej ochrony puszek przed korozją.

Stosowanie nowoczesnych technologii produkcji puszek zgrzewanych i głęboko tłoczonych oraz przepisy ochrony zdrowia znacznie zaostryły wymagania stawiane lakierom i surowcom do ich produkcji. Poza spełnieniem wymagań krajowych władz sanitarnych, w wypadku eksportu żywności do krajów Unii Europejskiej dodatkowo muszą być spełnione wymagania określone w dyrektywach Komisji Europejskiej. Praktycznie nie ma uniwersalnych powłok, które byłyby odporne na działanie wielu substancji obecnych w produktach spożywczych. Ten sam produkt może posiadać inny skład chemiczny w związku z różnym nawożeniem mineralnym, stosowaniem środków owadobójczych czy grzybobójczych, rodzajem gleby. Producenci żywności w Polsce muszą się przekonać do konieczności wdrażania i przestrzegania wymagań metody HACCP, a także norm z serii 9000, bowiem ich spełnienie daje duże możliwości w rywalizacji rynkowej. Zapewnienie jakości, a nie jedynie kontrola jakości, powinno być traktowane dynamicznie i podlegać stałemu doskonaleniu, bowiem jakość produktów spożywczych jest tematem kompleksowym i czymś więcej niż tylko zapewnieniem bezpieczeństwa żywności. W trudnej walce o klienta polskie przedsiębiorstwa przemysłu spożywczego muszą zagwarantować powtarzalną i wysoką jakość produktów, która usatysfakcjonuje konsumentów (o

tym, że aby osiągnąć sukces należy być lepszym niż inni, nie trzeba już przekonywać przedsiębiorstw). Najważniejsza jest sprzedaż wyprodukowanych wyrobów, a nie ich wytwarzanie. Aby sukces był możliwy, coraz więcej przedsiębiorstw wybiera strategię i politykę zarządzania oraz zapewnienia jakości zgodnie ze standardami międzynarodowymi.

Sposób myślenia o jakości można całkowicie sprowadzić do sposobu rozumowania i ujęcia, który mówi: „Jakość znajduje się na początku reakcji zmierzającej do sukcesu przedsiębiorstwa”. Tzw. reakcja łańcuchowa. Mimo oczywistego stwierdzenia, że jakość leży u podstaw obniżenia kosztów czy uzyskania nowych miejsc pracy, w wielu przedsiębiorstwach panuje przekonanie, że ilość (wydajność) produkcji przejdzie w jej jakość. Jest to oczywista zmiana przyczyny i skutku. Wydajność jest bowiem wielkością w pełni zależną od innych wielkości, gdy tymczasem jakość jest wielkością źródłową, która musi być wypracowana. Celem utrzymania wysokiej stabilności i jakości procesu musi istnieć ściśle współdziałanie pomiędzy systemem wytwarzania a systemem kontroli jakości. W zależności od zasięgu i skuteczności oddziaływania na jakość produkowanych wyrobów można wyróżnić cztery poziomy. Prawie żaden produkt, poza nielicznymi wyjątkami, nie może spełniać swojej podstawowej funkcji bez opakowania. Szczególnie w momencie zakupu produktów żywnościowych klient nie ma żadnych możliwości ich oceny. Jest bezbronny wobec złej jakości żywności występującej w formie różnego rodzaju niedostrzeżalnych skażeń i zanieczyszczeń. Każdy dokonany zakup jest zaliczką zaufania klienta wobec dostawcy, dlatego dostawca powinien zapewnić i udowodnić, że podejmowane przez niego działania umożliwiają zachowanie wymaganej jakości pakowanych produktów. Klienta można bardzo łatwo stracić, a odzyskać go jest bardzo trudno. Ważnym elementem pozyskiwania zaufania klienta jest posiadanie certyfikatu jakości na wyroby, udzielonego przez niezależną akredytowaną jednostkę certyfikującą. W tym znaczeniu certyfikat odgrywa ogromną rolę marketingową. Ponadto jednym z najistotniejszych praw konsumenta jest prawo do bezpieczeństwa, tzn. do ochrony przed wyrobami mogącymi stwarzać zagrożenie. Wyrazem realizacji praw konsumenta do bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w Unii Europejskiej są dyrektywy dotyczące ogólnych zasad bezpieczeństwa wyrobu oraz odpowiedzialności za wadliwy wyrób.

Wiele produktów nie objętych tymi przepisami może być certyfikowanych tylko na życzenie klienta. Jednak obowiązujące ustawodawstwo w krajach Unii Europejskiej oraz wymogi rynku powodują, że nawet w takich wypadkach wiele wyrobów nie zostanie na rynku zaakceptowanych bez certyfikatu jednostki certyfikującej, potwierdzającej wysoką jakość oraz bezpieczeństwo użytkowania. Fakt, że certyfikacji dokonała jednostka certyfikująca, niezależna od dostawcy



i odbiorcy, daje gwarancję kompletności, poprawności i bezstronności oceny. Niemniej jednak pełną odpowiedzialność za jakość i bezpieczeństwo wyrobu ponosi producent. Konieczne jest podkreślenie i właściwe zrozumienie motywów towarzyszących wdrażaniu w przedsiębiorstwie certyfikowanego systemu jakości, a także wymaganie od swojego dostawcy posiadania certyfikowanego systemu jakości oraz świadectwa dla wyrobu. Przedsiębiorstwa, które są motywowane przez klientów lub konkurencję na rynku, uważają certyfikację za pewien rodzaj działań i wydają się być zadowolone z faktu, że przeszły certyfikację. Jednak często zdarza się, że przedsiębiorstwa te w dalszym okresie działalności są niezadowolone. Natomiast przedsiębiorstwa, które traktują certyfikację jako początkowy krok do tworzenia struktury zarządzania jakością i które opracowały własny mechanizm dalszego doskonalenia jakości, doceniają korzyści będące następstwem certyfikacji.

Certyfikacja kosztuje, ale poprzez nią można uzyskać znaczne obniżenie kosztów, a więc pełne spełnienie wymagań klienta. Ponadto, wobec ciągle rosnących wymagań stawianych producentom żywności, powinni oni nie tylko występować na rynku w roli dostawcy, ale także w roli klienta. Zapewniając spełnienie przez siebie wymagań stawianych przez normy z serii ISO 9000 i HACCP, mają prawo wymagać od swoich dostawców — producentów opakowań metalowych, spełnienia wymagań tych samych norm i certyfikatów dla wyrobu; również w celu ochrony bezpieczeństwa i zdrowia oraz interesów nas wszystkich — konsumentów. Opakowanie powinno zabezpieczać produkt przed dostępem drobnoustrojów ze względu na: — drobnoustroje chorobotwórcze; — utrzymanie jakości produktów wyjałowionych. Drobnoustroje nie mogą przenikać przez większość materiałów opakowaniowych, mogą jednak wnikać do wnętrza przez mikronieszczelności w miejscach łączenia. Mikronieszczelności takie tworzą się np. w puszkach metalowych w czasie schładzania po sterylizacji. Wskazane jest wówczas chłodzenie puszek w wodzie chlorowanej. Istotną rolę w ochronie przed zepsuciem mikrobiologicznym spełnia odpowiednia barierowość opakowania dla gazów przy pakowaniu produktów w atmosferze modyfikowanej. Utrzymanie odpowiedniego stężenia tlenu i dwutlenku węgla wewnątrz opakowania ma istotny wpływ na trwałość produktu. Zwykle stężenie tlenu utrzymuje się na niskim poziomie w celu zapobieżenia rozwoju chorobotwórczych beztlenowców. Przepuszczalność opakowań oraz zachodzące w produkcji procesy chemiczne, biochemiczne i fizjologiczne to przyczyny zmiany składu gazów w opakowaniu w czasie przechowywania. Niektóre tworzywa opakowaniowe (metale, szkło) nie przepuszczają gazów i par; pewną przepuszczalność wykazują natomiast tworzywa sztuczne i papiernicze. Gazy mogą również przechodzić przez nieszczelności w opakowaniu. Przy pakowaniu owoców i warzyw stosuje się niekiedy opakowania perforowane dla ułatwienia wymiany gazów z otoczeniem. Korzystając z tej zależności można obliczyć ilość gazu który przedyfunduje przez materiał opakowaniowy.

W wielu przypadkach należy uwzględnić, że dyfundujący gaz jest substratem reakcji chemicznej lub jest zużywany w procesie oddychania. Np. tlen jest zużywany stopniowo, a w produkcji tworzy się gradient stężenia tego gazu, co wpływa na jego cząstkowe ciśnienie w opakowaniu. W produktach ciekłych, w obecności związków ulegających łatwo utlenieniu, obserwuje się szybki spadek zawartości tlenu w opakowaniu. Zjawisko takie obserwowano między innymi w soku pomarańczowym. Jednocześnie następował duży spadek zawartości kwasu L-askorbinowego. Skład atmosfery otaczającej produkt wpływa na procesy fizjologiczne, biochemiczne oraz na rozwój drobnoustrojów. Zastosowanie znalazła głównie zmiana składu gazowego, polegająca na obniżeniu zawartości tlenu i podwyższeniu zawartości dwutlenku węgla. Przy przechowywaniu w atmosferze modyfikowanej w temperaturze 4-5°C i zastosowaniu odpowiedniego opakowania można uzyskać nawet kilkakrotne przedłużenie okresu trwałości produktów łatwo psujących się. W tkankach roślinnych oddzielonych od rośliny macierzystej zachodzą procesy fizjologiczne, z których najważniejsze to oddychanie, dojrzewanie i transpiracja. Procesy oddychania powodują, że model wymiany gazów między zapakowanym produktem a otoczeniem jest w tym przypadku bardzo skomplikowany: tlen dyfundujący do opakowania jest zużywany w procesach oddechowych, jednocześnie wewnątrz tkanki powstaje dwutlenek węgla.

W niektórych przypadkach może również następować wydzielanie się etylenu. Nie bez znaczenia dla szybkości oddychania jest — oprócz temperatury, stężenia gazów, obecności stresów — także powierzchnia i wolna objętość opakowania oraz dyfuzyjność gazów przez tkanke. Wskutek zachodzących procesów oddychania w opakowaniu ustala się stan równowagi między zawartością O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>. Przepuszczalność materiału, odpowiednio dobrana do rodzaju surowca i warunków przechowywania, winna umożliwić utrzymanie tej równowagi na odpowiednim poziomie. Regulacja składu gazowego atmosfery otaczającej produkt w czasie przechowywania jest bardzo ważna dla surowców nie przetworzonych lub przetworzonych w małym stopniu. Aktywne pozostają wówczas układy enzymatyczne, a obróbka wstępna lub zabiegi czyszczenia powodują uszkodzenie surowca, co wywołuje reakcje na działające stresy. Procesy fizjologiczne mogą doprowadzić do zepsucia się takich produktów szybciej, niż drobnoustroje. Zmniejszenie szybkości procesów fizjologicznych uzyskuje się najczęściej przez modyfikację składu atmosfery i/lub obniżenie temperatury. Przy obniżeniu zawartości O<sub>2</sub> lub podwyższeniu zawartości CO<sub>2</sub> obserwuje się m.in. zmniejszenie szybkości dojrzewania, oddychania, wytwarzania etylenu, mięknięcia, degradacji chlorofilu, brązowienia enzymatycznego oraz wrażliwości na fizjologiczne działanie etylenu. Optymalny skład gazowy, ze względu na zróżnicowanie procesów fizjologicznych owoców i warzyw, w każdym przypadku jest różny; zależy od gatunku, stopnia dojrzałości i temperatury. Ogólnie przyjmuje się, że atmosfera otaczająca produkt winna zawierać 2-5% tlenu i 3-8% dwutlenku węgla.



Zbyt niska zawartość tlenu lub zbyt wysoka zawartość CO<sub>2</sub> jest niepożądana ze względu na oddychanie beztlenowe, w wyniku którego powstają produkty niepełnego utleniania, np. aldehydy, etanol. Atmosfera beztlenowa może prowadzić do powstawania niepożądanych zmian smaku lub zapachu. Bardzo poważne problemy napotyka się przy modelowaniu zmian w zmiennych warunkach otoczenia. Wykazano, że nawet niewielkie różnice w zużyciu tlenu przez produkt oraz nieznaczne ilości tlenu przenikającego przez opakowanie mogą spowodować duże różnice jego ciśnienia cząstkowego wewnątrz opakowania. Dodatkowym czynnikiem zaburzającym równowagę są wahania temperatury przechowywania, co ma poważny wpływ na poziom ilości tlenu wewnątrz opakowania. Ogranicza to możliwości utrzymania odpowiedniego składu atmosfery. Zwiększona zawartość dwutlenku węgla ogranicza wzrost drobnoustrojów, przedłużając zarówno fazę spoczynkową, jak i czas ich podziału w fazie logarytmicznego wzrostu. Hamujące działanie wykazuje rozpuszczony dwutlenek węgla w postaci kwasu węglowego, stąd istotną rolę odgrywają temperatura, stężenie CO<sub>2</sub> oraz zdolności buforujące środowiska. Wzrost zawartości CO<sub>2</sub> i obniżenie O<sub>2</sub>, powodują zmianę składu mikroflory, np. zwiększa się liczba bakterii Gram-dodatnich, zwłaszcza mlekowych. Atmosfera modyfikowana nie hamuje całkowicie rozwoju drobnoustrojów.

Stąd, ze względu na niebezpieczeństwo ich rozwoju, szczególnie drobnoustrojów chorobotwórczych, produkty pakowane w atmosferze modyfikowanej z reguły przechowuje się w temperaturze chłodniczej. W przypadku spadku zawartości tlenu do zbyt niskiego poziomu możliwy jest rozwój psychrofilnych beztlenowców. Aby nie dopuścić do rozwoju *Cl. botulinum* zawartość tlenu winna wynosić co najmniej 2%. Jest to szczególnie ważne, jeżeli pH jest wyższe niż 4,5 albo temperatura przechowywania wyższa niż 3°C. W przypadku wielu produktów, obecność nawet bardzo małych ilości tlenu — rzędu kilku mg/kg, może znacznie obniżyć ich jakość wskutek zmian smaku i zapachu czy rozkładu niektórych witamin. Ilość tlenu dostępnego dla reakcji chemicznych i innych procesów jest w zamkniętym opakowaniu zwykle niewielka i ograniczona. Przyczyną zwiększenia ilości dostępnego tlenu może być zastosowanie materiału opakowaniowego przepuszczalnego dla gazów lub mikronieszczelności opakowania, np. między uszczelką z PVC zamknięcia koronowego a szyjką butelki, może przechodzić 0,001-0,002 ml O<sub>2</sub>/dzień. Obecność tlenu może powodować wiele niekorzystnych zmian jakości, wywołanych reakcjami i procesami, w których bierze on udział jako substrat. Są to m.in.: — autooksydacja tłuszczów, — utlenianie kwasu L-askorbinowego, witaminy E, β-karotenu, — utlenianie barwników, — utlenienie niektórych aminokwasów, — reakcje enzymatycznego brązowienia, — oddychanie tlenowe owoców i warzyw, — rozwój mikroflory tlenowej, szczególnie pleśni. Niektóre procesy przebiegające z udziałem tlenu często decydują o trwałości produktu, np. jętczenie oksydacyjne tłuszczu. Szczególnie niebezpieczna dla jakości żywności jest reakcja autooksydacji tłuszczów. Jej produkty mają nieprzyjemny zapach i smak, charakteryzują się

bardzo niskim progiem wyczuwalności sensorycznej, który może nawet wynosić poniżej 1 ppb (mg/tonę).

Nagromadzenie się produktów autooksydacji tłuszczów może być przyczyną dyskwalifikacji żywności zawierającej nawet bardzo niewielkie ilości tłuszczów. Spośród produktów szczególnie narażonych na zmiany wywołane reakcjami autooksydacji należy wymienić: smażone przekąski (np. chipsy), płatki śniadaniowe, suszone lub mrożone owoce, warzywa, mięso, ryby, gotowane i chłodzone mięso, kawę, oleje, margaryny, przyprawy. Dla zahamowania autooksydacji nie wystarczy zwykle tylko usunięcie tlenu, lecz często konieczne jest również stosowanie przeciwutleniaczy. Z drugiej strony, brak tlenu w środowisku może być przyczyną takich procesów jak: — oddychanie beztlenowe owoców i warzyw, — rozwój drobnoustrojów z grupy bezwzględnych beztlenowców, np. *Cl. botulinum*, — zmiany barwy świeżego mięsa. Przewidywanie wpływu przepuszczalności tlenu przez opakowanie na szybkość psucia się żywności jest bardzo trudne. Szybkość utleniania zależy od wielu czynników, np. od aktywności wody. Zużycie tlenu w reakcjach chemicznych zmienia się wraz ze stopniem zaawansowania reakcji, np. w przypadku reakcji autooksydacji najwięcej tlenu pochłaniane jest w okresie propagacji. O szybkości procesów utleniania mogą decydować np. procesy dyfuzji i rozpuszczania, wpływające na stężenie rozpuszczonego tlenu w żywności. Procesy dyfuzji przez materiał opakowaniowy oraz w produkcie przebiegają najwolniej, w związku z tym głównie decydują one o szybkości utleniania. Na szybkość wnikania tlenu do produktu wpływają m.in. takie wielkości jak: stosunek powierzchni do objętości, ciśnienie cząstkowe tlenu, temperatura, stopień zaawansowania reakcji, wielkość powierzchni międzyfazowej, wymiary liniowe produktu, obecność i grubość błon komórkowych. Dla obniżenia ilości tlenu w opakowaniu i w produkcie przeprowadza się różne zabiegi przed pakowaniem (np. podgrzanie produktu) lub w czasie pakowania (np. przy produkcji konserw apertyzowanych wtrysk pary wodnej do wolnej przestrzeni, zastępowanie powietrza azotem). Stosuje się również metody usuwania tlenu z opakowania w czasie przechowywania, np. przez umieszczenie w opakowaniu glukooksydazy i katalazy, dodawanie substancji łatwo utleniających się, stosowanie aktywnych materiałów opakowaniowych. W czasie przechowywania produktu może nastąpić zmiana zawartości wody i przez to zmiana jej aktywności, wskutek: — pochłonięcia lub odparowania wody, — procesów fizjologicznych, np. oddychania owoców, — procesów mikrobiologicznych.

Wysychanie następuje wtedy, kiedy produkt znajduje się w otoczeniu o wilgotności względnej powietrza niższej od wilgotności równowagowej. Na wysychanie najbardziej narażone są produkty o dużej wilgotności. Przy przechowywaniu w warunkach chłodniczych lub zamrażalniczych woda może ulegać odparowaniu lub sublimacji i osiadać na wewnętrznej stronie opakowania. Następuje wówczas oszronienie opakowania i częściowe wyschnięcie produktu. Zjawisku temu sprzyjają wahania temperatury przechowywania. Zmniejszenie zawartości wody w produ-



kie na skutek jej odparowania może powodować bardzo różne konsekwencje, np.: pogorszenie konsystencji, pomarszczenie powierzchni, zwiększenie powierzchni kontaktu z powietrzem i przyspieszenie utleniania, zmianę barwy, ubytki wagi produktu.

W przypadku świeżych owoców i warzyw odparowanie wody powoduje zmniejszenie odporności produktu na choroby i szkodniki. Pochłanianie wody ma miejsce wtedy, gdy produkt znajduje się w powietrzu o zbyt wysokiej wilgotności. Może to powodować niekorzystne następstwa jak: utratę chrupkości, zwiększenie podatności na zepsucie mikrobiologiczne, zbrylanie się, przyspieszenie reakcji chemicznych i biochemicznych, obniżenie temperatury przejścia szklistego (co może powodować zbrylanie się produktu, krystalizację itp.). Woda, która jest zwykle pod względem ilości głównym składnikiem produktów żywnościowych, wpływa w bardzo dużym stopniu na szybkość zmian zachodzących podczas przechowywania żywności. W przypadku procesów chemicznych i enzymatycznych pełni ona funkcję rozpuszczalnika, modyfikatora katalizatorów i inhibitorów, często jest substratem lub produktem reakcji. Wzrost zawartości wody może zwiększać szybkość reakcji m.in. poprzez zwiększenie ruchliwości substratów oraz rozpuszczenie katalizatorów. Dzięki napęcznieniu polimerów zwiększa się również odsłonięcie ich powierzchni i zwiększenie powierzchni międzyfazowej. Miernikiem dostępności wody dla różnych procesów zachodzących w żywności jest aktywność wody. Aktywność wody ( $a_w$ ) produktu winna być utrzymana na określonym poziomie, poniżej lub powyżej wartości krytycznych.

Przekroczenie tych wartości może spowodować m.in. przyspieszenie reakcji chemicznych; wzrost drobnoustrojów patogennych, zwykle przy  $a_w$  powyżej 0,7-0,75; zepsucie mikrobiologiczne, zwykle przy  $a_w$  powyżej 0,6-0,7; utratę chrupkości, np. dla suchych przekąsek powyżej 0,35-0,5; zbrylanie się produktu, zwykle przy  $a_w$  powyżej 0,35-0,5; pęknięcie makaronów wskutek wibracji lub w czasie gotowania, zwykle przy  $a_w$  poniżej 0,4-0,5; produkty o średniej zawartości wody (niektóre wyroby cukiernicze, pieczywo), stają się zbyt twarde przy  $a_w$  poniżej 0,5-0,8. Żywność odwodniona, o aktywności wody poniżej 0,4-0,5 jest bardzo narażona na procesy utleniania. Stąd przy jej pakowaniu bardzo ważne jest usunięcie tlenu z opakowania i zastosowanie materiału o dużej barierowości dla tego gazu. Największe zmiany aktywności wody występują wskutek wymiany wody z otoczeniem. Siłą napędową procesu jest różnica prężności par  $\Delta p$ , p, zgodnie z prawem Fick'a. W celu zapobieżenia pochłanianiu wody należy dobrać opakowanie o odpowiednio niskiej przepuszczalności pary wodnej. Wymagania dla przepuszczalności materiału opakowaniowego można określić na podstawie izotermi sorpcji oraz znajomości wilgotności i temperatury otoczenia.

Przepuszczalność tworzyw sztucznych zależy od temperatury oraz od poziomu wilgotności powietrza i produktu. Woda może rozpuścić się w folii, uplastyczyć ją i spowodować obniżenie temperatury przejścia ze stanu szklistego w stan gumowaty, co przyspiesza krystalizację polimeru. Migracja lotnych

związków zapachowych przez materiał opakowaniowy przebiega tak samo jak pary wodnej czy innych gazów. Opakowanie musi zabezpieczyć produkt przed ulatnianiem się związków lotnych, szczególnie zapachowych.

Ważne jest również zabezpieczenie produktu przed dostawaniem się z zewnątrz związków o nietypowym zapachu, które mogą ulec sorpcji w produkcie. Należy również dobrać taki materiał, aby nie następowała sorpcja związków przez materiał opakowaniowy. Dotyczy to szczególnie opakowań z tworzyw sztucznych. Opakowanie żywności winno zapobiegać przedostawaniu się z zewnątrz skażeń i zanieczyszczeń do żywności zapakowanej. Należy tu jednak zaznaczyć, że opakowania mogą stać się źródłem skażeń i zanieczyszczeń wskutek migracji niektórych składników materiału opakowaniowego do żywności, uszkodzenia mechanicznego opakowania oraz niedokładnego umycia. Migracja składników opakowania do żywności zależy od właściwości produktu oraz materiału opakowaniowego. Szczególną uwagę w odniesieniu do obecności zanieczyszczeń mechanicznych zwraca się na produkty przeznaczone dla niemowląt i dzieci. Promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie ultrafioletu i światła widzialnego może przyspieszać szybkość zachodzenia wielu reakcji. Energia kwantu jest wprost proporcjonalna do częstotliwości promieniowania, dlatego promieniowanie UV wywiera zwykle największy wpływ. Reakcje fotochemiczne powodują wiele ujemnych skutków, np. w mleku są przyczyną powstania „posmaku utlenionego”, utlenienia metioniny do metionalu, degradacji kwasu askorbinowego; w masle przyspieszają autooksydację; w piwie powodują fotolizę humulon. Reakcje fotochemiczne dzieli się na dwie grupy: — bezpośrednie, kiedy następuje degradacja substancji pochłaniającej promieniowanie, — fotosensybilizowane, kiedy fotosensybilizator pochłania foton, przechodzi w stan wzbudzony a następnie oddaje energię. Jako sensybilizatory biorą udział m.in. barwniki naturalne (ryboflawina, chlorofil, mioglobina) lub sztuczne (np. erytrozyna). Uszkodzenia mechaniczne mogą następować w każdym etapie procesu produkcyjnego i dystrybucji. Powstają one wskutek działania sił statycznych lub dynamicznych, np. ściskania lub uderzania.

W zależności od właściwości materiału, wielkości siły i sposobu jej działania, uszkodzenie może mieć różny charakter. W przypadku surowców świeżych, uszkodzenie może wywołać reakcje fizjologiczne oraz przyspieszenie zepsucia się. Przy narażeniu produktu w opakowaniu na działanie wibracji istotną rolę w podatności na uszkodzenie odgrywa współczynnik tarcia między produktem a opakowaniem. W zapobieganiu uszkodzeniom gotowego produktu bardzo dużą rolę odgrywa odpowiednie opakowanie. Mogą być wymagane np. specjalne przekładki, wypełnienie torebki gazem, wystarczająca objętość zalewy w puszcze itp. Opakowanie winno chronić przed dostępem szkodników. Żywność uszkodzona przez szkodniki nie powinna być przetwarzana. W przypadku porażonych przez szkodniki przed ich zapakowaniem, możliwy jest rozwój niektórych gatunków w opakowaniu wykonanym z tworzywa o dużej przepusz-



czalności dla tlenu. Szkodniki mogą przenikać do wnętrza opakowania przez nieszczelności. Najmniejszymi szkodnikami są roztocza, które mogą rozwijać się na produktach zbożowych, cukierniczych, miodzie itp. Możliwe jest uszkodzenie materiału opakowaniowego przez niektóre owady, szczególnie w stanie larwalnym. Najgroźniejsze są gryzonie — szczury mogą uszkadzać nawet opakowania metalowe. W przemyśle spożywczym: o trwałości produktu decyduje wiele czynników. Ich łączny wpływ musi być brany pod uwagę przy opracowywaniu procesu technologicznego. O trwałości mikrobiologicznej i bezpieczeństwie żywności decydują między innymi: właściwości fizyczne, chemiczne oraz stan fizjologiczny surowca; poziom zakażenia mikrobiologicznego i typ drobnoustrojów; proces technologiczny – metody, kolejność zabiegów; higiena, kontrola; wprowadzanie substancji dodatkowych o działaniu bakteriostatycznym; metoda i warunki utrwalania; metoda i warunki pakowania; rodzaj opakowania; warunki dystrybucji i przechowywania; przestrzeganie zasad dobrej praktyki produkcyjnej (GMP).

Żaden z powyższych elementów nie może być lekceważony. Ilustracją integracji różnych technik może być przykład produkcji w Japonii gotowego dania w postaci gotowanego ryżu. Połączono tu napełnianie opakowań produktem o wysokiej temperaturze, modyfikację atmosfery, pakowanie aseptyczne, opakowanie w zastosowaniem pochłaniaczy tlenu i dystrybucję w stanie schłodzonym. W procesie pakowania istotną rolę w uzyskaniu trwałości mikrobiologicznej odgrywają: — konstrukcja maszyn pakujących — łatwych do czyszczenia i dezynfekcji, z materiałów objętych dla żywności; — zakażenie mikrobiologiczne opakowań — może być konieczna ich sterylizacja przy użyciu np. nadtlenu wodoru, promieniowania ultrafioletowego, ogrzewania; — warunki otoczenia — zredukowanie kontaktu opakowania z otoczeniem w czasie transportu, magazynowania i pakowania, utrzymanie higieny. Ograniczenie zanieczyszczeń w czasie pakowania można uzyskać przez: — ochronę materiału opakowaniowego przy zastosowaniu opakowań termokurczliwych, pudeł itp., z ograniczeniem stosowania papieru, tektury i innych pyłących materiałów; — usunięcie cząstek z powietrza dostającego się do pomieszczeń, w których odbywa się pakowanie. Dla zapobieżenia dostawaniu się zanieczyszczonego powietrza z zewnątrz można stosować w pomieszczeniu nadciśnienie; — zminimalizowanie dotykania powierzchni materiału ręką – w razie takiej konieczności, ręce winny być czyste oraz należy stosować rękawice; — przechowywanie materiału opakowaniowego w czystych i suchych pomieszczeniach; — usuwanie ładunków statycznych. Jak wynika z danych zapotrzebowanie krajowego przemysłu rolno-spożywczego na materiały opakowaniowe w roku 2001 będzie stanowiło niebagatelną wielkość 1,1 mln t, co może spowodować poważny problem zanieczyszczenia środowiska zużytymi opakowaniami.

Chociaż zaniepokojenie zanieczyszczeniem środowiska sięga lat 60 i 70, (1965 r. w USA i 1973 r. w Europie), do dzisiaj panuje opinia, że opakowania są jedną z najważniejszych przyczyn naruszania równowagi ekologicznej na naszej planecie. W rzeczywisto-

ści stanowią one zaledwie ok. 2% wszystkich odpadów wytwarzanych w Europie (1,4-3,5% w zależności od kraju). Nie bagatelizując problemu zużytych opakowań można stwierdzić, że dotychczasowe starania o ochronę środowiska przed skutkami obciążenia opakowaniami są nieskoordynowane i stosunkowo mało skuteczne. Dotyczy to szczególnie przemysłu spożywczego, w którym wysokie wymagania sanitarno-higieniczne ograniczają wielokrotne ich użytkowanie oraz stosowanie materiałów z ponownego przetworstwa. Minimalizacja stopnia zagrożenia środowiska zużytymi opakowaniami zależy w pierwszym rzędzie od: — procesów legislacyjnych, — edukacji, — rozpowszechniania najkorzystniejszych rozwiązań. W ciągu ostatnich kilkunastu lat wiele krajów wprowadziło akty prawne mające na celu ochronę środowiska naturalnego. Procesy legislacyjne obejmują szeroki zakres działalności od projektowania, wytwarzania i eksploatacji opakowań, poprzez ich ograniczanie, ponowne przetwarzanie, aż po regulacje prawne zbiórki i segregacji opakowań. Procesy te znajdują wyraz w dyrektywach Unii Europejskiej. Dyrektywy te zalecają stworzenie w państwach członkowskich systemu w sferze produkcji, obrotu, recyklingu oraz wielokrotnego wykorzystywania opakowań gwarantującego ograniczenie udziału opakowań w odpadach. Obejmują one także zalecenia wprowadzania energo- i materiałooszczędnych technologii oraz wykorzystania surowców wtórnych. Aktualnie opracowywane są nowe dyrektywy dotyczące szerszych działań na rzecz: ochrony środowiska, rozwijania „czystych” technologii, stosowania surowców w mniejszym stopniu naruszających środowisko, rozwoju technik likwidacji substancji niebezpiecznych zawartych w odpadach oraz odzysku materiałów poprzez recykling. Odrębnym niezmiernie ważnym problemem, jest ekolabeling, a więc ekologiczne znakowanie opakowań.

Z ekolabelingiem łączy się edukacja z zakresu ekologii i środowiska, pozwalająca na uzyskanie przez społeczeństwo niezbędnej wiedzy, umożliwiającej właściwy wybór zachowań proekologicznych, nie naruszających równowagi systemów biologicznych. W tym zakresie mieści się również ekstensywna produkcja żywności i opakowań nie naruszająca lokalnych cykli geochemicznych. Jedną z najbardziej efektywnych metod ograniczania zanieczyszczeń środowiska zużytymi opakowaniami jest stosowanie opakowań wielokrotnego użycia; stosowana jest tu reguła, że im większa rotacja, tym mniejsze zużycie opakowań i mniej powstających odpadów. Nie zawsze jednak jest to możliwe, chociażby ze względów sanitarno-higienicznych, które nie pozwalają na ponowne stosowanie wielu opakowań do produktów spożywczych. Aktualny stan stosowania opakowań ekologicznych w przemyśle spożywczym określa kierunki innowacyjności w zakresie produkcji opakowań, co wymaga systemowych i kompleksowych rozwiązań następujących problemów: — technologii produkcji materiałów opakowaniowych z tendencją do uzyskiwania bezodpadowych bądź nisko odpadowych opakowań, — nowych materiałów opakowaniowych zdolnych do biodegradacji, wielokrotnego wykorzystania oraz recyklingu, — systemów utylizacji i likwidacji opakowań, — przyczynowo-skutkowych metod oddzia-



tywania w układzie opakowanie-produkt. Postęp w rozwoju opakowań dla przemysłu rolno-spożywczego w Polsce zależy od wielu czynników, tj.: zmian demograficznych, poziomu dochodu narodowego, wzrostu spożycia, importu i eksportu, inwestycji, inflacji, deficytu budżetowego, polityki fiskalnej i in. Wiadomo, że w ostatnich latach zmieniają się zwyczaje konsumpcyjne, które powodują zmiany funkcji opakowań.

Nowe tendencje, tj. konsumpcja i indywidualizm, w odniesieniu do opakowań pociągają za sobą zmiany ich objętości, materiału, kształtu. Istotnym elementem wpływającym na strukturę opakowań wydają się być zmiany demograficzne, ponieważ przekrój wiekowy społeczeństwa odgrywa znaczącą rolę w preferencjach popytu. I tak np. młodzi ludzie zainteresowani będą produktami nowoczesnymi i zaspokajającymi ich potrzeby (sportowe, turystyczne, hobbyistyczne). Ludzie starsi będą kreować popyt na leki, produkty dietetyczne i in. Rosnąca liczba gospodarstw domowych jednoosobowych zwiększa popyt na małe porcje, produkty spożywcze przeznaczone do szybkiego przygotowania itd. Wymienione wyżej czynniki w przypadku przemysłu opakowaniowego powodują „dyfuzję postępu”, dynamizują wprowadzanie nowoczesnych technologii i rozwiązań konstrukcyjnych opakowań. Przemysł spożywczy, ze względu na różnorodność i powszechność produkcji oraz krótki termin trwałości produktów jest głównym odbiorcą nowości technicznych przemysłu opakowaniowego. Szczególnie nowoczesne metody utrwalania żywności wymuszają innowacyjność w przemyśle opakowaniowym. Do tych technologii należą: — pakowanie aseptyczne, — pakowanie próżniowe w modyfikowanej lub kontrolowanej atmosferze, — fi-

zyczne metody utrwalania żywności, radiacyjne (korpulkularne, elektromagnetyczne), mikrofalowe (elektromagnetyczne), wysokich ciśnień (mechaniczne), — zastosowanie znaczników (wskaźników, ograniczników, zabezpieczeń), absorbentów tlenu, wskaźników wilgotności temperatury, przechyłtu opakowania i ich zmian. Technologie te dokonują zmian w opakowaniach, z których najważniejszą jest oddziaływanie opakowania na produkt. Zmienia się tradycyjna rola opakowania produktu z biernej, ochronnej na aktywną. Do niedawna opakowanie było obojętne w stosunku do produktu i nie powodowało w nim najmniejszych zmian.

Obecnie opakowanie w wielu wypadkach zapewnia możliwość dogodnego dozowania produktu z możliwością stabilizacji pożądanych cech pierwotnych. Bywa, że opakowanie posiada wskaźniki temperaturowe, zawartości gazów (powietrza, tlenu, dwutlenku węgla, etylenu i in.), wskaźniki ilościowe, a czasem nawet jakościowe. Interesująca jest np. koncepcja opakowania zawierającego informację o tzw. „story of produkt”, np. temperatury przechowywania od momentu wyprodukowania do momentu otwarcia. Jest to szczególnie istotne w produkcji artykułów spożywczych. Dokonuje się zmiana funkcji opakowania, funkcjonalizm przechodzi w hedonizm, nadając opakowaniom, oprócz właściwości użytkowych, elementy atrakcyjności.

Piśmiennictwo do wglądu u autora.

Wpłynęło 26 V 2000

Dr inż. Ryszard Rywotycki, Katedra Mikrobiologii AR w Krakowie i Środowiskowe Laboratorium Analiz Fizykochemicznych i Badań Strukturalnych UJ

CEZARY ŻEKANOWSKI (Warszawa)

## GENETYCZNE PRZYCZYNY NIEPŁODNOŚCI MĘSKIEJ

### 1. Niepłodność i jej leczenie

Problem niepłodności i zaburzeń płodności dotyczy w krajach uprzemysłowionych około 20% par, które po roku współżycia bez stosowania środków antykoncepcyjnych nie doczekały się ciąży. Z tego 4% to pary niepłodne, a pozostałe wykazują ograniczoną w różnym stopniu płodność.

W krajach uprzemysłowionych spadkowi przyrostu naturalnego, wynikającym m.in. z powszechnego stosowania środków antykoncepcyjnych i degradacji środowiska naturalnego, towarzyszy zwiększenie liczby małżeństw niepłodnych. Dużą część przypadków niepłodności bierze się z uwarunkowanego kulturowo odkładania reprodukcji na coraz późniejsze lata. Wiele spośród pacjentek klinik leczących bezpłodność znalazło się w nich wyłącznie z powodu naturalnego procesu starzenia. Można zatem przypusz-

czać, że prawdziwa niepłodność (uwarunkowana biologicznie), jest zdecydowanie mniej częsta.

Z biologicznego punktu widzenia niepłodność jest objawem, towarzyszącym wielu różnym chorobom, zarówno narządów płciowych, jak ogólnoustrojowym.

Niepłodność męska stanowi wg różnych wyliczeń od 30 do 60% wszystkich przypadków niepłodności małżeńskiej, z tego azoospermia (brak plemników w ejakulacie) dotyczy ok. 5% niepłodnych mężczyzn. Duży odsetek niepłodności męskiej to tzw. niepłodność idiopatyczna, o nieznanym etiologii. Wydaje się, że w dużej części jest ona wynikiem schorzeń uwarunkowanych genetycznie oraz defektów całego genomu.

Leczenie niepłodności polega m.in. na podawaniu hormonów stymulujących działanie jajników, na wyrównywaniu poziomu hormonów, korekcji chirurgi-



cznej wad anatomicznych (np. żyłki powrózka nasiennego) czy uszkodzeń powodowanych przez schorzenia narządów płciowych (np. endometrioza). Możliwe jest również unasiwienie domaciczne, będące w istocie ułatwieniem naturalnego zapłodnienia.

## 2. Techniki wspomaganego rozrodu

W przypadku, w którym standardowe metody leczenia są nieskuteczne, zastosowanie znajdują techniki wspomaganego rozrodu — TWR (*ang. assisted reproductive technologies, ART*), do których stosuje się również niezbyt logicznie określenie *leczenie niepłodności*. Jednak odmiennie niż w przypadku wspomnianych poprzednio metod, zasada TWR polega na doprowadzeniu do zapłodnienia komórek jajowych w warunkach laboratoryjnych, a następnie przeniesieniu zarodków (zwykle trzech w jednym cyklu) do macicy dawczyni oocyty lub tzw. matki zastępczej. Ponieważ zarówno nasienie, jak komórki jajowe mogą pochodzić o anonimowego dawcy, TWR umożliwia posiadanie bezpłodnej parze mniej lub bardziej biologicznych dzieci. Społeczna akceptacja i stosunkowo szerokie stosowanie TWR są bardziej uwarunkowane kulturowo, niż uzasadnione biologicznie. W niektórych przypadkach rezultat nie różni się praktycznie niczym od adopcji dziecka, poza „przeżyciem autentycznej ciąży”.

Bardziej zaawansowane TWR, polegające na przykład na wprowadzaniu pojedynczego plemnika, spermatydy lub jądra komórkowego spermatydy, do cytoplazmy komórki jajowej (ICSI, *ang. intracytoplasmic sperm injection*), coraz częściej stosowane są do wspomaganego rozrodu par, w których występuje ostra postać niepłodności męskiej (azoospermia), ciężkie postaci oligo-, asteno-, teratozoospermii czy wieloczynnikowa niepłodność męska. W tych przypadkach standardowe techniki zapłodnienia pozaustrojowego pozostają nieskuteczne.

## 3. Sukcesy i wątpliwości

Spermatogeneza jest skomplikowanym procesem, w wyniku którego powstają plemniki zdolne do przejścia przez drogi rodne kobiety, połączenia się i penetracji komórki jajowej oraz połączenia genomu ojcowskiego z matczynym. Proces dojrzewania plemników kontrolowany jest przez co najmniej kilkanaście genów. W przypadkach gdy brak wyraźnych np. anatomicznych czy infekcyjnych przyczyn niepłodności męskiej, można przypuszczać że powodem są defekty uwarunkowane genetycznie.

W technice ICSI wykorzystuje się męskie komórki generatywne na różnym stopniu rozwoju: od plemników najądrzowych i jądrowych, niedojrzałych komórek generatywnych obecnych w ejakulacie, okrągłokomórkowych spermatyd. Doświadczenia prowadzone na modelach zwierzęcych sugerują, że do efektywnego zapłodnienia użyte być mogą komórki na jeszcze wcześniejszych stadiach dojrzewania.

We wszystkich wspomnianych technikach omija się nie tylko naturalne bariery stające przed defektywnymi plemnikami w drogach rodnych kobiety, lecz również pomija cechy właściwe plemnikom zdolnym do

normalnego zapłodnienia: normalną drogę rozwoju, morfologię, funkcje motoryczne i penetracyjne czy ilość w ejakulacie.

Od początku, czyli od roku 1993, wątpliwości budziła możliwość zwiększonego ryzyka wystąpienia wad dziedzicznych, przede wszystkim zaburzeń kariotypu, u dzieci poczętych techniką ICSI. Wyniki wielu badań retrospektywnych, z minionych 10 lat zdają się wskazywać, iż technika ICSI nie prowadzi do nadmiernej — w stosunku do innych metod zapłodnienia pozaustrojowego — liczby defektów fizycznych u urodzonych w ten sposób dzieci.

Pomimo to opublikowane dotychczas dane budzą kontrowersje. Na przykład w jednej z prac podano, iż obraz kliniczny dzieci urodzonych w wyniku ICSI „nie różni się od normalnego”. Jednocześnie autorzy twierdzą, iż wśród 285 chłopców spodziewano wystąpiło w 3 przypadkach, to jest ponad 3 razy częściej niż w populacji ogólnej. Nic zaś nie wspomniano o przypadkach niezstąpienia jąder, choć cecha ta powinna wystąpić u około 10 chłopców z badanej grupy, tak jak ma to miejsce w populacji ogólnej.

Podobne wątpliwości pojawiają się przy analizowaniu danych cytogenetycznych. Na przykład podawane wartości aberracji chromosomalnych u urodzonych w wyniku ICSI dzieci wahają się od 2,5 do 3,9%. Nie jest to jednak do końca pewne, jako że wielu z autorów nie oznacza kariotypów dzieci urodzonych w wyniku ICSI, a wiele par (nawet do 75%) odmawia badań prenatalnych i pourodzeniowych dzieci.

W opublikowanej w 1998 roku w *Lancet* pracy, autorzy sugerują, że dzieci urodzone w wyniku ICSI osiągają w wieku jednego roku niższe wyniki rozwojowe w niektórych testach rozwojowych (np. teście Bayleya), niż grupa kontrolna. Ponieważ w badanej grupie nie określono kariotypów dzieci, możliwe że obniżenie średniego poziomu inteligencji wynika np. z aneuploidii chromosomów płciowych u niektórych dzieci. Poza tym ocena wielu aspektów medycznych będzie możliwa jednak dopiero po osiągnięciu przez urodzone w ten sposób dzieci wieku reprodukcyjnego i urodzeniu ich własnych, zdrowych dzieci. Jak na razie najstarsze dziecko urodzone w wyniku ICSI ma około siedmiu lat.

Wielu epidemiologów podkreśla, że jak na razie zgromadzone za mało danych by twierdzić, że technika ICSI jest bezpieczna. Istnieją jednak poważne przesłanki wskazujące na związane z tą techniką niebezpieczeństwa. Wynikają one przede wszystkim z genetycznie uwarunkowanych przyczyn niepłodności.

## 4. Zaburzenia kariotypu jedną z przyczyn niepłodności

Od połowy lat osiemdziesiątych opublikowano szereg doniesień wskazujących, że wraz ze zmniejszaniem się liczby plemników wzrasta częstość aberracji chromosomowych. W populacji ogólnej częstość ta wynosi około 0,3–0,5%. Wśród mężczyzn o obniżonej płodności anomalie chromosomalne występują z częstością od 2 do 4%. Mężczyźni z ilością plemników poniżej  $10 \times 10^6$  /ml ejakulatu są w około 5–7% nosicielami aberracji chromosomalnych. Z najnowszych doniesień wynika iż azoospermia może być związana



z dwa razy większą częstością występowania zaburzeń kariotypu (ok. 15%).

We wszystkich wymienionych grupach najczęściej obserwuje się aneuploidię, mozaikowość i translokacje chromosomów płciowych oraz translokacje, inwersje, mozaikowość oraz chromosomy markerowe autosomów. Zaburzenia w mniejszym stopniu dotyczą pęknięcia chromosomów w miejscach łamliwych czy pęknięcia i wymiany chromatyd siostrzanych.

Bardzo częstą przyczyną niepłodności męskiej jest zespół Klinefeltera (kariotyp 47, XXY). Niekiedy chorzy są mozaikami, tzn. posiadają komórki zarówno 46,XY jak 47,XXY. W ich jądrach powstają zarówno normalne plemniki 23,X i 23,Y, jak defektywne: 24,XY. Przyjmuje się, że również z komórek 47,XXY mogą powstawać normalne plemniki, choć w zdecydowanie mniejszej ilości. Średnio około 2-20% plemników wykazuje aneuploidię chromosomów płciowych. Możliwe jest zastosowanie plemników i spermatyd od chorych z zespołem Klinefeltera do ICSI, konieczne jest jednak wtedy prowadzenie diagnostyki preimplantacyjnej i selekcji embrionów.

W przypadku występowania u jednego z rodziców translokacji zrównoważonej nawet kilkanaście procent dzieci może rodzić się z wrodzonymi wadami. Ryzyko wystąpienia nierównowagi chromosomowej u dzieci zależy od typu translokacji oraz od tego które z rodziców jest jej nosicielem. Z tego powodu zwraca się uwagę na konieczność prowadzenia diagnostyki preimplantacyjnej lub prenatalnej w przypadku ICSI. W literaturze opisano przypadki dziedziczenia translokacji zrównoważonych, a także inwersji, trisomii autosomów, aneuploidii chromosomów płciowych i chromosomów markerowych.

Wydaje się, że objawy kliniczne u dzieci z niewielkimi zmianami w strukturze chromosomów mogą być nieznaczne, jednak zaburzenia chromosomowe prowadzić mogą do zmniejszenia zdolności reprodukcyjnych kolejnego pokolenia.

Przeprowadzone w latach 1995-1998 w Niemczech badania 781 par, u których stosowano ICSI dowiodły, że konstytucyjne aberracje chromosomalne występują również u kobiet z nieoczekiwane wysoką częstością (5%). Wyniki podobnych, choć przeprowadzonych na mniejszą skalę, badań z tej samej populacji opublikowane w 1999 roku wykazały nawet nieco większą (5,5%) częstość wadliwych kariotypów u kobiet.

Wartości te są o tyle nieoczekiwane, iż grupa pacjentów została wybrana przede wszystkim ze względu na niepłodność męską. Wysoka częstość aberracji chromosomalnych u kobiet ma ważne implikacje, zarówno teoretyczne, jak praktyczne. Sugeruje bowiem obecność dodatkowego, nieuwzględnianego dotychczas czynnika żeńskiego, związanego z niepłodnością matężeńską.

Wydaje się, że przed zakwalifikowaniem niepłodnej pary do wspomaganej rozrodu techniką ICSI należy bezwzględnie oznaczyć kariotyp obojga partnerów. Ponieważ można się spodziewać występowania subtelnych zmian, konieczne może być stosowanie wysoce rozdzielczych technik typu fluorescencyjnej hybridyzacji *in situ* (FISH).

Wielokrotnym, spontanicznym poronieniom towarzyszy o wiele częściej niż normalnie pojawianie się

aberracji chromosomalnych w pojedynczych limfocytach, w trakcie hodowli *in vitro*, niezbędnej do oznaczenia kariotypu. Zaburzenia te nie są artefaktami lecz wskazują na występowanie łagodnych lub nie wykrywalnych klinicznie i cytogenetycznie postaci mozaikowości, prowadzących do niestabilności chromosomów. Przyjmuje się, że zmiany te są mogą być kolejną, nie poznaną jeszcze przyczyną niepłodności.

Nie jest jasne, czy wszystkie wymienione defekty są zmianami pierwotnymi, czy są powodowane uszkodzeniem nieznanego mechanizmu utrzymującego integralność genomu. Pewne jest jednak, iż osoby je niosące mają jedynie niewielką szansę na naturalne przekazanie swoich genów potomstwu.

Rozbieżność w ocenie częstości występowania aberracji chromosomalnych wśród par uczestniczących w programach ICSI wynika zarówno z doboru badanej grupy, jak również sposobu badania kariotypu. Nie można jednak pominąć również aspektu ekonomicznego: kliniki leczenia niepłodności dysponują dużym potencjałem finansowym na rynku usług medycznych.

## 5. Delecja AZF

Kolejną, ważną przyczyną ciężkiej oligospermii oraz azospermii mogą być różnej wielkości delecje niewielkiego regionu AZFc w chromosomie Y (odpowiednio w 13 i 7% przypadków). Zmian tych nie można wykryć w prostym badaniu kariotypu. Wymagane jest stosowanie technik wysokorozdzielczych (np. FISH) lub molekularnych (PCR). Wykrywanie utrudnia fakt występowania delecji sąsiadujących regionów: AZFa, AZFb i AZFd), które również związane są z niepłodnością lub zmniejszoną płodnością. Ostatnio opublikowane wyniki sugerują jeszcze wyższą częstość występowania delecji regionów AZF: około 19% mężczyzn z niepłodnością samoistną wykazuje delecje różnych obszarów tego fragmentu chromosomu Y.

Nie znaleziono ścisłej korelacji pomiędzy położeniem i zasięgiem delecji, a objawami klinicznymi. Wydaje się jedynie, że regiony AZFa i b są niezbędne do przebiegu procesów dojrzewania jeszcze przed lub na początku podziałów mejoetycznych komórek pierwotnych spermatogoniów. Obszar AZFc aktywny jest później, w trakcie mejozy lub w spermatydach. Na przykład jednym z genów położonych w regionie AZF jest gen *DAZ* (*deleted in azoospermia*). *DAZ* ulega transkrypcji w spermatogoniach i koduje białko posiadające motyw wiązania z RNA. Jest to gen konserwowany ewolucyjnie, a jego homolog u *Drosophila* jest niezbędny przy normalnej mejozie w trakcie spermatogenezy.

W innych rejonach chromosomu Y zlokalizowanych jest ponadto wiele genów kontrolujących różne etapy spermatogenezy, i wydaje się że mutacje w nich zlokalizowane modyfikują ostrość objawów niepłodności u mężczyzn z delecjami regionów AZF.

Przypuszcza się, że większość delecji AZF powstaje *de novo*, albo w komórkach linii płciowej ojców niepłodnych mężczyzn, albo postzygotycznie, w różnym czasie po zapłodnieniu. Mężczyźni posiadający delecję AZFc wytwarzają niewielkie ilości plemników lub



dojrzałych spermatyd, które można jednak odzyskać z nasienia lub biopsji jąder i zastosować do ICSI. Jeżeli u obojga partnerów nie występują inne zaburzenia chromosomalne, dziewczynki rodzące się w wyniku ICSI są całkowicie zdrowe. Jednak wszyscy chłopcy otrzymują defektywny chromosom Y, co w rezultacie prowadzi do powielenia defektu spermatogenezy w kolejnym pokoleniu.

Jak dotychczas niewiele ośrodków i firm zajmujących się wspomaganym rozrodem oferuje obecnie diagnostykę molekularną tego typu niepłodności przed przystąpieniem do ICSI. W polskich ośrodkach zajmujących się zapłodnieniem pozaustrojowym badanie w kierunku delekcji regionu DAZ nie są w ogóle prowadzone.

## 6. Jednogenowe przyczyny męskiej niepłodności

Inna postać męskiej niepłodności, wynikająca z obustronnej agenezji kanalików nasiennych (ang. *congenital bilateral absence of the vas deferens, CBAVD*) związana jest z obecnością dwu zmutowanych alleli genu *CFTR* (kodującego białko, którego uszkodzenie powoduje mukowiscydozę, *CF*). Jedną z mutacji jest mutacją silną, druga łagodną, towarzyszą im ponadto często charakterystyczne sekwencje polimorficzne, zlokalizowane w regionie nie kodującym białka. Genotyp taki występuje u 50-70% pacjentów, co pozwala uznać CBAVD za obejmującą jedynie układ rozrodczy mężczyzn, niepełnoobjawowa postać mukowiscydozy. Bardzo możliwe, że wykrywanie tylko jednej mutacji wynika ze stosowania w większości przypadków rutynowych metod poszukiwania kilku-kulku-nastu najczęstszych mutacji.

Również mężczyźni z oligo- i azoospermia, zdecydowanie częściej niż osoby zdrowe są nosicielami zmutowanych alleli *CFTR*, nawet jeśli nie wykazują cech CBAVD.

Ponieważ co 25 osoba w populacji ogólnej jest nosicielem mutacji w genie *CFTR*, niebezpieczeństwo urodzenia dziecka z mukowiscydozą jest zdecydowanie większe w przypadku stosowania ICSI. Nosicielstwo mutacji w genie *CFTR* u partnerki mężczyzny, u którego potwierdzono molekularnie rozpoznanie kliniczne CBAVD sprawia, że w poczęte w wyniku ICSI dziecko z bardzo wysokim prawdopodobieństwem (50%) obciążone będzie mukowiscydozą, bądź jedną z jej nietypowych postaci. Oprócz mukowiscydozy dziecko takie wykazywać będzie również azoospermie, stwierdzaną u ok. 95% mężczyzn z *CF*.

W większości ośrodków wspomaganego rozrodu przed ICSI dokonuje się rutynowo poszukiwania najczęstszych mutacji w genie *CFTR*. Problem w tym, że znanych jest obecnie ponad 800 różnych mutacji powodujących *CF*. Standardowe testy obejmują powyżej kilkanaście z nich, najczęstszych w danej populacji lub regionie geograficznych. Wynik negatywny testu nie oznacza zatem wykluczenia nosicielstwa zmutowanego genu, choć takie wrażenie odnieść może niekiedy pacjent.

Co więcej, nie wykrycie mutacji w genie *CFTR* czy delekcji obszaru AZF nie oznacza, że niepłodność nie ma podłoża genetycznego. Z męską niepłodnością

związanych jest przynajmniej kilkanaście schorzeń dziedzicznych, które z dużym prawdopodobieństwem (25-50%) mogą być przekazane w wyniku ICSI. Przykładem może być rzadki zespół Kartagenera, powodowany mutacjami genu kodującego dyneinę, ATPazę niezbędną do ruchu rzęskowego. Spermatoogeneza u osób chorych jest prawidłowa, a plemniki wykazują normalną morfologię, są jedynie pozbawione zdolności ruchu i niezdolne do normalnego zapłodnienia. Choroba jest dziedziczona w sposób autosomalny recesywny, choć opisano przypadki dziedziczenia dominującego. Oprócz niepłodności powoduje rozstrzenie oskrzelowe oraz odwrotne ułożenie trzew. Objawy te nie towarzyszą jednak w sposób konieczny defektowi dyneiny, co utrudnia niekiedy postawienie właściwej diagnozy.

Kolejny genetyczny defekt ruchliwości plemników wynika z nieprawidłowego rozwoju fibrylarnych białek pokrywających wstawkę wtki plemników, strukturę zawierającą spiralę mitochondriów.

Do chorób związanych z niepłodnością zalicza się również zespół Noonana występujący z częstością od 1:1000 do 1:5000 żywych urodzeń. W połowie przypadków jest to cecha autosomalna dominująca, dziedziczona od rodziców, w połowie mutacje powstają *de novo*. Ze względu na dużą zmienność objawów trudno określić cechy charakterystyczne zaburzonej spermatogenezy u chorych z zespołem Noonana. Cechą wspólną jest pierwotny hipogonadyzm, a około 60% pacjentów wykazuje dwustronne wnetrostwo.

Globozoospermia, której podstawy dziedziczne nie są na razie znane, cechuje się brakiem czapeczki akrosomalnej u wszystkich plemników obecnych w ejakulacie. Podobnie jak w przypadku pełnoobjawowego zespołu Noonana, jedynym sposobem reprodukcji mężczyzn z globozoospermia jest ICSI.

Wśród schorzeń związanych z niepłodnością można wymienić ponadto zespół Ushera, dystrofię miotoniczną, zespół Younga, zespół Kallmana, mielodysplazję, barwnikowe zwyrodnienie siatkówki i inne. Być może również niektóre aberracje chromosomowe i zaburzenia stabilności genomu w niepłodności mogą być warunkowane mutacjami pojedynczych genów. Na przykład u mężczyzn z niepłodnością obserwuje się także uszkodzenia DNA zlokalizowanego w dojrzałych plemnikach. Są to przede wszystkim pęknięcia łańcucha DNA. Powodem są najprawdopodobniej zaburzenia procesu apoptozy, zachodzącego w procesie dojrzewania plemników. Przypuszcza się, iż zaburzenia apoptozy warunkowane są mutacjami w genie kodującym błonowe białko Fas.

Z badań na modelach zwierzęcych można wnioskować, iż około 60 różnych genów może być uwikłanych w różne formy niepłodności męskiej. Niektóre z nich związane są właśnie z utrzymaniem integralności genomu, a ich defekty powodować mogą także podwyższoną zapadalność na nowotwory. Być może podobnie jest u ludzi. Niektóre ze zidentyfikowanych u myszy genów mają homologi w genomie ludzkim, np. homologiem mysiego genu *Mlh-1* jest *MSH2*, związany z dziedziczną postacią raka jelita grubego. Pytanie o przypadki nowotworów w rodzinie niepłodnego pacjenta nie znajdują się jednak w standardowym wywiadzie andrologicznym.



Warto również wspomnieć o opublikowanych w 1999 roku wynikach badań nad rezusami. Otóż okazało się, że stosunkowo łatwo przenieść obcy DNA wraz z plemnikiem do komórki jajowej i uzyskać trwałą ekspresję wprowadzonego materiału genetycznego w organizmie dorosłego osobnika. Nakłada to na lekarzy i biologów prowadzących ICSI obowiązek jeszcze większej dbałości o maksymalną czystość biologiczną preparatów.

## 6. Perspektywy i wątpliwości

W niektórych ośrodkach, w krajach rozwiniętych gospodarczo, wykonywana jest diagnostyka preimplantacyjna i towarzysząca jej selekcja nie obciążonych defektami genetycznymi embrionów, ponieważ wiele par pomimo stwierdzonego wysokiego prawdopodobieństwa urodzenia chorego dziecka, chce poddać się ICSI. Tego typu reakcja przyszłych rodziców nie jest niestety ograniczona do pojedynczych przypadków. Z opublikowanych prac można wnosić, że wielu par nie zniechęca nawet nieprawidłowy wynik badania kariotypu. ICSI wykonywane jest także na przykład w przypadku globozoospermii, w której nie jest możliwa na razie jakakolwiek diagnostyka molekularna.

Stosowanie techniki ICSI wymaga dużego profesjonalizmu. Istotne jest na przykład wprowadzanie plemnika we właściwe miejsce w cytoplazmie komórki jajowej. Ogromne znaczenie ma także sposób przygotowywania i przechowywania plemników, gdyż niewłaściwy prowadzi do uszkodzeń DNA. Z tych powodów ważne jest opracowanie jednolitych standardów oraz kontroli wykonania TWR. Tego typu regulacje, na różnych poziomach organizacyjnych,

obowiązują już w większości krajów rozwiniętych gospodarczo.

W Polsce nie istnieją nowoczesne uregulowania prawne dotyczące metod wspomaganego rozrodu. Nie istnieją również wskazówki, co do warunków jakie powinno spełnić laboratorium zajmujące się TWR, wskazań do przeprowadzenia testów molekularnych i cytogenetycznych niezbędnych przed zastosowaniem ICSI oraz zasad i trybu kontroli wewnętrznej i zewnętrznej.

W tym miejscu nasuwa się kwestia odpowiedzialności moralnej — jeśli nie prawnej — lekarzy i genetyków uczestniczących we wspomaganym rozrodzie par obciążonych defektami genetycznymi. Odpowiedzialność zarówno wobec rodziców, jak urodzonych w wyniku ICSI dzieci. Istnieje szereg prac, w których jako osiągnięcia naukowe podaje się udaną reprodukcję osób z delecjami regionów AZF, globozoospermia czy zespołem Kartagenera, mimo braku uprzedniej diagnostyki molekularnej tych chorób. Wszystko wskazuje, iż sukces reprodukcyjny jest jedynie usprawiedliwieniem do prowadzenia wysoce kontrowersyjnych eksperymentów biomedycznych. Osobną kwestię stanowi nieakceptowana z powodów etycznych przez wielu ludzi diagnostyka preimplantacyjna i połączona z nią selekcja embrionów. Jest to jednak logiczna konsekwencja stosowania zapłodnienia pozaustrojowego.

Pytania o odpowiedzialność skutecznie jak się zdaje odsuwane są realnymi zyskami ośrodków leczenia niepłodności.

Wpłynęło 3 VI 2000

Dr Cezary Żekanowski pracuje w Zakładzie Genetyki, Instytut Matki i Dziecka w Warszawie

AGNIESZKA ZAHORODNA, BARTOSZ BOBULA (Kraków)

## KOLCE DENDRYTYCZNE

Przeszło sto lat temu Ramón y Cajal zaobserwował i opisał małe ( $0,01-0,8 \mu\text{m}^3$ ) uwypuklenia, znajdujące się na dendrytach, jako naturalnie występujące struktury zdrowej dojrzałej kory mózgowej (ryc. 1). Struktury te, zwane kolcami dendrytycznymi stanowią miejsce kontaktu synaptycznego między dwiema komórkami nerwowymi. Kolce dendrytyczne umiejscowione są postsynaptycznie na wielu typach neuronów ośrodkowego układu nerwowego (OUN). Identyfikuje się je również z miejscami plastyczności neuronalnej, odpowiedzialnej za procesy związane z powstawaniem szlaków pamięciowych. Gęstość kolców dendrytycznych różni się zarówno w zależności od zajmowanego miejsca na dendrycie jak i od typu neuronu z różnych regionów OUN.

Uważa się, że kolce otrzymują połączenia synaptyczne głównie z glutaminergicznymi zakończeniami pobu-

dzeniowych, rzadziej natomiast dochodzą do nich zakończenia hamujące (GABA-ergiczne), które modulują siłę przewodnictwa glutaminergicznego (ryc. 2). Choć kolce różnią się kształtem i wielkością, można wyróżnić w ich budowie główkę, na której znajduje się główne miejsce kontaktu synaptycznego oraz stosunkowo wąski trzon łączący główkę z dendrytem. 10-20% kolców może posiadać synapsę również na trzonie lub na samym dendrycie w pobliżu kolca. Trzecią charakterystyczną dla kolców dendrytycznych strukturą jest cytoplazmatyczna organella, tzw. aparat kolca, złożona z kilku pęcherzyków czy cystern, z których jedna tworzy ciągłość z gładką siateczką śródplazmatyczną dendrytu. Uważa się, że aparat kolca jest magazynem jonów  $\text{Ca}^{2+}$ .

Wyróżnia się trzy podstawowe formy morfologiczne kolców dendrytycznych. „Pieńkowate” (stubby) —





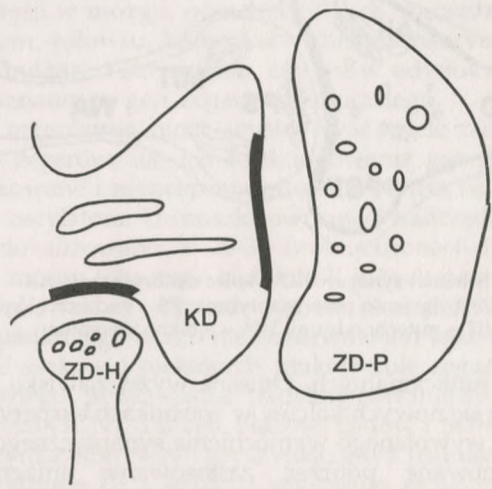
Ryc. 1. Dendryt z kolcami dendrytycznymi

zazwyczaj krótkie i grube, grzybkowate (*mushroom*) — z grubym trzonem rozrastającym się w obszerną kolbowatą główkę oraz „cienkie” (*thin*) — które jak sama nazwa sugeruje — posiadają cienki trzon zakończony małą, owalną kolbką. Kolec dendrytyczny

zazwyczaj jest pojedynczą strukturą, nierzadko zdarza się jednak, że jest rozgałęziony. Na tym samym dendrycie spotyka się synapsy i kolce różnych kształtów i wielkości (ryc. 3).

Ważnym funkcjonalnym elementem synapsy, który wchodzi w skład budowy kolca jest tak zwana gęstość postsynaptyczna (PSD) (ryc. 4). Ta subkomórkowa organella umieszczona jest na postsynaptycznej części synapsy i zajmuje około 10% powierzchni błony kolca. Przyjmuje formy od prostego dysku, na małych dendrytach, do nieregularnej struktury na dużych dendrytach. PSD może zawierać jedną bądź więcej perforacji nadających jej kształt opony czy precelka. Jest to organella bogata w białka strukturalne, receptorowe i sygnalizacyjne. Zarówno na końcach PSD jak i pomiędzy kolcami a sąsiadującymi komórkami glejowymi, astrocytami, znajdują się miejsca adhezyjne utworzone z takich białek jak kadheryna czy densyna. Miejsca adhezyjne wchodzące w skład PSD biorą udział w modulacji transmisji i plastyczności synaptycznej. Funkcja PSD — jako części synapsy — do końca nie jest poznana, ale sugeruje się, że PSD bierze udział w organizacji różnych elementów synapsy w domeny funkcjonalne oraz może pośredniczyć w procesie podziału synapsy.

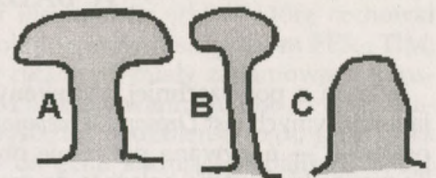
Dawniej uważane za niezmiennie miejsca stabilizujące szlaki pamięciowe, kolce dendrytyczne okazują się być strukturami przejawiającymi niezwykłą dynamikę. Neurony powstają zarówno bez dendrytów, jak i bez kolców dendrytycznych, które rozwijają się później w ciągu tygodni w odpowiedzi na dochodzące włókna. Początkowo pojawiają się filopodia, małe wypustki dendrytów, które tworzą kontakt z zakończeniami włókien dochodzących. Kolejnym etapem jest wytworzenie synapsy i przekształcenie filopodium w dojrzały kolec dendrytyczny. W pierwszych tygodniach życia postnatalnego, synapsy tworzą się na kolcach pieńkowatych. W późniejszym czasie ilość ich spada na korzyść synaps tworzonych na kolcach cienkich i grzybkowatych, które są formą dominującą w dojrzałym układzie nerwowym. Okazuje się jednak, że nie zawsze powstanie synapsy musi poprzedzać rozwój kolca. Istnieją dane pochodzące z badań nad szczepem myszy reeler i weaver, u których kolce



Ryc. 2. Schemat połączenia synaptycznego: ZD-H – zakończenie dochodzące hamujące, ZD-P – zakończenie dochodzące pobudzające, KD – kolec dendrytyczny

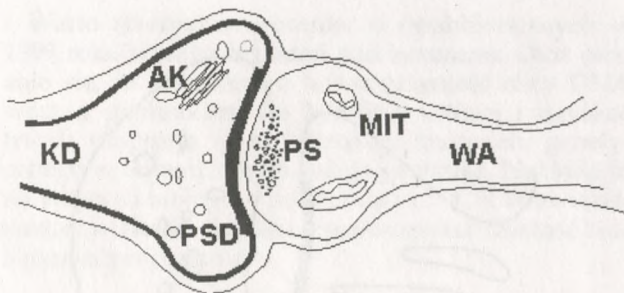
na neuronach w mózdzku rozwijają się niezależnie od dochodzących włókien, które jedynie mogą modulować rozmieszczenie już istniejących kolców. Kolce, które nie tworzą kontaktu z presynaptycznymi włóknami mogą również powstawać na komórkach Purkiniego (neurony w mózdzku) w warunkach ekspozycji na peptyd należący do rodziny neurokin, substancję P. Początkowe rozmieszczenie nowo powstałych kolców zmienia się, na skutek zanikania jednych i powstawania nowych. Oba zjawiska związane są z dojrzewaniem ośrodkowego układu nerwowego, a więc organizacją odpowiednich dróg i połączeń nerwowych w mózgu.

Celem badań ostatnich lat jest znalezienie biologicznych czynników regulujących powstawanie, zanikanie oraz zmiany morfologiczne kolców dendrytycznych. Intrygująca jest przede wszystkim funkcjonalna konsekwencja plastyczności kolców. Wydaje się, że istotnym czynnikiem regulującym w tym procesie jest postsynaptyczna zmiana stężenia wewnątrzkomórkowego wapnia. Wniosek ten wypływa m.in. z badań nad zjawiskiem eksperymentalnie wywołanej plastyczności synaps. Przy zastosowaniu odpowiednich technik (np. stymulacja o wysokiej częstotliwości) zwiększa się efektywność synaps (długotrwałe wzmocnienie synaptyczne-LTP). LTP wiąże się ze znaczącym zwiększeniem stężenia  $Ca^{2+}$  w części postsynaptycznej. Badania sugerują, iż wywołanie LTP prowadzi do powstania po około 30 minutach nowych kolców dendrytycznych. Większa ilość kolców jest prawdopodobnie jednym z czynników długotrwałego nasilenia efektywności synaptycznej. Większość z nowo powstałych kolców posiada gęstość postsynaptyczną, strukturę istotną dla funkcji samych kolców, co sugerowałoby posiadanie przez nie zdol-



Ryc. 3. Główne typy kolców dendrytycznych: A – grzybkowaty, B – smukły, C – pieńkowaty





Ryc. 4. Schemat synapsy: KD – kolec dendrytyczny, AK – aparat kolca, PSD – gęstość postsynaptyczna, PS – pęcherzyki synaptyczne, MIT – mitochondrium, WA – włókno aferentne

ności funkcjonalnych. Opisane wyżej zjawisko, tworzenia się nowych kolców w warunkach eksperymentalnie wywołanego wzmocnienia synaptycznego, jest zahamowane poprzez zastosowanie antagonisty glutaminergicznych receptorów NMDA, co bezpośrednio wskazuje na udział w tym procesie receptorów NMDA oraz związanego z ich aktywacją napływu wapnia do komórki. Obok powstawania nowych kolców obserwuje się czasami także zanikanie już istniejących. Jak dotychczas nie wiemy czy proces ten jest kontrolowany przez jakiś specyficzny i zależny od aktywności neuronalnej sposób. Teoretycznie powinien istnieć negatywny mechanizm kontrolujący gęstość kolców, skoro ich ilość nie wzrasta bez ograniczeń w czasie życia neuronu. Jednakże to czy zanikanie kolców i związane z tym osłabienie synaptyczne pojawia się w sposób zależny od aktywności, czy też jest wynikiem ogólnej degradacji synaps nadal pozostaje w sferze domniemań. Zmianom w gęstości i rozmieszczeniu kolców towarzyszą także ich zmiany morfologiczne. Wyniki badań sugerują, iż umiarkowana stymulacja włókien dochodzących, prowadząca do niewielkiego wzrostu stężenia wapnia w części postsynaptycznej, powoduje wydłużenie kolców dendrytycznych. Tego typu zmiany w stężeniu wewnątrzkomórkowego  $Ca^{2+}$  związane są ze stymulacją fosfataz (enzymów biorących udział w odszczepianiu reszt fosforanowych) i z ewentualnym wywołaniem długotrwałej depresji synaptycznej (LTD). W przypadku silnej stymulacji, która prowadzi do znacznego

wzrostu stężenia  $Ca^{2+}$  obserwuje się skrócenie trzonów kolców. W tym przypadku większe ilości wapnia prowadzą do stymulacji kinaz (enzymów związanych z przyłączaniem grup fosforanowych) i do wywołania długotrwałego wzmocnienia synaptycznego. Przypuszcza się, że takie anatomiczne zmiany kolców również prowadzą do zmian postsynaptycznych mechanizmów przekazywania wewnątrzkomórkowej informacji. Prawdopodobnie dochodzi do zmniejszenia bądź zwiększenia dostępności do elementów cytoszkieletarnych, odpowiedzialnych np. za modyfikację funkcji receptorów glutaminergicznych.

Za udziałem zwiększonej aktywności dróg dochodzących w tworzeniu się i plastyczności kolców dendrytycznych przemawiają także doświadczenia, w których blokada hamujących neuronów GABA-ergicznych powodowała zwiększenie ilości kolców oraz niewielkie ich skrócenie. Z drugiej jednak strony blokada spontanicznej aktywności neuronalnej, za pomocą tetrodotoksyny (TTX, selektywny bloker kanałów sodowych) wywoływała wydłużenie trzonów kolców i zmianę do formy niedojrzałej, filopodium, nie wpływając na ich gęstość.

Reasumując powyższe dane, można by przypuszczać, że zmiany ilościowe kolców dendrytycznych wpływają na efektywność funkcji synaps, jednakże w modyfikacji tej istotnym czynnikiem zdają się też być zmiany morfologii kolców dendrytycznych. Fakt, że wzmoczonej aktywności dróg dochodzących towarzyszy powstawanie nowych kolców i ich zmiany morfologiczne doprowadził do sugestii, że kolce dendrytyczne mogą wpływać na regulację wewnątrzkomórkowego  $Ca^{2+}$  w dendrytach.

Zaawansowane techniki badań układu nerwowego umożliwiły poznanie morfologii i plastyczności kolców dendrytycznych. Wydaje się, że nawet subtelne zmiany w strukturze kolców mogą wpłynąć na przekaznictwo synaptyczne. Nadal jednak nie wiadomo jak trwałe są to zmiany i jaka jest ich podstawa biochemiczna.

Wpłynęło 3 VI 2000

mgr Agnieszka Zahorodna, mgr Bartosz Bobula  
Zakład Fizjologii Instytutu Farmakologii PAN w Krakowie

ELŻBIETA KULA (Kraków)

## DROSOPHILA MELANOGASTER — GATUNEK MODELOWY W BADANIACH NEUROBIOLOGICZNYCH

Jednym z powszechniej hodowanych organizmów laboratoryjnych jest *Drosophila melanogaster* (wywilżna octówka) — nazywana potocznie muszką owocową. Te niewielkie owady, należące do rzędu Diptera (muchówki), stanowią doskonały model badań w pracowniach genetyki czy fizjologii zwierząt. Co sprawa,

że gatunek ten jest tak niezastąpiony w różnego rodzaju doświadczeniach?

Po pierwsze owady te można bardzo łatwo hodować (w tym celu wykorzystuje się pożywkę, w skład której wchodzi: kasza kukurydziana, cukier, drożdże, agar i woda), a szybkie rozmnażanie — cały rozwój



trwa 10 do 14 dni — umożliwia otrzymanie znacznej ilości osobników w krótkim okresie czasu. Dla genetyków nie bez znaczenia jest liczba chromosomów w komórkach somatycznych *Drosophila* — tylko 4 pary (np. u człowieka — 23 pary). Przełomowym wydarzeniem — jak donosi „Science” w wydaniu z 24.03.2000r. — było zsekwencjonowanie całego genomu muszki owocowej, co umożliwiło poznanie funkcji poszczególnych genów odgrywających kluczową rolę w różnych procesach fizjologicznych tego owada, a także innych Eukaryota. U muszki *Drosophila* cały genom składa się z 13 600 genów.

Stosunkowo prosta — w porównaniu z kręgowcami — budowa centralnego układu nerwowego to kolejny argument przemawiający za wykorzystaniem muszki owocowej do badań neurobiologicznych takich jak: rozwój czy funkcjonowanie mózgu. Trójdzielnny mózg *Drosophila* tworzą: protocerebrum, które unerwia oczy, deutocerebrum — czułki, i tritocerebrum — wargę górną. Szacuje się, że występuje w nim około 300-400 tysięcy neuronów (dla porównania u człowieka jest ich około  $10^{12}$ - $10^{15}$ ). Mózg łączy się konektywami, tworzącymi obrączkę okołoprzetykową, ze zwojem podprzetykowym unerwiający przysadki gębowe; ten ostatni natomiast tworzy połączenie z brzuszny łańcuszkiem nerwowym.

Ze względu na występowanie u *Drosophila melanogaster* dobowych rytmów zachowania i procesów rozwojowych jest ona częstym obiektem ich badania. Należy wspomnieć, że to właśnie u niej po raz pierwszy wykazano istnienie genetycznego podłoża rytmów i zidentyfikowano gen, odpowiedzialny za ich wyznaczenie, który nazwano *period* (*per*). Jakie funkcje pełni ten gen? Przede wszystkim wyznacza on okresy następującym rytmom: aktywności lokomotorycznej, wylęgu dorosłych owadów (imago) z poczwarki czy „śpiewu godowego” samca, co potwierdziły badania mutantów ze znokautowanym genem *per*. Osobniki *per<sup>0</sup>* cechuje brak rytmiczności w zachowaniu, mutanty *per<sup>S</sup>* mają krótki (19 godzin), a *per<sup>L</sup>* długi (29 godzin) okres rytmu aktywności lokomotorycznej. Obecność produktu genu *per*, czyli białka PER, stwierdzono w wielu miejscach ośrodkowego układu nerwowego tego owada: w komórkach nerwowych, glejowych, a także w innych tkankach i narządach (m.in. jelitach, cewkach Malpighiego). Skonstruowanie muszek transgenicznych, u których promotor genu *per* sprzężono



Muszka owocowa *Drosophila melanogaster*. Fot. Janusz Wojtusiak

z genem lucyferazy, dzięki luminescencji zmodyfikowanego genu *per* — umożliwiło wykrycie jego ekspresji w mózgu, oczach, czułkach, narządzie gębowym, tułowiu, komórkach chemosensorycznych na odnóżach i skrzydłach, czy też w odwłoku. Gen *per* uznano za gen zegara biologicznego.

W organizmie może występować wiele niezależnych zegarów, ale ich funkcjonowanie jest podporządkowane i zsynchronizowane z rytmem nadrzędnego oscylatora. U muszki owocowej nadrzędny zegar zlokalizowano w 20-30 tzw. neuronach lateralnych mózgu (obecność białka PER w tych neuronach warunkowała wystąpienie rytmiki okołodobowej, w przypadku jego braku nie obserwowano też rytmiki). U ssaków i niektórych ptaków rolę zegara biologicznego pełnią jądra nadskrzyżowaniowe podwzgórza (SCN), a u ryb, płazów, gadów i ptaków — szyszynka albo SCN i szyszynka, gdyż usunięcie lub uszkodzenie tych struktur powoduje zanik rytmiki okołodobowej wielu procesów fizjologicznych.

Także w jądrach nadskrzyżowaniowych myszy i człowieka wykryto geny, których ekspresja korelowała ze zmianami godzin doby; ciekawe, że białka kodowane przez te geny wykazywały podobieństwo do kilku rejonów PER muszki owocowej, co świadczy o konserwatywności genu *per*.

Zarówno w mózgu muszki owocowej, jak i SCN ssaków, stężenia białka PER podlegają rytmicznym zmianom, osiągając maksimum w środku nocy, utrzymują się one także w warunkach stałej ciemności. Białkiem niezbędnym do funkcjonowania zegara jest także TIM (pod wpływem światła ulega fotodegradacji) — produkt genu *timeless* (*tim*) — umożliwiający krążenie PER pomiędzy cytoplazmą a jądrem komórkowym. W środku dnia dochodzi do transkrypcji informacji z *per* i *tim* oraz syntezy obu mRNA, które gromadzą się w cytoplazmie; dopóki jednak w środowisku zewnętrznym panuje światło, białka PER i TIM nie mogą utworzyć heterodimerów. Dopiero po zapadnięciu zmroku dimery PER-TIM ulegają fosforylacji, a po osiągnięciu odpowiedniego poziomu przemieszczają się w środku nocy do jądra komórkowego, w którym wpływają na szybkość ekspresji własnych genów (działanie hamujące) i genów kontrolujących rytmikę procesów biochemicznych i fizjologicznych. Pod koniec nocy ilość PER i TIM w jądrze osiąga najwyższy poziom, a proces transkrypcji jest całkowicie zablokowany. Na początku dnia dochodzi do destabilizacji PER i rozpoczyna się nowy cykl. Podobne procesy zachodzą w komórkach zegara biologicznego u owadów i ssaków, tak więc molekularny mechanizm zegara biologicznego jest taki sam.

W poszukiwaniu czynników, które stymulowałyby transkrypcję genów *per* i *tim* pomocne okazały się mutanty *Drosophila melanogaster jrk/jrk*, które cechował brak rytmiki okołodobowej i niski poziom PER i TIM, z kolei mutanty *cycle* (*cyc*) miały zahamowaną transkrypcję *per* i *tim*. Po sklonowaniu genów *jrk* i *cyc*, okazało się, że *jrk* wykazuje podobieństwo do genu *Clock* myszy, a *cyc* — do genu kodującego białko BMAL1 człowieka. Białka CLK i CYC stymulują transkrypcję genów *per* i *tim*. Obecność homologów genów *period* i *clock* u owadów, a także ssaków wskazuje na filo-



genetyczną konserwatywność molekularnych komponentów zegara. U muszki owocowej heterodimery CLK-CYC (u ssaków rolę tę pełni kompleks CLK-BMAL1), wiążąc się w promotorowej części genów *per* i *tim*, stymulują ich ekspresję. Po przejściu PER i TIM do jądra komórkowego kompleksy te hamują aktywność CLK-CYC.

Sklonowanie wielu genów *Drosophila melanogaster* i ssaków, których ekspresja występuje w mózgu, potwierdziło ewolucyjną konserwatywność białek kodowanych przez te geny, czego bezpośrednią konsekwencją jest jedność ultrastruktury i funkcji komórek nerwowych u różnych grup organizmów (np. zaskakujące podobieństwo budowy synaps pomiędzy fotoreceptorami a interneuronami u much i kręgowców). Przykładami genów homologicznych mogą być np. rodzina Pax-6, biorąca udział w rozwoju oczu, czy geny odpowiedzialne za kaskadę procesów podczas transdukcji sygnałów wzrokowych. Sugeruje to, że pewne zachowania zwierząt są efektem procesów zachodzących w mózgu (np. funkcjonowanie zegara biologicznego zależne od cyklicznej transkrypcji genów *per* i *tim*).

Do badania rytmów biologicznych na poziomie komórkowym służy układ wzrokowy bezkręgowców (w szczególności much), ponieważ nie tylko rejestruje, przetwarza i przesyła informacje o zmianach natężenia światła, a jego własna aktywność wykazuje rytmikę okołodobową, ale także ze względu na prostotę i regularność budowy.

Układ wzrokowy much tworzą: siatkówka i płaty wzrokowe zbudowane z 3 płytek (lamina, medulla, lobula). Jednostkami oczu złożonych muszki owocowej są ommatidia w liczbie 700. Każde ommatidium (oczko) rejestruje informacje punktowe, które z kolei tworzą obraz złożony. Częścią podstawową ommatidium jest 8 komórek zmysłowych (siatkówka), których części wrażliwe na światło — rabdomery — zawierają pigment wzrokowy. Komórki pigmentowe izolują ommatidia od siebie, dzięki czemu światło nie może przechodzić do sąsiednich ommatidiów. Sześć z ośmiu fotoreceptorów w każdym ommatidium tworzy zakończenia w płycie zewnętrznej płatu wzrokowego, w którym wraz z pięcioma komórkami jednobiegunowymi tego płatu budują regularne jednostki zwane optycznymi kartuszami; dwa pozostałe fotoreceptory z każdego ommatidium — po przejściu przez płytkę lamina — tworzą zakończenia w płycie środkowej. Centralną część optycznego kartusza zajmują dwie największe komórki jednobiegunowe (L1 i L2) otoczone zakończeniami fotoreceptorów i izolowane komórkami glejowymi. Bódcze wzrokowe odbierane przez fotoreceptory, przekazywane są w płycie zewnętrznej poprzez synapsy tetradyczne, w których neuroprekaźnikiem jest histamina, do komórek L1 i L2. Ta ostatnia tworzy z otaczającymi fotorecep-

torami synapsy zwrotne o nieznannej jeszcze funkcji. Z płytki lamina aksony komórek jednobiegunowych przechodzą przez pierwsze skrzyżowanie wzrokowe i kończą się w różnych warstwach płytki medulla. Po przetworzeniu bodźców świetlnych przez fotoreceptory na sygnały nerwowe są one w płycie lamina filtrowane, wzmacniane i wysyłane do neuronów wyższego rzędu, kontrolujących zachowanie i inne procesy życiowe zależne od informacji docierających drogą wzrokową.

U *Drosophila melanogaster* zauważono występowanie okołodobowych, endogennych zmian wielkości aksonów komórek L1 i L2. (w dzień przyjmują one kształt odwróconego stożka, w nocy — cylindryczny; zwiększając rozmiary na początku nocy i na początku dnia, a zmniejszając je pod koniec nocy i pod koniec dnia), ponadto obserwowano zmiany wielkości kartuszy oraz otaczających je komórek glejowych liczby organelli wewnątrzkomórkowych i połączeń synaptycznych pomiędzy komórkami. Takiej rytmiki nie wykazywały mutanty *per*<sup>0</sup> muszki owocowej. Dynamika zmian objętości komórek L1 i L2 może korelować z dwuwierchołkowym rytmem aktywności lokomotorycznej *Drosophila melanogaster*, mającym mniejszy szczyt na początku dnia i większy na początku nocy. Dobowe zmiany zachodzące na poziomie komórkowym w ośrodkowym układzie nerwowym to przykład plastyczności tego układu.

U muszki owocowej stwierdzono obecność wielu oscylatorów w ośrodkowym układzie nerwowym warunkujących występowanie różnorodnych rytmów biologicznych — i tak np. okołodobowy rytm aktywności lokomotorycznej generują wspomniane wcześniej brzuszne neurony lateralne, inna grupa neuronów lateralnych odpowiada za występowanie rytmu wylęgu osobników dorosłych z poczwerek. Natomiast funkcjonowanie cewek Malpighiego i gruczołów prorakalnych u *Drosophila melanogaster* jest niezależne od oscylatorów obecnych w mózgu. Z kolei rytmiczne procesy zachodzące w układzie wzrokowym mogą być kontrolowane przez zegar zlokalizowany w środkowej części mózgu, jak i oscylator w płacie wzrokowym.

Zastosowanie modelowego gatunku — *Drosophila melanogaster* — w badaniach neurobiologicznych, a w szczególności powszechnie występujących u niemal wszystkich organizmów żywych zamieszkujących Ziemię, łącznie z człowiekiem, rytmów biologicznych, umożliwiło poznanie molekularnych podstaw funkcjonowania zegara biologicznego, które wydają się uniwersalne na poziomie komórkowym.

Wpłynęło 30 V 2000

mgr Elżbieta Kula jest absolwentką Wydziału BiNoZ UJ



## SCHIZOFRENIA — PATOGENEZA I SKUTECZNE METODY LECZENIA

## I. Patogeneza schizofrenii

Schizofrenia (z gr.: schizein — rozszepiać, phen — rozum) jest chorobą psychiczną, którą charakteryzuje rozszepienie osobowości, polegające na zaburzeniach percepcji, myślenia i mowy, co sugeruje, że w chorobie krytyczną rolę odgrywają zmiany w normalnych mechanizmach kontrolujących przepływ i przetwarzanie informacji. Objawy kliniczne choroby można schematycznie podzielić na dwa typy: symptomy pozytywne (inaczej zwane wytwórczymi) i symptomy negatywne. Skale psychomotoryczne dla oceny objawów pozytywnych i negatywnych schizofrenii stworzyła przedstawicielka psychiatrii amerykańskiej Nancy Andreasen, według której do symptomów pozytywnych schizofrenii zalicza się: halucynacje, urojenia, dziwaczne zachowanie oraz formalne wytwórcze zaburzenia myślenia, natomiast do symptomów negatywnych schizofrenii takie objawy, jak: błądność afektywną, alogię (zaburzenia mowy), awolację (bezwolność) i anhedonię (obniżenie wrażliwości na bodźce nagradzające). Rzadko się zdarza, żeby u chorego występowały tylko objawy pozytywne lub tylko negatywne. Najczęściej u pacjentów występują zarówno zespoły objawów pozytywnych, jak i negatywnych z tym, że w różnej proporcji. U niektórych chorych w początkowym okresie choroby dominują objawy pozytywne, natomiast w późniejszym okresie narastają objawy negatywne, u innych objawy negatywne występują już od początku choroby i zachowują względną stabilność w stosunku do objawów pozytywnych w ciągu dość długiego okresu czasu. Duże nasilenie objawów negatywnych w chorobie, zwłaszcza po ustąpieniu ostrych objawów psychotycznych (pozytywnych) bardzo niekorzystnie rokuje co do możliwości normalnego funkcjonowania chorego w codziennym życiu i wykonywaniu przez niego normalnych obowiązków rodzinnych i zawodowych, dlatego też chronicznie utrzymujące się występowanie objawów negatywnych stanowi duży problem społeczny i często łączy się z ryzykiem prób samobójczych.

Patofizjologiczne procesy leżące u podstaw neuropsychiatrycznych zaburzeń w schizofrenii nie są jeszcze do końca zrozumiane. Istnieją spory pomiędzy neurofarmakologami, czy etiologia choroby jest wieloczynnikowa czy też jest to pojedynczy proces etiopatologiczny. Rozpatruje się też możliwość wystąpienia zmian rozwojowych lub postępujących procesów neurodegeneracyjnych. Najczęstsze wnioski wynikające z obserwacji klinicznych pacjentów cierpiących na schizofrenię oraz zdrowych ochotników są następujące:

1. Psychoza może rozwijać się u ludzi zdrowych w wyniku chronicznych podań substancji psychostymulujących (np. amfetamina).
2. W wyniku podań niskich dawek substancji psychostymulujących dochodzi do pogłębienia symptomów schizofrenii u ludzi chorych.
3. Substancje blokujące receptory dla aminokwasów pobudzających (NMDA), jak na przykład fencyklidyna

na lub ketamina, wywołują objawy psychotyczne u ludzi zdrowych równocześnie nasilając je u pacjentów schizofrenicznych.

4. Objawy schizofrenii pojawiają się zwykle w późnym wieku młodzieńczym lub w wieku wczesnej dorosłości.

5. Po pojawieniu się pierwszych objawów choroby obserwuje się postępujące nasilenie symptomów negatywnych, pozytywnych i zaburzeń poznawczych.

6. Sytuacje stresowe mogą przyczynić się do powstania lub nawrotu choroby.

Na podstawie tych obserwacji klinicznych próbowano stworzyć szereg hipotez wyjaśniających mechanizm powstawania objawów pozytywnych i negatywnych, wśród nich najbardziej znaną jest hipoteza dopaminowa, sformułowana już przed ok. 30 lat przez Carlssona i Lindqvista. Twórcy hipotezy dopaminowej postulowali, że za powstawanie objawów pozytywnych schizofrenii odpowiedzialne jest nasilenie centralnej neurotransmisji dopaminergicznej. Hipoteza poparta została głównie dowodami pośrednimi, a najważniejsze z nich są następujące: po pierwsze klasyczne neuroleptyki, które znoszą objawy pozytywne schizofrenii, są antagonistami dopaminergicznych receptorów D2, natomiast chroniczne podanie amfetaminy, substancji uwalniającej dopaminę, powoduje narastanie objawów psychotycznych u chorych. U osób zdrowych z kolei wywołuje stany psychotyczne, połączone z występowaniem halucynacji i urojeń, nie wywołując jednocześnie symptomów negatywnych. W szeregu dalszych badań wykazano, że w patogenezie choroby istotną rolę odgrywa prawdopodobnie nie samo nasilenie transmisji dopaminergicznej, co interakcja, czyli wzajemne oddziaływanie, pomiędzy podkorowym a korowym systemem dopaminergicznym. Zakłócenie tej równowagi, polegające na nasileniu transmisji dopaminergicznej w podkorowym systemie limbicznym oraz jednoczesnej niedoczynności układu dopaminergicznego w korze przedczołowej, może prowadzić do rozwoju psychozy. Nie zaobserwowano jednakże ani w badaniach anatomicznych, ani w biochemicznych, żadnych zmian w receptorach dopaminergicznych w mózgu pacjentów schizofrenicznych; nie zaobserwowano różnic w wiązaniu receptorów dopaminergicznych przez neuroleptyki pomiędzy pacjentami wrażliwymi i niewrażliwymi na farmakoterapię. Wreszcie, neuroleptyki atypowe, skuteczne w leczeniu psychozy, mają słabe powinowactwo do receptorów dopaminergicznych, natomiast stosunkowo silne do receptorów serotonergicznymi.

Dlatego też, pomimo że rola dopaminy wydaje się zasadnicza, nie można wykluczyć, że do powstania choroby przyczyniają się także zmiany w obrębie transmisji innych neuroprzekazników. Dalsze obserwacje polegające na psychozomimetycznym działaniu LSD oraz substancji blokujących receptory dla aminokwasów pobudzających zwróciły uwagę badaczy na rolę serotoniny i glutamianu w patogenezie choroby. W przeciwieństwie do substancji uwalniających dopami-



nę związki te wywołują zarówno pozytywne, jak i negatywne objawy schizofrenii. I tak obok hipotezy dopaminowej powstały dwie inne niezależne hipotezy schizofrenii: hipoteza glutamatergiczna, zakładająca, że niedoczynność glutamianu jest pierwotną przyczyną choroby oraz hipoteza serotonergiczna zakładająca, że zmiany w transmisji serotonergicznej są przyczyną wtórnych zmian w mózgu pacjentów schizofrenicznych. Hipoteza glutamatergiczna poparta została głównie faktem, że substancje blokujące receptory dla aminokwasów pobudzających (NMDA), przede wszystkim fencyklidyna i ketamina, mogą indukować szereg symptomów i zaburzeń poznawczych właściwych schizofrenii. Dodatkowo nie zaobserwowano psychozomimetycznego działania ketaminy u dzieci, a dopiero u ludzi dorosłych. Niektórzy agoniści receptorów glutamatergicznych, jak na przykład D-cykloseryna (agonista miejsca glicynowego kompleksu receptora NMDA) w połączeniu z klasyczną farmakoterapią, są skuteczni w odwracaniu symptomów negatywnych i pozytywnych schizofrenii.

## II. Leki antypsychotyczne

### 1. Tradycyjne leki antypsychotyczne

Przez długi okres trudno było znaleźć środki skuteczne w leczeniu choroby. Dopiero w latach pięćdziesiątych pojawiły się pierwsze leki antypsychotyczne, co stało się przełomem w badaniach nad schizofrenią i jej patogenезą. Pierwszym wprowadzonym do leczenia lekiem była chlorpromazyna, kolejne próby doprowadziły do zsyntetyzowania następnego skutecznego leku w leczeniu psychozy, haloperidolu. Oba te związki należą do olbrzymiej obecnie grupy neuroleptyków klasycznych, są skuteczne w odwracaniu symptomów pozytywnych schizofrenii (omamy i urojenia) oraz znoszą napięcie i lęk tym skuteczniej, im objawy te są bardziej burzliwe, nie leczą one jednakże samej choroby i jej przyczyn. Ponadto ich działanie nie jest w pełni satysfakcjonujące również z tego powodu, że leki te nie odwracają objawów negatywnych, a ponadto wywierają silne efekty uboczne ze strony układu pozapiramidowego, takie jak parkinsonizm polekowy czy dyskinezy późne (ruchy mimowolne). Powoduje to z kolei powstawanie wtórnych symptomów negatywnych schizofrenii, takich jak sedacja, dysforia czy depresja, które w zasadzie są nie do odróżnienia od pierwszorzędowych objawów negatywnych choroby i stanowią duży problem terapeutyczny.

### 2. Atypowe leki antypsychotyczne

Ze względu na małą skuteczność neuroleptyków typowych w odwracaniu objawów negatywnych schizofrenii oraz poważne skutki uboczne będące wynikiem długotrwałego podawania leków, kolejnym etapem w badaniach nad psychozą stało się poszukiwanie związków, które byłyby skuteczne w leczeniu zarówno pozytywnych, jak i negatywnych symptomów choroby, a ich stosowanie nie wywoływałoby skutków ubocznych ze strony układu pozapiramidowego. Związki te, zwane neuroleptykami atypowymi charakteryzują się różnymi mechanizmami działania i różną aktywnością antypsychotyczną.

Pierwszym atypowym lekiem antypsychotycznym i zarazem prototypem całej grupy leków była klozapina,

pod względem farmakologicznym i klinicznym posiadająca właściwości antypsychotyczne podobne do klasycznych neuroleptyków, natomiast różniąc się od nich skutecznością w odwracaniu objawów negatywnych schizofrenii. Klozapina nie powoduje powstawania efektów ubocznych ze strony układu pozapiramidowego. Wykazano ponadto, że klozapina może być również skuteczna u pacjentów, którzy źle znoszą terapię tradycyjnymi neuroleptykami lub którzy cierpią na schizofrenię oporną na działanie neuroleptyków klasycznych. Jednakże obok tych pozytywnych aspektów działania klozapiny zaobserwowano też skutki uboczne występujące u pacjentów otrzymujących lek, co prawda inne niż w przypadku neuroleptyków typowych, niemniej równie poważne. Do najważniejszych zalicza się zaburzenia ze strony układu krwiotwórczego, zwłaszcza agranulocytozę i z tego też względu klozapina nie jest lekiem z wyboru, podaje się ją pacjentom zazwyczaj w wyjątkowych przypadkach.

W badaniach na zwierzętach klozapina, podobnie jak chlorpromazyna czy haloperidol zaburza nabywanie odruchów warunkowych, ale w odróżnieniu do klasycznych neuroleptyków nie wywołuje katalepsji u zwierząt oraz nie hamuje stereotypowych ruchów szczękami po podaniu amfetaminy lub apomorfiny.

Powinowactwo klozapiny do receptorów dopaminergicznych D2 jest niższe niż neuroleptyków typowych, natomiast związek w odróżnieniu do klasycznych neuroleptyków wykazuje powinowactwo do pozostałych receptorów dopaminergicznych typu D1, D3 i D4, jak również do szeregu innych receptorów, głównie serotonergicznych, adrenergicznych, histaminowych i cholinergicznych.

Znane obecnie atypowe leki antypsychotyczne stanowią heterogenną grupę związków pod względem profilu neurofarmakologicznego i efektywności klinicznej. Można je podzielić umownie na trzy grupy:

- związki selektywnie blokujące receptory dopaminergiczne D2/D3 np. sulpiryd, amisulpiryd
- związki takie jak klozapina czy też risperidon, które blokują zarówno receptory dopaminergiczne, jak i serotonergiczne,
- związki pozbawione wpływu na układ dopaminergiczny, działające głównie poprzez układ serotonergiczny.

Trzeba zaznaczyć, iż pomimo tego, że trzecia grupa związków jest przez większość badaczy zaliczana do grupy neuroleptyków atypowych, to w badaniach klinicznych związki te nie odwracają objawów pozytywnych schizofrenii, jedynie w połączeniu z neuroleptykami typowymi są skuteczne w leczeniu symptomów negatywnych i objawów ubocznych. Zestawienie neuroleptyków atypowych oraz ich profil działania receptorowego przedstawia tabela 1.

### 3. Porównanie neuroleptyków typowych i atypowych

a) różnice pomiędzy neuroleptykami typowymi i atypowymi w badaniach klinicznych:

1. Neuroleptyki atypowe odwracają zarówno pozytywne, jak i negatywne objawy schizofrenii.
2. Neuroleptyki atypowe nie wywołują efektów ubocznych ze strony układu pozapiramidowego.
3. Nie mają wpływu na stężenie prolaktyny we krwi.



4. Neuroleptyki atypowe znoszą dyskinezy późne wywołane neuroleptykami typowymi.

b) najważniejsze różnice pomiędzy neuroleptykami typowymi i atypowymi (badania przedkliniczne):

1. Neuroleptyki atypowe nie wywołują katalepsji u zwierząt (tylko niektóre w bardzo dużych dawkach powyżej 100mg/kg) oraz nie hamują stereotypowych ruchów szczękami po amfetaminie.

2. Typowe neuroleptyki podawane wielokrotnie indukują serie stereotypowych ruchów szczękami u zwierząt i efekt ten utrzymuje się po zaprzestaniu podawania. Nie obserwuje się takich efektów po podaniach neuroleptyków atypowych.

3. W przeciwieństwie do klasycznych neuroleptyków, które nie znoszą zaburzenia bramkowania sensorymotorycznego wywołanego przez fencyklidynę, większość atypowych leków antypsychotycznych jest skuteczna w tym teście.

4. Atypowe neuroleptyki nie powodują zmian w rytmie dobowym zwierząt, natomiast neuroleptyki klasyczne wydłużają cykl rytmu dobowego i efekt ten utrzymuje się po odstawieniu.

5. Typowe leki opóźniają zapoczątkowanie kopulacji przez samce, jak również liczbę intromisji, natomiast neuroleptyki atypowe opóźniają wprowadzenie moment rozpoczęcia kopulacji nie wpływając jednak na sam jej przebieg.

6. Chroniczne (21 dni) podania typowych i nietypowych leków neuroleptycznych powoduje odmienne, specyficzne anatomicznie zmiany w ekspresji receptorów D2 i D3.

Tabela 1. Zestawienie atypowych leków antypsychotycznych i ich profil receptorowy

Związki wiążące się do receptorów różnego typu	Antagonizm w stosunku do receptorów
klozapina	D1/D2/D3/D4; 5-HT2A/2C, 5-HT3, 5-HT6, 5-HT7, H1, alfa-1-adr, M1
risperidon	5-HT2A, D2/D3/D4, ALFA-1,2 5-HT2A/2C, 5-HT3, 5-HT6; D2/D1/D3/D4; ALFA-1, H1, M1
olanzapina	D2, 5-HT2A, ALFA-1, H1, D1/D2/D3/D4; 5-HT2A/2C; ALFA-1; H1
seroquel (Quetiapina)	D2, D1, 5-HT2A/2C, ALFA-1
zotepina	D2, D1, 5-HT2A/2C, ALFA-1
sertindol	D2, D1, 5-HT2A/2C, ALFA-1
ziprasidon	D2, D1, 5-HT2A/2C, ALFA-1
amperozyd	5-HT2A, D2(słabe)
Selektywni antagoniści receptorów dopaminergicznych	
remoksypryd	D2
sulpiryd, amisulpiryd	D2/D3
Związki nie mające wpływu na przekąźnictwo dopaminergiczne	
ketanseryna	5-HT2A
ritanseryna	5-HT2A/2C
MDL100,907	5-HT2A

Tak więc nietypowe leki antypsychotyczne mogą być ważną grupą leków skutecznych w leczeniu schizofreni. Ich dodatkowe cechy polegające na odwracaniu objawów negatywnych i nie wywoływaniu objawów ubocznych ze strony układu pozapiramidowego stanowią olbrzymią zaletę tej grupy leków.

Wpłynęło 25 I 2000

mgr Joanna Wierońska  
Zakład Neurobiologii, Instytut Farmakologii PAN, Kraków

WIESŁAW BABIK (Kraków)

## DŁUGOŚĆ NIE MA ZNACZENIA? CZYLI O OLBRYMICH PLEMNIKACH U *DROSOPHILA*

Podstawową funkcją plemnika jest przekazanie materiału genetycznego samca do komórki jajowej. Aby tego dokonać, musi się on najpierw przedostać w bezpośrednie sąsiedztwo jaja. Później następuje wzajemne rozpoznanie się obu komórek i wnikięcie plemnika do komórki jajowej. Wznawia to cykl komórkowy jaja; potem następuje połączenie się haploidalnych przedjądrzy: męskiego i żeńskiego, czyli kariogamia, prowadzące do powstania zygoty.

Te funkcje determinują budowę plemników, które najczęściej — choć nie u wszystkich zwierząt — wyposażone są w:

1) aparat ruchu, zazwyczaj, choć nie zawsze w postaci wici, oraz mitochondria, gdzie uzyskiwana jest energia potrzebna do ruchu

2) strukturę pozwalającą na pokonanie osłon jajo- wych — akrosom, będący przekształconym aparatem Golgiego.

Poza tym ilość materiału cytoplazmatycznego w plemniku jest minimalna. Także jądro komórkowe jest niewielkie, gdyż jego zawartość podlega silnej kondensacji podczas spermiogenezy. W miejsce histonów w jądrze plemnika pojawiają się inne zasadowe białka — najczęściej protaminy, umożliwiające bardzo ściśle upakowanie DNA. W jądrze plemnika ssaków łożyskowych DNA upakowany jest sześć razy ściślej niż w chromosomach mitotycznych!

Koszty wytworzenia plemnika są stosunkowo niewielkie, wielokrotnie mniejsze od kosztów wytworzenia komórki jajowej, gdyż jest ona o wiele większa, a w jej cytoplazmie znajduje się dużo rybosomów, mitochondriów i substancji zapasowych, których wyprodukowanie wymaga od samicy znacznego wkładu energetycznego. Ponieważ dostosowanie samca, tzn. prawdopodobieństwo przekazania własnych genów do następnego pokolenia, zależy bezpośrednio od liczby zapłodnionych przez niego jaj, dobór natu-



ralny bardzo silnie popiera produkcję licznych plemników. Umożliwia to nie tylko zapłodnienie dużej liczby jaj (pochodzących od wielu samic), ale jest też koniecznością wynikającą z faktu, że ogromna większość plemników nie dociera w pobliże komórki jajowej, zarówno u zwierząt z zapłodnieniem zewnętrznym, jak i wewnętrznym.

Czynnikiem ograniczającym sukces rozrodczy samców gatunków, u których występuje zapłodnienie wewnętrzne, jest zjawisko konkurencji plemników, wynikające z faktu, że samice kojarzą się z wieloma samcami, tak więc ich plemniki konkurują o zapłodnienie danej porcji jaj. Jednym z najprostszych mechanizmów tego zjawiska jest konkurencja ilościowo-objętościowa: samce, które przekazały podczas kopulacji większą liczbę plemników i/lub większą objętość ejakulatu, mają większą szansę na zapłodnienie jaj.

Powyższe czynniki powodują, że plemniki są na ogół niewielkie, natomiast ich liczba w ejakulacie — bardzo wysoka. Jednak wśród zwierząt istnieje znaczne zróżnicowanie wielkości plemników. Można to, ale tylko częściowo, wytłumaczyć różnicami w ilości DNA — organizmy mające większą zawartość DNA w jądrze komórkowym mają większe komórki; zależność ta dotyczy również plemników, choć jak pokaże niżej, istnieją od niej odstępstwa.

Na wielkość plemnika może też wpływać liczba mitochondriów. Plemniki wielu ryb kostnoszkieletowych o zapłodnieniu zewnętrznym, np. łososiowatych (*Salmonidae*), mają tylko jedno mitochondrium i są zdolne do ruchu bardzo krótko, czasami zaledwie przez kilka sekund. U ryb z zapłodnieniem wewnętrznym, plemniki mogą żyć w drogach rodnych samicy bardzo długo, np. u *Mimagoniates barberi* (*Characidae*), niewielkiej rybki spokrewnionej z neonkami, nad którą prowadzono badania w Zakładzie Anatomii Porównawczej UJ, do 4 miesięcy; w takich przypadkach liczba mitochondriów w plemniku jest znacznie większa. Mitochondria są liczne również w plemnikach ryb chrzęstnoszkieletowych, u których zawsze występuje zapłodnienie wewnętrzne. Jak dotychczas jednak brak ogólniejszych badań, jak silna jest korelacja pomiędzy liczbą i wielkością mitochondriów, a długością życia plemników.

Badania przeprowadzone na kręgowcach wykazały, że istnieje zmienność wewnątrzgatunkowa długości plemników. Dłuższe plemniki mogą poruszać się w drogach rodnych samicy szybciej i dlatego mają przewagę selekcyjną w konkurencji z krótszymi. Jednak dane dla ryb mówią co innego. Nawet u gatunków, u których występuje silna konkurencja plemników, przewagę selekcyjną mają plemniki krótsze; nie bardzo wiadomo dlaczego tak jest. Tak więc, adaptacyjne znaczenie zróżnicowania długości plemników u kręgowców nadal pozostaje zagadnieniem niewyjaśnionym.

Dotychczas pozytywną korelację pomiędzy wielkością plemnika a sukcesem rozrodczym samca stwierdzono jedynie u trzech gatunków bezkręgowców: nicienia *Caenorhabditis elegans*, roztocza *Rhizoglyphus robini* i muchówki *Scathophaga stercoraria*. Wykazano, że u wspomnianej muchówki wynika to z przewagi dłuższych plemników w konkurencji o miejsce w spermatece samicy (spermateka to zespół kanalików,

gdzie gromadzone są plemniki przekazane w czasie kopulacji).

Interesujące, a przy tym niejasne, jest duże zróżnicowanie wielkości plemników u zwierząt, u których zaplemnienie i zapłodnienie odbywa się w podobny sposób, a także występowanie plemników w dwu klasach wielkości u tych samych samców.

Najbardziej zaskakujące i niezwykle trudne do wytłumaczenia są 180-krotne różnice wielkości plemników wśród muszek owocowych (*Drosophila*). Trzeba zaznaczyć, że w ogóle muszki z rodzaju *Drosophila* mają bardzo duże plemniki; u ponad połowy gatunków tego rodzaju są one dłuższe od ciała! Badania przeprowadzone na gatunkach z grupy *Drosophila nanoptera* (*D. nanoptera*, *D. wassermani*, *D. acanthoptera* i *D. pachea*) wykazały duże różnice międzygatunkowe w wielkości, liczbie produkowanych, oraz liczbie przekazywanych podczas kopulacji plemników; również względna masa jąder u samców i pojemność spermateki u samic były bardzo różne. Długość plemników różniła się u nich nawet czterokrotnie (dł. 4,5 mm u *D. wassermani* i 16,5 mm u *D. pachea*), podobnie liczba plemników w jądrach, jak również objętość i udział procentowy jąder w masie ciała. Gatunki te różniły się jeszcze bardziej liczbą plemników przekazywanych podczas kopulacji (ponad 1000 u *D. acanthoptera*, zaledwie 44 u *D. pachea*). Tylko samice *D. acanthoptera* miały mniejszą pojemność spermateki niż potrzebna do zgromadzenia wszystkich plemników przekazanych podczas jednej kopulacji. Natomiast u pozostałych gatunków do wypełnienia spermateki potrzebna była kopulacja z więcej niż jednym samcem. Ponieważ długość okresu pomiędzy kolejnymi kojarzeniami jest silnie dodatnio skorelowana z liczbą plemników otrzymywaną podczas pojedynczej kopulacji, sugeruje się, że wielokrotne kojarzenia są powodowane wymogiem zapłodnienia wszystkich wyprodukowanych jaj. Z drugiej strony dane dla *D. hydei*, muszki owocowej należącej do innej grupy w obrębie rodzaju *Drosophila*, sugerują, że samce dzielą ejakulat pomiędzy kolejne kopulacje.

Dwie hipotezy mogą wyjaśniać różnice w liczbie plemników przekazywanych w kolejnych kopulacjach u gatunków much z grupy *D. nanoptera*:

- 1) „oszczędzania plemników” (ang. *sperm conservation*) — w obliczu silnej konkurencji plemników samiec powinien przekazać podczas kopulacji tylko tyle gamet, ile może być wykorzystanych przez samice przed powtórny kojarzeniem;
- 2) „asekuracji” (ang. *bet-hedging*) — u gatunków, których samce produkują niewielką liczbę plemników, opłaca się dzielić je pomiędzy kilka samic, bo taka strategia jest mniej ryzykowna.

Dotychczasowe badania sugerują, że druga z tych hipotez jest bardziej prawdopodobna.

Kolejną ciekawą cechą niektórych gatunków muszek z rodzaju *Drosophila* jest wytwarzanie gigantycznych plemników. Wiadomo, że powstają one w toku ewolucji kilkakrotnie. Największe plemniki, o długości 23,2 mm i 58 mm występują u *D. hydei* i *D. bifurca*. Plemniki tego drugiego gatunku są w ogóle największe w świecie zwierząt. Za pomocą mikroskopii skaningowej i konfokalnej badano pozycję plemnika w jaju i to, jaka część plemnika pozostaje na zewnątrz po wnikięciu





NIEBO NAD WYŻYNĄ LUBELSKĄ



...w tym celu należy przede wszystkim...

...niezależnie od warunków...



65

KOZY

...niezależnie od warunków... (faded text at the bottom of the page)





PAJĘCZYNA





65

KWIETNIOWY ŚNIEG



główki do komórki jajowej. Wykazano, że u niektórych gatunków, np. *D. ezoana* i *D. pachea* prawie cały plemnik (ok. 15 mm), natomiast u *D. hydei* i *D. bifurca* tylko 1,31 i 1,6 mm plemnika przedostaje się do wnętrza komórki jajowej. Stwierdzono również, że pozycja plemnika wewnątrz jaja jest charakterystyczna dla gatunku. Jakie przyczyny mogły doprowadzić do tak znacznego zróżnicowania wielkości plemników muszek owocowych i dlaczego u niektórych gatunków samce produkują niewiele ogromnych plemników?

Istnieje hipoteza, że możliwą funkcją witki w olbrzymich plemnikach może być „wypychanie” główki w kierunku jaja. Przepychająca witka byłaby zwinęta i opierała się o ściany spermateki, lub nawet owijała się dookoła jaja. W ten sposób dłuższe plemniki uzyskiwałyby przewagę selekcyjną nad krótszymi. Jak dotychczas nie ma jednak obserwacji popierających tę hipotezę.

Przeprowadzone ostatnio badania sugerują, że powstanie gigantycznych plemników umożliwiło wyeliminowanie ich konkurencji, gdyż dzięki szczególnej budowie pęcherzyków nasiennych, samce mogą bardzo precyzyjnie regulować liczbę plemników przekazywanych w czasie kopulacji. U gatunków z olbrzymimi plemnikami prawdopodobieństwo zapłodnienia jaja przez każdy z nich jest bardzo wysokie, ponieważ plemniki są wydalane ze zbiornika nasienia w ciele samicy pojedynczo w proporcji jeden na jedno jajo. Co więcej, ogromne komórki, ze względu na swoje rozmiary nie mogą być składowane warstwami w kanalikach, co umożliwiałoby samicy wybór do zapłodnienia plemników od ostatniego partnera seksualnego. Powoduje to, że cały zapas dojrzałych jaj jest zapładniany przez plemniki pochodzące od jednego samca. W takiej sytuacji można oczekiwać, że samice będą wpływały na jakość genetyczną swojego potomstwa przez staranny wybór partnera do kopulacji.

Badania przeprowadzone na 11 gatunkach muszek z rodzaju *Drosophila* wykazały, że względna masa jąder tych gatunków różniła się nawet sześciokrotnie, długość plemników czterdziestokrotnie. Samce większych gatunków mają stosunkowo większe jądra. Badania korelacyjne sugerują, iż prawie całe zróżnicowanie bezwzględnej i względnej masy jąder u badanych gatunków może wynikać z długości plemników. Również masa ciała była pozytywnie skorelowana z długością plemników. Po usunięciu efektu długości plemnika (w tym celu używa się odpowiednich technik statystycznych) stwierdzono pozytywną korelację pomiędzy liczbą produkowanych komórek rozrodczych i suchą masą ciała samca, oraz negatywne korelacje pomiędzy: liczbą produkowanych plemników a ich długością, oraz liczbą komórek przekazywanych podczas kopulacji a ich długością. Ponieważ proporcja energii przeznaczanej przez samce na produkcję plemników wykazuje zmienność międzygatunkową, liczba i rozmiar plemników mogą się różnić do pewnego stopnia niezależnie. Konieczność kompromisu pomiędzy liczbą produkowanych plemników i ich rozmiarami staje się widoczna dopiero, gdy bierze się pod uwagę ilość energii zainwestowanej w ich produkcję.

Także u innych gatunków bezkręgowców stwierdzono pozytywną korelację pomiędzy wielkością cia-

ła a długością plemników. Dla wyjaśnienia tego zjawiska zaproponowano 3 hipotezy:

- 1) wzrost długości plemników napędzał wzrost rozmiarów ciała; kiedy zwiększył się nacisk selekcyjny na wzrost długości plemników, silniejsza odpowiedź wystąpiła u większych gatunków, gdyż mogły one przeznaczyć stosunkowo więcej energii na wytwarzanie większych komórek rozrodczych;
- 2) masa ciała i długość plemników mogą być skorelowane genetycznie;
- 3) wzrost masy ciała napędzał wzrost długości plemników; była to inwestycja w potomka nie tylko w postaci materiału genetycznego, ale również dostarczanie mu substancji odżywczych.

Poparcie dla dwu pierwszych hipotez wynika z tego, że większy samiec produkuje więcej plemników danej długości (przy czym hipoteza pierwsza nie wyklucza się z drugą). Korelacja genetyczna pomiędzy wielkością ciała i wielkością plemników oznaczałaby, że geny odpowiedzialne za wielkość ciała wpływają również na wielkość plemników (lub odwrotnie). Jednak czy istnieje taka korelacja — nie wiadomo. Trzecią hipotezę można raczej odrzucić, gdyż ostatnie badania wskazują, że plemniki nie zaopatrują zygoty w materiały odżywcze.

Gatunki *Drosophila* nie tylko cechuje bardzo duże i trudne do wytłumaczenia zróżnicowanie wielkości i liczby produkowanych plemników. U niektórych gatunków samce zawsze produkują dwa typy tych komórek, różniące się wielkością. W liczącej 55 gatunków grupie *D. obscura*, do której należą też najpospolitsze gatunki żyjące w Polsce, u wszystkich 19 zbadanych gatunków stwierdzono, że samce produkują plemniki w dwu rozmiarach, długie i krótkie. Z drugiej strony tylko jeden gatunek spoza grupy *obscura*, *D. teissieri* produkuje plemniki niejednorodnych rozmiarów, ale w jego przypadku zmienność jest ciągła (można wyróżnić formy o pośredniej długości). U czterech gatunków z grupy *obscura* krótkie plemniki stanowią przynajmniej połowę ejakulatu, ale nie uczestniczą w zapłodnieniu. Większość hipotez próbujących wyjaśnić funkcję dwu typów plemników wiąże to zjawisko z dostarczaniem przez samca substancji odżywczych samicy, lub z konkurencją plemników.

Można zadać pytanie, czy występowanie dwu typów plemników jest w ogóle adaptacją. Wielokrotne, niezależne pojawianie się danej cechy w ewolucji zawsze silnie przemawia za jej znaczeniem adaptacyjnym. Jeżeli znane są pokrewieństwa filogenetyczne dla danej grupy organizmów (np. na podstawie badań molekularnych), to możemy sprawdzić, czy w obrębie drzewa filogenetycznego cecha pojawiała się wielokrotnie i niezależnie. Badania takie przeprowadzono na 10 gatunkach z grupy *D. obscura*. Stwierdzono, że dziedzictwem po wspólnym przodku można wytłumaczyć tylko 22% przypadków różnic wielkości długich plemników pomiędzy tymi gatunkami, natomiast międzygatunkowe różnice długości małych plemników nie są wcale skorelowane z pozycją filogenetyczną. Nasuwa się więc wniosek, że pojawianie się w grupie *D. obscura* zdolności do produkcji dwu typów plemników musiało przynosić jakieś korzyści i dlatego było utrwalane przez dobór naturalny. Nie wiadomo jednak nadal, ja-



ka jest funkcja małych plemników. U *D. pseudoobscura* nie spełniają one funkcji odżywczych. Również nieprawdopodobna jest hipoteza, że służą one jako wypełniacze spermateki, gdyż po 48 h, gdy samice odzyskują receptywność, w ich spermatekach pozostaje bardzo mało krótkich plemników.

Jak widać z powyższego przeglądu nie ma zadowalających odpowiedzi na pytania:

- 1) dlaczego samce niektórych gatunków *Drosophila* przekazują samicy w czasie kopulacji mniej plemników niż mogłyby i dlaczego ma to związek z długością plemników?
- 2) dlaczego powstały gigantyczne plemniki u *Drosophila*?
- 3) jaki jest powód często obserwowanej pozytywnej korelacji pomiędzy długością plemników a wielkością ciała u bezkręgowców?

4) jakie jest znaczenie adaptacyjne wytwarzania przez gatunki z grupy *Drosophila obscura* dwu klas wielkości plemników?

Natrafienie na takie nierozwiązane zagadki powinno cieszyć badacza, gdyż jest wyzwaniem dla jego pomysłowości i umiejętności odkrywania tajemnic przyrody.

Autor serdecznie dziękuje dr hab. Janowi Rafińskiemu za uwagi i dyskusję na temat wcześniejszych wersji tekstu.

Wpłynęło 20 II 2000

Wiesław Babik jest doktorantem Zakładu Anatomii Porównawczej Instytutu Zoologii UJ

RYSZARD RYWOTYCKI (Kraków)

## METODY KONSERWOWANIA MIĘSA Z UWZGLĘDNIENIEM PEKLOWANIA

Celem stosowanych w przemyśle mięsnym metod jest utrzymanie surowców zwierzęcych i gotowych wyrobów w stanie możliwie nie zmienionym pod względem zarówno ich cech fizycznych, wartości higienicznych jak i wartości odżywczych.

Kryteriami oceny stosowanych metod są:

- maksymalne przedłużenie trwałości,
- minimalne zmiany stanu wyjściowego cech organoleptycznych i wartości dietetycznych,
- szerokiego zastosowania w praktyce,
- niskie koszty,
- nieszkodliwość pod względem zdrowotnym.

Przed przemysłem mięsnym w zakresie ochrony mięsa i produktów mięsnych przed czynnikami, które mogą obniżyć jego jakość stoją zadania, wybiórczego stosowania skutecznych metod stosowania. Wg prof. Nikityńskiego metody utrwalania szybko psujących się produktów powinny opierać się na trzech poniżej podanych zasadach.

1. Potrzymaniu procesów życiowych w utrwalonych produktach przez wykorzystanie w tym celu ich naturalnej odporności.
2. Zahamowanie życiowej działalności drobnoustrojów za pomocą fizycznych i chemicznych czynników przez stosowanie niskich temperatur, suszenie (odwodnienie) produktów i przechowywanie ich w postaci suszonej lub podsuszonej, solenie, przechowywanie ich w postaci suszonej lub podsuszonej, solenie, przechowywanie w atmosferze dwutlenku węgla, kwaśnych roztworach.
3. Przerwaniu wszelkich życiowych procesów w utrwalonym produkcie przez działanie wysokich temperatur (pasteryzacja, sterylizacja), oddziały-

wanie antyseptyczne — dym, oraz przez działanie promieniowania.

Zgodnie z powyższym wszystkie metody konserwowania mogą być podzielone na:

- chemiczne,
- fizyczne,
- mieszane (fizyko-chemiczne).

Metody chemiczne polegają na tym, że działające czynniki chemiczne wstrzymują psucie się mięsa i jego przetworów. W grupie tej znajduje się solenie i peklowanie mięsa i słoniny. Sól działa bakteriostatycznie, tj. powstrzymuje rozwój drobnoustrojów.

Metody fizyczne są oparte na działaniu niskich lub wysokich temperatur. Zarówno jedne jak i drugie mają za zadanie zwolnienia lub zahamowania przebiegu reakcji chemicznych i biochemicznych, powodujących psucie się mięsa lub tłuszczów. Zastosowanie tych temperatur powoduje także zwolnienie lub nawet całkowite wstrzymanie procesów życiowych drobnoustrojów oraz ich rozwoju. Można to osiągnąć np. przez zniszczenie pewnej, znacznej ilości drobnoustrojów wskutek gotowania. Gotowanie jednak przetworów mięsnych bez zamknięcia w szczelnym opakowaniu daje bardziej krótkotrwałe konserwowanie niż mrożenie.

W przemyśle mięsnym spośród metod fizycznych mają zastosowanie:

- chłodzenie,
- mrożenie,
- liofilizacja,
- obróbka cieplna (pasteryzacja, sterylizacja),
- suszenie mięsa.

W metodach mieszanych fizyko-chemicznych wykorzystane jest zarówno działanie czynników fizycz-

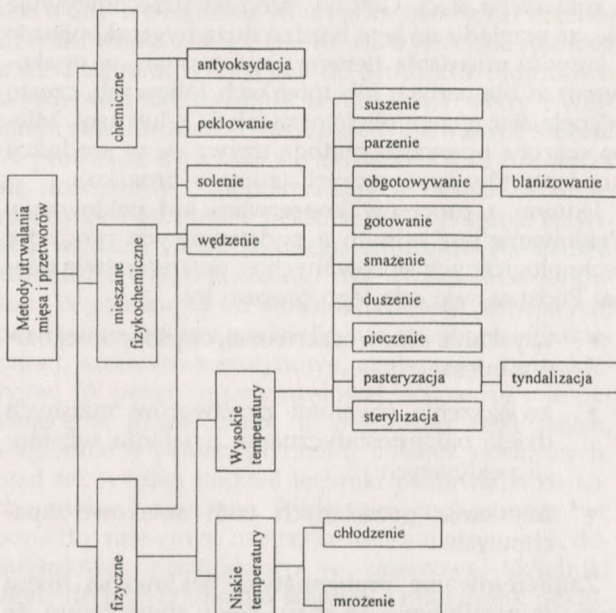


nych, chemicznych jak i biochemicznych. W tej grupie typową metodą jest wędzenie mięsa i przetworów mięsnych. Podczas tego procesu zachodzi odwodnienie produktu, spowodowane działaniem podwyższonej temperatury w komorze wędzarniczej, a także nasycenie produktów utrwalającymi związkami chemicznymi, zawartymi w dymie wędzarniczym.

Proces wędzenia ma również duży wpływ w wyrobach mięsnych. Dym wędzarniczy powstaje podczas pyrolyzy drewna w wyniku wymieszania się z powietrzem gazowych, ciekłych i bardzo rozdrobnionych stałych produktów częściowego spalania drewna. Mimo dotychczasowych badań nie jest sprecyzowany dokładnie skład jakości i ilościowy dymu. Jest on zresztą bardzo zmienny i uzależniony od wielu czynników. Do najważniejszych z nich należą: sposób wytwarzania dymu, gatunek i rodzaj drewna, szybkość przepływu powietrza w strefie żaru, wilgotność zrębków lub kłosa. Stężenie ilościowe i jakościowe gazu surowego w dymie wędzarniczym zależy m.in. od sposobów wytwarzania dymu. Wędzenie gorące prowadzone jest w temperaturze 45 do 80° C, zaś wędzenie zimne w temperaturze 16 do 22° C. Wędzenie ciepłe stanowi najczęściej alternatywę do wędzenia zimnego i przebiega w temperaturze 23 do 40° C. Zasada tych procesów technologicznych polega na poddawaniu przetworów, o uprzednio osuszonej powierzchni, działaniu dymem przez pożądaną czas. Efektem chemicznym dymu wędzarniczego jest wnikiwanie licznych jego składników w warstwę wędzonego wyrobu i odkładanie się barwnych cząstek dymu (sadz, smołka). Związki występujące w dymie można ogólnie podzielić na następujące grupy: kwasy organiczne (nienasycone, keto- i hydrokwasy, heterocykliczne), aromatyczne, z grupą fenolową i karboksylową, związki fenolowe (siringol, gwajakol, krezol), zasady organiczne (pirydyna) i związki obojętne (nasycone i nienasycone alkohole, węglowodory aromatyczne i policykliczne, estry i etery). Wędzenie powoduje też występowanie efektów niekorzystnych, jak zmniejszenie zawartości aminokwasów, białek mięsa oraz kontaminację substancjami o działaniu toksykologicznym i rakotwórczym. Dzisiaj żywność jest nie tylko źródłem białka, tłuszczu, węglowodanów, soli mineralnych i witamin, ale również zawiera substancje obce wpływające znacząco na utratę zdrowia człowieka. Obecnie następuje między tymi kategoriami ogromny rozszew i często pożywienie nie ma nic wspólnego ze zdrową żywnością, ponieważ straciło wszelkie walory naturalności, a ponadto zawiera wiele ksenobiotyków. Dopuszczalne są metody i środki produkcji, które powodują wysokie wydajności, skrócenie cykli produkcyjnych oraz wysoką efektywność produkcji. Wartość biologiczna produktów spożywczych — konsumpcyjnych schodzi na drugi plan, choć stróżem mają być normy prawne i służby kontroli, w tym również sanitarne. Etyka zawodowa producenta żywności odpowiedzialnego za jakość zdrowotną produktów, zanika w gąszczu nowości i nowinek. Równocześnie w rolnictwie i przetwórstwie spożywczym coraz większą rolę odgrywa ekonomia, której celem jest uzyskiwanie coraz większego zysku, podniesienie efektywności produkcji i wzrostu wydajności docho-

du. Bardzo dobry producent żywności dzisiaj to ten, który uzyskuje wysokie wyniki produkcyjne, a jeszcze lepsze wyniki ekonomiczne, ponieważ zmusza go do tego rynek i niczym nie okiełzana gospodarka liberalna. Aktualnie producentem żywności może zostać każdy, przynajmniej ten co ma pieniądze i chce robić interes, niekoniecznie posiadający odpowiednie kwalifikacje. Rynek i konkurencja o klienta sprawiają, że raczej bytu mają towary coraz tańsze i z wyglądu ładne. Dawno już wiadomo, że zdrowie człowieka zależy od wielu czynników, ale na pewno najbardziej od składu i stanu żywności oraz od wartości biologicznej pokarmu, który przychodzi mu spożywać.

Poniżej przedstawiony jest schemat podziału utrwalań mięsa i przetworów mięsnych.



Chłodzenie ma na celu pozbawienie mięsa pewnej ilości ciepła, obniżenie jego temperatury do poziomu bliskiego 0, lecz znajdującego się powyżej punktu zamrażania mięsa ok. -1°C. Niskie temperatury działając na mięso powodują znaczne zwolnienie reakcji chemicznych, wywołujących psucie się mięsa, a z drugiej strony zwolnienie lub całkowite wstrzymanie procesów życiowych drobnoustrojów.

Temperatury niskie, odpowiednio stosowane do chłodzenia nie niszczą tkanki mięsnej. Zamrażanie polega na działaniu temperatur minusowych, przy czym mięso tym szybciej jest zamrożone, im niższą stosujemy temperaturę. Taką optymalną temperaturą jest -25°C. Mięso zamrożone należy przechowywać w temperaturze -18-20°C. Temperatura zamrożenia mięsa waha się w granicach od -0,5-1,2°C (dla krwi ok. -0,55). Mięso solone i peklowane ma początkowy punkt zamrożenia niższy (tym niższy im więcej soli znajduje się w produkcie). W czasie zamrażania najpierw zamarza woda w komórkach mięśniowych i dlatego należy działać szybko niską temperaturą, aby nie powstały zbyt duże kryształki niszczące strukturę mięsa. Suszenie jest procesem, w którym oprócz dostarczania ciepła występuje zjawisko wyparowania wody. Suszone mięso zawiera od 6-10% wody, czyli poniżej niezbędnej wilgotności dla rozwoju żywych



organizmów (pleśń 15%, bakterie 25-30% przy wilgotności powietrza 75%). W przemyśle mięsnym stosuje się podsuszanie wędzonek i niektórych wyrobów przeznaczonych do dłuższego przechowywania (koncentraty zup) oraz suszy się krew na mączkę. Suszenie sublimacyjne czyli liofilizacja polega na tym, że wodę usuwa się z zamrożonego mięsa na drodze sublimacji tzn., że lód z zamrożonego mięsa przechodzi w stan pary z pominięciem fazy ciekłej. Unika się w ten sposób wszystkich ujemnych skutków jakie występują przy utrwalaniu wysokimi temperaturami. Zachowana zostaje zdolność mięsa do hydratacji (uwodnienia), nie zmienia się wartość odżywcza oraz cechy organoleptyczne. Do zamrażania mięsa stosuje się temperaturę  $-30^{\circ}\text{C}$  i próżnię w granicach 0,1 do 1 mm słupa rtęci. Gotowy produkt przechowywany się, ze względu na jego bardzo dużą higroskopijność i łatwość utleniania tlenem powietrznym, w opakowaniach blaszanych lub torebkach foliowych, często wypełniając gazem obojętnym jak  $\text{CO}_2$  lub azot. Mięso suszone powyższą metodą używa się w produkcji koncentratów spożywczych (zupy w proszku).

Jednym z procesów konserwacji jest peklowanie. Peklowanie jest jednym z podstawowych procesów technologicznych stosowanych w przetwórstwie mięsa. Podstawowe cele tego procesu to:

- uzyskanie różowoczerwonej, ciepłoopornej barwy mięsa,
- zwiększenie trwałości przetworów mięsnych dzięki bakteriostatycznemu działaniu substancji peklujących,
- uzyskanie pożądanych cech smakowo-zapachowych.

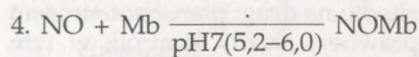
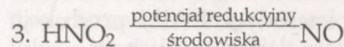
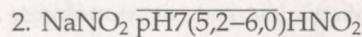
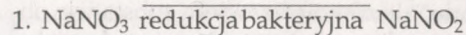
Zainteresowanie problematyką peklowania mięsa wzrosło gwałtownie od czasu kiedy stwierdzono, że użycie środków peklujących może być niebezpieczne dla zdrowia człowieka. W wyniku reakcji azotynów z aminami obecnymi w mięsie mogą tworzyć się N-nitrozozwiązki. Ponad 90% z ok 300 przebadanych dotychczas w laboratoriach związków nitrozowych powodowało u zwierząt zmiany kancerogenne. Substancje te mogą tworzyć się również bezpośrednio w przewodzie pokarmowym, a liczbę i rodzaj tych związków determinuje dieta. Nadmierna pozostałość azotynów i azotanów może być także przyczyną bezpośrednich zatruć pokarmowych, zwłaszcza u dzieci, ludzi schorowanych i starszych. Odkrycie hamowania nitrozowania związków aminowych przez kwas askorbinowy i jego pochodne zostało już wykorzystane w praktyce przemysłowej. Drugim zagadnieniem budzącym coraz większe zainteresowanie jest problem ewentualnych substytutów azotynu i uniknięcia tą drogą wszystkich potencjalnych zagrożeń stwarzanych przez stosowanie tej substancji. Naukowcy proponujący całkowitą eliminację nitrytu z mieszanek peklujących koncentrują się na poszukiwaniu nie jednego zamiennika tego związku lecz multi-kompleksu, wychodząc z założenia, że wielofunkcyjne właściwości nitrytu nie mogą być zastąpione przez pojedynczy składnik, obecność nitrytu w mięsie jest też niezbędna do zapewnienia aktywności antibakteryjnej. Stosowanie dawek mniejszych niż 120 ppm powoduje powstanie odpowiedniej barwy i cech smakowo-zapa-

chowych, nie zapewnia jednak bezpieczeństwa mikrobiologicznego produktom. W dalszym ciągu podstawową trudność sprawia znalezienie, w miejsce nitrytu, substancji kształtujących charakterystyczny profil smakowo-zapachowy przetworów peklowanych.

Do peklowania najczęściej używane są następujące związki chemiczne:  $\text{NaCl}$  (sól kuchenna),  $\text{NaNO}_2$  (azotyn sodu — nitryt). Obecnie stosowana mieszanka peklująca, w której skład wchodzi sól kuchenna i azotyn sodu, zwana peklosolaną oraz cukier. Coraz powszechniej stosuje się również: wielofosforany, askorbinian sodu i jego sole, glukono-delta-lakton, almina, produkty pełnej lub częściowej hydrolizy skrobi np. dekstryny, syropy i glukozę, substancje ukształtujące potencjał oksydu-redukcyjny środowiska oraz tzw. startowe kultury mikroorganizmów. Powstawanie barwnika typowego dla mięsa peklowanego jest wynikiem tlenowania tlenkiem azotu ( $\text{NO}$ ), naturalnego barwnika tkanki mięsnej tj. miooglobiny z wytworzeniem nitrozo-miooglobiny ( $\text{NOMb}$ ). Mioglobina stanowi ok. 90% ogólnej ilości barwników mięśniowych. Jest ona zbudowana z protoporfiryny IX i białka globiny. Pierścien porfirynowy w swoim układzie centralnym zawiera atom  $\text{Fe}^{2+}$ . Utlenianie  $\text{Fe}^{2+}$  do  $\text{Fe}^{3+}$  powoduje zmianę barwy z żywo czerwonej na ciemnobrunatną, a po obróbce termicznej na szarobrunatną. Tlenek azotu wchodząc w reakcję z Mb wywiera cząstkę wody z pierścienia porfirynowego i blokuje Fe przed utlenianiem, a tym samym utrwała naturalną barwę mięsa. Podczas obróbki termicznej część białkowa  $\text{NOMb}$  ulega denaturacji i powstaje nitrozoooksy — miochromogen o żyworóżowej barwie. Termiczna denaturacja Mb nie tlenowej NO prowadzi do utleniania  $\text{Fe}^{2+}$  do  $\text{Fe}^{3+}$  i powstaje metmiochromogen o szarobrunatnej barwie typowej dla mięsa niepeklowanego. Tlenek azotu ( $\text{NO}$ ) wchodzący w reakcję z barwnikami i mięsa może pochodzić z dwóch źródeł:

- z soli kwasu azotowego ( $\text{KNO}_3$  — saletra),
- z soli kwasu azotowego ( $\text{NaNO}_2$  — nitryt).

Uwalnianie się tlenku azotu można przedstawić przy pomocy następującego schematu:



Redukcja azotanu do azotynów zachodzi pod wpływem reduktaz wytwarzanych przez bakterie denitryfikujące. Jest to najwolniejsza faza procesu peklowania. W przypadku gdy do peklowania użyto azotanu, wyeliminowaniu ulega udział bakterii denitryfikujących, a sam proces peklowania ogranicza się



do 2, 3, 4 punktu powyższego schematu i jest skrócony o czas działania bakterii denitryfikujących, co znacznie przyspiesza sam proces peklowania. Poza tym azotynowe peklowanie umożliwia synchronizowanie procesu peklowania z rozdrobnieniem, co może być wykorzystane przy produkcji wędlin drobno- i średnio- i grubo- rozdrobnionych. Stosowanie azotynów zamiast azotanów stwarza ponadto możliwości regulowania poziomu wolnych azotynów w gotowym przetworze. Poziom wolnych azotynów w przetworach mięsnych winien być ze względów sanitarno-higienicznych jak najniższy z uwagi na potencjalną możliwość powstania nitrozoamin — tj. związków chemicznych zaliczanych do rakotwórczych. Azotyn sodu reaguje z drugorzędowymi aminami i tworzy lotne N — nitrozoaminy LNAs. Reakcje te można opisać równaniem  $V = K (HNO_2)^2 \times \text{aminy drugorzędowe}$ . Ostatnie badania wykazały, że również sam azotyn sodu wywołuje raka węzłów limfatycznych u zwierząt doświadczalnych. Do czynników wpływających na tworzenie lotnych N — nitrozoamin zalicza się zawartość  $NaNO_2$  po peklowaniu, typ, zasadowość i zawartość amin drugorzędowych, czas i temperaturę reakcji, pH, obecność katalizatorów lub inhibitorów. Ponadto w wypadku mięsa peklowanego, które jest kompleksem złożonym związków chemicznych, dodatkowo mogą wpływać na ten proces takie czynniki, jak skład chemiczny mięsa, stopień zakażenia, zmiany patologiczne, czas, warunki składowania, zawartość metali ciężkich, składniki dymu wędzarnianego. Ponieważ warunki istniejące w przemyśle mięsnym i w obrocie nie pozwalają całkowicie wyeliminować azotynu i azotanu w mięsie peklowanym na rynku np. angielskim wprowadzono ograniczenie łącznej zawartości azotynu i azotanu do 500 mg/kg, w tym azotynu sodu nie więcej niż 200 mg/kg. Polskie normy ograniczają ilość wolnych azotynów do 0,02 mg/100 g czyli odpowiadają wymogom angielskim. Sól kuchenną dodaje się do surowca mięsnego w celu przedłużenia trwałości i nadania mu charakterystycznego smaku i zapachu. Konserwujące działanie soli kuchennej polega na wytworzeniu wysokiego ciśnienia osmotycznego, w którym bakterie gnilne wstrzymują swoją działalność życiową. Bakterie solumolubne znoszą dobrze stężone roztwory soli, w formie przetrwalnikowej mogą w niej przebywać wiele lat. Mikroflora chorobotwórcza jest bardzo odporna, szczególnie jej spory na działanie soli kuchennej. Toksyny wydzielane przez niektóre z nich nie są niszczone przez sól. Działanie cukru w tkance polega na zapobieganiu utlenieniu mioglobiny i zakwaszeniu środowiska, zwiększając tym trwałość solanki. Cukier jest pożywką dla mikroflory, której produkty przemiany materii polepszają konsystencję mięsa poprzez zwiększenie zdolności hydratacyjnych kolagenu. Nadmiar ilości cukrów redukujących może stać się przyczyną nieenzymatycznego zciemnienia mięsa w czasie zabiegu cieplnego (poprzez powstanie melanoidyny). Działanie kwasu L-askorbinowego polega na spełnieniu roli czynnika redukującego metmioglobinę do mioglobi-

ny, zwiększając przez to pożądalność barwy produktu. Ponadto redukuje azotyny do tlenku azotu, skracając czas peklowania o ok. 30%.

Dodatek wielofosforanów podnosi nieznacznie pH tkanki, przyczynia się do zwiększenia wodochłonności mięsa, do wzrostu pojemności buforowej, powoduje rozpuszczalność miozyny i dysocjację aktomiozyny, wiąże kationy  $Mg^{2+}$  i  $Ca^{2+}$ , przeprowadzając je w formę niezjonizowaną — co również zwiększa wodochłonność mięsa. Równocześnie wielofosforany są dobrymi emulgatorami tłuszczu, warunkując jego równomierne rozmieszczenie w całym produkcie. Fizykochemiczna istota procesu peklowania polega na wymianie osmotycznie-dyfuzyjnej między produktem, a roztworem soli peklujących. W pierwszym okresie następuje ubytek wody z produktu w wyniku osmozy. Przechodzenie wody do roztworu o wyższym stężeniu przeważa nad dyfuzją soli do produktu. Stopniowo wyrównuje się szybkość wydzielania wody i wnikania soli do tkanki. Następuje wyrównanie stężeń. W produkcie zwiększa się zawartość soli, zmniejsza się ilość wody i rozpuszczalnych związków organicznych. Pod koniec peklowania występuje zjawisko wzrostu masy solonego produktu na skutek chłonięcia wody z solanki dla uwodnienia jonów soli. W zależności od stosowanych soli peklujących, peklowanie można podzielić na: azotanowe (bakteryjne), azotanowo-azotynowe, azotynowe (bezbakteryjne). W praktyce przemysłowej stosuje się sole peklujące w formie stałej, tj. mieszanek peklujących, względnie w postaci płynnej tj. solanek peklujących. Stąd też wynika podział techniki peklowania na suche, mokre i mieszane. Peklowanie mokre może być ponadto: zalewowe, nastrzykowe (donaczyniowe, domięśniowe), nastrzykowo — zalewowe. Składniki użyte do przyrządzania solanek i mieszanek peklujących muszą odpowiadać odpowiednim normom jakościowym. Muszą być odmierzane ilościowo, a nie objętościowo, tzn. muszą być ważone. Do oznaczania stężenia solanek używany jest areometr wyskalowany w stopniach Baumego. Jednemu stopniowi Baumego (Be) odpowiada 10 mg NaCl w 1 ml wody. Starannie pielęgnowane solanki można używać latami, np. przy produkcji bekonu. Aby utrzymać wymagane stężenie solanki wielokrotnie używanej, należy po każdorazowym użyciu solanki kontrolować jej stężenie i w miarę potrzeby je wzmacniać. Używanie takich solanek ma duże znaczenie i jest korzystne z uwagi na uzyskanie właściwej barwy mięsa, odpowiednich cech jakościowych (np. smaku i aromatu produktu), jak też z uwagi na oszczędne zużycie składników solanki.

Piśmiennictwo do wglądu u autora.

Wpłynęło 20 III 2000

Dr inż. Ryszard Rywotycki, Katedra Mikrobiologii AR, Kraków i Środowiskowe Laboratorium Analiz Fizykochemicznych i Badań Strukturalnych UJ



## SYLWETKI CZŁONKÓW HONOROWYCH PTP IM. KOPERNIKA



Prof. dr hab. **HALINA KRZANOWSKA** ukończyła studia biologiczne na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie (rozpoczęła je na tajnych kompletach w czasie wojny); tutaj też uzyskała stopień doktora nauk przyrodniczych (1949), habilitowała się z zakresu genetyki (1962) oraz otrzymała tytuł profesora nadzwyczajnego (1971) i zwyczajnego (1978). W latach 1948-52 była asystentem w Zakładzie Anatomii Porównawczej UJ kierowanym przez prof. Zygmunta Grodzińskiego, następnie przez 12 lat pracowała w Zakładzie Biologii Eksperymentalnej Instytutu Zootechniki w Puławach pod kierunkiem prof. Laury Kaufman. W roku 1957/58, jako stypendystka Fundacji Rockefellera, przebywała w Edynburgu (W. Brytania). W 1964 r. wróciła do Krakowa, gdzie została kierownikiem Zakładu Genetyki i Ewolucjonizmu UJ, pozostając na tym stanowisku do przejścia na emeryturę w 1996 r. Przez dwie kadencje (1981-87) była Dziekanem Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi.

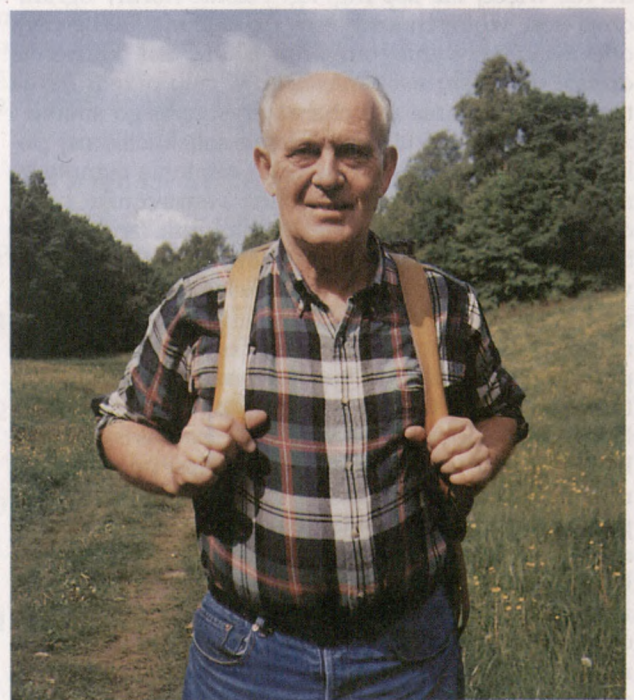
Przedmiotem zainteresowań prof. Krzanowskiej jest biologia rozrodu i genetyka zwierząt. Na jej dorobek naukowy składa się ponad 100 publikacji, w tym 70 prac oryginalnych publikowanych m.in. w znanych czasopismach zagranicznych (*Genetical Research*, *Gamete Research*, *Journal of Reproduction and Fertility*), 34 artykuły przeglądowe, oraz współautorstwo podręczników akademickich, m.in. *Embriologia* (PWN, 1970), *Podstawy embriologii zwierząt* (PWN, 1983), *Wprowadzenie do genetyki populacji* (PWN, 1982), *Genetyka molekularna* (PWN, 1995), *Zarys mechanizmów ewolucji* (PWN, 1995).

Jednym z dużych osiągnięć prof. Krzanowskiej było wykazanie (1969), że chromosomom Y u myszy ma wpływ na prawidłowość procesu spermatogenezy, co zostało potem potwierdzone w badaniach przepro-

wadzonych w różnych pracowniach na świecie. Wyrazem uznania w środowisku naukowym jest powołanie jej na członka korespondenta Polskiej Akademii Nauk (1986), członka czynnego Polskiej Akademii Umiejętności (1990 — przez dwie kadencje pełniła funkcję sekretarza Wydziału Przyrodniczego PAU) i członka Academia Europaea (1994). Jest też członkiem kilku polskich towarzystw naukowych oraz brytyjskiego Society for the Study of Fertility (od 1974).

Na podkreślenie zasługuje duży dorobek popularyzatorski prof. Krzanowskiej. Wspólnie z prof. Czesławem Jurą była redaktorem, a także autorem wielu haśł popularnego i wielokrotnie wznawianego *Leksykonu Biologicznego* (Wiedza Powszechna, 1992), oraz *Encyklopedii Biologicznej* (Opres, 1998-2000). Jest m.in. autorem popularnych publikacji z serii „Nauka dla Wszystkich” (*Niebezpieczeństwa inżynierii genetycznej*, PAN, Kraków, 1978; *Jak poznawano geny człowieka?* PAN, Kraków, 1984) oraz ok. 30 artykułów popularno-naukowych, w tym wielu drukowanych we „Wszechświecie” i „Kosmosie”.

Już jako studentka została członkiem PTP im. Kopernika. Była potem częstym prelegentem naszego Towarzystwa, wygłaszając cieszące się dużym zainteresowaniem odczyty. W r. 1969 została wybrana zastępcą redaktora naczelnego czasopisma „Wszechświat”, którą to funkcję pełni do chwili obecnej; jest też przewodniczącą Rady Redakcyjnej tego pisma. Ocenia ogromną liczbę nadsyłanych artykułów, pomagając młodszym kolegom redagować, często nieporadnie jeszcze pisane, teksty. Za swe zasługi otrzymała Złotą Odznakę, a w 1998 r. godność członka honorowego PTP im. Kopernika.

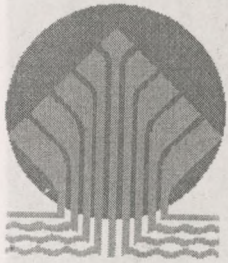


Do artykułu dołączamy fotografię członka honorowego PTP im. Kopernika prof. dr Kazimierza Kowalskiego, którego sylwetkę zamieściliśmy w numerze poprzednim.

Redakcja



## PRZYRODA, EKOLOGIA, ŚRODOWISKO



### Nowe projektowane rezerваты przyrody na Ziemi Tarnowskiej

Wydawało by się, że możliwości tworzenia chronionych obszarów na tak zmienionym przez człowieka terenie jak Płaskowyż Tarnowski i Pogórze Karpackie, dawno już się wyczerpały. Jednak nowa strategia Lasów Państwowych dotycząca ochrony przyrody umożliwiła na tym terenie powstanie nowych rezerwatów. Dowodem tego są projekty czterech nowych rezerwatów leśno-florystycznych: „Janowiec”, „Lasy Radłowskie”, „Panieńska Góra” i „Przełom Słoniarki”.

Teren projektowanego rezerwatów „Janowiec” po reformie administracyjnej należy do gminy Radomyśl Wielki w powiecie mieleckim. W skład jego wchodzi tereny należące w całości do Administracji Lasów Państwowych Nadleśnictwa Dąbrowa Tarnowska. Jego powierzchnia jest niewielka i wynosi 17,50 ha. Celem ochrony jest zachowanie fragmentu dobrze wy-

kształconego grądu (*Tilio-carpinetum*) z licznymi okazami kwitnącego i owocującego tu bluszczu pospolitego *Hedera helix* L. oraz pomnikowymi okazami dębu szypułkowego *Quercus robur* L. W wyniku dokładnej inwentaryzacji doliczono się tu 336 okazów bluszczu, których średnica łodyg na wysokości 130 cm od gruntu nie przekraczała 1 cm. Natomiast okazów, których średnica łodyg wynosiła od 1-9,6 cm jest 170. Lista florystyczna roślin naczyniowych projektowanego rezerwatów zawiera 206 gatunków, w tym 3 gatunki podlegają ochronie całkowitej, 4 ochronie częściowej.

Projektowany rezerwat „Lasy Radłowskie” pod względem administracyjnym należy do gminy Wierchosławice w powiecie tarnowskim. W skład jego wchodzi tereny leśne należące w całości do Nadleśnictwa Dąbrowa Tarnowska, Leśnictwa Wróblak. Jego obszar ma powierzchnię 25,81 ha. Celem ochrony jest zachowanie tu dużego stanowiska szafranu spiskiego *Crocus scepusiensis* (Rehmann & Woł.) Borbas wraz z towarzyszącymi gatunkami chronionymi np. ciemiężycą zieloną *Veratrum lobelianum* Bernh. kukułką (störczykiem) Fuchsa *Dactylorhiza fuchsii* (Drace.) Soł oraz pomnikowymi drzewami: dębami i lipami drobnolistnymi.

Projektowany rezerwat „Lasy Radłowskie” pod względem administracyjnym należy do gminy Wierchosławice w powiecie tarnowskim. W skład jego wchodzi tereny leśne należące w całości do Nadleśnictwa Dąbrowa Tarnowska, Leśnictwa Wróblak. Jego obszar ma powierzchnię 25,81 ha. Celem ochrony jest zachowanie tu dużego stanowiska szafranu spiskiego *Crocus scepusiensis* (Rehmann & Woł.) Borbas wraz z towarzyszącymi gatunkami chronionymi np. ciemiężycą zieloną *Veratrum lobelianum* Bernh. kukułką (störczykiem) Fuchsa *Dactylorhiza fuchsii* (Drace.) Soł oraz pomnikowymi drzewami: dębami i lipami drobnolistnymi.



Ryc. 1. Rezerwat „Janowiec” – liczne okazy kwitnącego bluszczu. Fot. autor



Ryc. 2. Rezerwat „Lasy Radłowskie” – szafran spiski. Fot. autor





Ryc. 3. Rezerwat „Panieńska Góra” — storczyk purpurowy. Fot. autor



Ryc. 4. Rezerwat „Panieńska Góra” – storczyk biały. Fot. autor

Występowanie szafranu spiskiego na obszarze krainy Kotliny Sandomierskiej jest elementem karpackim we florze tego terenu, historycznie starym, bo glacialnym (Szafer 1930). Cały obszar rezerwatu porośnięty jest lasem. Zmienność żyzności i wilgotności gleby zdecydowała tu o różnorodnym składzie drzewostanów. Rośnie tu 156 gatunków roślin naczyniowych. 6 gatunków roślin podlega ochronie całkowitej, a 5 gatunków roślin ochronie częściowej.

Projektowany rezerwat „Panieńska Góra” leży na terenie Wielkiej Wsi, w gminie Wojnicz. Jego tereny o powierzchni 59,05 ha należą do Nadleśnictwa Brzesko. Celem ochrony są tu bardzo bogate stanowiska rzadkich gatunków storczyków: storczyka białego *Orchis pallens* L. znanego tylko z południowej Polski, storczyka purpurowego, *Orchis purpurea* Huds., mającego zaledwie kilka stanowisk w Polsce, storczyka męskiego *Orchis mascula* L. ssp. *siginifera* (Vest.) Soo. Rośnie tu również lilia złotogłów, *Lilium martagon* L. oraz liczne okazy kwitnącego i owocującego bluszczu pospolitego *Hedera helix* L. Występują również płaty roślinności kserotermicznej grądu ciepłolubnego. Projektowany rezerwat posiada cenne wartości krajobrazowe doliny Dunajca.

Projektowany rezerwat „Przełom Słonianki” leży na terenie wsi Słona, w gminie Zakliczyn. Jego powierz-

chnia wynosi 47,95 ha i w całości należy do Administracji Lasów Państwowych Nadleśnictwa Gromnik.

Celem ochrony jest zachowanie malowniczego przełomu potoku Słonianka wraz z zalesionymi zboczami Styru z głębokimi jarami dwóch leśnych potoków, dopływów Słonianki. Potoki o czystych, krynicznych wodach są siedliskiem dla dwóch gatunków słodkowodnych krasnorostów: skrzeczki *Batrachospermum moniliformae* i hildenbrandcji *Hildenbrandtia rivularis*. Są też miejscem rozrodu salamandry plamistej *Salamandra salamandra*. Cały obszar projektowanego rezerwatu porośnięty jest lasem. Dominującym zespołem leśnym jest buczyna karpacka *Fagetum carpaticum*. W runie leśnym tego zespołu rosną: żywiec gruczołowaty *Dentaria glandulosa* Waldst. & Kit., żywokost sercowaty *Symphytum cordatum* Waldst. & Kit. ex Willd. — subendemity karpackie. Innymi gatunkami charakterystycznymi dla buczyny karpackiej tu rosnącymi są: Paprotnik kolczysty *Polystichum aculeatum* (L.) Roth, żywiec bulwkowaty *Dentaria bulbifera* L., przytulia (marzanka wonna) *Galium odoratum* (L.) Scop., oraz miesięcznica trwała *Lunaria rediviva* L. W runie leśnym jedlin spotykamy często paproć podreż zębrowiec *Blechnum spicant* (L.) Roth. Na stromych zboczach jarów rosną łany parzydła leśnego *Aruncus silvestris* Kostel. Oraz skrzypu olbrzymiego





Ryc. 5. Rezerwat „Przełom Słonianki” – kwitnące parzydło leśne. Fot. autor

*Equisetum telemateia* Ehrh. Te ostatnie 3 rośliny są prawnie chronione.

Występuje tu 198 gatunków roślin naczyniowych, w tym 7 podlega ochronie częściowej, natomiast 6 gatunków objętych jest ochroną całkowitą.

Należy mieć nadzieję, że postępowanie prawne dotyczące utworzenia projektowanych rezerwatów nie będzie trwało zbyt długo.

Ryszard K o z i k

## Środki myjące i dezynfekcyjne a ścieki oraz środowisko

Ze względu na utrzymanie odpowiedniej higieny i jakości, w zakładach przetwórstwa mięsnego stosowane jest wiele różnego rodzaju środków myjących. Za przykłady mogą służyć wysokoalkaliczne pianowe i wysokociśnieniowe środki myjące fosforowe środki myjące — pianą i silnie alkaliczne preparaty do mycia komór wędzarniczych. Już same nazwy wymienionych środków wskazują na to, że należy zwrócić dużą uwagę na ochronę przed substancjami niebezpiecznymi. W przypadku najczęściej stosowanych środków myjących mamy do czynienia z kwasami, ługami lub niebezpiecznymi mieszkankami sporządzonymi z ich udziałem. Te substancje chemiczne mogą oddziaływać żrąco na śluzówkę i skórę, a z drugiej

strony mogą też stanowić zagrożenie dla materiałów budowlanych, maszyn i środowiska. Dlatego ważne jest, aby zawsze móc dysponować wiadomościami na temat właściwości, metod działania oraz optymalnego stężenia środków myjących stosowanych w zakładzie. Znaczenie tego rodzaju informacji przynosi efekt jedynie wtedy, gdy zarówno producent/dostawca przekazuje rzetelne dane, również pod względem formalno-prawnym, jak też gdy kupujący/użytkownik akceptuje je i stosuje w sposób świadomy i celowy. W każdym razie przy zakupie i stosowaniu środków myjących najważniejsze jest krytyczne podejście, jak i zachowanie zasad profilaktyki.

Zagrożenie zdrowia występuje przede wszystkim wtedy, gdy substancje niebezpieczne zostaną uwolnione i jednocześnie przejawiają swoje szkodliwe działanie. Jest to szczególnie istotne w przypadku, gdy personel styka się podczas zabiegów mycia z substancjami niebezpiecznymi, zwłaszcza w formie skoncentrowanej. Dlatego należy zadbać, aby pracownicy zakładu mieli jasny pogląd w sprawie szkodliwości stosowanych substancji, jak również konieczne jest zorganizowanie i prowadzenie właściwych przedsięwzięć ochronnych.

Zarządzenia o Substancjach Szkodliwych stwierdza, że pracodawca mający do czynienia z określoną substancją, mieszkanką lub produktem musi po pierwsze ustalić, czy chodzi tu o substancję szkodliwą. Ten obowiązek o charakterze ogólnym otwiera przed pracodawcą również możliwość sprawdzenia, czy użyta substancja niebezpieczna może być zastąpiona przez związek mniej szkodliwy, a także odpowiednio wcześniej musi on zdecydować, jakie należy podjąć przedsięwzięcia ochronne. (Obowiązująca w Polsce instrukcja o stosowaniu środków myjących i odkażających ma ponad 20 lat; Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego w uzgodnieniu z Departamentem Weterynarii MRiGŻ podjął się nowelizacji instrukcji, a pierwszy projekt opracowano w 1993 r. przyp. tłum.).

Ten sposób postępowania dotyczy na przykład środka stosowanego do usuwania smółki wędzarniczej. Jego zagrożenie wynika przede wszystkim z tego, że podczas kontaktu może spowodować on ciężką kauteryzację oczu, skóry i śluzówki. Przy kontakcie z silnymi kwasami istnieje też niebezpieczeństwo wywołania gwałtownej reakcji egzotermicznej. Uwzględniając taki punkt widzenia, należy podjąć niezbędne techniczne i inne ochronne środki zaradcze (zakaz składowania z mocnymi kwasami, zakaz mieszania z kwaśnymi produktami, stosowanie osobistej ochrony ciała). Podczas określania środków zaradczych w interesie ochrony człowieka przed zagrożeniami zdrowotnymi warunkowanymi pracą i innymi czynnikami, jak również przed zagrożeniem środowiska powodowanym szkodliwymi substancjami, należy uwzględnić podaną niżej ich hierarchię. Każdy sposób postępowania wynika z aktualnego stanu techniki:

- Stwarzanie utrudnień w uwalnianiu się substancji szkodliwych.
- Charakterystyka substancji szkodliwych i określenie potencjału zagrożenia.



- Przeprowadzenie postępowania zaradczego w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy.
- Dostępność i wykorzystanie właściwych środków wyposażenia osobistego.

Trzeba przyznać, że środki czyszczące nierzadko składowane są na stanowiskach pracy lub w ich pobliżu w większych opakowaniach. Takie postępowanie nie jest jednak konieczne ani w interesie zapewnienia bezzakłóceniewego systemu pracy ani w interesie ochrony pracy i zdrowia pracobiorcy.

Rozsypane środki czyszczące należy usuwać bezwzględnie w sposób bezpieczny. Substancje niebezpiecznych nie wolno przechowywać lub składować w pojemnikach, których kształt lub oznakowanie może prowadzić do pomyłek. Substancje te mogą być przechowywane lub składowane tylko wtedy, gdy są ustawione w sposób widoczny i nie w pobliżu leków i żywności.

Stosowane postępowania ochronne (ochronne środki zaradcze) pozostaną bezskuteczne albo niepełne bez wiedzy i informacji o niebezpieczeństwie użytych środków czystości względnie przeznaczonych do użycia. Dlatego w prawodawstwie polskim ustalono, że producent lub osoba wprowadzająca substancje niebezpieczne do handlu musi przekazać użytkownikowi arkusz danych opisujący bezpieczne stosowanie danego środka. (Wspomniany wcześniej projekt instrukcji opracowany przez IPMiT zawiera trzy arkusze dotyczące: zasad mycia i dezynfekcji, kontroli ich skuteczności oraz wykaz preparatów — przyp. tłum.).

Wraz z wprowadzeniem jednolitego w ramach Unii Europejskiej obowiązkowego arkusza danych, ujmującego bezpieczne postępowanie ze środkami czyszczącymi, dojdzie do odczuwalnego polepszenia informacji o stosowanych środkach, jak też o właściwym postępowaniu ochronnym. Dobrze wypełniony arkusz danych zawiera informacje konieczne do określenia charakteru stosowanych substancji niebezpiecznych oraz wynikających z tego zagrożeń, a także informacji niezbędnych do podjęcia ochronnych środków zaradczych. Niestety nadal jeszcze spotyka się niektóre arkusze danych, które zawierają dane mało konkretne, albo też na użytkownika nakłada się obowiązek poszukiwania dodatkowych informacji. W celu uniknięcia takich problemów wskazane jest, aby użytkownik żądał ze swej strony arkusza danych najpóźniej przy pierwszej dostawie substancji bądź mieszanki. Jeśli powstaną jakiegokolwiek niejasności na temat zagrożeń lub postępowania ochronnego, producent lub dostawca musi o nich poinformować pracodawcę na jego żądanie. Arkusz danych o stosowanym preparacie czyszczącym daje wskazówki związane z unikaniem niebezpieczeństw wynikających z właściwości środka czyszczącego. Na tej podstawie nie da się wyciągnąć wniosków związanych z konkretnymi zagrożeniami podczas jego stosowania. Dlatego konieczne jest posiadanie instrukcji obsługi.

Tego rodzaju instrukcje stanowią istotny wkład w zapobieganie wypadkom, zmniejszanie zagrożenia zdrowia i powstawania zakłóceń. Tworzą one również bazę dla prowadzenia szkoleń z osobami zatrudnionymi.

Główne zagadnienia stanowią: zagrożenia związane z obchodzeniem się ze środkami czyszczącymi, przedsięwzięcia ochronne i reguły postępowania, pierwsza pomoc oraz właściwy sposób usuwania.

Instrukcje obsługi dotyczące postępowania z substancjami niebezpiecznymi muszą być ujęte w zrozumiałej formie i napisane w języku osób zatrudnionych (dodatkowo należy je umieścić w odpowiednim miejscu na stanowisku roboczym).

Personel, który w zakładzie musi posługiwać się środkami myjącymi, należy przeszkolić w zakresie występujących niebezpieczeństw, jak również podejmowanych przedsięwzięć ochronnych. Podstawę do szkolenia wstępnego (przed zatrudnieniem), a potem szczegółowych instruktaży co najmniej raz w roku na stanowiskach roboczych, stanowią instrukcje obsługi. Kobiety należy dodatkowo pouczyć o ewentualnych zagrożeniach dla przyszłych matek oraz o ograniczeniach związanych z wykonywaną pracą. Treść i termin przeszkolenia należy przechowywać w formie pisemnej, potwierdzonej podpisem szkolenych osób. Przedsiębiorca musi zadbać o pierwszą pomoc w razie wypadku. Pomocne są tu informacje zawarte w instrukcjach obsługi. Na przykład przy używaniu pianowych wysokoalkalicznych środków myjących należy po kontakcie ich ze skórą spłukać je wodą; to samo odnosi się do kontaktu ich z oczami (tu niezbędna jest również konsultacja u lekarza), a po zetknięciu z odzieżą należy natychmiast zdjąć zmoczone ubranie. W przypadku środków czyszczących, które jako składnik mieszaniny zawierają kwas fosforowy, wymagany jest specjalny zabieg czyszczenia (przy kontaktach ze skórą) oraz gruntowne spłukanie i konsultacja z lekarzem (przy kontakcie z oczami). Bliższych, szczegółowych informacji należy szukać we właściwym arkuszu danych.

Dominująca część dużych zakładów mięsnych wyposażona jest w oczyszczalnie mechaniczne lub oczyszczalnie, w których procesy fizyczne (mechaniczne) wspomagane są chemicznie (jako czynniki pomagające najczęściej stosowany jest PIX, podchloryn sodu i koagulanty i flokulanty z grupy polielektrolitów poliakryloamidowych). Poza bardzo nielicznymi wyjątkami duże zakłady mięsne nie prowadzą biologicznego oczyszczania ścieków. Mniejsze prywatne zakłady wykorzystują czasami jakąś formę oczyszczania biologicznego (komory beztlenowe, komory osadu czynnego z wykorzystaniem biopreparatów), jednak dość często systemy te nie są w pełni sprawne, a ich efektywność pozostawia wiele do życzenia.

W oczyszczalniach mechanicznych w zasadzie nie obserwuje się znaczącego wpływu składników środków myjących lub dezynfekcyjnych na proces oczyszczania. Jednak przy stosowaniu flotacji ciśnieniowej można się liczyć z formowaniem piany. W przypadku stosowania koagulantów podwyższona zawartość niektórych składników sekwestrujących (np.: organicznych fosforynów) lub detergentów może pogarszać warunki koagulacji i prowadzić do konieczności stosowania większych dawek koagulantów, a tym samym podwyższać koszty oczyszczania ścieków. Zastosowanie alkalicznych lub kwaśnych preparatów wpływa na pH ścieków, co powoduje konieczność ich neutralizacji przed odprowadzeniem do kanalizacji



komunalnej lub wód powierzchniowych. Szczególnie niebezpieczne są tzw. zrzuty falowe, wynikające z jednoczesnego, krótkotrwałego odprowadzania z wielu działów lub z mycia znacznej liczby urządzeń, np. silnie alkalicznych ścieków po myciu komór wędzarniczych (uszkadzanie betonu) lub stężonych ścieków kwaśnych po myciu Polleną Jod K (uszkadzanie płytek ceramicznych, korozja kratki ściekowych). W przypadku oczyszczania biologicznego prowadzonego najczęściej w oczyszczalniach komunalnych zarówno detergenty, jak i dezynfektanty mogą oddziaływać toksycznie na systemy mikroorganizmów biorących udział w oczyszczaniu ścieków, jak również pogarszać warunki napowietrzania w systemach tlenowych poprzez tworzenie np. piany lub reakcji z tlenem.

Zależnie od warunków środowiska (ilości rozpuszczonego tlenu, temperatury i składu chemicznego ścieków) obserwuje się aktywność mataboliczną tlenową lub beztlenową, które są charakterystyczne dla określonych gatunków drobnoustrojów i pozwalają wnioskować o ich obecności. Wykrycie aktywności ureazy (rozkład mocznika) wskazuje na obecności *Vibrio* i *Proteus spec.* Tworzenie niewielkich ilości siarkowodoru na podłożu agarowym Klingera wskazuje jednak w charakterystyce mikrobiologicznej w stosunkowo małą liczbę bakterii z rodzaju *Proteus*. Rozkład żelatyny cechuje przede wszystkim bakterie z rodzaju *Pseudomonas*.

Podczas rozkładu tłuszczu przez drożdże i różnego rodzaju bakterie powstają niskocząsteczkowe kwasy tłuszczowe, między innymi kwas walerianowy i masłowy, które powodują powstawanie przykrego zapachu. Regularne konserwacje separatora tłuszczu pozwalają jednak na zmniejszenie tych procesów rozkładu do akceptowalnej skali.

Oczyszczanie mechaniczne nie eliminuje ze ścieków substancji sekwestrujących. Częściowa redukcja fosforanów zachodzi natomiast w przypadku wspomagania procesu oczyszczania chemicznego PIX-em. Problem ograniczenia zawartości w ściekach fosforanów, których nadmierne stężenie w wodach powierzchniowych powoduje ich eutrofizację, stanie się w najbliższym czasie jednym z kluczowych problemów. Zgodnie z cytowanym już rozporządzeniem, od 2000 roku zostaną zastosowane przepisy dotyczące dopuszczalnego stężenia fosforu całkowitego w ściekach odprowadzanych do wód powierzchniowych. Wiązać się to będzie z jednej strony z określaniem w umowach dopuszczalnej wartości tego wskaźnika, jak również z przeniesieniem części kosztów defosfatacji ścieków na zakłady odprowadzające ścieki do oczyszczalni komunalnych.

Odprowadzanie fosforanów do wód powierzchniowych prowadzi do eutrofizacji. W środkach wieloskładnikowych fosforany występują najczęściej jako polifosforany, które hydrolizują do fosforanów. W Polsce, jak również zgodnie z regulacjami Unii Europejskiej, stawiane są poważne ograniczenia ilości odprowadzanego fosforu; dlatego też niezbędne jest usuwanie związków fosforu z odprowadzanych ścieków. Wymaga to rozszerzenia procesu oczyszczania ścieków o kolejny stopień — defosfatację chemiczną lub biologiczną.

Fosforyny występują w środkach myjących rzadziej niż fosforany, przeważnie w kombinacji z chlorem.

Są one bardzo aktywne przy bardzo niskich stężeniach, jednakże są trudno biodegradowane, w związku z czym „przechodzą” przez oczyszczalnię ścieków w postaci nie zmienionej i następnie w środowisku degradowane są abiotycznie do fosforanów, będących przyczyną eutrofizacji. Zaletą fosforynów w stosunku do polifosforanów jest fakt, że stosuje się je w bardzo niskich stężeniach.

EDTA (kwas etylenodiaminotetraoctowy) jest najczęściej stosowanym sekwestrantem w przemysłowych środkach myjących. Wykazuje on nie tylko typowe działanie tego typu środka, lecz również ma bardzo dobre właściwości myjące (poprzez rozpuszczanie pewnych zanieczyszczeń i utrzymywanie ich w roztworze). Uważa się jednak, że wysokie stężenia EDTA mają negatywny wpływ na biologiczne oczyszczanie ścieków, przypisuje się im zwiększanie pęcznienia osadu czynnego. Kolejnym problemem jest sprawa degradacji EDTA w oczyszczalni biologicznej. Rozkład biologiczny zależny jest w tym przypadku od czasu zatrzymania ścieków w oczyszczalni, stopnia ich napowietrzania, a także zawartości EDTA w ściekach. Ta część EDTA, która nie ulegnie rozkładowi biologicznemu, będzie działać jako środek sekwestrujący, powodując remobilizację metali ciężkich z osadów ściekowych zarówno w oczyszczalni, jak później z rzecznych osadów dennych w środowisku. W związku z większym powinowactwem EDTA do metali ciężkich niż do wapnia następuje wzrost zawartości metali ciężkich w ściekach oczyszczonych, a tym samym wzrost ich stężenia w wodach powierzchniowych. Ponadto azot organiczny ma znaczny udział w cząsteczkach EDTA, a ulega on degradacji wolniej niż węgiel organiczny, zatem w wodach powierzchniowych ulegać będzie powolnym przekształceniom, przyczyniając się do eutrofizacji. Z racji wymienionych wyżej właściwości w Szwajcarii stosowanie środków zawierających EDTA jest zabronione. Należy spodziewać się, że w przyszłości zakaz ten będzie rozszerzany.

NTA (kwas nitrylotetraoctowy) jest alternatywą dla fosforanów i EDTA. Pomimo, że jest on słabszym środkiem sekwestrującym od EDTA, jednak ulega dużo szybciej biologicznemu rozkładowi zarówno w warunkach tlenowych, jak i beztlenowych i jego ewentualne negatywne oddziaływanie w środowisku jest znacznie ograniczone (również zdolność do remobilizacji metali ciężkich jest mniejsza). Nie można jednak powiedzieć, że jest to składnik całkowicie bezpieczny i w wielu krajach ustala się roczne limity produkcji tego związku, a we Francji, Włoszech i Norwegii stosowanie jego jest zabronione.

Glukoniany i cytryniany stosowane zamiast fosforanów są również mniej aktywnymi sekwestrantami od fosforanów EDTA i NTA. Glukoniany efektywnie wiążą wapń tylko w ługu o stężeniu wyższym niż 1%. W niższych stężeniach skutecznie wiążą żelazo, co powoduje, że stosowane są w środkach używanych w maszynach do mycia butelek. Kwas cytrynowy ma bardzo słabe działanie sekwestrujące, nie stanowi więc realnej alternatywy dla fosforanów i EDTA. Zaletą jednak obydwu tych połączeń (cytrynianów i glukonianów) jest ich całkowity biologiczny rozkład już w oczyszczalni ścieków.



Zastępowanie fosforanów przez takie środki jak fosforyny, EDTA czy NTA jakkolwiek zmniejsza problem eutrofizacji wywołanej nadmiarem fosforanów w wodach powierzchniowych, jednakże prowadzi do innych negatywnych efektów środowiskowych. Z drugiej strony następuje ciągły rozwój technik usuwania fosforanów ze ścieków i może w przyszłości okazać się, że fosforany będą mogły być stosowane tam, gdzie jest konieczne przy zapewnieniu odpowiednich metod ich usuwania. Przedstawiony problem ograniczenia fosforanów i EDTA odnosi się głównie do preparatów stosowanych do celów przemysłowych, gdzie zarówno rodzaj zanieczyszczeń jak i warunki ich osadzania na powierzchniach produkcyjnych (wysokie temperatury procesów technologicznych) powodują, że trudno jest znaleźć równie skuteczne zamienniki. Niektóre nowe rodzaje fosforanów wykazują podobną skuteczność jak fosforany i EDTA, jednakże równocześnie posiadają one analogiczne wady (remobilizacja metali ciężkich). Kierunkiem, który budzi obecnie pewne nadzieje, jest zastosowanie pewnych typów polimerów. Rozwiązań w tym zakresie nie należy oczekiwać w najbliższej przyszłości.

W odniesieniu do proszków do prania i płynów do naczyń stosowanych w gospodarstwach domowych problem fosforanów został już znacznie ograniczony, gdyż są one od kilku lat zastępowane przeważnie przez takie sekwestranty jak krzemian glinu i NTA.

Substancje powierzchniowo czynne — detergenty występujące w wieloskładnikowych środkach myjących obniżają napięcie powierzchniowe i wzmagają nawilżanie zabrudzonych powierzchni ułatwiając proces mycia. Najlepiej znanym detergentem jest klasyczne mydło, które charakteryzuje się dobrą pianistością i biodegradowalnością. Wadami mydła jest konieczność stosowania go w dużych stężeniach oraz tworzenie nierozpuszczalnych, nieaktywnych w detergencji soli wapniowych. W zakładach przemysłowych ma ono bardzo ograniczone zastosowanie — głównie do utrzymania higieny osobistej personelu.

W oczyszczalniach biologicznych przy systemach tlenowych syntetyczne substancje powierzchniowo czynne powodować mogą silne pienienie w związku z prowadzonymi procesami napowietrzania ścieków (podobnie jak przy procesach flotacji), a tym samym pogorszenie dystrybucji tlenu niezbędnego dla organizmów biorących udział w procesie.

W naturalnym środowisku wodnym obecność detergentów może pogarszać warunki wzrostu lub działać toksycznie na organizmy wodne.

Detergenty powinny być biodegradowane. Według OECD, test biodegradowalności pierwotnej oznacza utratę właściwości powierzchniowo czynnych. Zaznaczyć jednak należy, że pierwszy etap degradacji prowadzi do powstania produktów pośrednich, z których część może mieć negatywny wpływ na ekosystem wodny. Dotyczy to zwłaszcza niektórych detergentów niejonowych (np. pochodnych fenolu i politlenku etylenowego). Z tego względu niezbędna jest dalsza degradacja do prostych połączeń. Niestety, jak dotychczas ciągle brak metod pomiaru pełnej degradacji syntetycznych związków powierzchniowo czynnych. Wśród detergentów kationowych najbardziej rozpowszechnione są czwartorzędowe sole amonio-

we. Są one w różnym stopniu rozkładane w oczyszczalni ścieków. W większych stężeniach powodują zakłócenia beztlenowym oczyszczaniu ścieków. Podobnie jak detergenty anionowe kumulują się w osadach ściekowych. W wodach powierzchniowych można spodziewać się toksycznego działania w stosunku do ryb. Stosunkowo mało jeszcze rozpowszechnione detergenty amfoteryczne są łatwiej biodegradowane.

Zaznaczyć należy, że wiedza o oddziaływaniu detergentów na środowisko, podobnie jak problemy z określeniem ich biodegradowalności (pierwotnej i całkowitej), nie jest jeszcze wystarczająca i związki te są przedmiotem licznych badań.

Środki używane do dezynfekcji powinny po przedostaniu się do ścieków tracić swoją biobójczą aktywność. Większość preparatów dezynfekcyjnych jest szybko dezaktywowana lub rozkładana (np. podchloryn sodu lub nadtlenek wodoru), ewentualnie szybko podlega degradacji w oczyszczalni ścieków (formaldehid i kwas octowy). Bardziej odporne są czwartorzędowe sole amoniowe.

Według danych piśmiennictwa, podchloryn sodu może reagować z materią organiczną (kwasy humusowe lub zanieczyszczenia organiczne), tworząc organiczne pochodne chlorowcowe takie jak chloroform lub Cl/Br metany (trihalometany). Związki te są toksyczne i stwarzają problemy w systemach wodnych. Wiąże się z tym konieczność usuwania ich zarówno ze ścieków, jak również z wody pitnej. W rozważaniach dotyczących stosowania podchlorynu sodu bierze się pod uwagę wskazania dotyczące ograniczenia w stosowaniu tego środka. Jednym z takich ograniczeń jest limitowanie stężenia wolnego chloru w ściekach na poziomie 0,2 mg/dm<sup>3</sup>. Można również oczekiwać, że w ciągu najbliższych lat stosowanie podchlorynu sodu będzie zabronione lub ograniczone w wielu krajach. Za dobry środek zastępczy uważa się kwas nadoctowy oraz w niektórych przypadkach dwutlenek chloru. Trwają również prace nad znalezieniem lepiej biodegradowalnych środków niż czwartorzędowe sole amoniowe i związki amfoteryczne.

Biorąc pod uwagę względy ekologiczne przy decydowaniu o budowie przetworni należy zwracać uwagę na położenie obiektu w stosunku do walorów przyrodniczych i kulturowych otoczenia, jej ewentualny wpływ na zasoby wodne oraz jakość wód podziemnych powierzchniowych, na ochronę gruntów rolnych i leśnych (warunki morfologiczne). Od uwarunkowań lokalizacyjnych przetworni (klasyfikacji obszaru, sposobu rozwiązania kanalizacji, rodzaju odbiornika ścieków, poziomu występowania wód gruntowych, rodzaju gleby, ukształtowania terenu) zależą wymagania organów administracji terenowej. Coraz częściej inwestorzy zostają zobowiązani do wykonania oceny oddziaływania zakładu na środowisko (MP nr 16 z 1990 roku, poz. 126) przez wskazanych rzeczoznawców z listy ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Ocena jest równocześnie bardzo pomocna inwestorowi w przyjęciu wskazanych w niej zabezpieczeń ochronnych dostosowanych do specyfiki środowiskowej i branżowej zakładu.

Piśmiennictwo do wglądu u autora.

dr inż. Ryszard R y w o t y c k i



## Mały drapieżca

Wśród chrząszczy wiele gatunków jest drapieżnikami polującymi na inne owady. Typowymi drapieżcami są chrząszcze z rodziny trzyszczowatych *Cicindelidae*. Są to smukłe mięsożerne chrząszcze o długich odnóżach z długimi stopami. Aparat gębowy z mocnymi żuwaczkami, doskonale jest przystosowany do chwytania innych owadów. Trzyszczowate swoją



ofiary identyfikują wizualnie, dzięki dobrze rozwiniętym oczom. Po zauważeniu zdobyczy błyskawicznie rzucają się na nią. Przy przemieszczaniu się z miejsca na miejsce unoszą się tuż nad ziemią, podlatując na krótkie odległości. Larwy trzyszczowatych tak jak postacie dojrzałe są drapieżne. Żyją w pionowych norach. Otwór wyjściowy norki zakrywany jest głową i przedtułowiem. Tak schowane w pionowej norce, czyhają na zdobycz, którą po zchwytaniu wciągają do środka norki. Licznie występującym gatunkiem z rodziny trzyszczowatych na terenie Polski jest widoczny na zdjęciu trzyszcz piaskowy *Cicindela hybrida* L. Żyje on w suchych miejscach preferując piaszczyste tereny i piaszczyste leśne drogi. Ciało ma pokryte liniami, wierzch jest miedzianobrazowy, pokrywy z białymi plamami i przepaskami. Spotkać go można już w ciepłe dni wiosenne, kiedy szybko i zwinnie uganiamy się za innymi owadami, podlatując na krótkie odcinki. Samica składa jaja w piaszczystej glebie. Larwy wygrzebują sobie pionowe norki, w których spędzają całe życie.

Zbigniew Salwin

## Problemy lokalizacyjne, ściekowe i środowiskowe zakładów mięsnych

Wiadomo, warunkiem rozpoczęcia produkcji w zakresie przetwórstwa mięsnego jest uzyskanie od organów Państwowej Inspekcji Sanitarnej akceptacji lokalizacji takiego obiektu oraz warunków sanitarnych produkcji. Wiele substancji może powodować ujemne skutki dla zdrowia dopiero po długotrwałym czasie, dlatego substancje toksyczne, mające właściwości kumulowania się w organizmie, oraz związki o działaniu mutagennym lub rakotwórczym wymagają szczególnej uwagi. Są one spowodowane głównie względami gospodarczymi czy regionalną specy-

fiką zanieczyszczeń. Praktycznie od momentu formalnego ukazania się rozporządzenia MZiOS w 1990 r. rozpoczęto prace nad jego nowelizacją. Spowodowane to było nowymi danymi o toksyczności, mutagenności czy rakotwórczości syntetycznych substancji aktualnie zanieczyszczających środowisko, np. akryloamidu, chlorku winylu lub pestycydów nowszych generacji. Przepisy dotyczące procedury lokalizacyjnej w zakresie wymagań ochrony środowiska opierają się na Ustawie z dnia 12.VII.1984 roku o planowaniu przestrzennym, Ustawie z dnia 31.I.1980 roku o ochronie i kształtowaniu środowiska oraz aktach wykonawczych do wymienionych ustaw. Należy brać pod uwagę również Ustawę z dnia 20.VII.1991 roku o Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz.U.Nr 77, poz.335), której art. 2 pkt. 3 oraz art.19 przewidują udział tego organu w postępowaniu dotyczącym lokalizacji inwestycji mogących pogorszyć stan środowiska.

Poprawne rozwiązania pod względem ekologicznym przyjęto w fazie procesu lokalizacyjnego, mimo że są dużą składową kosztów realizacji zakładu, procentują w przyszłości chroniąc otoczenie, gwarantując funkcjonowanie zgodnie z prawem. Ponadto koszty i opłaty stałe związane z korzystaniem ze środowiska będą znacznie niższe niż w przypadku obiektów funkcjonujących bez zabezpieczeń, dla których alternatywą będzie zamknięcie zakładu bądź zawieszenie produkcji. Najkorzystniejszą pomocą w rozwiązywaniu różnorodnych problemów z dziedziny ochrony środowiska w przetwórnich mięsnych są rzeczoznawcy z listy ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa pracujący w branży mięsnej. Główny obowiązek nałożony jest na inwestora m.in. w zakresie dostarczania dokumentacji oceniającej oddziaływanie obiektu na środowisko. Projektant zobowiązany jest do zastosowania procesów technologicznych możliwie najmniej uciążliwych dla środowiska oraz do racjonalnego rozwiązania gospodarki wodno-ściekowej, odpadami itp. Prawo wodne w art. 102 postanawia, że wprowadzanie ścieków do urządzeń kanalizacyjnych stanowiących własność państwa odbywać się ma na podstawie umów zawartych z zakładem zarządzającym tymi urządzeniami.

Przechodzenie do gospodarki rynkowej sprzyja rozwojowi zakładów przetwórstwa mięsnego. Temu zjawisku towarzyszą jednak dość często zaniedbania wynikające z ignorowania uwarunkowań ochrony środowiska, a nawet z ignorowania obowiązującego w tym względzie prawa. W takiej sytuacji ewidentne staje się negatywne oddziaływanie nawet niewielkiego zakładu przetwórstwa mięsnego na środowisko przyrodnicze. Odnosi się to do wszystkich elementów środowiska, a więc do wód (podziemnych i powierzchniowych) — np. nadmierne zanieczyszczenie odprowadzanych ścieków, do powierzchni ziemi — np. nie kontrolowane składowanie surowych odpadów rzeźnianych, do powietrza — np. przedostawanie się związków odorotwórczych z obróbki termicznej surowca rzeźnego.

Zasadniczym czynnikiem w przypadku każdego budowanego zakładu jest wnikliwa analiza lokalizacyjna. Musi ona m.in. uwzględniać możliwość spełnienia takich uwarunkowań, jak: — budowa i roz-



mieszczenie z właściwymi zabezpieczeniami urządzeń do ścieków (gromadzenie, oczyszczanie, odprowadzanie, pomiary) z dostosowaniem do określonych przepisów i umowy zawartej z jednostką terenową odpowiedzialną za czystość odbiornika, — stosowanie właściwej gospodarki odpadami z ewentualnym zastosowaniem odpowiednich technologii unieszkodliwiających i uzgodnieniem miejsc ich wykorzystania, — zastosowanie przekonujących zabezpieczeń ochrony atmosfery przed przedostawaniem się na zewnątrz (szczególnie ważne sąsiedztwo — w tym plan przestrzennego zagospodarowania terenu) nadmiernych związków odorotwórczych, — zastosowanie przekonujących zabezpieczeń przed hałasem, uwzględniające wymagania zależne od rodzaju terenu, w którym funkcjonuje przetwórnia. Zobowiązania te powinny być bezwzględnie egzekwowane przez organa administracji rządowej i samorządowej przy uwzględnieniu rozwiązań projektowych i przy wydawaniu decyzji administracyjnych, w tym przede wszystkim decyzji lokalizacyjnej. Zazwyczaj małe zakłady przetwórstwa mięsnego należą do inwestycji o znaczeniu lokalnym. Stąd organem kompetentnym dla wskazań lokalizacyjnych są gminy. Przy udzieleniu wskazań w przypadku inwestycji mogących pogorszyć stan środowiska, a do takich w większości przypadków należy zaliczać przetwórnice mięsne, organa lokalne muszą uzgodnić swoje decyzje z organami wyższego stopnia, tj. z odpowiednimi wydziałami urzędu wojewódzkiego i państwową (wojewódzką) inspekcją ochrony środowiska. Decyzja o ustaleniu lokalizacji powinna być zgodna z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego. Jeżeli brakować będzie takiej zgodności — należy złożyć odpowiedni wniosek o zmianę planu. Zmiana taka wymaga uchwalenia jej przez Radę Gminy. Całą procedurę inwestycyjną można przedstawić w następujący sposób: — sprawdzenie zgodności inwestycji z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego, — wystąpienie z wnioskiem o udzielenie wskazań lokalizacyjnych do organu gminy (we wniosku należy określić: wielkość i rodzaj zakładu, przewidywaną technologię produkcji, wymagania w zakresie transportu, zapotrzebowania na wodę, sposobu usuwania i oczyszczania ścieków, gospodarkę odpadami, zasięg przewidywanych uciążliwości oraz sposoby ich eliminacji bądź ograniczenia), — ustalenie lokalizacji (uzyskanie decyzji), — opracowanie planu realizacyjnego, na podstawie dokumentacji technicznej wraz z uzgodnieniami (zatwierdzony projekt techniczny, operat wodno-prawny, operat zagospodarowania odpadów itp.), — uzyskanie pozwolenia na budowę.

Często przy zawieraniu takich umów upoważnione jednostki administracji terenowej (np. WPWiK) proponują zakładom warunki, spełnienie których jest mało prawdopodobne, czasami niemożliwe, a nawet nie celowe. Proponowane warunki często wcale nie wynikają z rzeczywistych ograniczeń ekologicznych danej zlewni i nie sprzyjają rozwiązaniom optymalnym. Uniknięcie takich sytuacji wymaga obiektywnej, kompleksowej oceny uwarunkowań ekologicznych regionu i zlewni oraz wszechstronnej wiedzy w zakresie specyfiki ścieków z zakładów mięsnych i ich

rzeczywistego wpływu na procesy biologicznego oczyszczania. Zakłady mięsne, które odprowadzają ścieki do kanalizacji miejskiej (takich zakładów w kraju jest zdecydowana większość) powinny liczyć się ze skutkami jakie wynikają z faktu wspólnego końcowego oczyszczania ścieków na obiektach miejskich. Jak wiadomo, ścieki płynące kanalizacją miejską przed ich odprowadzeniem do wód powierzchniowych powinny podlegać końcowemu oczyszczaniu w oczyszczalniach miejskich. Z reguły technologia końcowego oczyszczania ścieków oparta jest na skrajonych procesach oczyszczania mechanicznego i biologicznego. Rosnący poziom zanieczyszczenia stwarza duże trudności w uzdatnianiu wody, tym bardziej że w kraju brakuje oczyszczalni i spływające do wód ścieki niosą coraz więcej nowych i trudnych do rozłożenia związków organicznych. Aby prawidłowo dobrać metody oczyszczania i zaprojektować urządzenia wodociągowe dla danej wody, należy wcześniej znać nie tylko wymagania użytkownika, ale przede wszystkim jej właściwości oraz sezonowe zmiany jakości. W przypadku wód powierzchniowych niezmiernie ważna jest inwentaryzacja zanieczyszczeń odprowadzanych do wody ze ściekami. Uzdatnianie wody do niedawna polegało przede wszystkim na filtracji i dezynfekcji. W niektórych wodociągach woda była poddawana koagulacji i innym procesom, głównie korekcyjnym i stabilizującym.

Do tej pory jako podstawowy czynnik dezynfekujący stosowany jest chlor gazowy lub jego związki, takie jak podchloryn wapnia i sodu oraz wapno chlorowane, znacznie rzadziej chloraminy. Nawet najnowocześniejsze urządzenia, połączone w wiązanych procesach oczyszczania, nie są w stanie z bardzo zanieczyszczonej wody surowej wyprodukować wodę o odpowiedniej jakości. Tym bardziej nie uzyskuje się jej tradycyjnymi sposobami, które nie wystarczają do usunięcia metali ciężkich, mikrozanieczyszczeń i trudno utleniających się związków, jak np. fenole, węglowodory, pestycydy czy detergenty. Ponadto jakość wody pogarsza zastosowanie chloru jako środka dezynfekcyjnego, co jest konieczne w celu zabicia drobnoustrojów chorobotwórczych. Niestety, w wyniku tego procesu powstaje wiele produktów chloroorganicznych o charakterze silnie toksycznym, a nawet rakotwórczym lub mutagennym (np. chlorofenole). Ilość wytworzonych produktów ubocznych w procesie chlorowania jest proporcjonalna do zawartości ich prekursorów, stężenia i czasu kontaktu zastosowanego chloru czynnego. Według rozporządzenia MOŚZNiL Dz.U. Nr 116, poz. 503 z 1991 roku ujęcia wody powinny być usytuowane na wodach I klasy czystości. Obecnie takich rzek mamy 4,8%, a wody II klasy stanowią 23,7%. W kolejnej klasie wody (nadającej się do rekreacji) mieści się 38,7% wód powierzchniowych, a pozostałe 32,8% nie odpowiada normom. Tak więc do celów spożywczych uzdatniana jest woda, która nie nadaje się np. do hodowli ryb, a może być stosowana w przemyśle i rolnictwie. Postępująca degradacja środowiska wpływa na jakość wód powierzchniowych. W celu uniknięcia powstawania związków szkodliwych dla zdrowia, technolodzy starają się usunąć prekursorów związków chloroorganicznych lub zmienić sposób utleniania i dezynfekcji. Należy zaznaczyć, że wszystkie zmiany w technologii uz-



datniania wody mogą być podejmowane dopiero po wcześniejszym laboratoryjnym przebadaniu uzyskiwanej wody, a zwłaszcza wytwarzania się produktów ubocznych oraz szkodliwych dla zdrowia, gdyż żaden ze sposobów uzdatniania nie jest pozbawiony wad. Oprócz tego niezmiernie ważna jest kalkulacja ekonomiczna, gdyż wprowadzenie nowoczesnych technologii uzdatniania jest niezmiernie kosztowne, a być może podobne efekty można uzyskać starymi, zarzuconymi już technologiami, dołączonymi do obecnie funkcjonujących. Oczyszczanie mechaniczne polega na cedzeniu ścieków (kraty, sita) oraz procesach flotacji i sedymentacji (piaskowniki, osadniki, łapacze tłuszczu). Oczyszczanie biologiczne polega na stosowaniu np. osadu czynnego, złóż biologicznych itp. Zanieczyszczenia zawarte w ściekach podlegają biochemicznemu rozkładowi, który można przyspieszyć w stosunku do szybkości jego przebiegu w warunkach naturalnych przez zapewnianie optymalnych warunków bytowania mikroorganizmom odpowiedzialnym za ten rozkład. Rozkładowi biochemicznemu podlegają zanieczyszczenia występujące w ściekach w formie koloidalnej i rozpuszczonej, których mechaniczne oczyszczanie nie jest w stanie usunąć. Organizmy odpowiedzialne za biochemiczny rozkład zanieczyszczeń wykorzystują zanieczyszczenia do swoich procesów życiowych.

Zrozumienie potencjalnego wpływu zanieczyszczeń organicznych, które dominują w ściekach z zakładów mięsnych na proces biologicznego oczyszczania, wymaga przypomnienia szczegółowego mechanizmu procesu. Biologiczny rozkład zanieczyszczeń ma dość złożony przebieg, a przemiany dokonują się na poziomie pojedynczych komórek. Komórka jest tworem, którego wnętrze jest odgraniczone od środowiska błoną cytoplazmatyczną wnikającą do wnętrza w postaci pofałdowań, zagięć i zwojów. Wnętrze komórki stanowi woda nasycona różnymi składnikami: białkami i kwasami nukleinowymi uformowanymi w struktury istotne dla życia komórki. W komórce i jej otoczeniu przebiegają reakcje biochemiczne powodujące przemianę materii i energii, czyli metabolizm — całość funkcji życiowych komórki. Podstawowe znaczenie dla życia komórki ma dopływ energii, np. przez proces utleniania biologicznego. Utlenianie substratów (związki organiczne utleniane w procesie oddychania) następuje przy udziale specjalnych enzymów, zwanych dehydrogenazami, przy czym dla każdego typu substratu istnieje specyficzna odmiana enzymów. Mamy przypadki oddychania tlenowego, którego produktem jest m.in. woda, bądź oddychania beztlenowego, którego produktem jest: amoniak lub azot gazowy, siarkowodor, metan. Energia uzyskana w trakcie oddychania wykorzystywana jest do budowy własnych składników komórki. W trakcie procesu przemian (tj. rozkładu i syntezy) powstają nie wykorzystywane przez komórkę metabolity, które usuwa ona na zewnątrz. Metabolity mogą być toksyczne dla niektórych organizmów, dla innych zaś mogą jeszcze stanowić substancje pokarmową. Ze względu na rodzaj pokarmu różni się organizmy samożywne (autotrofy) i cudzożywne (heterotrofy). Autotrofy, to rośliny wytwarzające z elementarnych pierwiastków kosztem energii świetlnej słońca wszystkie niezbędne składniki pokarmu dla zwierząt — białka, tłuszcze i węglowodany. Heterotrofy, to organizmy

korzystające z węgla związanego z materii organicznej. Pokarm pobierany jest przez komórki w sposób czynny i wybiórczy (w potrzebnej w danym momencie ilości i składzie).

Składniki pokarmu przedostają się do wnętrza komórki przez błonę cytoplazmatyczną. Bardzo często wstępna faza przygotowania pokarmu przebiega na zewnątrz komórki. Rozłożony pokarm jest następnie w miarę potrzeb pobierany do wnętrza komórki. Opisane zjawiska występują również podczas biochemicznego rozkładu zanieczyszczeń zawartych w ściekach. Rola bakterii w procesach oczyszczania biologicznego jest zasadnicza, gdyż realizują one pierwszy etap rozkładu zanieczyszczeń zawartych w ściekach. Oprócz bakterii w biocenozie oczyszczającej ścieki występują grzyby, pleśnie, glony, pierwotniaki oraz organizmy wyższe, jak robaki, czy stawonogi. Biochemiczny rozkład zanieczyszczeń może przebiegać w warunkach: — tlenowych (np. oczyszczalnie ścieków), — beztlenowych (np. mineralizacja związków organicznych w osadach ściekowych). Właściwa realizacja tych procesów wymaga przede wszystkim: — zachowania równowagi między podażą pokarmu (ilością wprowadzanych zanieczyszczeń) a liczebnością mikroorganizmów, — zapewnienia w doprowadzonym pokarmie obecności odpowiednich ilości substancji biogennej (jakość wprowadzanych zanieczyszczeń), — utrzymania korzystnego dla mikroorganizmów odczynu i temperatury środowiska, — niedopuszczenia do działania w środowisku mikroorganizmów substancji toksycznych (lub ograniczenia działania tych substancji — np. nadmierna ilość chlorków, detergentów). Równowaga między podażą pokarmu a liczebnością organizmów gwarantuje ciągłość procesu. Przy zbyt małej podaży pożywki może dochodzić do tzw. autooksydacji komórki, tzn. korzystania w pierwszej fazie z substancji zapasowych zgromadzonych wewnątrz niej, a potem z własnej substancji komórkowej, wreszcie do śmierci komórek, konsekwencją jest degradacja biocenozy. W urządzeniach do realizacji biochemicznego utleniania równowagę między podażą pokarmu a liczbą organizmów (konsumentów) utrzymuje się, usuwając ich nadmiar, w doprowadzonym do biocenozy oczyszczającej ścieki pokarmie (tj. zanieczyszczenia ścieków) powinny znaleźć się w odpowiednich proporcjach składniki biogenne, zapewniające możliwość normalnego rozwoju mikroorganizmów. Za najważniejsze uchodzą węgiel, azot i fosfor. Przyjmuje się, że optymalna realizacja tlenowego rozkładu biochemicznego związków organicznych wymaga zachowania proporcji N:BZT<sub>5</sub> większe niż 1:19 oraz P:BZT<sub>5</sub> większe niż 1:8. Przy procesie beztlenowym (fermentacja metanowa) powinien być zachowany stosunek N:C = 0,108 ± 0,263 zależnie od rodzaju rozkładanych substancji. Omawiane typy metabolizmu bakteryjnego można opisać analitycznie. Opis teoretyczny procesów ma znaczenie i przełożenie praktyczne m.in. w ocenie możliwości i skutków przejęcia przez oczyszczalnie ścieków o bogatym udziale substancji organicznych (np. białka ↔ azot, tłuszcze ↔ węgiel, wodór). Do oczyszczalni miejskich dopływają ścieki o odmiennych charakterystykach. W dużej mierze jest to specyfiką gospodarki regionu.



Często ścieki są ubogie w substancje organiczne (np. ścieki z zakładów metalurgicznych, niektórych chemicznych, samochodowych itp.). W takich sytuacjach zachowanie np. wskazanych proporcji wskaźników BZT<sub>5</sub> i azotu w celu poprawnego przebiegu procesu oczyszczania może wymagać dopływu ścieków o bogatszym udziale, np. azotu. Dopuszczenie wówczas np. zwiększonego udziału w ściekach związków azotu (ścieki z zakładów mięsnych) okazuje się w procesach biologicznych przydatne i umożliwia ich optymalizację (poprawę efektywności). Podobnie może wyglądać sytuacja w odniesieniu do tłuszczów, zwłaszcza pochodzenia organicznego. Dość powszechnie, trzymając się sztywno zwyczajowych wymagań (niewłaściwie interpretowanych ustaleń dotyczących dopuszczalnych wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach wprowadzanych do urządzeń kanalizacyjnych stanowiących własność państwa) nakłada się obowiązek odprowadzania ścieków przez zakłady mięsne z zawartością tłuszczu mierzonego ekstraktem eterowym na poziomie 50 g/m<sup>3</sup>. Ustalenie to pozostaje nieraz w całkowitym oderwaniu od uwarunkowań danej zlewni, a szczególnie funkcjonującej oczyszczalni miejskiej. Równocześnie zdarza się, że do danej oczyszczalni komunalnej dopływające ścieki miejskie charakteryzują się ekstraktem eterowym na poziomie 400 g/m<sup>3</sup>. Na ogół sytuacja każdej oczyszczalni miejskiej jest odmienna. Dlatego odnoszenie problemu powinno mieć charakter indywidualny z ograniczoną możliwością uogólnień. Wydaje się, że mimo wielu uproszczeń, poruszone aspekty uwarunkowań w biochemicznym rozkładzie zanieczyszczeń przebiegającym przy oczyszczaniu biologicznym ścieków w miejskich obiektach, stanowić mogą podstawę do ostrożnego wysunięcia hipotezy o możliwości poprawienia sprawności procesów oczyszczania przy udziale ścieków z zakładów mięsnych. W celu udowodnienia słuszności hipotezy rozpoczętego badania i obserwacje współdziałania wybranych zakładów mięsnych z oczyszczalniami miejskimi, koncentrując się wstępnie na zakładowej oczyszczalni mechanicznej w kombinacie mięsnym o pełnym profilu produkcyjnym i oczyszczalni miejskiej mechaniczno-biologicznej opartej na złożach biologicznych I i II stopnia oraz fermentacji metanowej jako procesu stabilizującego osady ściekowe.

Docelowo przewiduje się rozszerzenie zakresu badawczego przez następujące grupy modelowe: — zakładowa oczyszczalnia ścieków mechaniczno-chemiczna (siarczan glinu) kombinatu mięsnego o pełnym profilu produkcyjnym i oczyszczalnia miejska oparta na złożach biologicznych i fermentacji metanowej jako procesie stabilizującym osady ściekowe, — zakładowa oczyszczalnia ścieków mechaniczna kombinatu mięsnego o pełnym profilu produkcji i oczyszczalnia miejska mechaniczno-biologiczna oparta na osadzie czynnym i fermentacji tlenowej i beztlenowej jako procesie stabilizującym osady ściekowe, — zakładowa oczyszczalnia ścieków zakładu mięsnego o średniej wielkości i pełnym profilu produkcji i oczyszczalnia miejska oparta na procesie mechaniczno-biologicznym (osad czynny) przy stabilizacji osadów ściekowych na poletkach osadowych, — zakładowa oczyszczalnia ścieków mechaniczna zakładu mięsnego o pełnym profilu

produkcji i oczyszczalnia miejska mechaniczno-biologiczna, wykorzystująca BIOOXYBLOKI i stabilizację osadów ściekowych na drodze fermentacji tlenowej i poletek osadowych. Wymienione grupy modelowe są zlokalizowane w różnych regionach kraju. Udział ścieków z zakładów mięsnych w ściekach doprowadzanych na wymienione oczyszczalnie miejskie wynosi od 3% do 70%. Udział ilościowy ścieków z zakładu mięsnego w ogólnej ilości ścieków dopływających do oczyszczalni miejskiej nie jest dominujący i wynosi 16%. Oczyszczalnia miejska oparta jest na oczyszczaniu mechaniczno-biologicznym z udziałem fermentacji tlenowej (OFB) i beztlenowej (WFK) oraz dalszej stabilizacji osadów ściekowych na poletkach osadowych (mineralizacja osadu). Do oczyszczalni miejskiej oprócz ścieków typowo bytowo-gospodarczych dopływają ścieki z takich zakładów przemysłowych jak: zakłady samochodowe, zakłady odlewnicze, stacje obsługi samochodów itp. Badania eksploatacyjne oczyszczalni prowadzone w okresach wielomiesięcznych (bez udziału ścieków z zakładów mięsnych) wykazują, że przy średnim obciążeniu hydraulicznym 21 tys. m<sup>3</sup>/d stężenia zanieczyszczeń ścieków surowych i po pełnym oczyszczeniu mieszczą się w granicach. Efektywność procesu oczyszczania ścieków w oczyszczalni jest wysoka (poza ekstraktem eterowym). W znacznym stopniu usuwane są związki węglowe, a azot amonowy utleniony jest niemal całkowicie (od 13,5±0,4 g NH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup> — sprawność ogólna η= 97,1%), co świadczy o przebiegu procesu nityfikacji. Ścieki oczyszczone charakteryzują się niskimi wskaźnikami zanieczyszczeń. W niedostatecznym stopniu usuwane są jednak tłuszcze. Może być to wynikiem braku specjalnych urządzeń do ich eliminowania na terenie oczyszczalni miejskiej oraz faktu znikomego biologicznego rozkładu powodowanego najprawdopodobniej tym, że są to tłuszcze pochodzenia mineralnego (zakłady samochodowe). Zwraca uwagę fakt, że przy górnych granicach zanieczyszczeń ścieków surowych sprawność poszczególnych stopni oczyszczania nie maleje. I tak: BZT<sub>5</sub> od 234 do 15 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, sprawność η= 94,0%, ChZT od 435 do 46 g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, sprawność η= 89,4%, zawiesina ogólna od 196 do 29 g/m<sup>3</sup>, sprawność η= 85,2%, ekstrakt eterowy od 396 do 169 g/m<sup>3</sup>, sprawność η= 57,3%. Oznaczać to może, że w doprowadzonym do biocenozy oczyszczającej pokarmie (tj. zanieczyszczeniach) pożyteczne mogą być korekty zmieniające charakterystykę zasobów pokarmowych (odpowiednie proporcje substancji biogenych). Korektę taką można spowodować przez przyłączenie ścieków z kombinatu mięsnego.

W przypadku potwierdzenia takiej hipotezy można wyeliminować konieczność pogłębionego oczyszczania ścieków na terenie zakładu mięsnego, a zaoszczędzone z tego tytułu środki finansowe np. na rozbudowę lub modernizację oczyszczalni miejskiej (np. rozwiązanie wykorzystania osadów ściekowych). Określono, na podstawie wyników eksploatacyjnych oczyszczalni miejskiej i podwyższonych parametrów ścieków odprowadzanych z kombinatu mięsnego skutki współdziałania tych oczyszczalni. Będąca przedmiotem zainteresowania oczyszczalnia miejska, oprócz rezerwy w przepustowości hydraulicznej, dysponuje ewidentną rezerwą w zakresie zawiesiny



ogólnej (redukcja +15,1). Ścieki z zakładu mięsnego w nieznaczącej części ograniczają tę rezerwę (do +9,4). Przy innych wskaźnikach wymagają tylko nieznacznego wzrostu koniecznej redukcji (sprawności) w stosunku do uzyskiwanej. Wydaje się jednak, że odpowiednie sterowanie procesem oczyszczania biologicznego na istniejącym układzie złóż biologicznych może spowodować nawet większy wzrost sprawności, szczególnie w odniesieniu do ekstraktu eterowego. Wzrost efektywności oczyszczania biologicznego z udziałem ścieków z zakładu mięsnego, spowoduje w oczyszczalni miejskiej przyrost osadów ściekowych w postaci „skratek” (części stałe zatrzymywane na kracie) będzie znikomy, ponieważ ścieki technologiczne na terenie zakładu mięsnego są dwustopniowo (na kratkach i sitach) cedzone. Przyrost „pulpy piaskowej” będzie dość wyraźny, a wynika z dopływu ścieków sanitarnych, obciążonych w części piaskiem (magazyn żywca) i nie poddawanych na terenie zakładu procesom sendymentacji. Szczególnie istotny będzie przyrost osadów ustabilizowanych — spowodowany zintensyfikowanym przyrostem mikroorganizmów stanowiących błonę biologiczną, który będzie wynikiem poprawy struktury pokarmowej mikroorganizmów. Nadmiar błony biologicznej oderwany od złoża odzyskiwany w procesie sendymentacji (osadniki) stanowi ten osad. Ocenia się wymiennie, że przyrost: — „skratek” i „zsitek” zwiększy się z 2,4% i nadal w oczyszczalni pozostanie w tym zakresie ok. 40% rezerwy, — „pulpy piaskowej” wytraconej w piaskownikach zwiększy się o 90% i nadal w oczyszczalni pozostanie w tym zakresie ok. 13% rezerwy, — osadu ustabilizowanego zwiększy się o 73% i nadal w oczyszczalni pozostanie w tym zakresie ok. 24% rezerwy. Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że osad przed procesem stabilizacji kierowany jest do fermentacji metanowej. Dzięki dopływowi ścieków z zakładów mięsnych powstaną korzystniejsze warunki do procesu fermentacji metanowej (właściwości energetyczne). Wyraźnej poprawie ulegnie struktura osadu przez udział substancji białkowo-tłuszczowych. Skład osadu ściekowego pofermentacyjnego jest korzystniejszy w wypadku jego wykorzystania do rekultywacji, bądź wzbogacania gleb. Jak wynika z badań niemal dwukrotnie wzrasta ilość substancji organicznych wyrażonych zawartością azotanu organicznego z 37% sm do 53% sm. Wzrasta również wskaźnik OWO z 29% sm do 37% sm. Efekty współdziałania oczyszczalni zakładu mięsnego i miejskiej oczyszczalni ścieków nie mają wyłącznie charakteru hipotetycznego. Zostają one zauważone (brakuje badań usystematyzowanych i udokumentowanych) podczas obserwacji funkcjonowania oczyszczalni ścieków w zakładach mięsnych, których ścieki odprowadzane są do oczyszczalni miejskiej. Do takich zakładów należą: ZM w Ostródzie, ZM w Sokołowie Podlaskim, ZM w Rawie Mazowieckiej, ZM w Mławie i inne. Wyniki tych badań można zgrupować w następujące wnioski ogólne: — wysokosprawne oczyszczanie ścieków w dobrze pracującym zakładzie mięsnym może być wystarczające z punktu widzenia możliwości przejścia tych ścieków przez oczyszczalnię miejską, dysponującą sprawnymi, opartymi na osadzie czynnym lub

złożach biologicznych oczyszczalniami biologicznymi, — udział ścieków z zakładów mięsnych w ściekach doprowadzanych do oczyszczalni miejskich może być korzystny w optymalizowaniu procesu biologicznego oczyszczania (ilość i jakość substancji biogenicznych), — stężenie ekstraktu eterowego w ściekach odprowadzanych z zakładów mięsnych  $\leq 200 \text{ g/m}^3$  w zasadzie nie stanowi bariery w możliwościach poprawnego prowadzenia procesu biologicznego oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego lub złóż biologicznych, — intensyfikowanie procesu oczyszczania ścieków w oczyszczalni miejskiej przez udział ścieków z zakładów mięsnych o zwiększonej zawartości substancji organicznych powoduje wyraźny wzrost osadów ściekowych (osad nadmierny, błona biologiczna), — osady ściekowe powstające w wyniku wspólnego biologicznego oczyszczania ścieków miejskich i zakładów mięsnych stwarzają korzystne warunki do fermentacji metanowej i poprawiają charakterystykę osadów ściekowych w oczyszczalni miejskiej, umożliwiając ewentualne uzdatnienie osadów do celów rekultywacji i wzbogacania gleb.

Niezależnie od przedstawionych uogólnień każda sytuacja współdziałania oczyszczalni zakładowej i oczyszczalni miejskiej jest przypadkiem indywidualnym, koniecznym do odrębnego rozpatrzenia. Pogłębienie problematyki wymaga jednak udokumentowanych wyników wieloletnich badań i obserwacji funkcjonowania różnych oczyszczalni przy odmiennych uwarunkowaniach. Koncepcję przyjaznego dla środowiska procesu utylizacji i usuwania odpadów poubojowych winny wprowadzać nowe opracowania i rozwiązania ekonomiczne oraz technologiczne. Urządzenie do utylizacji może przerabiać odpady: poubojowe, z garbarni, z produkcji artykułów spożywczych, zakładów żywienia zbiorowego, przedsiębiorstw przetwarzających mięso. Odpady te przerabia się na białko, tłuszcz i nawozy. Proces przeróbki odbywa się w termostabilnym, nie wydzielającym zapachu, hermetycznie zamkniętym urządzeniu, po rozdzieleniu poszczególnych odpadów. Substancje zapachowe, pary i gazy są wychwytywane i nie przedostają się na zewnątrz. Istnieje możliwość zaprogramowania ciśnienia, temperatury oraz czasu obróbki masy wsadowej. Według danych producenta spełnione są dzięki temu warunki do zniszczenia zarazków BSE (encefalopatii gąbczastej). Urządzenie składa się z części ruchomej (do pobierania odpadów) oraz części stacjonarnej (do przetwarzania odpadów). Dodatkowo urządzenie pozwala na odbiór oraz rozbiór (wykrawanie) padłych zwierząt przy zachowaniu stosownych przepisów prawnych, dotyczących ochrony przed zarazkami. Należy jednak sądzić że zasygnalizowanie problemu współdziałania oczyszczalni, korzystnego dla dwóch stron zawierających umowę powinno zachęcać do uczestniczenia w takich pracach oraz do bardziej elastycznego, rozumnego i kompleksowego podchodzenia do rozwiązywania problemu oczyszczania ścieków na terenie każdego zakładu mięsnego i na terenie zakładów garbarskich.

Piśmiennictwo do wglądu u autora.

dr inż. Ryszard R y w o t y c k i



## Zawłotnia śnieżna *Chlamydomonas nivalis* — glon żyjący na śniegu

Nie ma ekosystemu na kuli ziemskiej, w skład którego nie wchodziłyby glony. Większość gatunków glonów żyje w wodzie. Jednak wiele z nich ma niecodzienne wymagania życiowe. Do jednych z nich należą krioifty — rośliny żyjące na śniegu i lodzie. Intensywny ich rozwój nadaje zabarwienie śniegom. Zjawisko to znano już od dawna. Obserwowano je w wysokich górach oraz na obszarach polarnych. Po-



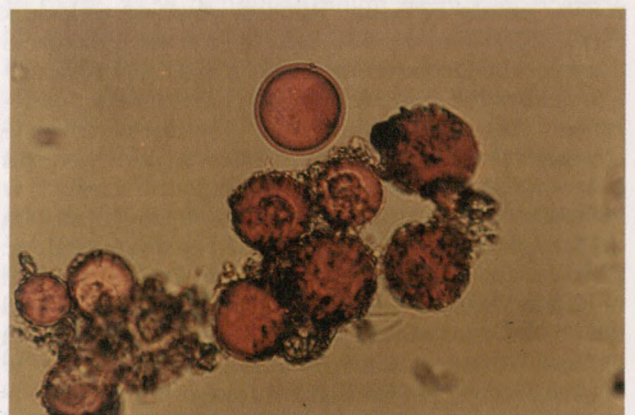
Ryc. 1. Pola śnieżne w Alpach w lipcu 1999 r. powyżej 2000 m n.p.m., na których występowała zawłotnia śnieżna. Fot. R. Kozik



Ryc. 2. Śnieg zabarwiony na czerwono przez zakwit zawłotni śnieżnej. Fot. R. Kozik

czątkowo nie umiano sobie tego wytłumaczyć. Dopiero badania Friesa i Agardtha (1822/23) wyjaśniły przyczynę tego zjawiska. Będąc w lipcu 1999 roku w Alpach Lechtalskich, obserwowałem na dużych polach śnieżnych powyżej 2000 m n.p.m. różowe i czerwone plamy. Była to najlepsza pora do obserwowania zakwitów glonów naśnieżnych. Krioifty występują zwykle na samej powierzchni śniegu, tam gdzie na skutek topnienia pod wpływem słońca powstaje cieniutka warstewka wody. Taka warstwa nigdy nie występuje na świeżym śniegu. Temperatura tej powierzchniowej warstwy wynosi nieco powyżej 0°C. Takie warunki mogą panować w lecie na starym śniegu, firnie lub lodzie, dlatego pora letnia wysoko w górach jest najodpowiedniejsza do rozwoju tych roślin. Flora glonów naśnieżnych liczy sobie dotychczas około 70 gatunków. W zależności od barwników zawartych w komórkach powstają na śniegu różnobarwne plamy. Również takie zjawisko można obserwować w naszych Tatrach docierając w lipcu i sierpniu do pól śnieżnych.

Wróćmy jednak do naszego sprawcy zabarwienia śniegu. Razem z kolegami uczestniczącymi w tej wyprawie: dr Markiem Guzikiem i dr Andrzejem Kornasiem z Akademii Pedagogicznej w Krakowie, zebraliśmy i zakonserwowaliśmy zebrany na śniegu materiał. Po oglądnięciu go pod mikroskopem został zidentyfikowany jako zawłotnia śnieżna *Chlamydomonas nivalis* należąca do rzędu toczkowców (*Volvocales*). Obecnie wydzielany jest z niego osobny rząd zawłotniowców (*Chlamydomonadales*), obejmujący liczne gatunki jednokomórkowych glonów. Ściana komórkowa tych glonów jest cienka, zbudowana z celulozy i tworzy na szczycie komórki wypukłą brodawkę, przez którą wychodzą dwie jednakowej długości wici. U zawłotni śnieżnej w kubkowatym chromatoforze oprócz chlorofilu a i chlorofilu b, barwników fotosyntetycznych charakterystycznych dla zielenic, w dojrzałych komórkach i zygotach występują karotenoidy zwane powszechnie w literaturze algologicznej hematochromem, który maskuje zielone barwniki i nadaje komórkom zawłotni śnieżnej czerwone zabarwienie. Duża ilość komórek w warstwie powierzchniowej śniegu nadaje mu czerwone zabarwienie.



Ryc. 3. Komórki zawłotni śnieżnej fotografowane spod mikroskopu powiększenie 600x. Fot. R. Kozik



## Osy w naszym domu

Od lat coraz częściej obserwujemy interesujące przyrodniczo zjawisko polegające na zakładaniu przez społeczności os swoich gniazd w pobliżu siedzib ludzkich i to nie tylko w budynkach gospodarczych, ale także i mieszkalnych, czyli w bezpośrednim sąsiedztwie ludzi. Proces synantropizacji tej grupy owadów jest w zasadzie całkiem zrozumiały, z uwagi na coraz to bardziej ograniczone możliwości zakładania przez osy gniazd w warunkach naturalnych. Tym niemniej, tego typu sąsiedztwo osie, jest uważane przez ludzi za bardzo niepożądane, a często za niebezpieczne. Sytuację tę pogarsza jeszcze fakt, że wiele osób panicznie obawia się użądlenia przez te owady. W wielu przypadkach może to być w pełni uzasadnione, szczególnie gdy osoba zagrożona jest uczulona na jad tych owadów. Co zrobić więc w sytuacji, kiedy stwierdzimy, że staliśmy się sąsiadami tych skądinąd wspaniałych i niezwykle interesujących zwierząt.

Na początek, może kilka słów na temat, biologii i zwyczajów os społecznych (*Vespiniae*). Otóż są to owady należące do rzędu błonkówek (*Hymenoptera*) i podrzędu stylikowców (*Apocrita*). Podobnie jak wszystkie pszczoły i trzmiele należą one ponadto do żądłówek (*Aculeata*), z racji posiadania przez nie narządu służącego do ataku i obrony czyli żądła, a dokładniej, całego aparatu jadowego, w skład którego wchodzi także gruczoły jadowe, zbiorniczki jadu i przewody doprowadzające. Żądło os jest proste i nie posiada jakichkolwiek zadziórów i haczyków. Daje to tym owadom możliwość wielokrotnego żądlenia bez ryzyka utraty życia.

Spoleczności os w odróżnieniu od rodzin znanej przecież wszystkim pszczoły miodnej *Apis mellifera* są grupami jednorocznymi, to znaczy, że z nastaniem jesiennych chłódów społeczność ginie i jedynie matki-królowe, przyszłe założycielki nowych rodzin, zimują w stanie diapauzy, chowając się w zakamarkach murów i pod korą drzew, w ściółce leśnej pod mchem i liśćmi, niekiedy w starych swoich gniazdach. Z nastaniem wiosny młode królowe rozpoczynają wędrówkę w poszukiwaniu odpowiedniego stanowiska na założenie gniazda i po znalezieniu go inicjują budowę pierwszych komórek. Do budowy gniazda wybierają różne miejsca i są one typowe dla danego gatunku osy. Mogą to więc być nory ziemne, dziuple,



Gniazdo szerszenia *Vespa crabro* na poddaszu. Fot. autor

a niekiedy gałęzie drzew i krzewów, oczywiście zakamarki budynków, a więc strychy, szpary podokienne, miejsca łączenia drewnianej konstrukcji dachu z murem, a nawet i miejsca rzeczywiście bardzo nietypowe jak szafki na balkonach, skrzynie od rolet zewnętrznych, szafy i regały w komórkach i piwnicach, szpary pod podłogą w pokoju, kratki wentylacyjne i wiele jeszcze innych, w których naprawdę przez długi okres czasu trudno jest wykryć tych nowych, jakże często nieproszonych gości. Królowa-matka po zbudowaniu pierwszych komórek składa do nich jaja i opiekuje się następnie larwami i poczwarkami aż do momentu pojawienia się pierwszych robotnic, co ma miejsce po ok. 4 tygodniach. Po tym czasie matka w zasadzie nie opuszcza już gniazda, a jej funkcja ogranicza się jedynie do funkcji rozrodczej. Ze złożonych przez nią jaj, z tych zapłodnionych rozwijają się robotnice i przyszłe matki, a z niezapłodnionych jedynie samce. Dla ludzi jedynie niebezpieczne mogą być robotnice, gdyż samce nie posiadają żądła, a przyszłe królowe-matki mają słabo wykształcony instynkt obrony gniazda i atakują intruza jedynie przy bezpośrednim zagrożeniu.

Kiedy wykryjemy u siebie w domu gniazdo os, powinniśmy przede wszystkim zdać sobie sprawę, że to sąsiedztwo trwa już co najmniej od kilku tygodni, a jedynie nasza nieuwaga związana na przykład z długą nieobecnością w domu spowodowała, że do tej chwili nie zauważyliśmy nowych lokatorów. A więc, co robić w takiej sytuacji? Po pierwsze, nie należy wpadać w panikę, gdyż osy nigdy pierwsze nie będą atakować, a jedynie zdarzyć się to może w sytuacji, gdy poczują się bezpośrednio zagrożone. Jednak zagrożenie to może być wywołane nawet zbyt bliską, według nich obecnością człowieka. Nie należy więc podchodzić zbyt blisko gniazda, a szczególnie i to jest bardzo istotne, do miejsca wylotu tych owadów na zewnątrz budynku, gdyż właśnie ten obszar jest szczególnie starannie pilnowany i kontrolowany przez strażniczki osiego społeczeństwa. Pozostawienie tych owadów w całkowitym spokoju daje pewność, że nikomu z domowników nic naprawdę złego się nie stanie. Trzeba tu pamiętać, że użądlenie pojedynczego owada, co przecież może mieć miejsce wszędzie tam, gdzie latają osy, dla osoby nieuczulonej nie jest niebezpieczne, a tylko bolesne. Natomiast atak całej społeczności w przypadku próby zniszczenia gniazda, z reguły kończy się dla intruza pobytem w szpitalu. Wielokrotnie proszono mnie o interwencję i pomoc w usunięciu takiego właśnie na pół rozwalonego już gniazda. Na tym etapie, przedsięwzięcie to staje się niesłychanie trudne, gdyż osy są wtedy niesłychanie agresywne i nawet odpowiedni strój nie gwarantuje pełnego zabezpieczenia przed ich użądleniami. W sytuacji gdy więc uznamy, że zlikwidowanie gniazda jest naprawdę absolutnie konieczne, powinniśmy raczej prosić o pomoc wyspecjalizowane firmy dezynsekcji niż robić to na własną rękę. Taka usługa jednak sporo kosztuje. Radziłbym więc najpierw, zanim się na nią zdecydujemy, spokojnie się zastanowić czy rzeczywiście te działania są naprawdę celowe i konieczne. Pamiętajmy, że osy są owadami bardzo pożytecznymi i zniszczenie jednego ich gniazda spowoduje automatycznie zniszczenie przyszłych,



być może kilkudziesięciu nowych społeczności tych owadów.

Zdarzają się przypadki, że ludzie w celu ochrony gniazda przed całkowitym jego zniszczeniem podejmują połowiczną próbę uratowania go poprzez przeniesienie i zainstalowanie w innym miejscu. Otóż nie mogę tego powiedzieć o wszystkich znanych gatunkach os społecznych, lecz w większości takich przypadków społeczność i tak ginie, gdyż zagrożona matka porzuca najczęściej takie gniazdo, a bez niej jest ono i tak skazane na zagładę.

Na zakończenie warto jeszcze zwrócić uwagę na inny mało dotąd znany aspekt związany z obecnością os w naszym domu. Jak wykazały badania, owady te mogą niestety przenosić różne bakterie, w tym chorobotwórcze, które w sytuacji dla nich sprzyjającej (np. po dostaniu się do otwartej rany) mogą być przyczyną różnych schorzeń. Ponadto duże gatunki tych os, na przykład szerszenie *Vespa crabro*, mogą w wyjątkowych przypadkach uszkadzać konstrukcje drewniane domów oraz ich izolacje termiczne i parochronne, co może być przyczyną pewnych strat finansowych właścicieli obiektu. Należy tu jednak znowu pamiętać, że nawet zniszczenie całej osiej społeczności, na przykład za pomocą środków gazowych nie będzie dobrym rozwiązaniem, o ile nie połączymy tego działania z całkowitym usunięciem resztek gniazda (bywa to niemożliwe do wykonania, gdy gniazdo zostało założone w miejscu trudno dostępnym). Gnijące pozostałości tych owadów jeszcze bardziej zwiększą zagrożenie epidemiologiczne i spowodują nieprawdopodobny zaduch często połączony jeszcze z pojawieniem się cuchnących zacieków na ścianach i suficie mieszkania, nad którym znajdowało się gniazdo. Zatykanie otworów wyjściowych os na zewnątrz, za pomocą pianek, silikonów itp. też nie jest dobrym rozwiązaniem, ponieważ owady starając się wydostać, wygryzą nowy otwór i powiększą jeszcze zniszczenia, a zrobią to z pełną determinacją, często kosztem życia wielu robotnic. Powinniśmy więc niestety pogodzić się z tym niekiedy przykrym faktem, że co osy miały zniszczyć to i tak już pewno zniszczyły, gdyż jak wspominałem wcześniej, z reguły dowiadujemy się o ich obecności w domu i tak za późno, aby przeciwdziałać skutkom takiego sąsiedztwa. Często pokutuje wśród ludzi obawa, że jeżeli nie usunie się gniazda w danym roku, to w następnym odnowi się ono w tym samym miejscu. Otóż nie jest to prawdą, gdyż jak wspominałem na początku tego artykułu społeczność os jest społecznością jednego roku, która jesienią cała ginie i dotychczas nie znamy nawet przypadku wykorzystania starego ubiegłorocznego gniazda przez nową matkę. Spróbujmy za tym, dla dobra tych owadów zaakceptować naszych chwilowych sąsiadów jeszcze przez te dwa do trzech miesięcy. Obecność gniazda odkrywamy najczęściej dopiero na przełomie lipca i sierpnia, a najpóźniej z początkiem listopada nasi nieproszeni lokatorzy i tak znikną z naszego domu pozostawiając jedynie puste i nikomu już niepotrzebne gniazdo. Oczywiście nikt tu nie może dać gwarancji, że wraz z nadejściem wiosny jakaś nowa matka, nie założy w tym samym miejscu nowego gniazda, lecz

proszę mi wierzyć — będzie to czysty przypadek i sytuacja ta nie będzie miała jakiegokolwiek związku z gniazdem poprzednim. Zresztą, nawet jeżeli podejmiemy tę drastyczną dla tych owadów decyzję i zniszczymy gniazdo jeszcze w okresie letnim zabijając wszystkie osy, to i tak sytuacja ta nie da nam właśnie żadnej gwarancji, że w następnym roku osy znowu się w tym samym miejscu nie pojawią. Stąd też moja rada, aby w sytuacji stwierdzenia obecności os w naszym domu, o ile to tylko będzie możliwe, pozostawić społeczność w spokoju i dopiero kiedy owady same się wyprowadzą, spróbować dotrzeć do opuszczonego gniazda i łatwo i bez jakiegokolwiek ryzyka usunąć je naprawiając powstałe szkody. Warto wtedy przy okazji zabezpieczyć miejsce, w którym przybywały osy, wypełniając pianką poliuretanową wszystkie otwory biegnące na zewnątrz budynku, o ile umożliwiają to względy techniczne.

Na zakończenie dodam, że w szczególnie trudnych sytuacjach związanych z obecnością os, autor niniejszej pracy służy swoją radą i doświadczeniem. W przypadkach szczególnych można się z nim kontaktować w Muzeum Przyrodniczym Uniwersytetu Łódzkiego pod numerem telefonu w Łodzi 6746293. Starajmy się jednak polubić te owady.

Jerzy N a d o l s k i

## Gzawice zwierząt gospodarskich.

### Trzy rodzaje gzów — trzy sposoby na życie

Gzawice zwierząt gospodarskich wywoływane są przez owady zaliczane do rzędu muchówki (*Diptera*) z rodzajów *Hypoderma* (Latreille 1818), *Gasterophilus* (Leach 1817) i *Oestrus* (Linne 1761). Owad dorosły (imago) wyglądem przypomina klasyczną muchę domową i reprezentuje cechy typowe dla rzędu muchówek. Wyjątkowość gzów wynika z ich cyklu rozwojowego, a przede wszystkim lokalizacji larw tych owadów w organizmie żywiciela: pod skórą, w żołądku i jelitach oraz w zatokach czołowych. Pomimo wysokiej specjalizacji gzów, która w pewien sposób ogranicza szansę osiągnięcia przez nie sukcesu ewolucyjnego poprzez wydanie potomstwa, gzawice są często stwierdzane u zwierząt domowych.

W naszej strefie klimatycznej u bydła występują gatunki gzów z rodzaju *Hypoderma*: *H. bovis* (duży giez bydlęcy) i *H. lineatum* (mały giez bydlęcy). Cykl rozwojowy gzów bydlęcych jest podobny, a różnice dotyczą głównie miejsca ich bytowania i liczby składanych jaj na włosie oraz dróg migracji i czasu dojrzewania larw w organizmie żywiciela. Zapłodnienie samic gzów następuje zaraz po zakończeniu stadium poczwarki, a ich okres życia jest krótki — trwa do momentu złożenia ostatnich jaj na żywicielu i zależy od warunków pogodowych (w niesprzyjających warunkach ulega wydłużeniu). Czas życia samców kończy się zaraz po zapłodnieniu samic. Podstawowym celem generacji owadów dorosłych, które nie pobie-



raja pokarmu ze względu na uwstecznienie aparatu gębowego jest osiągnięcie sukcesu reprodukcyjnego poprzez znalezienie potencjalnego żywiciela i złożenie jaj. Samice składają jaja przytwierdzając je pojedynczo do włosów na kończynach tylnych, bokach, ogonie i wymieniu żywiciela (*H. bovis*) lub w rzędach (od 5 do 15 jaj) na kończynach przednich i przedpiersiu (*H. lineatum*). Rozwijające się ze złożonych jaj larwy przedostają się do organizmu żywiciela poprzez drobne skaleczenia lub aktywnie przenikają przez skórę. Droga migracji larw pierwszego stadium przebiega w tkance podskórnej, wzdłuż nerwów międzyżebrowych do kanału kręgowego (*H. bovis*) oraz poprzez jamę brzuszną i piersiową lub ich zlizywanie — do ściany przelyku (*H. lineatum*). Dalsza wędrówka obu gatunków gzów kończy się w tkance podskórnej mięśni grzbietu, gdzie następuje pierwsze linienie. Obecność larw wywołuje reakcję obronną ze strony żywiciela, polegającą na tworzeniu łącznotkankowej torebki otaczającej larwy. Wynikiem tego procesu jest tworzenie guzów, które powiększają się wraz ze wzrostem larwy (ryc. 1). Przebicie się larw przez skórę żywiciela następuje po pierwszym lub drugim ich linieniu i ma ścisły związek ze zwiększonym zapotrzebowaniem larw na tlen. W organizmie żywiciela larwy gzów spędzają długi okres czasu, gdyż ich migracja po organizmie zwierzęcia może trwać od 9 do 10 miesięcy. Skurcze ciała larw trzeciego stadium (L3) doprowadzają do ich uwolnienia z organizmu żywiciela. Larwy L3, które osiągają do 30 mm długości są



Ryc. 1

ostatnim etapem pasożytniczego okresu życia gzów. Tworzenie poczwarki i metamorfoza przebiegają w glebie i trwają średnio 35 dni (od 14 do 70 dni, w zależności od warunków pogodowych).

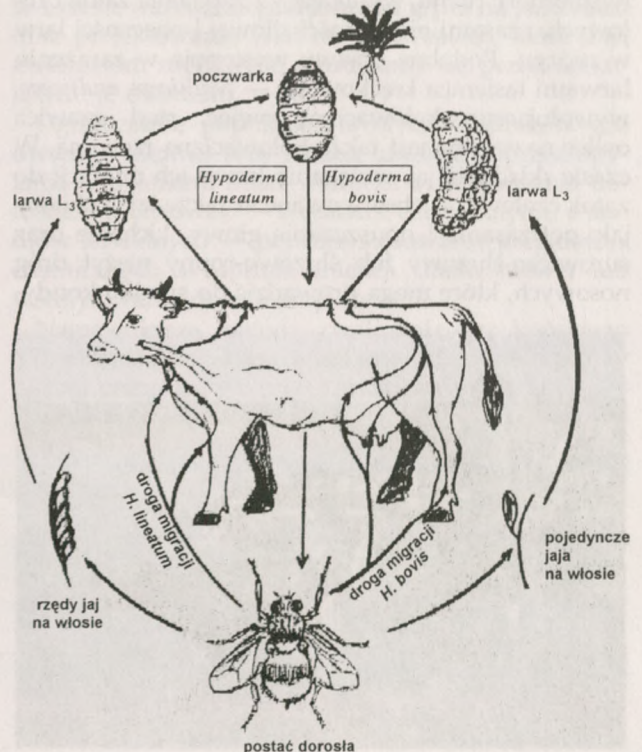
W naszej strefie klimatycznej, guzy z larwami gzów *H. bovis* pojawiają się na grzbiecie żywiciela od lutego do czerwca (najwięcej w marcu), a *H. lineatum* od stycznia do marca, natomiast okres uwalniania larw odpowiednio: wiosną i trwa do lata i wczesną wiosną. W czerwcu występuje na pastwisku największa intensywność dorosłych gzów obu gatunków, które składając jaja na żywicielu przyczyniają się do powstania nowego pokolenia gzów w roku następnym.

Pomimo skomplikowanej migracji larw gzów w organizmie żywiciela, przebieg zarażenia ma najczęściej charakter subkliniczny. Zewnętrznym uwidocznieniem opadnięcia bydła gzami jest pojawianie się guzów na ich grzbiecie po zakończeniu migracji. Na szlaku swoich wędrówek, larwy *H. bovis* powodują powstawanie wybroczyn, ropni i stanów zapalnych, sporadycznie niedowładów i porażeń kończyn na skutek przebywania także w kanale kręgowym, a larwy *H. lineatum* — obrzęki przelyku, prowadzące do zwichnięcia jego światła. Wysoka intensywność inwazji może niekiedy prowadzić do spadku kondycji bydła oraz złamań i urazów kończyn w czasie ucieczki na pastwisku przed nękającymi je owadami. Zwierzęta chroniąc się szukają miejsc zacienionych lub zbiorników wodnych (ryc. 3).

Obecność larw gzów w organizmie zwierząt może powodować duże straty gospodarcze, wynikające ze zmniejszenia ich wydajności (różnej i mlecznej), pogorszenia jakości mięsa oraz uszkodzeń skóry.

Oba gatunki gzów są stwierdzane w Europie. Według Cencka (1997) ekstensywność zarażenia gzami

**Hypoderma spp.**



Ryc. 2. Cykl rozwojowy *Hypoderma* spp.



z rodzaju *Hypoderma* spp. bydła w Polsce wynosiła w latach 70. około 16%, przy czym była ona wyższa we wschodniej i północnej Polsce — od 25 do 100%, niż w zachodniej i południowej — od 0 do 25%. Również w latach 90. gzy bydłace stwierdzono u 31,2% bydła we wschodniej Polsce, przy intensywności inwazji 10,2-12,2 larw u młodego bydła i 3 larw u krów 6-letnich (Ziomko i Cencek, 1994). W badaniach przeprowadzonych w latach 1998-99 w miesiącach od kwietnia do sierpnia w Katedrze Zoologii i Ekologii Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie, gzy u bydła mlecznego ze wschodniej Polski stwierdzono u 12,3% bydła w Nakle (województwo podkarpackie) i u 73,3% badanego bydła w Janowie Podlaskim (województwo lubelskie). U bydła w Nakle 1-5 guzów z gzami występowało u 55,3% krów, 6-10-u 26,7%, a ponad 10 u 20% krów, natomiast w Janowie Podlaskim odpowiednio: 77,8; 22,7 i 0% (ryc. 4).

Innym owadem pasożytniczym posiadającym równie interesującą i złożoną jak gzy z rodzaju *Hypoderma* spp. biologię, jest giez owczy — *Oestrus ovis*. W stadium larwy, giez owczy jest pasożytem pustomorogich, głównie owiec i kóz. Jest to muchówka o silnie uwstecznionym aparacie gębowym, która w naszej strefie klimatycznej jest najbardziej aktywna w miesiącach od końca maja do czerwca. Zapłodnione samice składają jaja lub rodzą żywe larwy do nozdrzy żywiciela (jajorodność lub żyworodność zależy od szerokości geograficznej). Larwy wraz z powietrzem wciągane są do jamy nosowej a następnie aktywnie migrują do zatoki czołowej, gdzie bytują przez okres 9-10 miesięcy odżywiając się wydzieliną śluzową zatok. W naszej strefie klimatycznej larwy L3 wydostają się przez nozdrza z organizmu żywiciela w czerwcu lub lipcu. Tworzenie poczwarki i metamorfoza zachodzą w glebie w czasie 30-50 dni (ryc. 5).

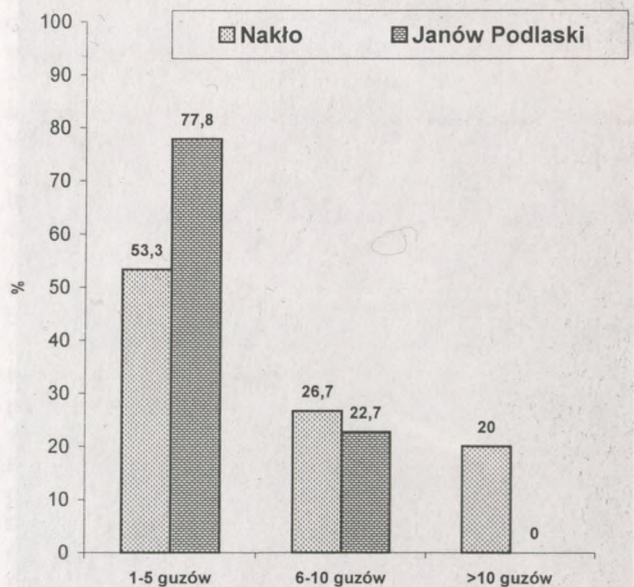
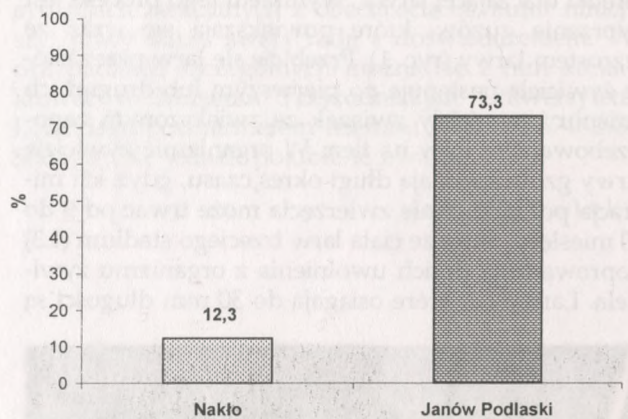
Charakterystycznym objawem gzawicy owiec jest niezdolność ruchu, wynikająca z zapalenia zatok czołowych, czasami erozji kości sitowej i obecności larw w mózgu. Podobne objawy występują w zarażeniu larwami tasiemca krędkowego — *Multiceps multiceps*, wywołującego kołowaciznę owiec, stąd gzawica owiec nazywana jest także kołowacizną rzekomą. W czasie składania jaj, wylęgania larw i ich migracji do zatok czołowych, obserwowane są także takie objawy jak: potrząsanie i opuszczanie głowy, kichanie oraz surowiczno-śluzowy lub śluzowo-ropny nieżyt dróg nosowych, które mogą prowadzić do spadku kondy-



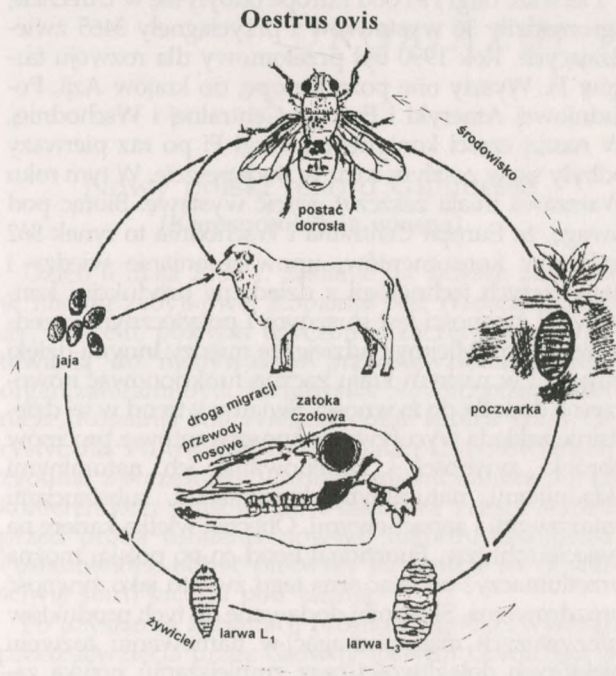
Ryc. 3

cji owiec. Rzadziej występuje ostra postać choroby najczęściej w przypadku dużej liczby larw w organizmie żywiciela, która może zakończyć się zejściem śmiertelnym.

Gzawicę koni w strefie klimatu umiarkowanego wywołuje pięć gatunków gzów, zaliczanych do rodzaju *Gasterophilus*. Podobnie jak w przypadku bydła i owiec formą pasożytniczą gzów końskich są ich larwy. Zapłodnione samice gzów składają jaja na sierści zwierząt w okolicy przednich kończyn (*G. interstinalis*) (De Geer, 1776), podzuchwowej i szyi (*G. nasalis*) (Linne, 1758), warg (*G. haemorrhoidalis*) (Linne, 1758), policzków (*G. intremis*) (Braner, 1858) lub poza żywicielem — na źdźbłach traw (*G. pecorum*) (Fabricius, 1794). Larwy pierwszego stadium wylęgają się albo samoczynnie (*G. nasalis*, *G. intremis*, *G. pecorum*), bądź też pod wpływem kontaktu ze śliną i szorstkim językiem zwierzęcia, co następuje w czasie tzw. ogryzania się koni (głównie u *G. interstinalis*). Larwy wraz z trawą, poprzez ich zli-

Ryc. 4. Średnia ekstensywność zarażenia krów mlecznych w Nakle i Janowie Podlaskim larwami gzów z rodzaju *Hypoderma*



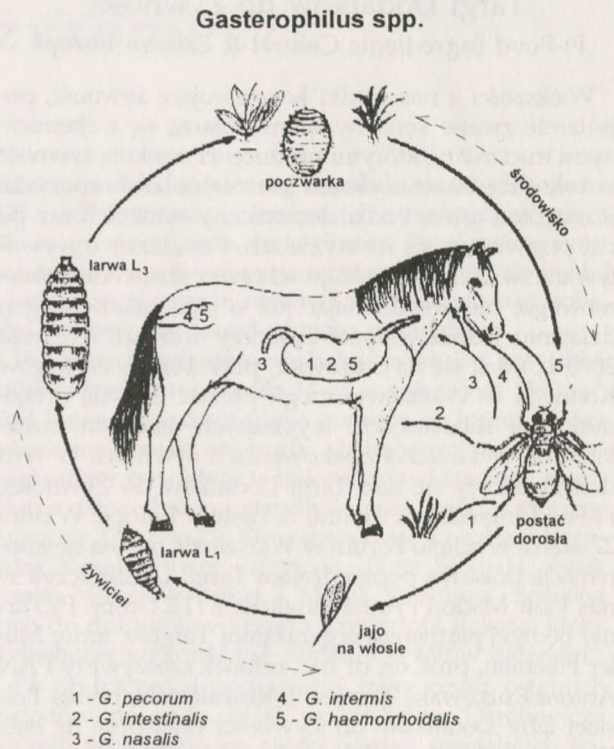


Ryc. 5. Cykl rozwojowy *Oestrus ovis*

zywianie lub migracje przez warstwy naskórka przedostają się do jamy gębowej. Następnie wnikają do błony śluzowej, przechodzą linienie i jako larwy drugiego stadium przedostają się do dalszych odcinków przewodu pokarmowego. Larwy gzów *G. interstitialis*, *G. haemorrhoidalis*, *G. pecorum* usadawiają się w żołądku, *G. nasalis* w dwunastnicy (wyjątkowo w żołądku), a *G. intremis* i *G. haemorrhoidalis* w prośnicy, gdzie pozostają przez okres 9-10 miesięcy, przechodząc kolejne linienia. Wczesną wiosną lub latem larwy L3 gzów wydostają się wraz z kałem do środowiska zewnętrznego. Tworzenie poczwarki i metamorfoza zachodzą w glebie w ciągu kilku tygodni (ryc. 6).

Oddziaływanie chorobotwórcze larw L3 gzów końskich zależy od intensywności inwazji. Duża liczba larw jest przyczyną upośledzenia czynności gruczołowej żołądka, uszkodzeń i owrzodzeń jego śluzówki oraz innych odcinków przewodu pokarmowego, morzysk, niedokrwistości oraz postępującego wychudzenia. W skrajnych przypadkach może dojść do zejścia śmiertelnego (szczególnie u źrebiąt) na skutek perforacji żołądka lub ogólnego wyniszczenia organizmu.

Zapobieganie gzwicom zwierząt gospodarskich wymaga osobnego spojrzenia na każdy z wywołujących je rodzajów gzów. W walce z gzami bydłocymi (*Hypoderma* spp.) nieskuteczne okazały się maści od-



- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1 - <i>G. pecorum</i>      | 4 - <i>G. intermis</i>        |
| 2 - <i>G. intestinalis</i> | 5 - <i>G. haemorrhoidalis</i> |
| 3 - <i>G. nasalis</i>      |                               |

Ryc. 6. Cykl rozwojowy *Gasterophilus* spp.

straszające owady dorosłe, a także mechaniczne usuwanie larw L3 występujących pod skórą grzbietu, ze względu na niekiedy wysoką ich intensywność zarażenia. Dla zahamowania rozwoju larw stosuje się najczęściej preparaty chemiczne w postaci iniekcji podskórnej i domięśniowej lub spryskiwania oraz metody biologiczne, takie jak m.in. pozostawianie zwierząt w oborze w dni słoneczne w godzinach południowych, w okresie wzmożonej aktywności gzów na pastwisku oraz projektowanie wiat na pastwiskach, które dają zwierzętom możliwość schronienia się przed atakującymi je owadami.

Ograniczenie populacji dorosłych osobników gza owczego (*Oestrus ovis*) można uzyskać poprzez opylanie w owczarni ścian — miejsc występowania dorosłych muchówek — środkami chemicznymi, a stadiów larwalnych — poprzez stosowanie preparatów chemicznych w formie iniekcji domięśniowej lub wstrzykiwania do nozdrzy owiec.

Najpewniejszą metodą zwalczania gza końskiego (*Gasterophilus* spp.) jest regularne odrobaczanie przy użyciu preparatów o szerokim spektrum działania — przeciwko tasiemcom, nicieniom oraz gzom.

Bogusław Nowosad i Sławomir Kornas



## Targi Dodatków do Żywności

### Fi-Food Ingredients Central & Eastern Europe

Większości z nas środki konserwujące żywność, popularnie zwane konserwantami kojarzą się z chemicznymi truciznami, którymi producenci szpikują żywność w celu przedłużenia okresu jest zdatności do spożycia. Szczególną groźbę budzi demoniczny symbol E raz po raz pojawiający się na etykietach. Posadzany o wywoływanie wszelkiego rodzaju schorzeń przewodu pokarmowego, nie wspominając już o jego rakotwórczym działaniu. Jednak wszyscy ci, którzy w dniach 9-11 maja 2000 r., udali się na Służewiec, przy Torach Wyścigów Konnych w Warszawie mogli poznać prawdę o tajemniczych substancjach, wypisanych drobnym maczkiem na etykietach i opakowaniach żywności. W tych dniach odbyły się tam Targi Dodatków do Żywności, Fi-Food Ingredients Central & Eastern Europe. W dniu 27 marca w hotelu Forum w Warszawie odbyła się konferencja prasowa poprzedzająca Targi. Uczestniczyli w niej Piotr Madoń i Anna Pawlicka z ITE Group Plc, firmy będącej partnerem organizatora Targów, firmy Miller Freeman, prof. dr, dr h.c., członek rzeczywisty PAN Antoni Rutkowski, Tomasz J. Kowalewski, prezes Polskiej Izby Dodatków do Żywności oraz prof. dr hab. Krzysztof Krygier z Wydziału Technologii Żywności SGGW w Warszawie oraz zaproszeni dziennikarze. Targi Fi są jedną z największych tego typu wystaw w Europie, poświęconych żywności, jej składnikom i dodatkom używanym w produkcji żywności. Patronat nad wystawą objęła Krajowa Izba Dodatków do Żywności. Uroczystego otwarcia targów dokonał Minister Rolnictwa Polski. W imprezie wzięło udział ponad 150 firm z 22 krajów. Targom towarzyszyły odbywająca się równoległe trzydniowa konferencja naukowa, na której poruszone zostały trzy następujące tematy:

- Substancje dodatkowe dla żywności funkcjonalnej (prozdrowotnej)
- Substancje dodatkowe a struktura żywności / emulsje
- Dodatki a smakowość żywności

Na Targach przyznane zostały dwie nagrody:

- National Finished Food Award, nagroda dla firmy z krajów Centralnej i Wschodniej Europy za wyprodukowanie unikalnego i nowego produktu, typowego dla swojego kraju
- The Food Ingredients Central & Eastern Europe Award, która będzie przyznana firmie, która przedstawi półprodukt spożywczy, dodający wartość żywności typowej dla swojego kraju.

Pierwsze targi Fi-Food Europe odbyły się w Utrechcie, zgromadziły 36 wystawców i przyciągnęły 3465 zwiedzających. Rok 1990 był przełomowy dla rozwoju targów Fi. Wyszły one poza Europę, do krajów Azji, Południowej Ameryki i Europy Centralnej i Wschodniej. W naszej części kontynentu, Targi Fi po raz pierwszy odbyły się w zeszłym roku w Budapeszcie. W tym roku Warszawa miała zaszczyt gościć wystawę. Biorąc pod uwagę, że Europa Centralna i Wschodnia to rynek 362 milionów konsumentów, upowszechnianie wiedzy i najnowszych technologii z dziedziny produkcji i konserwacji żywności jest słusznym i pożytecznym przedsięwzięciem. Miejmy nadzieję, że między innymi dzięki targom i w naszym kraju zaczną funkcjonować nowoczesne dodatki do żywności. Światowy trend w tej dziedzinie zakłada wycofywanie konserwantów z procesów obróbki żywności i zastępowanie ich naturalnymi składnikami, naturalnymi barwnikami, substancjami smakowymi i zapachowymi. Obecnie wielką karierę na świecie robi tzw. Functional Food co po polsku można przetłumaczyć oddając sens tego zwrotu jako żywność prozdrowotna. Składniki dodawane do tych produktów spożywczych mają pomagać w hamowaniu rozwoju niektórych dolegliwości oraz zmniejszaniu ryzyka zachorowania na pewne choroby. Mają w tym pomóc np. sterole roślinne, minerały, pierwiastki takie jak np. wapń i selen. Jedną z sesji naukowych na Targach w Warszawie poświęcona była właśnie tego typu żywności. Na Targach obok producentów dodatków do żywności widoczne były również stoiska promujące tzw. rolnictwo ekologiczne w Polsce. Wydaje się, że rolnictwo ekologiczne jest jedną z możliwości rozwoju gospodarczego i ograniczenia bezrobocia w uboższych regionach naszego kraju. Wzrastający popyt na tzw. zdrową żywność, żywność ekologiczną, w której procesie produkcji nie używa się środków chemicznych, jest szansą na zaspokojenie potrzeb rynkowych i rozwój rolnictwa ekologicznego oraz zachowanie i ochronę walorów przyrodniczych kraju. Doskonałe warunki do rozwoju tego typu rolnictwa są w północno-wschodniej części Polski. Tereny te są wysoko cenione w kraju i za granicą ze względu na wysokie walory przyrodnicze. Przy ograniczonych możliwościach finansowych, ekologiczne sposoby produkcji żywności na tych terenach pozwolą na zachowanie unikalnej w skali całego kraju i Europy przyrody oraz staną się źródłem wzrostu gospodarczego tych rejonów. Miejmy nadzieję, że wystawa zmobilizuje krajowych producentów do wprowadzania nowych technologii obróbki i konserwacji produktów spożywczych, czego nam, konsumentom, życzę.

Tomasz D z i w i ń s k i

Zarząd Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej powołał w ramach swoich struktur Ośrodek Informacji o Edukacji Ekologicznej, by swoim działaniem przyczyniał się do podnoszenia efektywności inicjatyw podejmowanych w ramach realizacji zasad ekorozwoju i wdrażania Agendy 21 oraz współuczestniczył w realizacji zadań wynikających z Narodowej Strategii Edukacji Ekologicznej.

Celem Ośrodka jest prowadzenie profesjonalnej działalności informacyjno-promocyjnej w zakresie edukacji ekologicznej: pozyskiwanie, przetwarzanie i upowszechnianie informacji o edukacji ekologicznej.

Kontakt:

NARODOWY FUNDUSZ Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

OŚRODEK INFORMACJI o EDUKACJI EKOLOGICZNEJ

ul. Konstruktorska 3A 02-673 WARSZAWA

TEL: (022) 853 37 50, TEL/FAX: (022) 853 61 95

e-mail: oiee@nfosigw.gov.pl



## DROBIAZGI PRZYRODNICZE

## Nowy polski rekord Guinnessa

(Korespondencja własna)

Dzień 6 maja 2000 r. zostanie na zawsze zapisany w historii zabytkowej Kopalnia Soli Wieliczka. Wtedy, bowiem, późnym wieczorem zaczęły się przygotowania do niebywałego przedsięwzięcia, którego organizatorami byli: Tarnowskie Stowarzyszenie Lotnicze, Kopalnia Soli Wieliczka oraz spółka Trasa Turystyczna. Po trwających dwa lata przygotowaniach, zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami i anonsami na konferencjach prasowych, 6-osobowa załoga stanęła przed próbą ustalenia nowego rekordu Guinnessa. Postanowiono odbyć pierwszy na świecie lot (a właściwie start) balonu pod ziemią.

Po uzyskaniu akceptacji projektu tego niezwykłego przedsięwzięcia przez Główny Instytut Górnictwa w Katowicach, opracowano odpowiednią instrukcję, spełniającą wszelkie wymogi bezpieczeństwa. Następnie próba podziemnego startu została zaakceptowana, przez Guinness World Records, przy czym sprecyzowano, że rekordem, a tym samym wezwaniem dla przyszłych konkurentów, nie będą żadne inne parametry, lecz tylko poziom, z którego balon wystartuje.

Jako miejsce startu wybrano Komorę Staszica, która swoimi gabarytami odpowiadała warunkom stawianym przez autorów tego niezwykłego wyczynu. Po-

ziom posadzki tej komory znajduje się na głębokości 125 m pod poziomem ziemi, a jej wysokość, sięgająca 36 m, gwarantowała, że wybrany do eksperymentu balon, po wypełnieniu powietrzem, zmieści się w niej i będzie miał jeszcze niewielką przestrzeń nad sobą, aby wznieść się ponad poziom posadzki.

Do startu przygotowano balon produkcji rosyjskiej, którego średnica wynosiła 14 m, a pojemność 1580 m<sup>3</sup>. Pod balonem podwieszono gondole, w której oprócz pilota znajdowała się butla, obsługująca palnik podgrzewający powietrze w balonie przed startem. Kompletna załogę balonu stanowiło sześć osób, reprezentujących Tarnowskie Stowarzyszenie Lotnicze: Krzysztof Rękas, Paweł Orłowski, Piotr Słomski, Jacek Czaja, Mirosław Rękas i Marek Podoluch. Spośród nich do roli pilota wybrano Krzysztofa Rękasa, który dotychczas wykonał już ponad 150 lotów balonem.

Po opuszczeniu podziemnej trasy przez ostatnich turystów, po godz. 19.00, wokół Szybu Daniłowicza zaczęło gromadzić się grono bardzo specjalnych gości. Na ten dzień zaproszono 60 osób, wcześniej akredytowanych dziennikarzy, którzy odznaczeni okolicznościowymi identyfikatorami i uzbrojeni w mikrofony, magnetofony, aparaty fotograficzne i kamery filmowe, byli jedynymi, którym dane było oglądać ten niecodzienny epizod. O godz. 19.30 goście zaczęli zjeżdżać pod ziemię i gromadzić się w specjalnie wyznaczonym dla prasy sektorze Komory Staszica. Po zapoznaniu wszystkich zebranych z warunkami bezpieczeństwa, jakie powinny być spełnione podczas eksperymentu, jak również w razie jakiegokolwiek awarii, tuż po godz. 20.00 bohaterowie dnia wnieśli do komory powłokę balonu, spakowaną we względnie niewielki tobołek. Po rozwinięciu powłoki, dwie duże, śmigłowe dmuchawy, zaczęły napełniać jej wnętrze powietrzem. Co pewien czas, głośnym hukiem odzywał się też potężny palnik, podgrzewający powietrze w balonie. Palnik ten, zasilany z butli gazowej (ze względów wagowych, standardowy zestaw dwóch butli gazowych ograniczono do jednej), miał za zadanie ogrzać powietrze we wnętrzu balonu do temperatury 60°C.

Ostatecznie, powłoka balonu została wypełniona i po kilku dawkach ognia, gondola wraz z pilotem drgnęła i z wolna zaczęła unosić się nad posadzkę. Rozległy się oklaski i natychmiast wewnątrz komory wypełniły błyski lamp reporterskich aparatów fotograficznych. Zgodnie z założonym planem, balon z wolna unosił się ku górze. Jeden z członków załogi, stanął obok gondoli z 2-metrowej długości miarką w rękę, lecz miarka ta okazała się nieco za krótka. Dno gondoli zatrzymało się bowiem na wysokości 2,13 m, a po chwili zaczęło powoli opadać. Start udał się, a cały lot balonu trwał 4 minuty. Po wylądowaniu, bohatera tego niezwykłego wydarzenia obiegł tłum reporterów, zbierających na bieżąco materiał do licznych gazet, programów radiowych i stacji telewizyjnych. Niedługo potem czasza balonu została odłączona





na od gondoli i ponownie opróżniona, a gości zaproszono do pobliskiej Komory Haluska na konferencję prasową. Tutaj, po serii pytań zadawanych pilotowi balonu i przedstawicielom organizatorów całego przedsięwzięcia, wszyscy obecni zostali zaproszeni do gustownie przygotowanych stołów ze smacznym poczęstunkiem oraz ciepłymi i chłodnymi napojami.

W ten sposób, Kopalnia Soli Wieliczka po raz kolejny stała się miejscem dokonywania niezwykłych poczynań, które ostatecznie zapisywane są w Międzynarodowej Księdze Rekordów Guinnessa.

Marek W. Loren c

## Kim byli pierwsi Amerykanie?

Przed 50 laty nikt nie miał co do tego żadnych wątpliwości. Podczas ostatniego zlodowacenia, 12 do 11 tysięcy lat temu, poziom wody w oceanach był na tyle niski, że w poprzek cieśniny Beringa utworzył się naturalny most, łączący Syberię z Alaską. Przez ten most przeszły do Północnej Ameryki syberyjskie mamuty, a za nimi — polujący na nie pierwsi paleo-Indianie. Przybysze posuwali się na południe wzdłuż zachodniego wybrzeża Północnej, a następnie Południowej Ameryki i w ten sposób zasiedlili te kontynenty. Korzystali on z wąskiego, wolnego od lodów pasa wybrzeży. Tereny, jakimi się posuwali znajdują się dzisiaj pod wodą, tak że nie można liczyć na zbyt bogate znaleziska paleontologiczne na trasie ich wędrówki. Według tej teorii, najstarsze ślady pobytu paleo-Indian powinny znajdować się na północy, a stonkowo najmłodsze — w Południowej Ameryce. Ponieważ wędrówka na południe postępowała bardzo wolno, w grę muszą wchodzić różnice rzędu tysięcy lat. Rzeczywiście, na terenie Północnej Ameryki odkryto szereg miejsc świadczących o pobycie człowieka, pasujących do powyższego schematu. Cechą tych stanowisk są charakterystyczne w kształcie i w obróbce kamienne groty strzał. Krąg kulturowy posługujący się tymi grotami nazwano Clovis. Jednakże w miarę, jak znajdowano coraz to nowe ślady pobytu człowieka w obydwu Amerykach, cały ten logiczny schemat zaczął się rozpadać.

Odkrycia ostatnich kilku lat dosyć jasno dowodzą, że ludzie kultury Clovis nie byli jedynymi kolonizatorami obu Ameryk.

W największej sprzeczności z hipotezą wyłączności Clovis są dwa stanowiska archeologiczne na terenie dzisiejszego Peru, Quebrada Tacahuay i Quebrada Jaguay Są one datowane między 11 a 12 tysięcy lat temu. Mieszkańcy tych osad byli ściśle związani z morzem: mieszkali na wybrzeżu i żywili się rybami i ptakami morskimi. Od strony lądu otaczała ich pustynia — należąca do najbardziej suchych miejsc na Ziemi, a zatem jest mało prawdopodobne, aby osadnicy przybyli drogą lądową. Jest również mało prawdopodobne, aby z łowców mamutów, jakimi byli ludzie Clovis, mieszkańcy Tacahuay i Jaguay tak szybko przekwalifikowali się na żeglarzy i rybaków. Musieli zatem przybyć drogą morską, ale skąd? Być może z Azji. Mogli posuwać się wzdłuż granicy lodu,

po morzu wolnym od lodów, ale względnie spokojnym z powodu dużego zalodzenia.

Na terenie Północnej Ameryki znaleziono również kilka szkieletów datowanych na około 9-10 tysięcy lat temu, których cechy antropologiczne nie zawsze przypominają dzisiejszych Indian północnoamerykańskich. Do nich zaliczyć możemy Człowieka z Kennewick, którego szkielet znaleziono koło miasteczka Kennewick w dzisiejszym stanie Washington, a także Mumię z Jaskini Duchów (Spirit Cave Mummy) oraz Człowieka z Wizards Beach ze stanu Nevada. Człowiek z Kennewick ma wyraźne cechy europejskie, mumia z Jaskini Duchów najbardziej ze wszystkich dziś żyjących populacji, przypomina Ajnów z północnej Japonii, natomiast Człowiek z Wizard Beach mieści się w normach antropologicznych przyjętych dla współczesnych Indian północnoamerykańskich. Oczywiście nikt nie twierdzi, że to przodkowie Ajnu skolonizowali obydwie Ameryki. Badania genetyczne nie wykazały żadnego pokrewieństwa między dzisiejszymi Indianami a ludem Ajnu, ale wszystko to dowodzi, że pierwsi kolonizatorzy Ameryk byli bardzo heterogenni, a zatem najprawdopodobniej przybyli z różnych miejsc, różnymi drogami. Kolonizacja nie odbyła się bezkonfliktowo. W miednicy Człowieka z Kennewick tkwi grot kamienny, a szkielet nosi ślady licznych złamań i urazów. Czaszka Mumii z Jaskini Duchów nosi ślady śmiertelnego urazu poniżej lewej kości skroniowej. Osiemnastoletni chłopak, którego szkielet znaleziono na terenie stanu Nevada, zginął 9 tysięcy lat temu od uderzenia nożem między żebra.

W sprzeczności z klasyczną hipotezą Clovis jest również kontrowersyjne stanowisko Monte Verde w Chile. Zostało ono datowane na 12500 lat temu, a więc jest starsze od najstarszego znanego znaleziska Clovis. Datowanie to spotkało się ostatnio z poważną krytyką, która jednak nie jest w stanie podważyć wiarygodności całego olbrzymiego materiału Monte Verde. Wszystkie te znaleziska dowodzą, że hipoteza Clovis w swojej pierwotnej postaci jest nie do utrzymania i że kolonizacja Ameryk była procesem bardziej złożonym, niż pierwotnie przypuszczano i najprawdopodobniej przybyło kilka fal najeźdźców różnego pochodzenia geograficznego, różniących się od siebie antropologicznie.

Dużo światła na problem kolonizacji Ameryk rzuciłyby badania genetyczne. Niestety tu antropologzy natrafiają na olbrzymie trudności. Kongres Stanów Zjednoczonych uchwalił tak zwaną Ustawę NAGPRA, która przyznaje Indianom wyłączne prawo do przedkolumbijskich szczątków ludzkich znalezionych na terenie Stanów Zjednoczonych. Indianie domagają się wydania im wszystkich szkieletów znajdujących się w różnych muzeach i nie zgadzają się na badania genetyczne nowo odkrytych szczątków ludzkich, twierdząc, że są to ich przodkowie, którym należy się natychmiastowy pochówek, a pobieranie próbek kości do datowania jest ich zdaniem świętokradztwem. Na argumenty, że badanie szkieletów może odpowiedzieć na pytanie kto, kiedy i jak kolonizował Północną Amerykę, mają jedną odpowiedź: nikt nigdy Ameryki nie kolonizował, a wszystkie szczepy indiańskie zamieszkiwały ją od początku dziejów, a



wobec tego każdy przedkolumbijski szkielet musi być szkieletem ich przodków.

Genetyczne badania współczesnych Indian również zdają się wskazywać na złożoność procesu kolonizacji i zaprzeczają hipotezie przekroczenia cieśniny Beringa przez ludy azjatyckie jako jedynych kolonizatorów Ameryki. Badaniu poddano mitochondrialny kwas deoksyrybonukleinowy. Mitochondria zawarte są w cytoplazmie, a zatem przekazywane są wyłącznie przez matkę. U współczesnych Indian północnoamerykańskich znaleziono haplogrupy mitochondrialnego DNA, które określono jako A, B, C, D i E. Odpowiadające im haplogrupy znajduje się również w różnych populacjach azjatyckich. Istnieje jednak jeszcze haplogrupa X, której nie spotyka się wśród Azjatów, a jedynie wśród Włochów, Finów i Izraelczyków, a prawdopodobnie także mieszkańców Turcji i Hiszpanii. Kto przyniósł do Ameryki haplogrupę X — pozostaje na razie zagadką.

Science, 1999, 286, 1467

S. Dubiski

### Wpływ ujemnej temperatury powietrza pod koniec wegetacji kaktusa na zawiązywanie przyszłorocznych pąków kwiatowych

Dla miłośnika kaktusów, a zwłaszcza początkującego hodowcy, zakwitnięcie okazu jest wydarzeniem bardzo radosnym, ponieważ stanowi ukoronowanie całorocznych zabiegów pielęgnacyjnych, polegających na stworzeniu kaktusowi warunków jak najbardziej zbliżonych do naturalnych. Zakwitnięcie mojego okazu *Echinopsis calochora* było wynikiem eksperymentu, jakiego dokonałem jesienią 1995 r. Rosnący od sierpnia w skalnym ogródku na wolnym powietrzu kaktus poddałem działaniu mrozu, a następnie, po przezimowaniu w chłodnej piwnicy bez dostępu światła i bez podlewania, wysadziłem do ogrodu i przeprowadziłem obserwacje całego okresu wegetacji i kwitnienia. Oczywiście, znane są gatunki kaktusów zimujących w naszych warunkach w gruncie. Po wcześniejszym zasuszeniu, odpowiednio zabezpieczone wytrzymują ujemne temperatury niektóre gatunki opuncji np. *Opuntia arizonica*, *Opuntia humifusa*, jak również *Coryphantha vivipara*, *Neobeneya missouriensis*, *Pilocanthus paradiisei*, *Sclerocactus whipplei*, *Echinocereus coccineus*, *Echinocereus engelmannii* i inne. Do nich jednakże nie zalicza się *Echinopsis*, który jest gatunkiem ciepłolubnym. Dlatego nie ryzykowałem pozostawienia go w gruncie na całą zimę, choć nie wykluczam takiego eksperymentu w przyszłości z okazem nieco młodszym.

### Wstęp

Ojczyzną kaktusów jest Ameryka Północna. Do Europy przywiózł je jako ciekawostkę na dwór hiszpański, odkrywca Ameryki Krzysztof Kolumb w II połowie XV w. Melokaktusy czyli kaktusy melonowe rosły na przybrzeżnych wyspach i wzdłuż wybrzeży. Zainteresowały Europejczyków ich płomienne cefalia czyli wierzchołki z włosów i szczecinek, które wyrastały w czasie kwitnienia na szczycie kaktusów. Swą nazwę

zawdzięczają kaktusy Linneuszowi, uczonemu szwedzkiemu, który stworzył podstawy naukowej systematyki roślin. Kaktusy są hodowane obecnie na całym świecie. Wspaniale przystosowały się do różnorodnych warunków klimatycznych na obszarze około 12 mln km<sup>2</sup>, od 56° szer. geogr. północnej do 52° szer. geogr. południowej. Amatorzy kolekcjonują je dla ich niecodziennego piękna, różnorodnych kształtów kolorowych cierni i wspaniałych kwiatów. Ale kaktusy zakwitają tylko przy odpowiedniej pielęgnacji. O powodzeniu uprawy decydują: światło, gleba, woda i temperatura powietrza.

### Cel pracy

Hodowanie kaktusów w mieszkaniu, na parapecie okna tylko dlatego, że są odporne na przesuszenie i jakoś tam rosną, nie przynosi ani efektów dekoracyjnych ani przyjemności z posiadania egzotycznych roślin. Kwitnące kaktusy możemy oglądać i podziwiać w kwaciarni, ale po ich kupieniu, w następnym roku niewiele z nich zakwitnie nam powtórnie. W tej pracy chcę zachęcić posiadaczy tych pięknych roślin, aby przy niewielkim wysiłku ze swej strony cieszyli się każdego lata z pięknych kwiatów wydanych przez okazy ze swej kolekcji.

### Obiekt i teren obserwacji

Kaktusy to rośliny egzotyczne w naszej szerokości geograficznej. Należą do sukulentów — tworzą sa-



Kwitnący okaz kaktusa *Echinopsis calochora*. Fot. autor



modzielną rodzinę *Cactaceae*. Posiadają specyficzną zdolność magazynowania wody i ochrony przed parowaniem, dlatego potrafią żyć w środowisku suchym, o ujemnym bilansie wodnym. Pędy kaktusów są mięsiste i soczyste, pokryte skórką nie zawierającą chlorofilu, kształty bardzo zróżnicowane, liście posiadają tylko nieliczne rodzaje. Skórka chroni kaktusy przed nasłonecznieniem i zbytnią transpiracją — jest zazwyczaj zielona, czasem czerwona, brązowa, fioletowa a nieraz w odcieniu czarnym. W warunkach naturalnych, wiele gatunków kaktusów wytwarza promieniście rozbudowany, daleko od rośliny odbiegający ale płytko zagłębiony system korzeniowy, co pozwala na wychwytywanie z warstw powierzchniowych gleby najmniejszych ilości wilgoci, nocnych mgieł i rosy. Powierzchnia pędów (z wyjątkiem opuncji) jest pokryta żebrami lub brodawkami. Żebra biegną wzdłuż korpusu rośliny od wierzchołka ku nasadzie, lub spiralnie. Jest ich od 2 do ponad 100 u dużych, kulistych, starych roślin. Brodawki wykształciły się z przekształcenia żeber i są całkowicie od siebie oddzielone. Zarówno żebra jak i brodawki — ich rozmiar, kształt, rozmieszczenie są cechami diagnostycznymi, pozwalają określić rodzaj i gatunek kaktusów. Występowanie żeber i brodawek tylko pozornie zwiększa powierzchnię pędu rośliny i zdawałoby się — zaprzecza ich przydatności dla potrzeb sukulentyzmu. Jednakże budowa tych utworów i występowanie na nich cierni zwiększa stopień zacielenia rośliny i związane z tym parowanie wody. Na kantach żeber i wierzchołkach brodawek wyrastają tzw. pączki śpiące czyli areole. Z nich wyrastają ciernie, kwiaty a także pędy boczne. Układ cierni w areoli jest taki, że na zewnątrz rosną ciernie boczne a wewnątrz różniące się budową i wielkością ciernie środkowe, które w większości są większe, silniejsze często haczykowato zakończone i różnokolorowe. Ciernie chronią przed nasłonecznieniem, stanowią obronę przed zniszczeniem przez zwierzęta, wychwytyują drobne ilości wilgoci z otoczenia uzupełniając stratę wody w roślinie. Ich ilość, wielkość, zabarwienie służą identyfikacji kaktusów. Niektóre odmiany kaktusów zakwitają już w wieku 1-2 lat, inne po kilkudziesięciu latach. Kwiaty są różnej wielkości i kolorów. Są to kwiaty „siedzące”, wyrastające z areoli lub z aksilli na brodawkach. W kwiatach nie występuje wyraźne zróżnicowanie okwiatu na kielich i koronę, działki kielicha przechodzą stopniowo wzdłuż rurki kwiatowej w płatki korony. Wewnątrz kwiatu znajduje się słupek, składający się z zalążni zrosniętej z dnem kwiatostanu i pręcików. Kształt większości kwiatów jest dzwonekowany i lejkowaty. Kwiaty kwitną bardzo krótko — 1 dzień, czasem jak *Echinocereus* około 7 dni. Owocami są przeważnie różnokształtne i różnokolorowe jagody. Kwiaty i owoce również pomagają w określeniu przynależności do poszczególnych rodzin i gatunków. Obiektem moich badań był 10-letni kaktus z rodzaju *Echinopsis* — *E. calochora*. Dotychczas był hodowany w mieszkaniu, w doniczce na oknie południowym. Miał kształt kulisty, ok. 9 cm średnicy, 12 cm wysokości od podstawy, 13 szerokich, karbowanych żeber, ok. 14 żółtych cierni bocznych oraz 3 środkowe nieco dłuższe i ciemniejsze. Nigdy nie zakwitł. Rozpoczynając swoje badania i obserwa-

cje, przygotowałem dla kaktusa grunt w najwyższym osłoniętym, południowym miejscu skalnego ogrodu, zbudowanego z głazów z wapienia jurajskiego. Podłoże o wielkości 30 × 30 cm i głębokości 25 cm wypełniłem mieszaniną: 1 części humusu + 1 części ziemi darniowej + 1/2 części ziemi gliniastej i 1 1/2 części żwirku z torfem. Przesadziłem tam kaktusa dn. 12 sierpnia 1995 r.

## Wyniki

Przez pierwszy tydzień nie zaobserwowałem widocznych zmian w wyglądzie kaktusa, w tym czasie jeden raz spadł obfity deszcz, który szybko wsiąknął w przepuszczalną ziemię. W drugim tygodniu barwa kaktusa stała się intensywnie ciemnozielona i powiększył się jego obwód w najgrubszym miejscu. W punktach, z których wyrastają kolce, zwykle delikatny jasny meszek stał się bardzo wyraźny, większy, o kolorze mocno żółtym. Kolce wydłużyły się i pogrubily. Po ok. 6 tygodniach kaktus podwoił swą objętość. Na początku października nastąpiło ochłodzenie temperatury. W dzień wynosiła ona do 10°C, nocą ok. 5-7°C. Zaczął częściej padać deszcz ale woda wokół kaktusa nie stała. Nie był on też niczym nakrywany ani zabezpieczany przed wilgocią. Około połowy października wystąpiły przygruntowe przymrozki. -1°C do -2°C w nocy, dni zdarzały się jeszcze bardzo słoneczne i ciepłe do 15°C. Kiedy temperatura w dzień i w nocy utrzymywała się od siedmiu dni i wynosiła ok. -4 do -6°C — wykopałem kaktusa (ziemia była zamrożona jedynie powierzchniowo i łatwo było to zrobić widłami) i owinąwszy go grubo gazetami wraz z korzeniami umieściłem w drewnianej skrzynce po owocach i w nieogrzewanej ale suchej piwnicy z małym okienkiem od wschodu. Przez zimę co parę dm zaglądałem do kaktusa, ale nie podlewałem go ani nie odwijąłem gazet. W połowie marca na jednej areoli (punkcie kolcowym) zauważyłem zgrubienie, które w ciągu kilku dni urosło w pąk kwiatowy. Bardzo się ucieszyłem, tym bardziej że wkrótce pojawiły się jeszcze trzy podobne pąki w innych górnych areolach kaktusa. Niepokoił mnie fakt, że przecież wczesną wiosną nie mogę jeszcze wysadzić kaktusa do ogrodu. Ale pąki jakby przestały rosnąć osiągając dł. 1 cm i obwód 1,5 cm. W tym czasie temperatura na polu była już dodatnia w ciągu dnia, ale zdarzało się jeszcze, że spadała poniżej zera w nocy. Wsadziłem kaktusa do gruntu pod koniec kwietnia i przez pierwsze dwa tygodnie nakrywałem tekturowym pudłem na noc i w czasie obfitych opadów deszczu, a nawet śniegu. W połowie maja, gdy słońce już mocniej przygrzewało, pąki zaczęły rosnąć i wydłużać się. Jeden niestety zasechł i odpadł. Kaktus zakwitł stopniowo w odstępach 2-3 dni od 7-15 lipca. Każdy kwiat o barwie różowo-białej, głębokim kielichu, żółtych pręcikach otwierał się rano, w słoneczny dzień wabił owady, a zamykał się wieczorem. Na drugi dzień kwiat otwierał się już o wiele mniej i pod koniec dnia sklejały się jego płatki i więdł. W międzyczasie na kaktusie pojawiły się następne trzy pąki kwiatowe, które zakwitły pod koniec sierpnia, kwiaty jednak były mniej okazałe od tych lipcowych. Wszystkie kwiaty opadły nie zawiązując nasion. A po przekwitnięciu,



wokół podstawy kuli kaktusa pojawiło się trochę młodych osobników, które usunąłem i posadziłem obok kaktusa.

## Wnioski

1. Zastosowany przeze mnie zabieg polegający na poddaniu działaniu mrozu kaktusa z rodziny *Echinopsis* przyczynił się do jego zakwitnięcia.

2. Był to okaz 10-letni i nigdy wcześniej nie kwitnący, a więc przemarznięcie i zasuszenie na pewno pobudziło go do zawiązania pąków.

3. Hodowla kaktusa na wolnym powietrzu przyczyniła się również do jego bardzo dynamicznego wzrostu i pięknego zdrowego wyglądu.

4. Obecnie okaz ten ma 14 lat, wysokość 17 cm, obwód 40 cm i kwitnie co roku przez całe lato wydając ok. 7 kwiatów.

5. Hodowca nie dysponujący ogrodem, a jedynie balkonem w bloku, również może przeprowadzić stymulację kwitnienia swoich okazów, a z pewnością uzyska zadowalające efekty.

Piotr K a m i s i ń s k i

## Nietoperze i motyle

W powieści Lewisa Carolla *Alicja po drugiej stronie lustra* Czerwona Królowa mówi do Alicji „Tutaj, jak widzisz, aby utrzymać się w tym samym miejscu trzeba biec, ile sił”.

To stwierdzenie stało się mottem hipotezy Czerwonej Królowej Van Valena. Według niej zmiany w dostosowaniu jednego gatunku, na przykład drapieżcy, wywołują zmiany w dostosowaniu drugiego gatunku, na przykład ofiary. I odwrotnie — lepsze dostosowanie ofiary wywołuje wzrost dostosowania drapieżcy. W ten sposób dwa, będące w konflikcie taksony, są w trakcie ustawicznego wyścigu zbrojeń.

Przykładem takiego wyścigu zbrojeń są relacje między nietoperzami a motylami.

Nietoperze, jedyne ssaki zdolne do aktywnego lotu, dzieli się na dwa podrzędy *Megachiroptera* — duże, dzienne nietoperze odżywiające się na ogół owocami, oraz *Microchiroptera* — małe, nocne i najczęściej owadożerne. U tych ostatnich wykształciła się echolokacja, dzięki której mogą w ciemnościach omijać przeszkody oraz namierzać i chwycić nocne owady, przede wszystkim ćmy. Najnowsze badania, próbujące na podstawie danych molekularnych określić pokrewieństwa wśród nietoperzy, dowodzą, że dotychczasowy podział na dwa podrzędy jest niezupełnie prawdziwy. Jedna z grup małych, owadożernych nietoperzy jest bliżej spokrewniona z dużymi *Megachiroptera* niż z pozostałymi *Microchiroptera*. A to z kolei sugeruje, że albo *Megachiroptera* utraciły zdolność do echolokacji, albo też rozwinęła się ona u różnych grup nietoperzy niezależnie.

Do analogicznych wniosków doszli badacze motyli. Dotychczas wiadomo było, że dzięki zdolności słyszenia ultradźwięków ćmom łatwiej jest uniknąć schwymania przez nietoperze. Rejestrując głosy nietoperzy, ćmy mogą ukryć się lub zacząć wykonywać manewry utrudniające tym ssakom ich zlokalizowanie i złapanie. Ostatnio poddano analizie grupę motyli z Ameryki Środkowej, które, choć wiodą nocny tryb życia, są bliżej spokrewnione z motylami dziennymi niż z ćmami. Ponieważ zaś te nocne motyle narażone są na drapieżnictwo nietoperzy, ciekawe było, czy rozwinęły zdolność do słyszenia ultradźwięków. Okazało się, że owszem. Motyle z tej grupy mają świetny słuch i są w stanie rejestrować głosy nietoperzy.

Badacze przeanalizowali również zmysły słuchu w pozostałych grupach motyli. I doszli do wniosku, że zdolność słyszenia wśród motyli rozwinęła się niezależnie co najmniej sześć razy. Była odpowiedzią na powstanie zdolności do echolokacji wśród nietoperzy. Naukowcy sugerują, iż nawet dzienny tryb życia wielu motyli był jedną ze strategii unikania drapieżnictwa ze strony latających ssaków.

Czyżby więc również paż królowej był wynalazkiem nietoperzy?

Nature 2000, 403, 188 i 265

Wojciech Mikołusko

## WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

### Leśni śpiewacy

Mało znajdziemy wśród pierzastego świata ptaków tak sympatycznych dla ogółu, jak są ptaki drozdowate. Niepozorne to po większej części ptaszyny, małe, szaro ubarwione, a w dodatku dla oka mało dostępne, bo się zwykle po wielkich gąszczach lub na wierzchołkach drzew kryją. Nawet wśród podzwrotnikowych przedstawicieli tej rodziny mało znajdziemy jaskrawo ubarwionych, tak skromna powierzchowność jest tu rozpowszechniona. A jednak te szaraczki milsze nam są stokroć od najpiękniejszych papug, kolibrów lub ptaków rajskich, boć one to od wczesnej wiosny napełniają nasze ogrody, sady i lasy uroczą muzyką, bez której okolica wydałaby nam się nieznośną samotnią. Gdy wiosną

gaje nasze rozbrzmiewają pełnymi tonami słowików, pokrzewek, drozdów, gajówek; gdy po szuwarach trzciniaki skrzeczą i brzęczą, raźniej nam na sercu i wszystko nam się wydaje piękniejszym, aniżeli bez tych dźwięków mieszanych. Pocziwie ptaszyny, one to trzymają pierwsze skrzypce wśród tego koncertu, podnosząc do najwyższych szczybli poezją wiosennego widoku. A niedość, że uszy nasze pieścżą uroczą muzyką, oddają nam jeszcze olbrzymie usługi tępieniem przykrych i szkodliwych owadów, które miliardami zjadają; większość bowiem ptaków tej rodziny należy do owadożernych. Jakże więc nie lubić tych skromnych wirtuozów, które nam przynoszą korzyść podwójną.

J. Sztolcman. Ptaki drozdowate (Turpidae). Wszechświat 1900, 19, 273 (6 V)



### Zwiasstun wiosny w mieście

Kasztan zakwitł, a wieść ta radośnie rozbiega się po bruku, odbija się od kamienic, w powietrzu ulic faluje.

Kasztan bowiem jest drzewem miejskim, a rozkwit jego zwastuje miastu wiosnę.

Do miasta przecież nie zalatuje skowronek i nie nuci mu wiosennej swej pieśni; szary zaś wróbel tak zżył się z miastem i tak przywykł się karmić odpadkami stołu miejskiego, że nowa pora roku nie sprowadza zmiany w jego obyczajach. Pierwiosnek także przez bruk się nie przedziera, a chociaż z pęków wyłoniły się już drobne listki i drzewa kotkowe zdążyły zrzucić skromne swe kwiatostany, słaba ta zapowiedź wiosny, której jeszcze niema, nie ściąga uwagi spiesznego przechodnia. Dopiero, gdy wśród gęstej korony dłoniastych liści kasztan okazało swe bukiety rozwinięte, miasto dostrzega wiosnę w całej jej pełni, albo lato raczej, gdyż wiosna przelotną jest tylko u nas epoką.

Białem kwieciami usypany kasztan rozjaśnia miasto, staje się jego ozdobą i weselem wiosennym, narzuca się oczom i do obserwacji nakłania. Ten wspaniały kobierzec roślinny, którym przyroda nagość ziemi osłoniła, prostotą swych objawów życiowych jest najdostępniejszą szkołą poznawania przyrody przez obserwację, bez mozołu zaprawia umysł młodociany do dostrzegania samodzielnego, do uważnego patrzenia, do rozmyślań, ale wśród skąpej i wymuszonej flory miejskiej kasztan najkorzystniejszy do rozpatrywania takiego przedstawia warunki; wśród murów zrodzonym dzieciom, od pól i lasów odgradzonym, on tylko jeden dozwala śledzić bezustanny, stopniowy rozwój, cały przebieg życia roślinnego. Żadne inne drzewo miejskie, żadna inna roślina w ogrodach miejskich hodowana, w sposób tak jawny i widoczny ciągłości objawów nie przedstawia; tu kwiat wspaniały pozostawia owoc niepozorny i ukryty, tam znów owoc wyrasta wielki i wyraźny, ale zjawia się jakby nagle, poprzednie jego przeobrażenia przechodzą niepostrzeżenie, łączność z kwiatem pierwotnym pozostaje utajona dla oka niezbyt bacznego. Cóż dopiero te właściwe kwiaty miejskie, utwory sztuki ogrodniczej, hodowlą umiejętną wypielęgnowane, pełne i płonne, o koronie wybujałej kosztem zaniku najistotniejszych organów wegetacji, rzeźbiące światło roślinnego, możliwości rozwoju pozbawione,—czyż do tej nauki pogładowej powołać się dadzą?

Kasztan wynagradza tę pogwałconą botanikę miejską.

S.K. (Kramsztyk) Kasztan zakwitł. Wszechświat 1900, 19, 369 (17 V)

### Janusz Korczak o biologii w szkole

Nauki przyrodnicze szanuję i tembardziej boli mnie, gdy widzę, w jaki sposób są, one wykładane w szkole dzieciom i młodzieży. Dzieci, mając miast mikroskopu i żywych okazów, tylko litery podręczników i marne rysunki, zniechęcają, się do nich i—tępiją. Młodzież zaś zapoznaje się z naukami przyrodniczymi w tej formie, że rozwija się w niej kult materii, który podkopuje jej idealne uczucia. Niewielu bez szkody moralnej może słyszeć zdanie, że fizyczne procesy i reakcje chemiczne stanowią istotę życia, że uczucia humanitarne są następstwem takiej lub owakiej wymiany materii, i t. d. Przyrodnik powoli wprowadzony jest do ostatnich krańców wiedzy, odnosi się krytycznie do hipotez, ma czas przywyknąć do nich, żyć z nimi; młodzież poznaje odrazu wiele gałęzi nauk przyrodniczych, poznaje je powierzchownie i dumną się z nich czuje. Stąd najfajszysze przekonania i wnioski. — Książka p. Nusbauma p. n. „Z zagadnień biologii i filozofii przyrody” ma, zdaniem mojem, duże znaczenie wychowawcze. Sądzę, że niejeden przyznał, że badania biologiczne co do pochodzenia człowieka nie obniżają godności rodu ludzkiego,—po przeczytaniu przytoczonego w niej zdania Huxleya: Czy miłość macierzyńska jest poniżona dlatego, że kura ją okazuje także, lub czy też uczucie przywiązania traci na wartości dlatego, że i pies je posiada?” Tego rodzaju protesty mogą przeciwdziałać skutecznie niezdrowemu prądowi, który szerzy się bez winy i wiedzy naszych przyrodników, a z prądem tym nie liczyć się niewolno.—Źle będzie gdy przyszli lekarze zechcą leczyć tylko ciało człowieka, a

sami w życiu społecznym i prywatnym czekać będą na „humanitarną przemianę materii”.

J. Korczak. Korespondencya Wszechświata. Wszechświat 1900, 19, 285 (6 V)

### Pomiar a filozofowie starożytni

„In mensura et pondere omnia dispoisisti”. „Wedle miary i wagi wszystko urządziłeś”—wystawia Pana autor biblijnej Księgi Mądrości, jakby przeczuwając znaczenie, jakie dla nauki w dalekiej dopiero przyszłości miara i waga osiągnąć miały.

Jak szlachcic bowiem dawny, łokciem i miarką gardziła nauka starożytna. W wybujałej tonącej filozofii, fizyce greccy snuli genialne zarówno, jak i jałowe pomysły o istocie świata, o zasadzie wszechrzeczy, o materii, o jej atomach i żywiołach, tusząc w naiwności nauki młodzieńczej, że drogą wywodów logicznych zdołają prawidłowość przyrody odtworzyć i wszelką rozwiłać zagadkę. Arystoteles góruje wprawdzie olbrzymią wiedzą nad poprzednikami swymi, nie odwraca się od rzeczywistości i zbiera obfity zasób dostrzeżeń, nie poddaje ich wszakże pomiarom ścisłym, by na ugruntowanej podstawie faktów trwały gmach wniosków rzetelnych fundować, ale, założeniu swemu wierny, poszukuje zawsze zasad ogólnych i do wyjaśnień je szczegółowych stosuje. Błędy Arystotelesa dają dowód najwidoczniejszy, jak niezbędne są w fizyce pomiary ścisłe, jak dziwaczne pomyłki brak ich rodzi. „Woda wrąca — twierdzi Arystoteles — ogrzewa silniej aniżeli płomień, ale płomień pali, co jest palne, i topi, co jest topliwe, woda zaś tego nie czyni; woda wrąca jest cieplejsza, aniżeli ogień drobny, gdyż ogień nie stygnie, woda zaś zawsze zimną się staje; względem poczucia naszego jest woda cieplejsza, niż olej, prędzej wszakże, aniżeli olej, oziębia się i krzepnie”. Nie troszcząc się zaś o sprawdzenie, czy w samej rzeczy temperatura wody wrącej wyższą jest niż płomienia, ma tłumaczenie gotowe rzekomych tych objawów,—bo płomień grzeje własnym swem ciepłem, woda zaś obce posiada ciepło, stąd, choć gorętsza, rychlej je traci. Ciepło ognia i ciepło wody ogrzewanej święto więc dla Arystotelesa objawy zgoła niejednorodne i porównywać ich nie można. O drążku wie Arystoteles dobrze, że dłuższem jego ramieniem można większy dźwignąć ciężar „dlatego, że ramię dłuższe silniej się porusza”, nie troszczy się wszakże wcale o stosunek ilościowy.

Odmienny zgoła widok daje nam skromna, ale trwała fizyka Archimedesesa. Również jak Arystoteles, wielki ten matematyk, o którym wyraża się Cycero z zachwytem, że posiadał geniusz większy, aniżeli to być może z naturą ludzką zgodnem, nie był fizykiem w znaczeniu dzisiejszem; opierając się wszakże w wywodach swoich na twierdzeniach matematycznych, a nie na dowolnych hipotezach filozoficznych, dochodzić musiał do ilościowej oceny faktów, co rzetelność wniosków pozwalało pomiarami istotnymi stwierdzić. To właśnie ochroniło go od szwanków, na jakie filozofia wcięż była narażona.

S. Kramsztyk. Luźne uwagi o rozwoju sztuki mierzenia. Wszechświat 1900, 19, 209 (8 IV)

### Im suchsze, tym trwalsze

Najnowsze badania Wiktora Jodina wykazały, że ziarna zbożowe mogą być rozgrzewane na świeżem powietrzu aż do 100 stopni bez szkody dla zawiązków. Bywa to jednakże tylko wtedy, gdy nasiona są ogrzewane zwolna i wilgoć ich naturalna była odjęta uprzednio zapomocą ciepła niższego. Ziarna grochu i nasiona rzeżuchy ogrodowej, które Jodin naprzód ogrzewał w przeciągu 24 godzin do 60, a następnie 10 godzin do 98, zachowały także w znacznej mierze zdolność kiełkowania. Z nasion grochliu kiełkowało 30%, a rzeżuchy ogrodowej 60%. Natomiast otrzymano rezultaty wręcz przeciwne, gdy nasiona były ogrzewane szybko w otwartem naczyaniu, tak, że zawierająca się w nich woda szybko się ulatniała. Również małe otrzymują się rezultaty, gdy nasiona przez czas długi są ogrzewane w zalutowanej rurce szklanej. Groch i bób tracą w tym przypadku już w 40° swą zdolność kiełkowania. Jeżeli zaś do rurki zalutowanej włożymy wraz z nasionami ciało przyciągające wodę, to nasiona zachowują



taką samą odporność, jaka daje się zauważyć w razie powolnego wysuszenia nasion w otwartych naczyniach. Gdy połączymy zalutowaną rurę z wydrążoną kulą, napełnioną niegaszonym wapnem, które podczas powolnego wysuszenia wciąga wodę, to tak przechowane nasiona zachowują siłę kiełkowania w całej pełni, nawet podczas przebywania przedłużonego aż do 206 dni w 40°C.

K. Stolyhwo. *Oporność nasion roślinnych względem wysokiej temperatury.* Wszechświat 1900, 19, 254 (22 IV)

### Tajemnicza broń morska starożytnych

Wielokrotnie zastanawiano się nad istotą tego środka potężnego, który tak często i z najlepszym powodzeniem stosowany był przez greków w początku wieków średnich przeciwko wrogom. Widziano w „ogniu greckim” proch lub też jakiegoś bezpośredniego poprzednika tej materii wybuchowej, a w każdym razie za główną część składową uważano w nim saletrę.

Jednakże skądinąd zdaje się rzeczą niezbitą, że ani mieszkańcy Bizancjum, ani dawniejsi Grecy i Rzymianie wcale nie znali saletry, a ciała, którym nadawali nazwę „nitrum”, był to wprost węgiel alkaliczny, wykwitający na suchej ziemi w wielu miejscowościach Afryki północnej i Azji zachodniej, w każdym razie przedstawił substancją, od której niepodobna oczekiwać żadnych działań wybuchowych.

W encyklopedyi biskupa Juliusza Afrykańskiego, zmarłego w r. 232, znajdujemy wzmiankę o t. zw. „ogniu automatycznym”, jako o pewnej substancji tajemniczej i czarownej, którą smarowano podczas nocy drewniane budowle nieprzyjacielskie, aby zadnia same się zapalały pod działaniem promieni słonecznych.

Encyklopedia podaje nieco szczegółów o tym dziwnym środku zapalającym, szkoda tylko, że niewiadome, czy należy dane te przypisywać istotnie Juliuszowi Afrykańskiemu, czy też są one pochodzenia późniejszego, a zjawily się we wspomnianem dziele z biegiem czasu.

„Ogień automatyczny” miał się tedy składać z żywicy, oleju skalnego, siarki, soli i wapna, a samozapalenie się jego przypisywać należy nie tyle działaniu promieni słonecznych, ile raczej wpływowi ciepła, które wydziela się przez zetknięcie wapna z wodą, resp. z obfitą rosą poranną.

Istotnie, jestto rzecz znana, że mieszaniny łatwo palnych olejów skalnych ze sproszkowanym wapnem, wylane na wodę, rozlewają się cienkimi warstwami na jej powierzchni, ogrzewają się od ciepła, wydzielającego się skutkiem gąszenia wapna za jego zetknięciem się z wodą, poczynają się ulatniać i wreszcie zapalają się z hukiem i wielkimi masami dymu.

Otóż mieszaninę taką ciskano na wroga zapomocą długich rur metalowych, których wyloty robione były naksztalt paszczy zwierzęcej. I zarówno ogień, który zwłaszcza na wodzie wnet się wszczynał, jak i trwoga, którą budziła tajemnicza jakaś i nieznaną potęgą demoniczna, sprowadzały niesłychany popłoch i klęskę nieprzyjaciela.

E. S. *Ogień grecki.* Wszechświat 1900, 19, 255 (22 VI)

### Przystosowanie do zapyłania przez ptaki

Takie przystosowanie znano dotychczas u *Feijoa*, rośliny brazylijskiej z rodziny mirtowatych, która ma doskonałą przynętę dla zapyłających ją ptaków w postaci mięsistych i słodkich płatków kwiatowych. Ale, według badań Johowa, daleko wybitniejszym takiego przystosowania przykładem jest *Puya chilensis*, należąca do rodziny Bromeliaceae, rosnąca bardzo licznie na wybrzeżach Obili, wraz z kaktusem *Cereus quisco*. We wrześniu 1897 r. Johow zbadał zapłodnienie przez ptaki na niezliczonych okazach tej rośliny.

Gdy *Puya* dojdzie do pewnego wieku, wypuszcza ze środka obrzydliwej rozety liściowej łodygę kwiatową, grubą jak ramię, 3 m wysoką, mającą u wierzchołka kłos cylindryczny, grubości ciała ludzkiego. Boczne gałązki kwiatostanu, w ilości 60 do 80, mają u podstawy około tuzina krótkoogonkowych kwiatów lub pączków kwiatowych, które kolejno rozkwitają, tak że zapyłanie trwa kilka tygodni. Ponad kwiatami gałązki są płone, począwszy od połowy lub dwu trzecich swej długości, i mają na sobie pochwy bez kwiatów. Każdy

kwiat ma 4 cm. długości, a 2 cm grubości. Korona ma przekrój trójkątny, jest dzwonkowata, nazewnątrz odgięta, zielonawo-żółta, składa się z trzech płatków tak szczelnie przegami z sobą się stykających, że ciecz słodka, w wielkiej ilości się znajdująca, nigdzie wypłynąć nie może; kwiaty nie mają żadnego zapachu. Sześć pylników są teź co trójdzielny słupek grubości, ale są krótsze od korony. Słupek i pręciki są odgięte ku górze i zostawiają swobodnym wejście do dna kwiatu. Samozapłodnienie jest utrudnione, bo pręciki się rozwijają przed słupkiem, a w młodych kwiatkach zginają się nieco ku dołowi, podczas gdy w starszych kwiatkach tak się zginają słupki, a zapłodnienie obcym pyłkiem odbywa się z łatwością. Pyłek jest lepki. Na dnie otwartego kwiatu znajduje się dość dużo płynu przezroczystego, który wydzielają gruczoły zawiązka; jest on bardzo mało słodki, a wydziela się głównie w nocy, tak że rano jest go najwięcej.

Zapłodnienie przez wiatr nie odbywa się z powodu kleistości pyłku; przeciw zapłodnieniu przez owady przemawiają: wielka ilość płynu, mała jego słodycz, brak zapachu w kwiatkach. I rzeczywiście, nie widziano nigdy w kwiatkach owadów. Zapłodnienia dokonywa szpak chilijski, zwany „Tordo” (*Curaeus aterrimus* Kitt.), który płynu, zawartego w kwiatkach, używa zamiast wody do picia, a wtedy przylepia mu się do głowy klejki pyłek. Płonę końce gałązek kwiatowych są dla niego wygodnym siedzeniem, Gatunki rodzaju *Puya*, u których jest samozapłodnienie i zapłodnienie przez owady, nie mają płonnych końców gałązek kwiatowych ani cieczy. Rozmiar kwiatu odpowiada wielkości głowy ptaka, tak że ptak może pić wygodnie, a wtedy czołem dotyka pręcików i słupka.

Johow widział często całe gromady Tordo na tych roślinach; ptaki wypijały płyn z kwiatów, a niejeden został zastrzelony, gdy wysuwał z kwiatu głowę okrytą pyłkiem. W czasie, gdy *Puya* kwitnie, wszystkie Tordo mają głowy żółte zamiast czerwonych. Tam, gdzie rośnie *Puya coerulea*, mająca pyłek pomarańczowo-czerwony, wszystkie Tordo mają takiegoż koloru głowy, bo są obsypane pyłkiem kwiatów, które zapładniają.

M. Twardowska. *Przykład przystosowania rośliny do zapyłania przez ptaki.* Wszechświat 1900, 19, 250 (22 IV)

### Szlachetne, lecz nietrwale

Drogie kamienie, mimo swej twardości i odporności na działania chemiczne, jak wiadomo, ulegają po pewnym czasie wpływowi światła. Nie tylko szmaragd i szafir, lecz i rubin, najszlachetniejszy przedstawiciel kamieni barwnych, pod działaniem promieni słonecznych wykazuje zmiany w pierwotnym swem zabarwieniu. Oto przykład: Z dwu rubinów zupełnie jednakowego koloru, jeden pozostawiono w ciemnym zamknięciu, drugi zaś przez ciąg dwu lat trzymano w jasno oświetlonym oknie. Po upływie tego czasu porównując oba kamienie, wyraźnie zauważyć było można jaśniejsze zabarwienie kamienia, wystawionego na działanie słońca. Granat i złoto-żółty topaz jeszcze pręcej ulegają wpływowi światła. Topaz staje się bledszym, granat mętnieje i traci połysk, właściwy kamieniom szlifowanym.

Opal zawdzięcza mieniące się barwy niezliczonej ilości mikroskopijnie małych rys i pęknięć, powstałych w jego masie. Ta ostatnia składa się z kwasu krzemnego chemicznie połączonego z wodą, i niewątpliwie wytworzyła się skutkiem powolnego ulatniania wody, t. j. wysychania owego kwasu. Osoby, noszące opale, powinny zwracać uwagę aby kamienie te nie były wystawione na silne działanie ciepła. Nie należy np. trzymać ręki, ustrojonej w pierścionek z opalem, przed palącym się ogniem, blisko rozgrzanego mocno pieca i t. p., gdyż dalsze wysychanie kamienia może spowodować zupełną utratę pięknej gry kolorów.

Nadzwyczaj wrażliwymi okazują się perły, zawierające jak wiadomo, węgiel wapnia w połączeniu z rogową lub kleistą wydzieliną muszli: przy znacznej swej kruchości perły psują się przez samo częste i nieostrożne dotykanie, albowiem kwasy w pocie ludzkim zawarte rozkładają sole wapienne, a co za tem idzie niszczą powierzchnię i migotliwy połysk perły.

Zofia S. *Zmiany w zabarwieniu drogich kamieni.* Wszechświat 1900, 19, 303 (13 V)



## Niegościnną osobliwość przyrodniczą

U wybrzeży północnych wyspy Nowej Zelandyi (Te-ika-mau), w zatoce Plenty, leży wyspa, zwana Białą (Wha-kari), inaczej Siarczaną. Należy ona do prawdziwych osobliwości przyrody.

Jestto ogromna skała, a raczej szereg skal, które niemal pionowo wynurzają się z morza i sięgają 275 m. Jestto ziemia pozbawiona roślin, zamieszkała tylko przez ptaki morskie i rzadko odwiedzana przez ludzi, poszukujących siarki.

Nazwano ją wyspą Białą z powodu otaczających ją obłoków pary. Wznoszących się do znacznej wysokości. Wyspę stanowią przeważnie masy siarki, para wydzielająca się nasyciona jest bezwodnikiem siarkawym i kwasem solnym, których zapach daje się czuć już o 15 mil.

Brzegi jej są tak strome, że na pierwszy rzut oka zdają się zupełnie niedostępne, od południa jednak podczas ciszy można wylądować i brzeg jest dostatecznie pochyły.

W środku wyspy, na 45 m nad poziomem morza, leży jezioro, mające około hektara powierzchni i do 4 m głębokości; zawiera ono wodę, nasyconą kwasem siarkawym i solnym, o temperaturze 43,33°C. Barwa wody ciemno-zielona. Gęste obłoki pary i kwasów unoszą się ponad jeziorem i czynią, że dostęp do niego jest bardzo niebezpieczny.

Nad brzegami jeziora znajdują się kratery, wydzielające gwałtowne wytnyksi pary, które z oguszającym hukiem wyrzucają na setki stóp wysoko szlam i kamienie. Przy blasku słońca widok jest czarowny: kłęby pary są oślepiająco białe, skały zaś błyszczą wszystkimi barwami, wśród których przeważa blade-żółta siarka, biały gips i czerwony hematyt.

Małą łódką można zbliżyć się do kraterów, nie jest to jednak ani przyjemna, ani bezpieczna wycieczka. Za zmianą wiatru można być otoczonym kłębami duszących wyziewów kwasu siarkawego i solnego; samo zetknięcie z wodą jeziora jest także nadzwyczaj niebezpieczne, a nawet śmiertelne, gdyż nasyciona kwasami woda nagryza skórę—nawet łódź z wycieczki powraca w stanie opłakanym. Ludzie owijają twarz chustką i starają się jaknajstabiliej oddychać.

Siarka, tworząca brzegi kraterów, zawiera zaledwo 2% obcych domieszek, starsze zaś pokłady do 10%. Przed kilku laty powstało towarzystwo w celu eksploatacji siarki, a następnie kwasu siarczanego i superfosfatów, upadło jednak z powodu braku kapitałów. Obecnie otrzymują stąd tylko nieznaczne ilości siarki i gipsu. Wyspa zawiera też selen i hematyt.

W. (W. Wróblewski) Wyspa Siarczana. Wszechświat 1900, 19, 319 (20 V)

## Przereklamowany artysta

Z kolei przejść nam wypada do najwybitniejszego przedstawiciela rodzaju rdzawka, a mianowicie do słowika, którego ogół zna więcej ze słów poetów, niż z rzeczywistości. Niewszyscy też zapewne wiedzą, że kraj nasz zamieszkują dwa gatunki: zachodni lub rdzawy (*Erithacus luscini*) i wschodni czyli szary (*Erithacus philomela*). Zachodzi między nimi niewielka różnica w ubarwieniu; jedynie pierwszy z nich odznacza się kolorem bardziej rudawym, a drugi—bardziej szarym. Z różnic plastycznych najwybitniejszą jest proporcja lotek, a mianowicie, że słowik rdzawy posiada 3-ą lotkę równą 4-ej, gdy u słowika szarego 3-a lotka jest dłuższą od 4-ej, i najdłuższą ze wszystkich. Nadto słowik szary jest nieco większy od rdzawego.

Słowik rdzawy zamieszkuje Europę środkową i zachodnią, skąd odbywa wędrówki zimowe do Afryki północnej, sięgając niekiedy po Abisynię. Słowik szary właściwy jest Europie wschodniej, skąd niekiedy posuwa się na zachód aż po dolinę Renu. Kraj nasz stanowi więc niejako linią graniczną rozmieszczenia obu gatunków i dlatego spotykamy u nas tak jeden jak i drugi. Za właściwą granicę można przyjąć Wisłę, gdyż na wschód od tej rzeki słowik szary jest pospolitszy, na zachód zaś—rdzawy.

Go do obyczajów mało się oba gatunki różnią między sobą. Jak jeden tak i drugi trzymają się zwykle gąszczów w pobliżu wód lub bagien, niewysoko nad ziemią. Pokarm ich stanowią wszelkiego rodzaju owady i larwy. Ścielą gniazda na ziemi, w niewielkim zagłębieniu, pod rozłożystymi krza-

kami porzeczek, agrestu, malin i t. p. Słowik wyściela naprzód dółkę warstwą suchych liści, następnie zwija ściany z grubszych ździebeł trawy lub gałązek, a wszystko wewnątrz utrwała włosiem. Tutaj niesie 6, czasem 5 lub 4 jaja koloru brudno-seledynowego lub oliwkowego.

Nieraz zadawałem sobie pytanie, czy śpiew słowika cieszy się rzeczywiście zasłużoną sławą? i doszedłem do tego przekonania, że urok jego głównie podnosi cisza nocy i wspaniały rozwój roślinności na wiosnę. Gdyby słowik śpiewał zimą, trzy czwarte poezji znikłoby napewno. W samej rzeczy, analizując śpiew tego okrzykanego wirtuoza przekonamy się, że jest w nim tylko niezwykła pełność tonu i rytm, brak jednak harmonii, czyli muzycznej kombinacji nut. Nadto końcowe strofki śpiewu odznaczają się pewną chrapliwością. Znam egzotycznych, południowo-amerykańskich śpiewaków, których stawiam znacznie wyżej od słowika. Weźmy rozmaite gatunki rodzaju *Cyphorhinus*, zamieszkujące podgórza i niższe piętra Kordylierów, jak *C. modulator*, *C. dichrous* i inne. W śpiewie ich jest i melodyjność i niezwykle miły dźwięk i rytm niepospolity. Zważ je krajowcy „organito” czyli organki, bo rzeczywiście przypominają ten instrument. Słyszałem też kilkakrotnie duety tych ptaszek, śpiewane tercjami i kwintami, co tak wspaniały efekt wywołuje, że gdym poraz pierwszy na terytorium Ekwadoru śpiew ten usłyszałem, stanąłem niemy, dech zatrzymując. Słuchałem tak w zachwycie, a gdy ptaszyny koncert swój przerwały, żał mi było że go już nie słyszę.

Słowik śpiewa w końcu kwietnia, w maju i w początkach czerwca, to jest wtedy, kiedy roślinność dochodzi pełni rozwoju, kwiaty kwitną, napełniając powietrze balsamiczną wonią. Cisza nocy podnosi jeszcze urok otoczenia. Nic dziwnego, że na takim tle i w takich ramach pełne, fletowe nuty mętego wirtuoza wywierają na nas urok nieposłędni. Wieleż to razy zachwycałem się monotonnym brzęczeniem cykad wśród imponującej nocnej ciszy lasów peruwiańskich. I tu według mnie leży przyczyna tak wysokiej sławy śpiewu słowika.

Aby skończyć raz z tym naszym artystą, dodam jeszcze dla wiadomości czytelników, że słowik szary śpiewa znacznie lepiej od rdzawego. W okolicach, gdzie oba te gatunki się stykają, słowik zachodni przejmie w części śpiew swego wschodniego, lepiej uposażonego krewniaka, co tylko na dobre wyjść może jego sławie.

J. Sztolcman. Ptakidrodzowate (Turpidae). Dokończenie. Wszechświat 1900, 19, 292 (13 V)

## Biegun suszy

Najsuchszym miejscem na kuli ziemskiej ma być Payta, w Peru, pod 5 szer. połud., położona na brzegu morza, który od czasów historycznych podniósł się już o 12 m. Deszcz jest tu zjawiskiem bardzo rzadkim, przeciętnie bywa co 7 lat. P. Fairchild opowiada, że zwiedzając Payta w lutym roku 1899, natrafił akurat na deszcz, który padał bez przerwy od godziny 10 wieczorem aż do popołudnia dnia następnego. Był to pierwszy deszcz od ośmiu lat. Natomiast mgły bywają tu dosyć często.

Flora tej miejscowości składa się z dziewięciu gatunków, z których prawie wszystkie należą do roślin jednorocznych, aby mózdz korzystać z tych krótkich chwil, odpowiednich do wegetacji, które zdarzają się tak rzadko, aby mózdz rychło spełnić wszystkie czynności fizjologiczne, które zmierzają do czynności najważniejszej, służącej do podtrzymywania gatunku—do wydania nasienia. W przeciwnym razie, jako gatunki trwałe, rośliny w Payta, nie mogłyby przenosić długich okresów suszy. Nasiona zaś z łatwością przebywają długi okres letargu, budzą się z nadejściem deszczu, kiełkują, wytwarzając nowe osobniki, które rychło kończą swój żywot krótki wydaniem nowych nasion.

Ludność miejscowa zdobywa sobie środki do życia przez uprawę specjalnej odmiany bawelny peruwiańskiej o niezwykle długich korzeniach, umożliwiających pobieranie wody z głębokich warstw ziemi, bardziej zabezpieczonych od suszącego działania promieni słonecznych. Odmiana ta, wprawdzie z trudnością, ale daje się hodować w suchych żoźyskach rzek, obywatel się bez deszczu. Istnienie jej pod-



trzymują, rzecz oczywista, mgły, rosa—i mozolna pomoc człowieka

E. S. (Strumpf) Najsuchsza miejscowość na kuli ziemskiej. Wszechświat 1900, 19, 272 (29 IV)

### Zapomniane muły XX wieku

Z Brazylii donoszą do Bureau of Animal Industry Stanów Zjednoczonych o ciekawych wynikach krzyżowania ogierów zebry z klaczami konia zwyczajnego. Najlepsze rezultaty takiego krzyżowania otrzymano używając samców z gatunku zebry *Equus Burchelli*. Jeżeli osobniki z takiego krzyżowania będą mogły być otrzymywane w ilości znacznej, to będzie to miało wielkie znaczenie szczególnie dla Afryki, nie szkodzi im bowiem wcale ukąszenie sławnej muchy tsetse. W Brazylii otrzymano dotąd pięć mieszańców zebry i klaczy: wyglądem swym zewnętrznym zbliżają się one bardziej do typu macierzystego. Tresować się dają niezmiernie łatwo i prędko, i odznaczają się wielką siłą mięśniową. Dla otrzymania mieszańców silnych należy krzyżować zebry z klaczami z rasy perszeronów, suffolkkiej lub clydesdaleskiej; klacze rasy arabskiej dają zebroidy, zachowujące rażość biegu, żywność i elegancję rasy swej matki. P. de Parana, prowadzący hodowlę zebroidów w swej willi Lordella, w gminie Sapucaia, przypuszcza, że zebroidy znajdą w przyszłości duże zastosowanie, szczególnie w krajach gorących, i nazywa je „mułami XX-go stulecia”.

Jan T (Tur) Zebroidy. Wszechświat 1900, 19, 287 (6 V)

### Gorące larwy

Przystosowanie do temperatur wysokich niektórych larw owadów prostokrzydłych D. S. Kellicott obserwował w gejzerach kalifornijskich. Zwierzęta te przebywają stale w źródłach gorących, których temperatura waha się od 37–100°C. Złowione i umieszczone w wodzie zimnej, larwy te natychmiast zdychały.

Jan T (Tur). Kronika naukowa. Wszechświat 1900, 19, 287 (6 V)

### Piżmowiec

Piżmowiec (*Moschus moschiferus*) jestto zwierzę parzystokopytne z grupy przeżuwających a rodziny jeleni. Pewne cechy jednak wyróżniają go znacznie J. z spośród tych ostatnich.

Wielkości młodej samy, spotyka się w górach Syberii, Chin i Tybetu; brunatną rozmaitych odcieni sierścią okryty, wcale nie posiada rogów. Na szczególną uwagę zasługują kły, 2—3 cali długie, które widzimy u samców. W górnej szczęce umieszczone i cokolwiek ku tyłowi wygięte, zwracają się one na dół.

W ogrodach zoologicznych spotykamy się z piżmowcami bardzo rzadko; zauważono, że tutaj samce używają kłów do walki z samicami, niewoli swej współtowarzyszkami, zadając im przytem niekiedy śmiertelnej rany.

Głowa piżmowca, opatrzona dość długimi, blisko siebie położonemi uszami, przypomina ogólnym kształtem głowę kangura. Podobieństwo to rzuca się nam tem wyraźniej w oczy, kiedy piżmowiec, ulubioną pozę przybierając, przysiadzie na tylnych, znacznie wydłużonych nogach, a przednimi krótszemi, jakgdyby podpięta, kablakowatą wygięte swe ciało.

Znajdując się w ruchu, stąpa on w ten sposób, że i krótkimi, z tyłu nogi umieszczonemi kopytkami dotyka się gruntu. Dalej piżmowiec różni się od innych jeleni posiadaniem pęcherza żółciowego, którego nic znajdujemy u tamtych. Na-

reszcie główną charakterystyczną cechą zwierzęcia stanowi woreczek, piżmem napełniony, który tylko u samców na brzuchu między pępkiem i organem płciowym znajdujemy. Piżmo, wydzielające, jak wiadomo, bardzo silny zapach, niewątpliwie pobudza funkcję płciową zwierząt i jednocześnie wskazuje samicom, nawet z dalszej odległości, miejsce przebywania samców. Z drugiej strony jednak ta właśnie substancja piżmowa staje się najczęściej przyczyną śmierci zwierzęcia, bo jedynie tylko dla zdobycia piżma (sierść dla swej nietrwałości niewielką wartość posiada) myśliwi polują na piżmowce.

Prawdziwe piżmo idzie do sprzedaży w tych samych woreczkach, w których się w ciele zwierzęcia znajduje. Woreczek taki, jak go w handlu spotykamy, posiada formę niedającą się bliżej określić; około 4 cm długi, 4 cm szeroki i 1 cm gruby jest z jednej strony płaski, a z drugiej wypukły. Tylko ta ostatnia strona pokryta jest włosami, który, układając się mniej więcej w ten sposób, jak to na wierzchu kapelusza męskiego cylindra widzimy, zakrywa pośrodku małe otworki formy półksiężyca. Pod zewnętrzną skórą woreczka znajduje się błona wewnętrzna, która, włożona do wody, z łatwością się dalej na dwie warstwy dzieli; ta, która powierchnię wewnętrzną pęcherza wyściela, jest bardzo delikatna, nietrwała, i temu zapewne należy przypisać, że wśród substancji piżmowej spotyka się zawsze większe lub mniejsze kawałeczki błonki. Dalej spotykamy tutaj dużą ilość pojedynczych włosków; główną zaś masę zawartości worka piżmowego stanowią okrągłe lub tępo kanciaste bryłki, słabo błyszczące, ciemno-brunatnego czasem z czerwonym odcieniem koloru, w smaku ostre i gorzkie. Bryłki te dają się rozcierać; jak tłuszcz jednak rozmasać ich nie można. Skład chemiczny, resp. gatunek piżma, bywa rozmaity. Za najlepsze uchodzi piżmo tonkińskie, znane jest dalej bengalskie i syberyjskie. Zresztą wartość piżma zależy także od wieku danego osobnika, pożywienia jego i od pory roku, w której został zabity. Czyste, nie fałszowane piżmo poznać można po tem, że na blasze palone prawie nie zostawia śladu; rozpuszczone zaś w alkoholu bezwodnym lub benzynie, daje słabe zabarwienie. Fałszerze piżma jako domieszek używają: palonego mięsa, krwi zasuszonej, guana, nareszcie rozmaitych soków roślinnych w stanie suchym. Oszukują także i w ten sposób, że woreczek nakłuty szpilkami na czas jakiś wkładają do spirytusu dla otrzymania esencji piżmowej, a następnie sprzedają wysuszony, jako nietknięty i świeży.

Co do własności fizjologicznych piżma, uważają, że podnieca ono działalność mózgu, płuc, serca i nerek, w większych zaś dawkach przyjęte odurza. Jakkolwiek medycyna dzisiejsza wogóle piżma nie stosuje, cena jego jest dosyć wysoka, łut bowiem prawdziwego tonkińskiego kosztuje około 5 rubli.

Tutaj o piżmowcu karle (*Fragulus memini-neu*), z malajska kanczyłem pospolicie zwanym, wypada nam wspomnieć. Mieszkaniec Afryki i wysp Indyjskich jest on najmniejszym z przeżuwających zwierzęciem. Trudno dopatrzeć się w nim podobieństwa do opisanego powyżej piżmowca. Na uwagę szczególnie z tego zasługuje względu, że cechy pierwotne zachował w czystości i z obecnie żyjących najbliższym jest rodziny Pantolestidae, od której wszystkie kopytne wzięły swój początek.

A. Kudelski. O zwierzętach piżmowych i piżmie. Wszechświat 1900, 19, 1 (1 IV)

## ROZMAITOŚCI

Pochodzenie kręgowców endotermicznych. Ptaki i ssaki mają istotne cechy wspólne, mimo że ich przodkowie rozdzielili się w bardzo odległej przeszłości. Są to: intensywne przemiana materii zdolna do ogrzania ciała, regulacja tem-

peratury wewnętrznej doskonalsza od rybiej, płaziej i gadziej, a stosunkowo mało zależna od otoczenia, proporcjonalnie duży mózg, wysoka ruchliwość i troskliwa, chociaż bardzo zróżnicowana, opieka nad potomstwem. Cechy te



zmniejszyły znacznie zależność ptaków i ssaków od otoczenia i spowodowały, że w chwili obecnej łączna masa tych dwu gromad prawdopodobnie przewyższa łączną masę wszystkich pozostałych zwierząt. Doszło do tego dlatego, że wymienione wyżej właściwości, niewątpliwie współzależne, umożliwiają życie w bardzo rozmaitych klimatach, ułatwiają poszukiwanie pożywienia i zezwalają na zmniejszenie płodności. Powodują one jednak dwa doniosłe ograniczenia. Po pierwsze, zwierzęta endotermiczne wskutek rozrzućnej gospodarki zużywają dużo energii, wymagają więc stałego dostępu do wartościowego pożywienia. Powiększa to ogromnie niebezpieczeństwo śmierci głodowej. Następnie, ich temperatura mózgu jest tylko o kilka stopni niższa od letalnej, konieczność nagłego zerwania się do biegu może więc łatwo doprowadzić do uszkodzenia mózgu przegrzaniem. Ogólne podobieństwo gospodarki energią ptaków i ssaków sugeruje, że obie te gromady oddzieliły się od gadów pod naciskiem podobnych okoliczności. Cóż mogło skłonić w odległej przeszłości pewne grupy gadów do narażania się na te zagrożenia? Zwrócono oczywiście uwagę, że wysoka ruchliwość wzmagą zapotrzebowanie na pożywienie, ułatwiając równocześnie jego zdobycie. Postulowano więc stopniowy wzrost ruchliwości z równoczesną intensyfikacją przemiany materii. Istotnie wiele współczesnych gadów jest zdolnych do szybkiego choć krótkotrwałego ruchu w pogoni, względnie w ucieczce, gdy ich mięśnie w procesie anaerobowym zaciągają dług tlenowy. Nagłe ruchy w niespodziewanych kierunkach, przerywane bezruchem, dobrze się sprawdzają zarówno w polowaniu, jak i w niebezpieczeństwie. Nie wydaje się jednak prawdopodobne, aby mogły one utworzyć pętlę sprzężeń zwrotnych dodatnich zdolnych do zainicjowania ewolucji prowadzącej do wzmagania aerobowej przemiany materii. Podniesienie w sposób trwały metabolizmu na wyższy poziom wymaga przede wszystkim doskonalenia sprawności trzewi, a więc przewodu pokarmowego wraz z jego gruczołami, oraz płuc, serca i nerek. Cóż mogło zainicjować podobny kierunek ewolucyjny? Sformułowano hipotezę opartą na doskonaleniu opieki nad potomstwem. Jej autor, Paweł Koteja z UJ zwraca uwagę na następujące fakty. Samice niektórych współczesnych węży opiekują się złożonymi przez siebie jajami ogrzewając je w razie chłodu podniesioną temperaturą własnego ciała. Samice niektórych krokodyli nie tylko czuwają nad rozwijającymi się jajami, ale także opiekują się świeżo wyklutym potomstwem. Tego rodzaju ochrona zapewne ogranicza jego śmiertelność. Łatwo można sobie wyobrazić jej dalsze udoskonalanie. Znalezione skupienia noworodków pokalnych gadów w sąsiedztwie ich gniazd. Dorosłe gady pilnujące noworodków mogły, polując i odżywiając się, zezwalać potomstwu na wykorzystywanie resztek pożywienia, lub tolerować ich współudział w pozeraniu zdobyczy. Dostatek pokarmu umożliwiał, zaś dobór naturalny wysoko premiował sprawność trawienia i przyswajania, oraz szybki wzrost młodych zwierząt. Dzięki temu mogło powstać sprzężenie zwrotne dodatnie między coraz sprawniejszym dostarczaniem młodym zwierzętom pożywienia przez rodziców, a szybkością metabolizmu i wzrostu młodych osobników. W ten sposób doskonalenie opieki nad potomstwem mogło powodować wzmaganie przemiany materii i precyzyjną regulację temperatury ciała przodków ptaków. Zapewne podobny mechanizm u przodków ssaków doprowadził do laktacji. Ta oryginalna hipoteza zakładająca, iż powstanie endotermizmu kręgowców pojawiło się i udoskonalilo dzięki rywalizacji w udoskonalaniu opieki nad potomstwem wydaje się bardzo przekonująca. Autor hipotezy wymienia również inne argumenty na jej korzyść, których streszczenie zajęło by zbyt wiele miejsca, a i tak groziłoby ich spłycciem.

**Nietypowy habitat salamandry.** Salamandry z rodzaju *Pseudoeurycea* najczęściej zamieszkują pod skałami, gnijącymi pniami drzew, w jaskiniach, a rzadziej wewnątrz epifitycznych bromelii. Gatunek *Pseudoeurycea galeanae* jest endemitem znanym dotąd z 4 miejscowości prowincji Nueva León w Meksyku.

W maju 1997 r. przeprowadzono w jednej z tych miejscowości obserwacje na wysokości 2577 m n.p.m. Teren ten był zarośnięty przez mieszany las (*Pinus* sp. i *Quercus* sp.). Trzy osobniki tej salamandry zostały znalezione wewnątrz martwej agawy (*Agave* sp.). Salamandry przebywały w miejscu połączenia liści ze zgniłym pnem około 40 cm powyżej gruntu. W miejscu tym znajdowała się niewielka ilość wody wraz z gnijącym materiałem roślinnym, natomiast liście były bardzo mokre. Habitat salamandry stanowiła przestrzeń między lasem a małymi pastwiskami. Jednocześnie w pobliżu nie znaleziono salamander pod skałami czy kłodami. W tym czasie dopiero zaczęły padać pierwsze deszcze sezonowe, ale gleba w tych miejscach była jeszcze sucha pod skałami i kłodami. Prawdopodobnie salamandry te używają liści agawy (zwłaszcza gnijących) jako schronienia w letnim i tymczasowym mikrohabilocie, gdy gleba jest jeszcze sucha, podobnie jak to robią gatunki tropikalne z liśćmi bromelii (np. *P. nigromaculata*). Użycie roślin powyżej gruntu jako mikrohabilocie jest powszechne wśród tropikalnych gatunków zamieszkujących wilgotne strefy, nie jest natomiast znane dla gatunków żyjących w umiarkowanym, bardziej suchym terenie. Być może dlatego do tej pory tak rzadko znajdowano przedstawicieli tego gatunku.

*Herpetological Review* 1998, 29, (3): 163-164

Antoni Żyłka

**Ataki rekinów na żółwie szylkretowe.** Rekiny są znanymi drapieżnikami żółwi szylkretowych *Eretmochelys imbricata*, ale nieznanym jest ich wpływ na populację tych żółwi. Między innymi znajdowano szczątki tarcz tych żółwi w żołądku rekina tygrysięgo *Galeocerado cuvier* w Miskito Keys. Również w zachodnim Oceanie Atlantyckim znaleziono młodocianego żółwia w żołądku rekina tygrysięgo.

W 1997 r. znaleziono martwą samicę żółwia szylkretowego na mieliźnie Florida Keys. Sekcja wykazała, że ostateczną przyczyną śmierci żółwia była infekcja spowodowana ranami zadawanymi przez rekina. Żółw był niedojrzałą samicą o długości 66,8 cm. W czasie sekcji odkryto głębokie rany. Brakowało ogona i tylnych tarcz brzeżnych wzdłuż prawej strony karapaksu. Prawa tylna płetwa była rozerwana. Lewa tylna płetwa miała ślady zranienia. Ukąszenia rekina przeszły przez mięśnie brzuszne do jamy ciała. Być może te zranienia tylniej części ciała żółwia powstały w czasie próby ucieczki przed drapieżnikiem. Żółw mógł też być ukryty pod półką koralową w czasie ataku rekina. Sekcja zwłok wykazała, że w wyniku ran rozwinęła się wewnątrz jamy ciała infekcja, która doprowadziła do obumarcia tkanek w tylnej części ciała i w końcu do śmierci zwierzęcia. Przypadek ten pokazuje, że większy żółw może uciec przed atakiem rekina mimo okaleczenia, co jednak wcale nie jest gwarancją przeżycia.

*Herpetological Review* 1998, 29, (4): 235

Antoni Żyłka

**Walki samców żaby *Physalaemus centralis*.** Rodzaj *Physalaemus* (rodzina *Leptodactylidae*) liczy 37 gatunków zamieszkujących tereny od nizin meksykańskich do północnej Argentyny. Walki między samcami wśród przedstawicieli tego rodzaju obserwowano dotąd u gatunków *Physalaemus pustulosus* i *P. cuvieri*, *P. centralis* jest więc trzecim gatunkiem z tego rodzaju, u którego zanotowano ten behavior.



Obserwacje prowadzono w listopadzie 1996 r. w okresowych stawkach w stanie Sao Paulo w południowo-wschodniej Brazylii. Samce tego gatunku często wydawały głosy podczas pływania w małych kałużach o średnicy 5 cm. Samiec — intruz powoli i spokojnie zbliżał się od tyłu do wydającego głos rezydenta. Gdy odległość między dwoma samcami była mniejsza niż 10 cm, intruz szybko zbliżał się do rezydenta, skakał poniżej niego i za pomocą kopnięć wyrzucał go z poprzedniego położenia. Wtedy samiec wyrzucony z poprzedniej pozycji wracał, skakał na intruza, a następnie samce stykające się brzuchami toczyły się po stałym gruncie lub w wodzie aż do oddzielenia. We wszystkich walkach zwycięzcą był zawsze samiec zamieszkujący kałużę. W 5 z ośmiu obserwacji przegrywający samiec powracał do miejsca wołania i dwu- lub trzykrotnie powtarzał kolejne ataki. Ataki te trwały od 1 do 3 minut, przy czym samce w czasie takich interakcji nie wydawały głosów. Walka kończyła się gdy zwyciężony uciekł, a zwycięzca na nowo rozpoczął wydawanie głosu. Obserwacje te stanowią przyczynek do poznania zachowań terytorialnych płazów.

*Herpetological Review* 1998, 29, (3): 165

Antoni Żyłka

**Kolejna salamandra na liście gatunków zagrożonych.** Od maja 1999 r. salamandra *Ambystoma cingulatum* (rodzina *Ambystomatidae*) jest umieszczona jako gatunek zagrożony w amerykańskim Endangered Species Act. Salamandra ta zamieszkuje w południowo-wschodnich USA (przybrzeżne równiny Florydy, Georgii i Południowej Karoliny).

Do najważniejszych przyczyn, które spowodowały konieczność umieszczenia jej na liście gatunków zagrożonych zaliczono zmiany jej habitatu przez praktyki rolnicze, urbanizację i gospodarkę leśną. Działania te spowodowały zniszczenie około 82% jej pierwotnego habitatu. Wynikający z tego brak odpowiednich środowisk zarówno lądowych, jak i wodnych dla rozrodu jest najważniejszą przyczyną kurczenia się zasięgu gatunku. Niedostateczne były również mechanizmy regulujące ochronę środowisk lądowych. Jedynie miejsca rozrodu były chronione. Stosowne przepisy w Georgii czy Południowej Karolinie zabraniały bezpośredniego łapania salamander, ale nie chroniły habitatu. Do zaniku jej populacji przyczyniły się wreszcie czynniki naturalne bądź wywołane działalnością człowieka, np. ogień, fragmentacja habitatu oraz używanie pestycydów i herbicydów. Tłumienie ognia przyczynia się do degradacji lasów sosnowych, które są pierwotnym środowiskiem dla *A. cingulatum*. Z kolei na skutek fragmentacji habitatu utrudniona jest rekolonizacja jakiegos terenu po lokalnym wymarciu którejś populacji i zniszczeniu tras migracji rozrodczych. Środki ochrony roślin działają bezpośrednio na skórę zwierząt, bądź też niszczą habitat.

Nie bez wpływu na zanik jej populacji jest również nadmierne używanie przedstawicieli tego gatunku dla celów naukowych, edukacyjnych czy komercyjnych.

Na marginesie nasuwa się po raz kolejny uwaga dotycząca w zasadzie wielu gatunków płazów – samo chronienie gatunku bez jednoczesnej ochrony miejsc rozrodu, tras wędrówek rozrodczych i siedlisk lądowych zupełnie nie wystarczy dla zabezpieczenia bytu płaza.

*Herpetological Review* 1999, 30, (2): 67

Antoni Żyłka

## OBRAZKI MAZOWIECKIE

### WYGODNY SKOWRONEK

Skowronek ma zwyczaj wzbijania się w górę i ogłaszania wszystkim innym skowronkom, że to jest właśnie jego teren i żeby żaden inny nie ważył się tu przylatywać bo sprawi mu takie lanie, że popamięta. A naiwny człowiek nie znając ptasiego języka uważa, że to dla niego śpiewa nie tylko skowronek, ale nawet słowik. Nagle szok! Skowronek wyśpiewuje, aż dusza człowiekowi rośnie, ale cóż to? Ptak siedzi wygodnie na drutach linii elektrycznej. A więc to tak. Okazało się, że ogłaszać o zawładnięciu terytorium można nie tylko podczas męczącego lotu, ale też siedząc sobie wygodnie. Ptaki są bardzo pojętne i być może niedługo wszystkie wykorzystają ten nowy wynalazek.

### PRZERWA W PODRÓŻY PODRÓŻNICZKA

W pochmurny, przedwiosenny dzień przechodziłem ulicą, która niegdyś nazywała się ulicą Błonie, i nagle przystanąłem zdumiony obok drewnianego domu. W żwirze pozostałym po wytopionym śniegu, tuż przy ścianie domu, metr od nóg licznych przechodniów stał bajecznie kolorowy ptaszek wielkości rudzika, na wysokich nóżkach, i łobuzersko rozglądał się po okolicy. Ale przygarbiona nieco sylwetka i lekko opuszczone skrzydełka wskazywały jednak na pewne jego znużenie. W Karwaczu nie mieszkał jeszcze wtedy barwny zimorodek i spotkanie tego ptaka, w dodatku w mieście, było czymś zupełnie niezwykłym. Na ciemnoniebieskim podgardlu, odgraniczonym od dołu pasem

czarnym, a następnie rudym, pośrodku lśniło jaskrawo rude lustro. Ten kolor lustra świadczył, że jest to ptak skandynawski, który teraz, samotnie, przelatując nocami z Afryki przez całą Europę wraca do swojej tundry, gdzie niedługo rozpocznie się krótkie, polarne lato. Była to więc krótka przerwa w bardzo dalekiej podróży podróżniczka, który chciał chwilę wypocząć i znaleźć coś do jedzenia.

W naszych szerokościach geograficznych podróżniczek też występuje, ale lustro na podgardlu ma białe, jest to inna odmiana tego ptaka, nazywanego słowikiem północy. U nas jest to jednak ptak bardzo nieliczny, gnieździący się w porośniętych wiklinami dolinach rzek.

### NAD KARWACKIM ZALEWEM

Zanim wędkarze opanowali brzegi zalewu karwackiego był czas, kiedy przelotne ptaki próbowały tu odpoczywać. Po jednej stronie zalewu widać było cztery łabędzie i setki kaczek. Po drugiej stronie w bardzo wąską zatoczkę woda naznosiła różne kawałki desek, pomiędzy którymi pływały brzuszkami do góry małe, martwe rybki, pewnie zabite przez te deski.

Dały się słyszeć dwa strzały myśliwych i kaczki zerwały się do lotu. Znowu słyszeć dwa strzały. Kiedy kaczki zawróciły nad zalewem rozpoczęła się strzelanina jak na poligonie, ale żaden ptak nie spadł. Tej palbicie wtórowały odgłosy wystrzałów ze strzelnic w Przasnyszu, które tu było słyszeć bardzo wyraźnie.



## WSZĘDZIE MOŻNA STRZELIĆ JELENIA

Zostaliśmy zawiadomieni, że na polu w Obórkach koło gajówki przebywa jelenź z poranioną nogą. Gajowy go nie strzelił, bo przybycie jelenia widzieli okoliczni rolnicy. Kiedy przybывamy do Obórk, dzieci przypędzają kulawe zwierzę na łąkę. Myśliwy z Jednorozca niespodzianie strzela z odległości dziesięciu metrów, kiedy stoimy przy jeleniu. Kula świsnęła obok naszych głów. Jeleń pada i w tej samej minucie drugi myśliwy, z nadleśnictwa, przystępuje do patroszenia jeszcze żywego przecież zwierzęcia. Wieniec składa się z dwóch prostych, niezbyt długich, nie rozgałęzionych tyk, zabiera go patroszący.

## MIESZKANIEC STAWKU

W moim stawku na strumyku, który wykopałem jako solidny pojniki dla pszczół, ostatnio zamieszkał nowy lokator. Jest to piżmak, który jakby chciał mi się przedstawić, wypłynął z nory i pod wodą opłynął stawek dookoła, a potem znów się skrył. Drugiego piżmaka obserwowałem w pobliżu, płynącego na długim dystansie po szeroko rozlanych w olszynach wiosennych wodach strumyka.

## DZIKI ZOSTAWIAJĄ ŚLADY

Leśnicy potrafią według tropów i śladów określić dokładnie ile i jakich zwierząt przebywało na danym terenie, co tu robiły i gdzie się udały. To wszystko można odczytać z odcisków ich nóg, śladów żerowania, a także z zaczepionych gdzieś włókien sierści lub innych pozostałości. Czasami są jednak zupełnie nietypowe ślady, z których można się dowiedzieć zupełnie nieoczekiwanych danych.

Oto na asfalcie przed moim lasem w Karwaczu przed południem widać doskonale zachowane ślady kilku sponych dzików, odbite gliną tak, jak odbija się stemple w biurakracji. Dziki musiały przechodzić przez gliniaste, karwackie pola bardzo rano po rosie i ich racice oblepiły się gliną. Na asfalcie ich nogi zostały „odstemplowane”, potem słońce

te ślady wysuszyło i utrwaliło i nawet samochody ich nie zniszczyły.

## DZIKI NIE LUBIĄ RADIA

Ktoś musiał spłoszyć dziki wylegające się w pokrzywach w pobliskim lesie-za rowem, gdyż całym stadem zaczęły biec przez zaorane pole w kierunku mojej pasieki. Wataha składała się ze sporego, trzyletniego wycinka i sześciu dziczek mniejszych, dwuletnich przelatków. Pewnie nieraz tędy przebiegały, bo nie przebywam tu stale. Ale dzisiaj umieściłem mały radioodbiornik na krzewie, nastawiłem dość głośno i zabrałem się do piłowania drewna. Dziki musiały usłyszeć dziwne, nie spotykane w lesie dźwięki. W odległości jakieś dwadzieścia metrów gwałtownie wyhamowały, chwilę nasłuchiwały, a potem skierowały się na zachód i pognały wzdłuż żywopłotu do innej części lasu.

## SCIEŻKA PRZEZ ŁUBIN

W łubinie zasianym wokół pasieki sarny wydeptały ścieżkę w kształcie wielkiego łuku, również w miejscu po wyrwanym zapaście sosnowym. Na ścieżce widać mnóstwo śladów raciczek, roślinki łubinu są powyłamywane. Potem ścieżka sarn wchodzi na moją ścieżkę rowerową, przechodzi na drugą stronę drogi i prowadzi na łąkę. Z łąki sarny wracają do lasu tą samą ścieżką.

## OGLEDZINY OKOLICY

Sarna pasie się ukryta w łanie zboża. Co pewien czas wyskakuje ponad zboże, aby się rozejrzeć w okolicy. Potem jej nie widać, ale i ona nie widzi okolicy i strach każe jej powtarzać wysoki. Należy przypuszczać, że takiej ostrożności sarna nauczyła się podczas przykrych kontaktów z wataśającymi się psami.

Na leśnej drodze siedzi jeź. Kiedy się zbliżam, powoli zwija się w kłębek.

Zbigniew Polakowski

## RECENZJE

Richard Cowling, Dave Richardson, Colin Paterson-Jones (fotografie): **Fynbos: South Africa's unique floral kingdom**. Fernwood Press, Vlaeberg 1998, s. 156, 348 wielobarwnych fotografii, cena 175 randów, ISBN 1-874950-10-5.

Na wszystkich kontynentach, z wyjątkiem Antarktydy, występuje charakterystyczna roślinność twardolistna związana ze specyficznym klimatem, często określanym mianem śródziemnomorskiego, który cechują gorące i suche lata oraz łagodne i deszczowe zimy. Głównymi składnikami tej roślinności są krzewy i niewielkie drzewa o wiecznie zielonych, średniej wielkości, skórzastych liściach, ale często rosną tu również rośliny malakofilne, o liściach drobniejszych, kutnerowatych i czasami opadających w czasie suszy. Wiele gatunków ma liście igielkowate lub łuskowate, a nierzadkie są także formy poduszkowate, geofity, sukulentki i terofity. Roślinność twardolistna występuje na obszarach między 30° a 40° szerokości geograficznej obu półkul, a największe połacie zajmuje w basenie Morza Śródziemnego. Jest ona dość zróżnicowana i obejmuje z reguły szereg różnych formacji noszących własne nazwy, np. makia i frygana w obszarze mediterańskim, chapparal i encinal w Ameryce Północnej czy matorral w Chile.

W Afryce Południowej roślinność twardolistna, zwana tutaj fynbosem, zajmuje wprawdzie niewielki obszar na stokach Gór Przylądkowych w południowo-zachodniej części kontynentu, ale za to dzięki wielu unikatowym cechom oraz ogromnemu bogactwu florystycznemu, od dawien dawna wzbudzała wielkie zainteresowanie przyrodników. Najlepszym dowodem niezwykłości tego obszaru jest wyodrębnienie go w osobne państwo roślinne Capensis. Jest ono co prawda najmniejszą jednostką tej rangi w świecie, ale w określeniu go mianem botanicznego rajy nie ma ani krzty przesady. Temu egzotycznemu obszarowi poświęcono bardzo wiele naukowych publikacji, ale omawiana tu książka jest ze wszech miar godna polecenia szerokiemu ogółowi czytelników. Jest to bowiem popularna monografia fynbosu, bogato ilustrowana bajecznie kolorowymi fotografiami, która przybliży czytelnikowi tę niezwykłą formację roślinną, będącą odpowiednikiem śródziemnomorskiej makii, ale daleko bardziej od niej bogatszej i różnorodnej. Najlepszym dowodem wartości i dużej popularności tej książki jest fakt, że od czasu jej opublikowania w 1995 r. była już dwukrotnie wznawiana w 1995 i 1998 r.



Na treść książki składa się 8 rozdziałów, napisanych prostym i łatwo zrozumiałym językiem, ale przekazujących ogrom informacji o Kraju Przylądkowym i jego przewodniej formacji roślinnej. Pierwszy rozdział zawiera rys historyczny odkrywania i badań fynbosu. Jest to zarazem historia kolonizacji południowo-zachodniego cypla Afryki, która rozpoczęła się na początku XVII w. wraz z założeniem przez Holendrów pierwszych stałych osad. Niezwykła roślinność Kraju Przylądkowego od samego początku przyciągała uwagę botaników i już w 1606 r. C. Clusius opublikował pierwszą rycinę rośliny z Kraju Przylądkowego – *Protea neriifolia*. Z oczywistych względów jest to bardzo powierzchowny przegląd, akcentujący tylko najważniejsze fakty z historii badań, z których do najważniejszych należy zaliczyć opublikowanie monumentalnej, siedmiotomowej „Flora capensis”, zainicjowanej w 1860 r. przez W.N. Harveya i ukończonych dopiero w 1933 r.

W rozdziale drugim omówiony jest fynbos jako przewodnia i dominująca w Kraju Przylądkowym formacja roślinna. To najmniejsze państwo roślinne jest niezwykle i unikatowym w skali światowej obszarem, gdzie na 90 tys. km<sup>2</sup> powierzchni (3,5 raza mniejszej od Polski) rośnie około 8500 gatunków roślin naczyniowych, z czego prawie 5800 gatunków i 6 rodzin to endemity. Dla większości z nich właśnie fynbos jest ich głównym miejscem występowania i stąd też formacja ta jest obiektem powszechnego zainteresowania botaników i ekologów. Nie jest ona jednorodna i w zależności od panujących roślin wyróżnia się fynbos zdominowany przez srebrnikowate (*Proteaceae*), wrzosowate (*Ericaceae*) i rzęściowate (*Restionaceae*), a także fynbos suchy i trawiasty. Krótko opisane są tu także inne formacje roślinne Kraju Przylądkowego, zwłaszcza zaroślowe, pustynne (karu) i leśne.

W rozdziale trzecim autorzy zajmują się genezą fynbosu, wskazując na reliktowy charakter tworzącej go flory, o czym zdecydowały czynniki natury historycznej. Jest to interesujący przyczynek do historii roślinności Kraju Przylądkowego, przy czym fynbos w dzisiejszej postaci jest formacją stosunkowo młodą, liczącą zaledwie 2–5 milionów lat, co w skali prawie miliarda lat historii geologicznej tego obszaru i około 100 milionów lat rozwoju roślin naczyniowych można by uznać za zaledwie krótki epizod.

W rozdziałach czwartym i piątym poruszone są problemy ekologiczne zbiorowisk roślinnych fynbosu ze szczególnym uwzględnieniem ognia jako czynnika kształtującego rozwój tej formacji. Omówione są także przyczyny paradoksalnej sytuacji, jaką jest niezwykle bogactwo florystyczne tej formacji wykształcającej się na mało zasobnych glebach. Z kolei w rozdziale szóstym scharakteryzowany jest świat zwierząt fynbosu. Formacja ta cechuje się brakiem dużych i średnich zwierząt, a żyje w niej w sumie około 90 ssaków, 250 ptaków, 30 węży, 50 jaszczurek, 30 żab i 30 ryb słodkowodnych. Sporo miejsca autorzy poświęcają tu interakcjom między roślinami i zwierzętami, zwłaszcza przy zapylaniu i rozsiewaniu nasion.

Rozdział siódmy zajmuje się zagrożeniami jakim podlega fynbos. Największym z nich jest oczywiście człowiek. O ile pierwotni mieszkańcy żyli we względnej harmonii z przyrodą, nie wywołując większych jej zaburzeń, to z chwilą rozpoczęcia europejskiej kolonizacji niekorzystne oddziaływanie człowieka nabrało zawrotnego tempa i spowodowało gwałtowne zmniejszenie się prawie o 1/3 obszarów zajętych przez fynbos. Zaowocowało to natychmiast zagrożeniem egzystencji wielu gatunków i dzisiaj ponad 1400 gatunków roślin naczyniowych znajduje się na czerwonej liście gatunków zagrożonych, a 29 bezpowrotnie już wymarło. Prawdziwym problemem staje się jednak synantropizacja tej formacji roślinnej, a zwłaszcza przenikanie do niej obcych drzew. Na szczęście mniejszą skalę osiągnęła inwazja obcych zwierząt. Największe i najbogatsze pod względem florystycznym obszary objęte są różnymi formami ochrony rezerwatowej, a rokrocznie ogromne sumy wyda-

wane są na walkę z obcymi przybyszami. W ten sposób wyeliminowane zostały wszystkie obce rośliny ze słynnej Góry Stołowej górującej nad Kapsztadem.

Ostatni, ósmy rozdział poświęcony jest gospodarstwu znaczeniu fynbosu. Od dawien dawna formacja ta dostarcza licznych roślin ozdobnych i jest m.in. ojczyzną popularnych pelargonii, frezji, gerber, mieczyków, amarylek czy wrzosów. Eksport roślin ozdobnych stanowi ważną gałąź gospodarki Afryki Południowej i w samym tylko 1992 r. zysk z eksportu wyniósł 18 milionów randów. Podejmowane są również coraz skuteczniejsze próby rozwoju ekoturystyki w tym państwie, a Kraj Przylądkowy, jak żaden inny obszar w świecie, prezentuje niezwykle atrakcyjną ofertę w tym względzie.

Omówiona tu pokrótce książka jest niezwykle ciekawą lekturą, zawierającą ogrom informacji o jednym z najbardziej atrakcyjnych pod względem botanicznym obszarów na Ziemi. Jej wartość podnoszą znakomite kolorowe fotografie ilustrujące zarówno krajobrazy Kraju Przylądkowego, jak i licznych przedstawicieli świata roślin i zwierząt. Jest to więc bardzo pożyteczne źródło wiedzy na temat szaty roślinnej tego obszaru nie tylko dla potencjalnych ekoturystów wybierających się do Afryki Południowej, ale również godna polecenia lektura dla botaników i fitogeografów pragnących poszerzyć podręcznikową wiedzę o najmniejszym państwie roślinnym Ziemi.

Ryszard Ochrya

Frank Brandstätter: *Die Sandrennattern. Gattung Psammophis* (Die Neue Brehm Bücherei, Bd. 636), Magdeburg 1996, Westarp-Wissenschaften, s. 142, cena DM 39,90. ISBN 3-89432-429-5

Węże z rodzaju *Psammophis* rzadko są spotykane w kolekcjach, mimo iż w swojej afrykańskiej czy azjatyckiej ojczyźnie są dosyć pospolite. Być może wynika to z pewnych trudności systematycznych, które dotyczą kilku podobnych gatunków. Autor przedstawia w książce te węże zarówno z punktu widzenia systematycznego, jak i pod kątem hodowli.

Książka składa się z 9 rozdziałów. W rozdziale 1 przedstawiono stanowisko rodzaju *Psammophis* wśród węży, a także ich ewolucję i filogenezę. Analizuje tu autor pokrewieństwa i powinowactwa między różnymi grupami gatunków w różnych rejonach ich rozmieszczenia geograficznego.

Rozdział 2 poświęcono biologii gatunków z rodzaju *Psammophis*. Przytoczono tu dzieje nazewnictwa rodzaju i podano synonimy. W 2 podrozdziale omówiono najważniejsze cechy anatomiczne i morfologiczne. Uderzającą cechą tych węży jest długi ogon, który niejednokrotnie działa jak dźwignia balansowa przy poruszaniu się naprzód. Węże te poruszają się bardzo szybko. W 3 podrozdziale autor omawia użębienie i pokarm. Użębienie ich zalicza się do typu *opistoglyph*. Taki rodzaj użębienia jest szczególnie przydatny przy łapaniu ofiary pokrytej łuskami (jaszczurki są ich głównym pożywieniem). Niektóre jednak gatunki żyjące również w pobliżu terenów uprawnych odżywiają się w dużej mierze gryzoniami (np. *P. sibilans*). Gatunki żyjące w wilgotniejszym środowisku i młode zwierzęta wszystkich gatunków żywią się również żabami. Przyzwyczajenia pokarmowe są u nich silnie związane z zamieszkiwanym biotopem (np. przedstawiciele gatunków żyjących na pustyniach i półpustyniach jedzą jaszczurki, a zwłaszcza scynki i gekony). W kolejnych podrozdziałach omówiono narządy płciowe samców, jad, pokrycie łuskami i dane paleontologiczne.

Rozdział 3 poświęcono ekologii. Przedstawiciele rodzaju *Psammophis* prowadzą dzienny tryb życia. Osobniki niektórych gatunków lubią wygrzewać się w słońcu, inne natomiast grzeją się późnym popołudniem na rozgrzanym asfalcie szos, przez co często padają ofiarami samochodów. Dalej przeanalizowano zachowania rozrodcze, spektrum pokarmowe (m.in. obserwuje się u nich ofiofagię, np. u *P. brevirostris*), wrogów



(np. ptaki drapieżne), przeciw którym wytworzył się mechanizm obronny w postaci zdolności do autotomii ogona. Kończy rozdział krótkie omówienie pasożytów.

Rozdział 4 poświęcono hodowli tych węży w terrarium. W kilku podrozdziałach podano ogólne wskazówki do ich hodowli, podkreślając, że węże te charakteryzują się dużą zwawością i nerwowością w terrarium, a czasem nawet agresywnością. Dalej omówiono ukształtowanie terrarium, żywienie w niewoli, potrzeby temperatury (przeciętnie 30°C, a w niektórych miejscach nawet 35°C) i wychowanie młodych.

W rozdziale 5 zamieszczono klucze do oznaczania gatunków z rodzaju *Psammophis*, natomiast rozdział 6, najobszerniejszy, stanowi przegląd gatunków i podgatunków z tego rodzaju. Dla każdego gatunku podano nazwę łacińską z nazwiskiem autora i rokiem opisu, charakterystyczne cechy, rozmieszczenie geograficzne, biotop, ekologię i uwagi odnośnie danego taksonu.

W rozdziale 7 krótko omówiono kilka rodzajów węży spokrewnionych z rodzajem *Psammophis* (np. m.in. *Malpolon*).

W rozdziale 8 zestawiono obszerną bibliografię, a 9 stanowi dodatek, w którym zamieszczono etymologię poszczególnych nazw oraz podano synonimy.

Każdy gatunek jest ukazany na czarno-białej fotografii, ale wiele z tych zdjęć jest słabej jakości (np. na wielu fotografiach układ łusek na głowie jest mało czytelny). Zamieszczono też kilka fotografii biotopów oraz kilka zdjęć barwnych. Rozmieszczenie każdego gatunku ukazano na mapie. Książka stanowi monograficzne opracowanie jednego rodzaju węży. Dostarcza wielu informacji o tym ciekawym, a u nas prawie nieznanym rodzaju. Jednocześnie jest ona pewnym podsumowaniem stanu wiedzy o tym rodzaju, a dzięki dokładnej analizie np. problemów taksonomicznych na pewno będzie ciekawą lekturą dla każdego herpetologa interesującego się węzami. Bardzo bogata cytowana literatura pozwala czytelnikowi odnaleźć dalsze publikacje dotyczące tego rodzaju.

Antoni Żyłka

Gerhard Hallmann, Jens Krüger, Gerd Trautmann: *Faszinierende Taggeckos. Die Gattung Phelsuma*. Münster 1997, Natur und Tier-Verlag, Matthias Schmidt, s 229, cena DM 88. ISBN 3-931587-10-X

Spośród gekonów przedstawiciele rodzaju *Phelsuma* na pewno cieszą się szczególnym zainteresowaniem wśród hodowców, co niewątpliwie wiąże się z ich dzienną aktywnością, a więc łatwością obserwacji. W tym opracowaniu autorzy ukazują gekony zarówno od strony ich trybu życia, jak i pod kątem ich wymagań hodowlanych. Książka składa się z 10 zasadniczych rozdziałów. W przedmowie autorzy zwracają uwagę, że mylny jest pogląd dotyczący łatwości hodowli przedstawicieli tego rodzaju – odnosi się to tylko do kilku gatunków, natomiast przedstawiciele gatunków pochodzących z wyższych położeń są trudniejsi do hodowli ze względu na dobowe i roczne wahania temperatury.

W rozdziale 1 omówiona jest klasyfikacja tego rodzaju. Opisano dzieje odkrycia felsum – pierwsze wzmianki o nich pochodzą już z 1708 r. (Leguat) i 1795 r. (Marragon) i dotyczyły prawdopodobnie wymarłej już *Phelsuma gigas*. Pierwsze opisy odnosiły się do gatunków z Maskarenów, później dopiero zaczęła się eksploracja herpetologiczna Madagaskaru. Przeanalizowano również pokrewieństwa między poszczególnymi grupami gatunków. W tabeli zestawiono wszystkie znane do dzisiaj gatunki i podgatunki felsum z zaznaczeniem ich rozmieszczenia geograficznego. Przeanalizowano ich miejsce w systemie gadów, a także wspomniano o rodzajach z nimi spokrewnionych.

W rozdziale 2 omówiono budowę tych gekonów. W osobnych podrozdziałach autorzy omawiają kształt ciała, stopy (opisano tu budowę palców pod kątem zdolności do przyczepiania się do podłoża), ubarwienie, narządy zmysłów, skóra i pokrycie łuskami, zewnętrzne różnice płciowe (np. pory preanalne czy kształt nasady ogona), ogon, jego autotomia i regeneracja, a na zakończenie rozdziału wspomniano o wieku jaki felsumy osiągają w niewoli (duże gatunki 15-20 lat, mniejsze natomiast do 7 lat).

W rozdziale 3 krótko omówiono zachowanie felsum. Podkreślono tu, że istnieją różnice w zachowaniu zwierząt w naturze i w terrarium. W tym ostatnim brakuje naturalnych wrogów i konkurentów pokarmowych, ale z drugiej strony jest ograniczony wybór partnerów płciowych: Wszystkie felsumy mają w naturze określone granice terytorialne, co musi być również odzwierciedlone w terrarium.

W rozdziale 4 przedstawiają autorzy rozmieszczenie geograficzne i habitat. Felsumy zamieszkują przede wszystkim wyspy południowo-zachodniego Oceanu Indyjskiego (Maskareny, Seszele, Madagaskar). Poza tym występują na stałym kontynencie afrykańskim i na Andamanach. Ich zasięg pionowy rozciąga się od poziomu morza do 2300 m n.p.m. (*P. barbouri*). Odnośnie biotopu autorzy podają, że wiele gatunków jest bardzo ściśle związanych z określonym jego typem (np. *P. antanosy* z reguły zamieszkuje drzewa *Pandanus*, natomiast *P. breviceps* głównie zasiedla ciemiste wilczomlecze *Euphorbia stenoclada*).

Rozdział 5 poświęcono zagrożeniom i ochronie gatunkowej. Podkreślono tu, że tylko część przedstawicieli tego rodzaju jest zdolna do przystosowania się do zmieniających się warunków. W wielu wypadkach natomiast zniszczenie środowiska naturalnego prowadzi do wymarcia gatunku. Zacytowano również międzynarodowe przepisy ochronne związane z łapaniem, handlem i trzymaniem felsum. Niestety praktyka wykazuje, że szczególnie chronione gatunki osiągają na rynku wyższe ceny dzięki ograniczeniu podaży, co powoduje, że jeszcze częściej są oferowane.

W rozdziale 6 omówiono warunki hodowli i opieki tych gekonów (transport, kwarantanna, różne formy hodowli oraz technika terraryjna. W tym ostatnim przypadku omówiono wielkość terrarium, jego urządzenie – wyróżniono tu 4 typy ekologiczne terrariów w zależności od biotopu z jakiego pochodzą hodowane zwierzęta, obsadzenie roślinami i klimat w terrarium.

Rozdział 7 poświęcono chorobom (m.in. choroby skóry, pasożyty wewnętrzne i zewnętrzne, np. kleszcze), natomiast w rozdziale 8 omówione jest żywienie felsum. Przedyskutowano tu udział pokarmu zwierzęcego i roślinnego w ich żywieniu w niewoli, a także wskazano na możliwość karmienia sztucznym pokarmem składającym się z komponentów zwierzęcych i roślinnych. Pokarmem ich mogą być m.in. pająki, osy, stonogi, małe nagie i skorupowe ślimaki, larwy ważek itp., a niektóre duże gatunki zjadają dość nietypowy pokarm (młode myszy wyjęte z gniazda, chude mięso ryb, wątrobę czy jaja gotowane na twardo). Wspomniano też o konieczności dodatku witamin i preparatów mineralnych.

W rozdziale 9 omówiono rozmnażanie i wychowanie młodych. Wskazano na różnice płciowe oraz opisano zachowanie w trakcie doboriania się w pary i parzenia się, „ciążę” i składanie jaj. Z reguły jaja zostają złożone po 25 do 30 dniach od parzenia się. Następnie omówiono inkubację jaj i wylęg (przeciętnie przy temperaturze około 25°C wszystkie felsumy wylęgają się między 60 a 68 dniem inkubacji) oraz wychowanie młodych.

Najobszerniejszy jest rozdział 10 – przegląd gatunków. Dla każdego z nich podano nazwę łacińską, nazwisko autora i rok opisu, synonimy, pochodzenie nazwy, terria typica, opis wyglądu, rozmieszczenie geograficzne i biotop, rozmnażanie i uwagi. W sumie omówiono 63 gatunki i podgatunki.

Następnie zamieszczono słowniczek niektórych terminów, obszerną bibliografię i indeks nazw. Zamieszczono też



adresy towarzystw grupujących hodowców i herpetologów zajmujących się felsemami.

Książka jest bogato ilustrowana. Każdy gatunek czy podgatunek jest ukazany na barwnej fotografii. Wiele z nich jest portretami, które mają czytelnikowi ułatwić oznaczenie zwierzęcia metodą „albumową”. Na zdjęciach ukazano też niektóre biotopy zamieszkiwane przez felsemy, urządzenie terrarium, jaja i ich składanie. Dodatkową ilustracją są mapy rozmieszczenia geograficznego poszczególnych gatunków i podgatunków oraz rysunki urządzenia wnętrza terrarium. Dla niektórych ostatnio opisanych gatunków rozmieszczenie geograficzne jest zaznaczone tylko ogólnie (również na mapie) bez podania dokładnych miejscowości ze względu na ochronę i zabezpieczenie przed ich wyłapywaniem.

Książka ma dwojaki charakter. Z jednej strony jest pisana pod kątem hodowców - stąd wiele cennych wskazówek i

informacji odnośnie hodowli i inkubacji jaj czy wychowu młodych. Dzięki zaznaczeniu gatunków szczególnie nadających się dla początkujących terrarystów czy gatunków występujących w pobliżu siedzib ludzkich czytelnik może dokonać wyboru odpowiedniego gatunku do hodowli. Z drugiej strony książka stanowi wyczerpujące do dnia dzisiejszego kompendium wiedzy o rodzaju *Phelsuma* z systematycznego czy biogeograficznego punktu widzenia. Nie wątpiłby każdy herpetolog zajmujący się gekonami znajdując w niej wiele interesujących danych.

Nieliczne usterki dotyczą błędów drukarskich, podanie szacunkowej liczby gatunków roślin i zwierząt na 30 do 50 milionów, co oczywiście jest przesadą czy brak na mapie podpisów i oznaczeń rozmieszczenia podgatunków *P. madagascariensis*. Usterki takie nie mają wpływu na wartości poznawcze książki.

Antoni Żyłka

## KRONIKA

### FORUM W ŻŁOTYM STOKU

W ostatnich latach znacznie więcej uwagi zaczęto poświęcać propagowaniu turystyki podziemnej i organizowaniu dostępnych dla wszystkich, coraz lepiej przygotowanych, podziemnych tras turystycznych. Rolę propagatora piękna obiektów architektury skalnej i podziemnej pełni Polskie Towarzystwo Ochrony Zabytków Podziemnych HADES-Polska, którego cele i zakres działalności były już prezentowane na łamach WSZECHŚWIATA.

Bezpośrednimi opiekunkami poszczególnych tras turystycznych są ich właściciele, agenci, dzierżawcy, itp. Przed kilku laty wielu z nich zrzeszyło się w Stowarzyszenie Podziemne Trasy Turystyczne Polski, oficjalnie zarejestrowane dopiero w ubiegłym roku. Reprezentują one cztery główne grupy obiektów: jaskinie, kopalnie, piwnice i składy oraz obiekty pomilitarne. Z ogólnej liczby ponad 30 podziemnych tras do stowarzyszenia należy znaczna większość.

Zadaniem stowarzyszenia jest wzajemna pomoc gospodarzy podziemi oraz stałe podnoszenie jakości świadczonych usług i standardu prezentowanych tras. W dzisiejszych czasach, chcąc utrzymać na rynku turystycznym odpowiedni poziom, obowiązkiem stają się okresowe dyskusje dotyczące problemów technicznych, ekonomicznych, prawnych i organizacyjnych. Problemy tego typu omawia się na corocznych roboczych zjazdach. Pierwsze tego typu forum miało miejsce w 1996 r. w Chełmie, następne w Zabytkowej Kopalni i Sztolni Czarnej Pstrąga w Tarnowskich Górach, kolejne w Podziemnym Mieście Głuszyca, zaś czwarte – w Międzyrzeckiem Rejonie Umocnionym. W tym roku, piąte już Ogólnopolskie Forum PTTP, odbyło się w dniach 23-24 czerwca w Żłotym Stoku. Jednym z organizatorów była unikalna na światową skalę Kopalnia Żłota, której tradycje górnicze sięgają aż XIII wieku. Na forum tym omawiano m. in. sprawy bieżące stowarzyszenia, oceniono dotychczasową integrację polskich podziemi, a także zaprezentowano nową stronę internetową stowarzyszenia. Nowością tegorocznego forum była oferta zaprezentowana stowarzyszeniu przez jedną z katowickich firm internetowych dotyczącą prezentacji w interaktywnej telewizji internetowej. Godne podkreślenia jest również, że organizatorzy forum nie zapomnieli o zaproszeniu przedstawicieli mediów, rezerwując czas na konferencję prasową. Ważnym punktem programu było zwiędzanie przez uczestników forum oraz zaproszonych gości tutejszej kopalni żłota i sławnej Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie.

Marek W. Lorenc

### POSIEDZENIE „KOMITETU WYSOKIEGO SZCZEBŁA” KONWENCJI KLIMATYCZNEJ ONZ (Warszawa 29 czerwiec 2000)

Ocieplanie się klimatu i tzw. efekt szklarniowy jest faktem szeroko znanym i dyskutowanym. Postęp cywilizacyjny, rozwój gospodarki powoduje powstawanie i emisję do środowiska wielu różnych związków chemicznych, których szkodliwe działanie ujawnia się po latach. Podobnie rzecz się miała z dwutlenkiem węgla i innymi tzw. gazami szklarniowymi, które powodują, że ciepło wypromieniowywane przez Ziemię jest zatrzymywane a więc odpowiadają za ocieplanie się klimatu.

Dla przeciwdziałania i zapobiegania temu zjawisku konieczne jest zmniejszenie emisji do atmosfery gazów szklarniowych. Ale ich powstawanie związane jest głównie z rozwojem gospodarki, zdobyciami cywilizacyjnymi, a redukcja emisji – z ogromnymi nakładami.

Zmiany klimatu są jednak bardzo dotkliwe, dlatego też na Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro uchwalono Ramową Konwencję Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu. W Protokole z Kioto, przyjętym w 1997, kraje ONZ podjęły decyzję o zmniejszeniu emisji gazów szklarniowych, ale stopień redukcji miał być związany z rozwojem cywilizacyjnym. Kraje rozwinięte miały zredukować emisję w znacznie większym stopniu niż kraje rozwijające się. Planowano więc stworzenie tzw. limitów emisji dla poszczególnych krajów. Polska zobowiązywała się wtedy zredukować emisję o 6% w porównaniu do poziomu z roku 1988.

Niestety, większość krajów ONZ podpisało protokół z Kioto, ale niewiele go ratyfikowało. Aby wszedł on w życie, powinno ratyfikować go co najmniej taka liczba krajów, których emisja stanowi ponad 55% globalnej emisji gazów szklarniowych.

Przestawianie się na nowe, czystsze technologie i inne formy redukcji emisji gazów szklarniowych jest kosztowne, każdy z krajów walczy o jak najwyższe limity emisji, dlatego spotkania stron Konwencji Klimatycznej są równie związane z ekonomią i gospodarką co ochroną środowiska. Spotkania takie, na których toczą się negocjacje dotyczące limitów emisji trwają już od dłuższego czasu.

Kolejne tzw. konsultacje Stron Konwencji Klimatycznej zwane w skrócie spotkaniami „Komitetu Wysokiego Szczębla” Konwencji Klimatycznej ONZ odbyły się 29 czerwca 2000 w Warszawie. Przewodniczył im prof. Jan Szyszko – Prezy-



dent V Ramowej Konferencji Stron Konwencji Klimatycznej, Pełnomocnik Rządu RP do Spraw Konwencji Klimatycznej.

Celem tego jak i całego cyklu spotkań (poprzednie odbyło się dwa tygodnie wcześniej w Nowym Yorku) było wypracowanie takich uzgodnień, które doprowadzą do ratyfikowania przez kraje ONZ protokołu z Kioto do końca 2002.

W warszawskich konsultacjach wzięło udział ok. 40 ministrów z tak czasem egzotycznych miejsc jak Kostaryka i Senegal. Obrady rozpoczął premier RP, prof. Jerzy Buzek. W Imieniu rządu RP zapewnił, że Polska zamierza szybko ratyfikować protokół z Kioto i wypełniać wynikające z niego zobowiązania. Warto tu przypomnieć, że w porównaniu do 1988 r. Polska zredukowała emisję gazów szklarniowych o blisko 30%.

Należy mieć nadzieję, że negocjacje i kolejna VI Konferencja Stron Konwencji Klimatycznej doprowadzą do ujednoczenia stanowisk i przyspieszy ratyfikację Protokołu z Kioto.

Tomasz M a z g a j s k i

#### SYMPOZJUM NAUKOWO-DYDAKTYCZNE „SPOŁECZNE ZNACZENIE WIEDZY PRZYRODNICZEJ” (UMCS, Lublin 11-13 luty 2000)

Symposium na temat „Społecznego znaczenia wiedzy przyrodniczej” zostało zorganizowane na Wydziale Chemii w Pracowni Dydaktyki Chemii w Uniwersytecie Marii Curie Skłodowskiej z inicjatywy Komisji ds. Edukacji Przyrodniczej utworzonej przez Towarzystwa Naukowe: Biochemiczne, Chemiczne, Fizyczne, Geograficzne i Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika oraz Międzynarodowej Organizacji ds. Kształcenia Przyrodniczego i Technicznego (IOSTE). Organizacja i tematyka Symposium stanowiły nawiązanie do spotkań dydaktyków przedmiotów przyrodniczych, które odbyły się dwukrotnie w latach osiemdziesiątych w Lublinie.

Symposium miało prowadzić do osiągnięcia następujących celów:

- przedstawienie aktualnych problemów dotyczących edukacji przyrodniczej w Polsce, wymiana doświadczeń w zakresie praktycznych aspektów kształcenia przyrodniczego,
- wymiana informacji o możliwościach współpracy międzynarodowej,
- ustalenie głównych kierunków działań w zakresie poprawy edukacji przyrodniczej
- ukazanie możliwości uzyskania pomocy ze strony organizacji i instytucji pozaoświatowych.

Program Symposium obejmował sesje plenarne (łącznie 5) oraz sesje sekcyjne (łącznie VI).

W dniu 11 lutego 2000 otwarcia symposium dokonał prof. dr hab. Marian Harasimiuk, Rektor UMCS.

W czasie sesji plenarnych przedstawiono 15 referatów, których tematyka obejmowała najważniejsze społeczne zadania edukacji przyrodniczej, kierunki działań zmierzających do jej modernizacji w zreformowanym systemie szkolnym oraz podwyższenia poziomu i rangi kształcenia przyrodniczego i wiedzy przyrodniczej.

Przeanalizowana m.in. została „Rola szkół wyższych w działaniach na rzecz edukacji przyrodniczej (B. Gawdzik, M. Budzyński, N. Grankowski) oraz „Znaczenie i perspektywy współpracy w zakresie działań na rzecz edukacji przyrodniczej” (R.M. Janiuk).

Przedstawiono zamierzenia i działania Towarzystw Naukowych mające wspomagać edukację przyrodniczą.

J. Korsarski omówił „Rolę korelacji pomiędzy przedmiotami przyrodniczymi w procesie ich nauczania i zadania Polskiego Towarzystwa Chemicznego w reformie edukacji szkolnej”. Natomiast Z. Gołąb — Meyer poinformowała uczestników Symposium o „Działaniach Sekcji Nauczyciel-

skiej Polskiego Towarzystwa Fizycznego na rzecz jakości nauczania w zreformowanej szkole”.

A. Burewicz scharakteryzował „Udział centralnego Ośrodka Metodycznego Studiów Nauczycielskich w dokształcaniu nauczycieli dla potrzeb bloku przyroda”.

Ważne informacje o „Strategii i zamierzeniach Ministerstwa Edukacji Narodowej w zakresie edukacji przyrodniczej” przekazała w swym wystąpieniu E. Arciszewska.

Wiele uwagi poświęcono także kształceniu i doskonaleniu nauczycieli przedmiotów przyrodniczych, teoretycznym podstawom nauczania przyrody i przedmiotów przyrodniczych (w tym nauczaniu geografii, nauczaniu fizyki) — roli wydawnictw i stowarzyszeń nauczycieli; (SNPPIt, PSNPP) we wspomaganiu i modernizacji kształcenia przyrodniczego oraz znaczeniu standardów wymagań edukacyjnych.

W toku sesji sekcyjnych przedstawiono ok. 40 krótkich komunikatów na temat: kształcenia i doskonalenia nauczycieli przedmiotów przyrodniczych, integracji edukacji przyrodniczej, innowacji dydaktycznych w nauczaniu przyrody, stosowania środków dydaktycznych i organizacji przyrodniczych zajęć terenowych.

Dużym zainteresowaniem uczestników Symposium cieszyły się prezentacje podręczników szkolnych i innych środków dydaktycznych.

Końcowa sesja plenarna poświęcona była „Międzynarodowej współpracy w zakresie nauczania przedmiotów przyrodniczych” (R.M. Janiuk) oraz „Potrzebie realizacji założeń „Białej Karty Edukacji Przyrodniczej” (W. Stawiński). Zalecenia „Białej Karty Edukacji Przyrodniczej” postanowiono przyjąć za podstawę dalszych działań na rzecz rozwoju dydaktyk przedmiotów przyrodniczych i w ogóle edukacji przyrodniczej na wszystkich poziomach kształcenia. Wyłoniona Komisja Wnioskowa ma za zadanie wytyczenie konkretnych kierunków prac w tym zakresie w oparciu o wnioski zgłoszone w czasie trwania Sesji.

Należy w tym miejscu zaznaczyć troskę przedstawicieli Towarzystw Naukowych o dalszy rozwój dydaktyk przedmiotów przyrodniczych jako nauk odgrywających wybitną rolę w modernizacji i podnoszeniu rangi edukacji przyrodniczej i rozwoju kultury przyrodniczej w polskim społeczeństwie.

Zwracali na to uwagę m.in.: prof. dr hab. Jerzy Konarski – prezes Polskiego Towarzystwa Chemicznego, prof. dr hab. Andrzej Burewicz — przewodniczący Rady Naukowej Centralnego Ośrodka Metodycznego Studiów Nauczycielskich przy Akademii Pedagogicznej w Krakowie, kierownik Zakładu Dydaktyki Chemii w UAM w Poznaniu, prof. dr hab. Wiesław Stawiński – przewodniczący Sekcji Dydaktyki Biologii przy Polskim Towarzystwie Przyrodników im. Kopernika, kierownik Zakładu Dydaktyki Biologii Akademii Pedagogicznej w Krakowie oraz prof. dr hab. Borowiecki dziekan Wydziału Chemii UMCS. Równocześnie podkreślano konieczność przewyższania barier – głównie natury psychologicznej – utrudniających otwieranie przewodów habilitacyjnych z dydaktyk przedmiotów przyrodniczych. Zwracano uwagę na potrzebę i możliwość dokooptowania w tym celu do rad wydziałów samodzielnych pracowników reprezentujących tę dziedzinę wiedzy z innych uczelni.

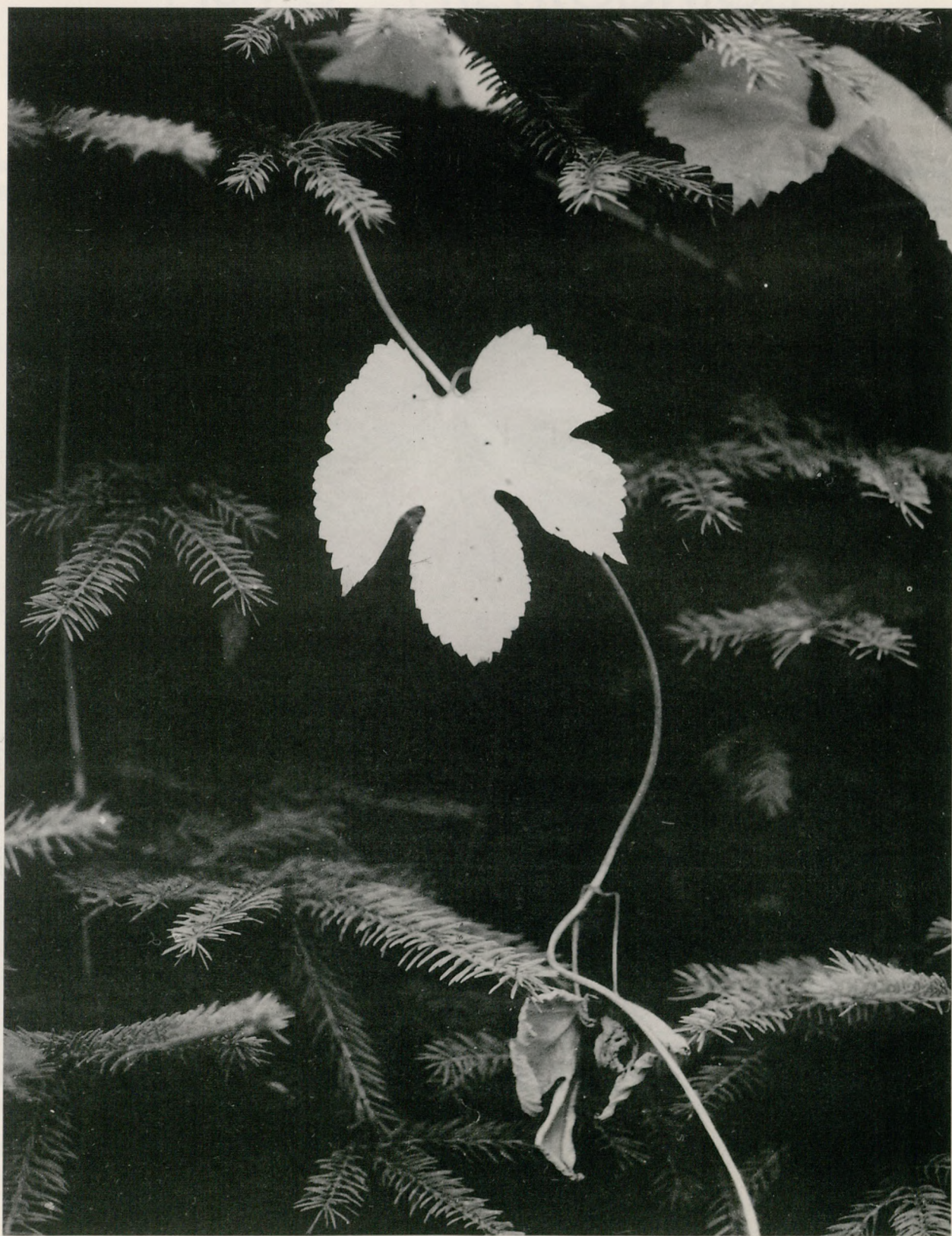
- Miłym akcentem Symposium była w dniu 12 lutego impreza z okazji 25-lecia istnienia Pracowni Dydaktyki Chemii na Wydziale Chemii UMCS.

- Wysoko przy tej okazji oceniono dorobek naukowy pracowników Pracowni i szczególne zasługi na tym polu położone przez jej kierowników śp. dr L. Nędzyńskiego założyciela Pracowni oraz dr R. M. Janiuka wieloletniego kierownika Pracowni.

- Zarząd PTP im. Kopernika reprezentował na Symposium prof. dr hab. W. Stawiński

Prof. dr hab. Wiesław S t a w i ń s k i





CHMIEL *Humulus lupulus* na świerku. Fot. Waldemar Frąckiewicz





PLAT ROŚLINNOŚCI SUKCESYJNEJ w szczelinie skalnej granitowej wysepki w Zatoce Fińskiej. Fot. W. Czechowski