WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 120 Nr 10–12 Październik–Listopad–Grudzień 2019

Stres – wpływ na zachowanie i mózg

Mikrobiom człowieka

Kolory – czy istnieją naprawdę?

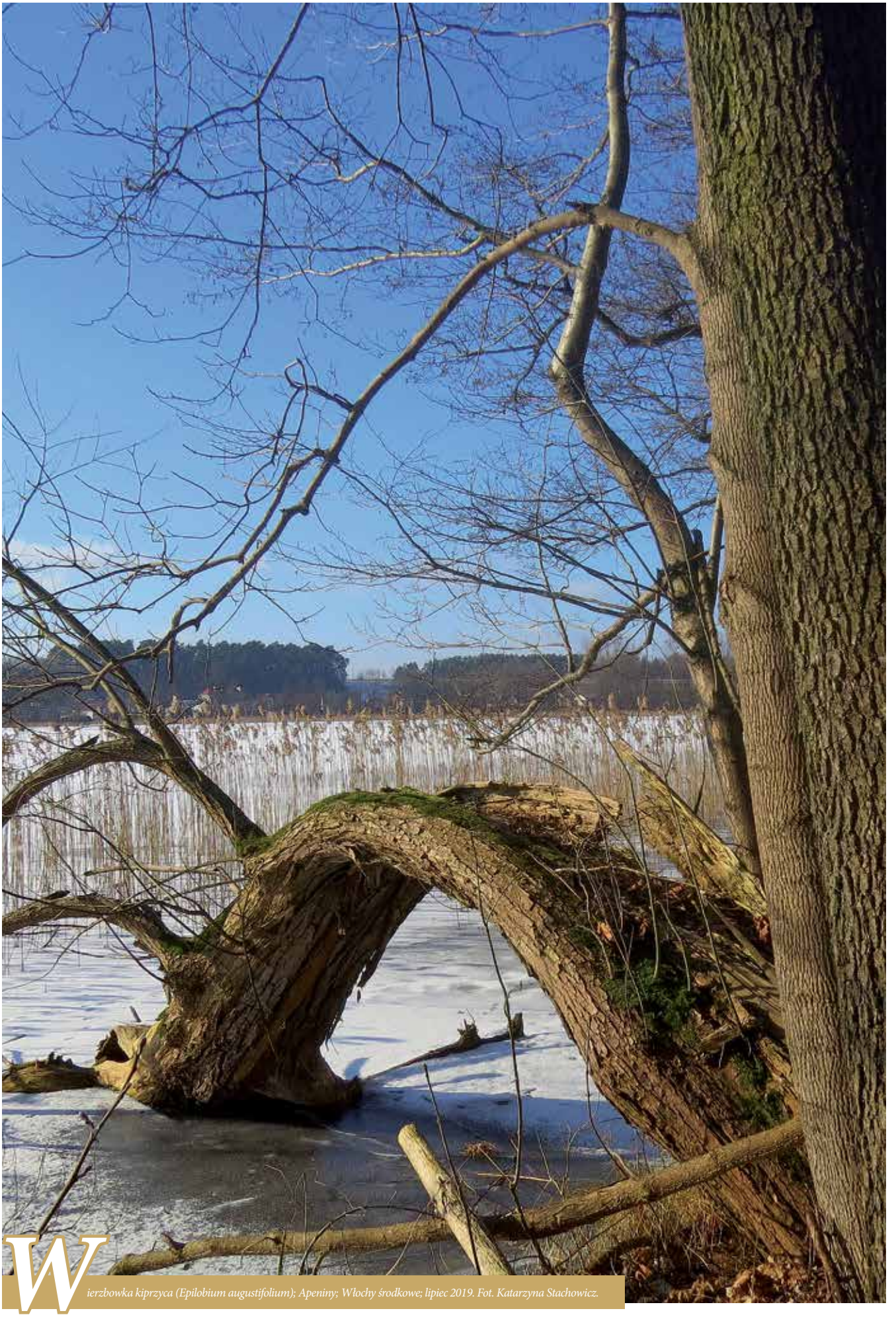
Złoty dąb – symbol Cypru

Pułapki pniowe

Ptasie mądrale – krukowate

Jura Krakowska – piękno przyrody

ISSN 0043-9592



Wierzbowka kiprzyca (Epilobium augustifolium); Apeniny; Włochy środkowe; lipiec 2019. Fot. Katarzyna Stachowicz.

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)
Wszechświat jest pismem punktowanym w Index Copernicus International.

Treść zeszytu 10–12 (2670–2672)

ARTYKUŁY

Michał Wilczkowski, Nie stresuj się! – czyli o różnych aspektach stresu i badań nad stresem 223
Katarzyna Stachowicz, Wpływ mikrobiomu człowieka na umysł 231
Jerzy Kuczyński, Kolory czyli „fizyczna egzystencja" 238
Krystyna Boratyńska, Anna Katarzyna Jasińska, Symbol narodowy Cypru – złoty dąb *Quercus alnifolia* Poech 244
Mieczysław Kosibowicz, Pułapki na owady instalowane na pniach drzew 251

DROBIAZGI

Kawka zwyczajna (*Corvus monedula*) o białym upierzeniu jako przykład aberracji barwnej u ptaków na terenie Polski (Karolina Kulig) 257
Ptasie mądrale (Maria Olszowska) 259
Kasztamy, kasztany... (Maria Olszowska) 264

WSZECHŚWIAT SPRZED WIEKU

Wiedza o biologicznych podstawach odporności sto lat temu.
Biologiczne podstawy nauki o odporności, (oprac. Maria Śmiałowska) 267

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

Jarosław Roman, Dzika Jura Krakowska. Wspomnienia z wyprawy przyrodniczej w 2007 r. 273

NEKROLOG

Prof. dr hab. Jerzy Andrzej Chmurzyński (11.03.1929–1.07.2019): entomolog, etolog, filozof, człowiek renesansu, (Ewa J. Godzińska) 282

RECENZJE

Renate Hudak, Harald Harazim, Schnell einfach, blüht! Pflegeleichte Blumenbeete für jeden Garten, (Szybko, łatwo, kwitnie! Łatwe do uprawy rabaty kwiatowe w każdym ogrodzie), (Eugeniusz Kośmicki) 286
Stephan Ettmar: Toad-headed Turtles of the Genus Mesoclemmys: Distribution, Natural History, Husbandry, (Piotr Sura) 288
.

Okładka:

Na szlaku na Luboń Wielki. Fot. Mikołaj Graff.

DO CZYTELNIKÓW

Informujemy, że istnieje możliwość zakupienia bieżących i archiwalnych numerów ***Wszechświata*** bezpośrednio w Redakcji lub poprzez dokonanie wpłaty przelewem na nasze konto, z zaznaczeniem, jakich numerów dotyczyła wpłata.
Cena zeszytu z bieżącego roku oraz zeszytów z dwóch ubiegłych lat wynosi 12 zł.
Ceny numerów archiwalnych z wcześniejszych lat od 1 zł do 5 zł.
Redakcja nie dysponuje zeszytem nr 7–9, tom 104, zawierającym płytkę CD z głosami ptaków.

Proponujemy również dokonanie prenumeraty Pisma Przyrodniczego ***Wszechświat***, poprzez wpłatę 48 zł rocznie. W sprawach prenumeraty i zakupu wybranych numerów prosimy o kontakt z P. Aleksandrem Koralem, e-mail: biuro@ptpk.org, tel. 661 482 408.

Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika
Redakcja Pisma Przyrodniczego ***Wszechświat***
31-118 Kraków, ul. Podwale 1
Bank Zachodni WBK, XXII Oddział Kraków
nr konta 81 1500 1142 1220 6033 9745 0000

Sponsorami ***Wszechświata*** są:

- Akademia Górniczo-Hutnicza
- Polska Akademia Umiejętności
- Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Rada Redakcyjna
Przewodniczący: Irena Nalepa
Z-ca Przewodniczącej: Ryszard Tadeusiewicz
Sekretarz Rady: Stanisław Knutelski
Członkowie: Wincenty Kilarski, Michał Kozakiewicz, Elżbieta Pyza, Marek Sanak, January Weiner, Bronisław W. Wołoszyn

Komitet redakcyjny
Redaktor Naczelny: Maria Śmiałowska
Z-ca Redaktora Naczelnego: Barbara Płytycz
Sekretarz Redakcji: Alicja Firlejczyk
Członek Redakcji: Barbara Morawska-Nowak

Adres Redakcji
Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*
31-118 Kraków, ul. Podwale 1 m. 2, tel. 661 482 408
e-mail: wszechswiat.smialo@onet.pl,
www.wszechswiat.ptpk.org

Wydawca
Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, Kraków, ul. Podwale 1 m.2

Projekt i skład
Artur Brożonowicz, frontart@frontart.eu

Druk
Drukarnia Printgraph, tel. 14 663 07 50, www.printgraph.pl

Nakład 500 egz.

WSZECHŚWIAT

PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA
WYDAWANE PRZY WSPÓŁUDZIALE: AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ,
MINISTERSTWA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO, POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

TOM 120 ROK 137 | PAŹDZIERNIK – LISTOPAD – GRUDZIEŃ | ZESZYT 10–12 2670–2672

NIE STRESUJ SIĘ! – CZYLI O RÓŻNYCH ASPEKTACH STRESU I BADAŃ NAD STRESEM

Michał Wilczkowski (Kraków)

Streszczenie

Stres to pojęcie, które, mimo że znane prawie każdemu, często wiąże się z licznymi niedomówieniami. Patrząc na stres z perspektywy organizmu można zdefiniować go jako alarmowy stan ciała, który jest odpowiedzią na pewnego rodzaju zmianę w środowisku i pojawia się, by tej zmianie sprostać. Związane jest to z szeregiem procesów fizjologicznych, w których kluczowe znaczenie mają układ nerwowy, w tym między innymi mózg oraz hormony, powszechnie określane jako stresowe. Większość informacji na temat wpływu stresu na mózg i zachowanie udało się uzyskać dzięki badaniom z wykorzystaniem modeli zwierzęcych. Jak pokazują owe badania, szczególnie niebezpieczny jest długotrwały stres, bowiem może on być przyczyną patologicznych adaptacji, które zachodzą w strukturach mózgowych zaangażowanych na przykład w pewne formy pamięci, upośledzając tym samym ich działanie.

Abstract

Do not stress yourself! – Different aspects of stress and stress studies.

Despite the popularity of this concept, there is still a lot of ambiguity around the concept of stress. If looking at stress from the perspective of an organism, it can be defined as an emergency state of the body in response to some kind of the environmental change. This emergency state is associated with a great number of physiological processes in which brain as well as stress hormones, like glucocorticoids, are crucially involved. The most of the information about the influence of stress on the brain and behavior are acquired from studies with animal models. According to them, chronic stress is particularly dangerous as it might lead to structural changes in different regions of the brain and eventual disturbance of cognitive functions.

O stresie i stresorach słów kilka...

Stres jest sformułowaniem powszechnie używanym w codziennej dyskusji. Mimo to, jego rozumienie pozostaje wieloznaczne, tym bardziej, że pojęcie stresu często odnosi się do różnego rodzaju doświadczeń – nie tylko tych traumatycznych, ale również tych w pewnych warunkach korzystnych. Zgodnie z obecnie funkcjonującą definicją, wprowadzoną przez pioniera badań nad stresem, Hansa Selyego, stres można określić jako niespecyficzny, alarmowy stan organizmu, który jest efektem pojawienia się realnego

bądź postrzeganego niebezpieczeństwa [9]. Stresory – bodźce uruchamiające wspomniany powyżej stan alarmowy (stresowy), mogą stanowić zagrożenie dla dobrostanu jednostki i powodować zaburzenie allostazy – procesu aktywnie utrzymującego homeostazę, czyli różnego rodzaju fizjologiczne wskaźniki na stałym, optymalnym poziomie. Za pośrednictwem procesu allostazy, możliwa jest adaptacja systemów fizjologicznych do zmieniających się warunków środowiska. Jednak trwała i potencjalnie stresogenna zmiana w otoczeniu skutkuje akumulacją efektów zaburzonej allostazy, co prowadzi do rozwinięcia się tzw. obciążenia allostatycznego. Owo allostatyczne obciążenie to termin określający szereg niekorzystnych zmian, jakie zachodzą w organizmie [15].

Ze względu na rodzaj bodźców stresowych, a także czas ich oddziaływania, można wyróżnić stresory fizyczne oraz psychologiczne [33]. W przypadku patologicznego stresu, skutkującego zakłóconym funkcjonowaniem fizjologicznych układów organizmu, szczególnie istotne wydają się być bodźce psychologiczne, np. określone sytuacje społeczne. Często bowiem wywołują one długotrwałą reakcję stresową, która w toku wielu milionów lat ewolucji przystosowana została do innego typu niebezpieczeństw – takich, w przypadku których fizyczne pobudzenie organizmu pozwalało zażegnać problem. Negatywny wpływ stresorów psychologicznych szczególnie podkreśla fakt, że nawet wyobrażenia (np. o sytuacjach społecznych) są w stanie wzbudzić alarmowy stan organizmu.

Nie każde zdarzenie niesie za sobą negatywne konsekwencje. Zawarcie małżeństwa czy awans w pracy sprzyjają zdrowiu, mimo tego, że mogą powodować fizjologiczną reakcję organizmu odpowiadającą reakcji stresowej i tak jak bodźce wywołujące patologiczny stres, mogą wymagać pewnych biologicznych adaptacji. Stan organizmu, który jest odpowiedzią na sytuacje mające pozytywny wpływ na funkcjonowanie czlowieka, został określony przez H.Selyego jako eustres. Według niego eustres ma właściwości motywacyjne, sprzyja konstruktywnemu rozwiązywaniu problemów oraz przejawia się obecnością pozytywnych stanów psychicznych. Przeciwieństwem eustresu jest dystres, czyli wspomniany na samym początku alarmowy stan organizmu, który jest odpowiedzią na stresory fizyczne bądź psychologiczne i któremu towarzyszy negatywny afekt połączony z wysokim poziomem napięcia [23].

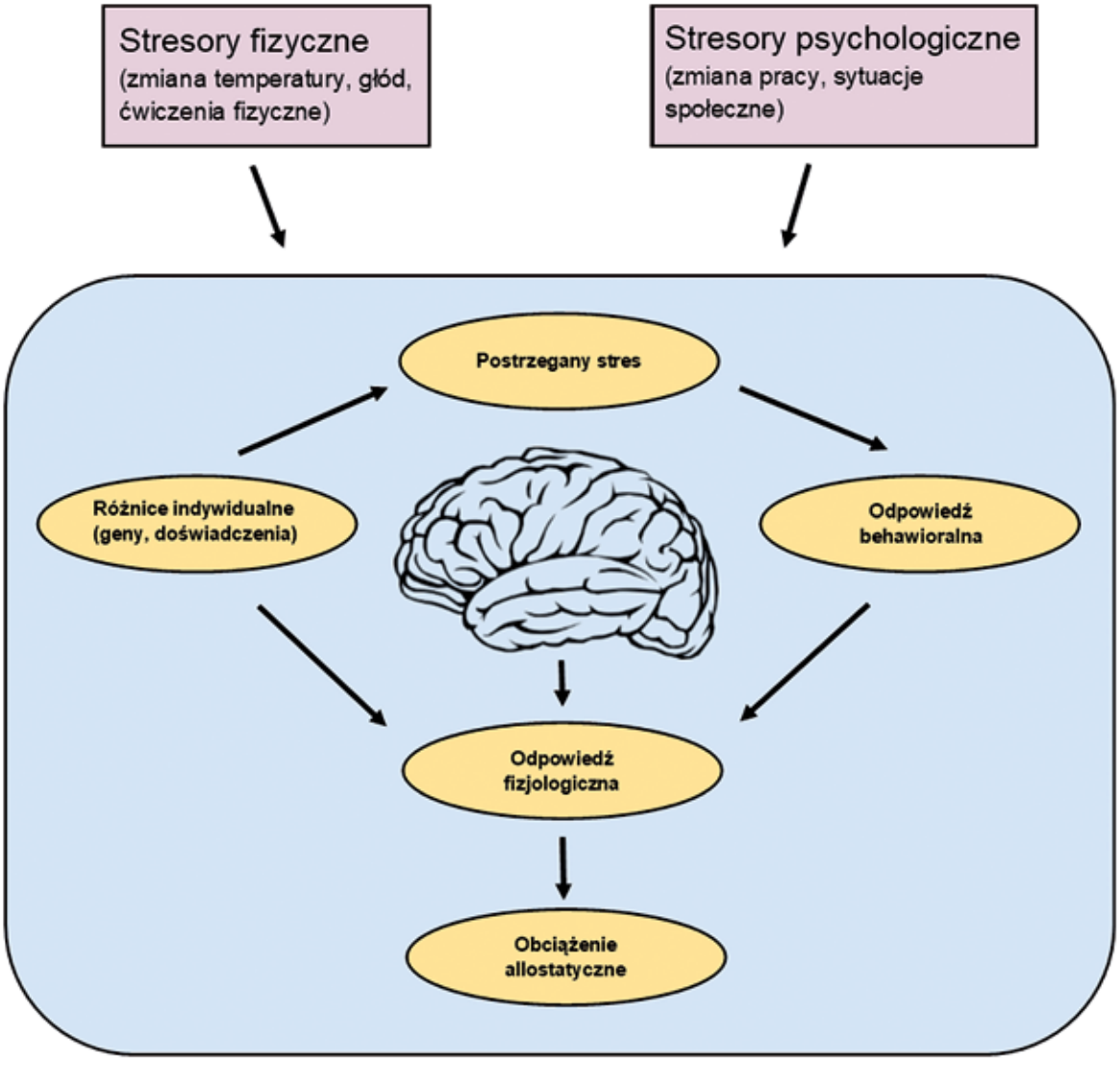
To, czy potencjalnie stresowe zdarzenie wywoła stan alarmowy organizmu, zależy od wewnętrznych i zewnętrznych czynników indywidualnych. Poziom inteligencji, temperament, a także wsparcie społeczne i zdrowie somatyczne wpływają na to, czy określone zdarzenie uznane zostanie za pozytywne, neutralne czy może negatywne. Kluczową rolę w tym wszystkim odgrywa mózg, będący organem, który interpretuje różnego rodzaju doświadczenia, tym samym determinując fizjologiczną oraz behawioralną odpowiedź na daną sytuację. Strukturalne oraz funkcjonalne zmiany w mózgu spowodowane działaniem bodźców stresowych mogą, ze względu na wiodącą rolę tego organu we wszystkich aspektach życia, okazać się szczególnie niebezpieczne [15]. Czynniki zaangażowane w pojawienie się stanu alarmowego w skróconej formie pokazane są na Ryc. 1.

Mechanizmy wzbudzania i działania stresu

W odpowiedzi na pojawienie się bodźca stresowego aktywacji ulegają dwa główne systemy, są to autonomiczny układ nerwowy (AUN) oraz oś podwzgórze-przysadka-nadnercza (HPA). AUN jest składową obwodowego układu nerwowego i dzieli się na część współczulną oraz przywspółczulną. Stresor w pierwszej kolejności powoduje aktywację części współczulnej, co skutkuje wydzieleniem adrenaliny do obwodowego krążenia krwi i następującym po tym szeregiem nagłych zmian zachodzących w organizmie. Za sprawą działania adrenaliny, która przyłączą się do receptorów zlokalizowanych w rożnych organach, dochodzi m.in. do zwiększenia ukrwienia kończyn, zwiększenia ciśnienia tętniczego, przyśpieszenia akcji serca czy obniżenia aktywności układu pokarmowego. Zmiany te są efektem m.in. mobilizacji rezerw energetycznych organizmu i mają na celu maksymalizację szans jednostki na poradzenie sobie z zagrożeniem. Tego typu odpowiedź organizmu na stresor, za sprawą amerykańskiego fizjologa – Waltera Cannona, który jako pierwszy przedstawił jej opis, określa się jako reakcję „walcz lub uciekaj". Po zakończeniu działania bodźca stresowego inicjatywę przejmuje część przywspółczulna, która za pośrednictwem neuroprzekaźnika (acetylocholiny) przywracawcześniej zakłócony stan fizjologicznej równowagi organizmu [12].

Wraz z pobudzeniem AUN aktywacji ulega oś HPA. Schemat aktywacji obu systemów przedstawia Ryc. 2. Podwzgórze i przysadka są strukturami mózgowymi, które w przypadku skoordynowanego działania pobudzają nadnercza do wydzielania glikokortykoidów (GK). GK to hormony steroidowe, spośród których najważniejszy jest kortyzol/kortykosteron (u ludzi oraz zwierząt, m.in. ssaków, płazów oraz gadów). Pojawienie się bodźca stresowego skutkuje aktywacją komórek nerwowych znajdujących się

w jądrze przykomorowym podwzgórza i wydzieleniem kortykoliberyny (CRH). CRH z kolei pobudza komórki kortykotropowe, znajdujące się w przednim płacie przysadki, do syntezy i wydzielania hormonu adrenokortykotropowego (ACTH) [29]. ACTH oddziałując na receptory znajdujące się na rdzeniu nadnerczy stymuluje produkcję i uwalnianie GK do krążenia obwodowego. GK przechodzą przez barierę krew-mózg (przepuszczalna tylko dla określonych związków bariera pomiędzy ścianą naczyń krwionośnych a tkanką nerwową) i wnikają do komórek, gdzie znajdują się ich receptory [10]. Połączenie GK z receptorem skutkuje translokacją (przeniesieniem) kompleksu (ligand-receptor) do jądra, gdzie reguluje on transkrypcję określonych genów. Ze względu na oddziaływanie kompleksu z genami, efekt wywoływany przez zwiększony poziom GK może pojawić się nawet po kilku godzinach i wpływać na fizjologię organizmu przez długi czas [26].

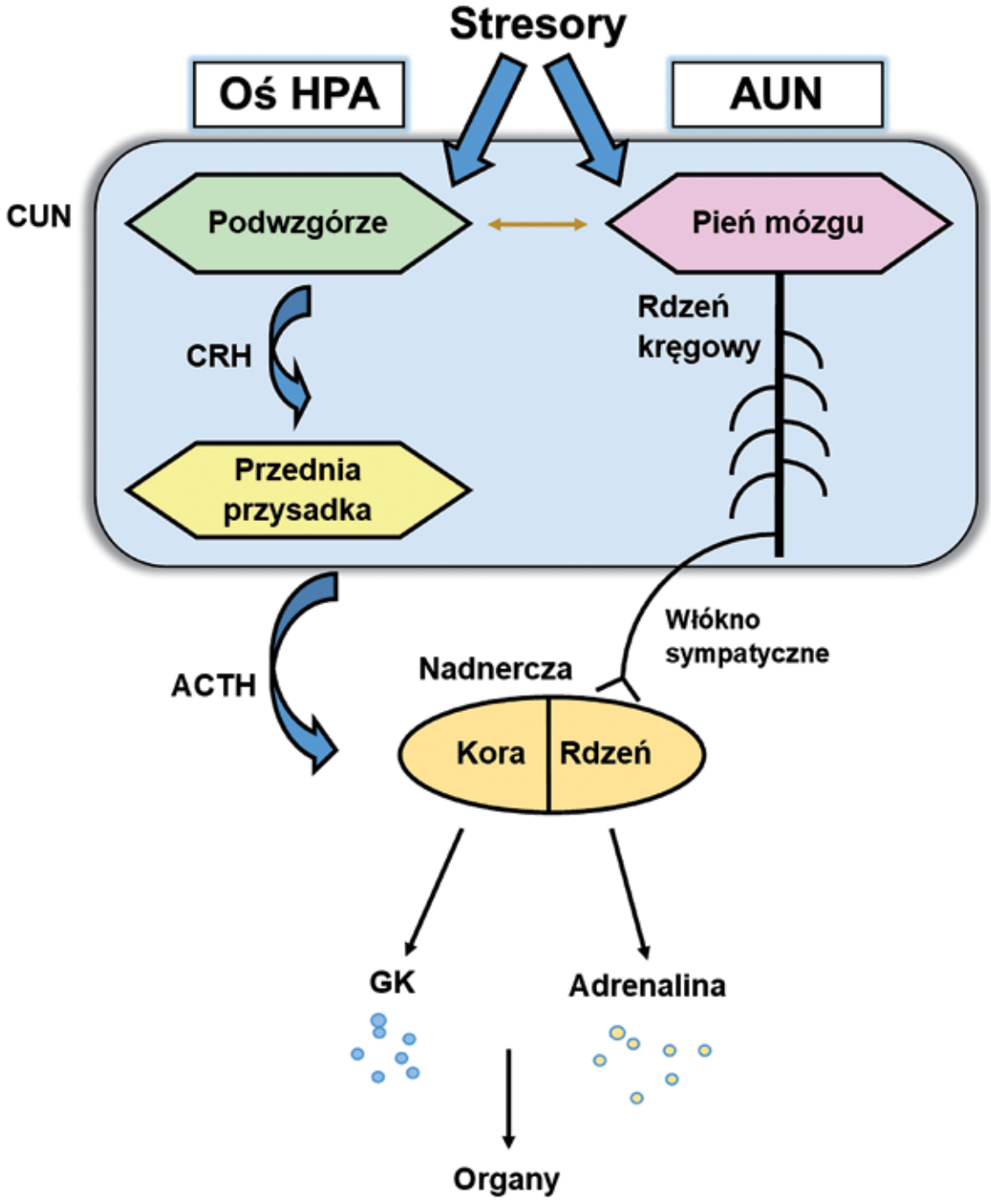


Ryc. 1. Centralna rola mózgu w procesie allostazy oraz w behawioralnej i fizjologicznej odpowiedzi na działanie bodźców stresowych. To jak odebrane zostanie dane zdarzenie – potencjalny stresor (fizyczny bądź psychologiczny), zależy od różnic indywidualnych. Jeżeli określone zdarzenie będzie spostrzegane jako stresor, pojawi się odpowiedź fizjologiczna oraz odpowiedź behawioralna, która dodatkowo może modulować odpowiedź fizjologiczną. Odpowiedź fizjologiczna jest również bezpośrednio modulowana przez różnice indywidualne. Wg. McEwen, B.S, 2007 [17], zmodyfikowane.

Efekty, jakie wywołują GK, zależą od receptora, do którego się przyłączają. Istnieją dwa receptory dla GK, są to: receptor mineralokortykoidowy (MR) oraz receptor glikokortykoidowy (GR). W mózgu GK mają zdecydowanie większe powinowactwo do MR niż do GR (ligand chętniej wiąże się z receptorem, do którego ma większe powinowactwo). Z tego względu, w przypadku podstawowego poziomu GK w organizmie, zajęte w zdecydowanej większości są MR. Gdy dochodzi jednak do zwiększenia się poziomu tych hormonów ponad poziom podstawowy, np. na skutek długotrwałego działania stresora, aktywacji ulegają GR. Zgodnie z wynikami badań, to

właśnie one pośredniczą w reakcji alarmowej wywołanej działaniem bodźca stresującego [10].

Działanie AUN i osi HPA jest modulowane przez struktury układu limbicznego, takie jak np. ciało migdałowate czy hipokamp. Neurony ciała migdałowatego, które produkują CRH, są pośrednio zaangażowane w aktywację osi HPA wywołaną stresorem psychosocjalnym [27]. Reakcja na tego rodzaju stresor wymaga również „oceny" zdarzenia przez obszary kory przedczołowej [3]. W pojawienie się stanu alarmowego wywołanego bodźcem psychologicznym zaangażowane jest również miejsce sinawe, będące skupiskiem neuronów noradrenergicznych – komórek nerwowych produkujących i wydzielających neuroprzekaźnik – noradrenalinę, która w mózgu pełni szereg funkcji i, jak dotychczas, powiązana została m.in. z kontrolą poziomu wzbudzenia, kontrolą procesów uwagi oraz ze wzmocnieniem procesów uczenia [5]. Po tym jak zwierzę, np. szczur, zostanie wystawiony na działanie stresu psychosocjalnego, neurony



Ryc. 2. Schematyczna reprezentacja działania osi HPA oraz AUN. Szczegółowy opis znajduje się w tekście. Oś HPA – oś podwzgórze-przysadka-nadnercza, AUN – autonomiczny układ nerwowy, CRH – kortykoliberyna, ACTH – hormon adrenokortykotropowy, CUN – centralny układ nerwowy, GK – glikokortykoidy. Wg. Baritaki, S et al., 2019 [4], zmodyfikowane.

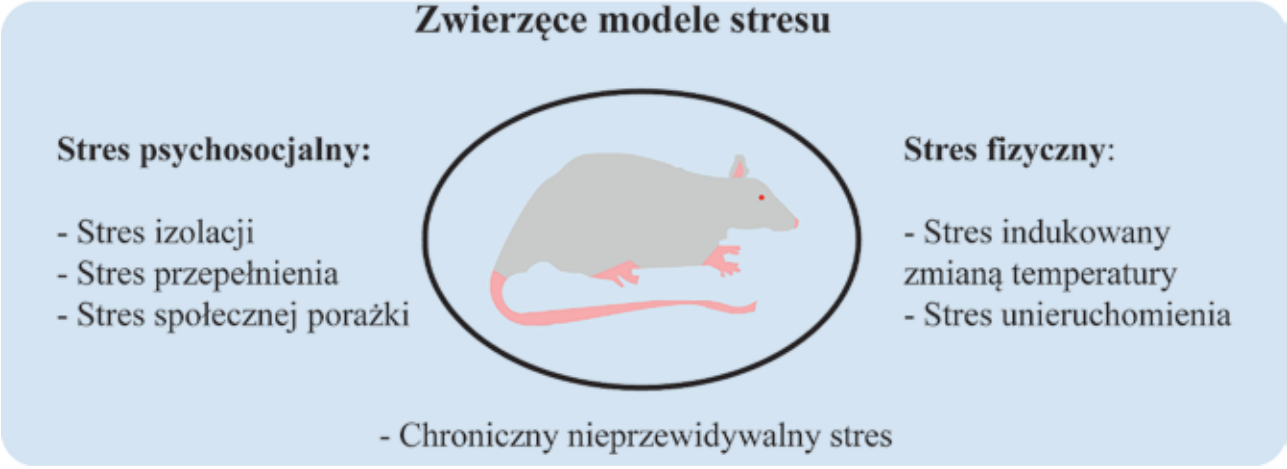
noradrenergiczne stają się wrażliwsze na działanie kortykoliberyny [22].

Jak badać stres – zwierzęce modele stresu

Wiele cennych informacji na temat wpływu stresu na mózg i zachowanie udało się uzyskać dzięki wykorzystaniu modeli zwierzęcych, w których stan alarmowy organizmu jest indukowany poprzez ekspozycję zwierzęcia na psychologiczne bądź fizyczne „wyzwania". Informacje o tym, który model naśladuje stresory psychologiczne, a który fizyczne, znajdują się na Ryc. 3.

modelu wykazały, że wczesne stresogenne doświadczenia powodują długotrwałe zmiany neuronalne i behawioralne [14].

Społeczna porażka jest dotkliwym źródłem stresu, a w przypadku gryzoni wynika ona z ich naturalnej skłonności do ustanawiania hierarchii i dominacji jednych osobników nad drugimi. W modelu społecznej porażki mysz, nazywana intruzem, jest wprowadzana do klatki innej myszy – dominującego agresora. W trakcie testu mierzona jest ilość czasu, jaką intruz spędza w tzw. pozycji społecznej porażki, która wynika z obecności agresora. O przyjęciu wspomnianej pozycji świadczy kilka kryteriów, jednym z nich



Ryc. 3. Podział zwierzęcych modeli stresu ze względu na rodzaj wykorzystywanych stresorów.

W jednym z modeli, nazywanym stresem unieruchomienia, zwierzęciu, najczęściej myszy, ogranicza się możliwość ruchu poprzez zastosowanie specjalnie do tego zaprojektowanej małej, cylindrycznej tuby z dziurami wentylacyjnymi. Procedurę tę wykorzystuje się zarówno do wywołania nagłego, ostrego stresu, jak i stresu chronicznego. W przypadku tego modelu źródłem stresu jest psychologicznie awersyjne poczucie braku możliwości ucieczki. Zwierzę poddane takiemu oddziaływaniu, wykazuje fizjologiczne, biochemiczne oraz behawioralne zmiany podobne do tych, które obserwuje się w reakcji stresowej u ludzi [24].

Inny model, określany jako stres izolacji, umożliwia badanie skutków stresogennych doświadczeń pojawiających się we wczesnym okresie życia. Drugiego dnia po urodzeniu młode, np. myszy, są pojedynczo umieszczane w klatkach, które znajdują się poza miejscem, w którym się urodziły, a dodatkowo, aby jak najwierniej odwzorować izolację, w tle puszczany jest dźwięk szumu, który zagłusza odgłosy (wokalizacje) wydawane przez inne odseparowane myszy. Po upływie jednej godziny zwierzęta wracają do swoich klatek domowych. Procedura powtarzana jest przez 8 dni. Badania z wykorzystaniem tego

jest znieruchomienie (4 łapy na podłożu, zwrócenie przodem w stronę agresora), innym przybranie pozycji obronnej (stanie wyprostowanym z uniesionymi przednimi łapami). Długotrwała porażka społeczna jest związana z upośledzeniem funkcjonowania poznawczego oraz lękiem [20], czyli behawioralnymi wskaźnikami również u ludzi powiązanymi z długotrwałym stresem.

Szeroko wykorzystywany jest model chronicznego, nieprzewidywalnego stresu. Okazał się on szczególnie przydatny w wywoływaniu długotrwałych zmian związanych ze stresem. Zwierzęta, najczęściej gryzonie, przez określony czas są poddawane działaniu szerokiej gamy stresorów, włączając w to odwrócenie cyklu światło-ciemność, nieprzyjemny hałas czy zmiany w klatce domowej (zmiana trocin). Po kilku dniach tego typu oddziaływań wykazują one zwiększoną wrażliwość osi HPA oraz zmniejszoną odpowiedź na przyjemną stymulację [32]. Ze względu na zróżnicowanie bodźców model realistycznie odzwierciedla sytuacje stresowe, z jakimi do czynienia ma człowiek.

W kolejnym modelu, znanym jako stres przepełnienia, zwierzęta tego samego szczepu, np. szczury,

umieszcza się w dużej ilości (np. kilkanaście osobników) w klatkach o określonej, stosunkowo małej objętości. W związku z niewielką powierzchnią przypadającą na jednego szczura uzyskuje się efekt przepełnienia który, jak wykazują badania, skutkuje m.in. podwyższonym poziomem kortykosteronu u gryzoni poddanych takiemu oddziaływaniu [6].

Reakcje stresową można również modelować poprzez powtarzane przez określony czas iniekcje CRH. Podanie CRH wywołuje zmiany fizjologiczne, które u ludzi pojawiają się na skutek działania bodźców stresowych. Z kolei efekty działania glikokortykoidów sprawdza się podając kortykosteron [15].

Neurobiologiczne i behawioralne skutki stresu

Mózg jest organem, którego struktura oraz aktywność może podlegać zmianom w przypadku działania różnego rodzaju bodźców stresowych. Zwiększone wydzielanie hormonów stresu na skutek krótkotrwałego bądź przedłużonego, chronicznego stresu, często koreluje ze zmianami neuronalnymi, które mogą przybierać różne formy zależnie od obszaru mózgu [3]. Większość informacji na temat neurobiologicznych skutków stresu udało się uzyskać dzięki wykorzystaniu modeli zwierzęcych, a struktury które, jak wykazano, są szczególnie dotknięte stresem to: hipokamp, ciało migdałowate oraz kora przedczołowa.

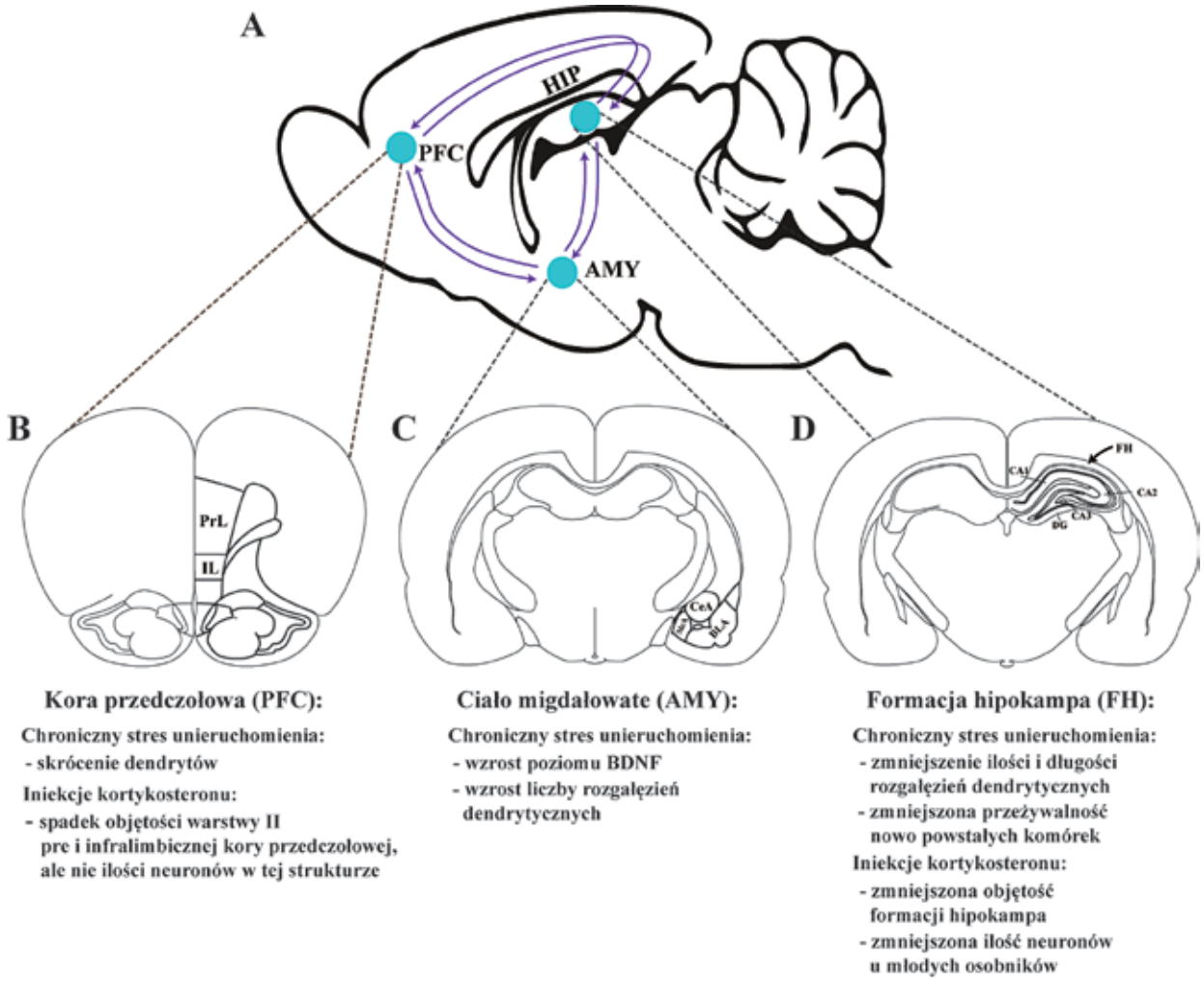
Jedną z pierwszych struktur mózgowych, która zidentyfikowana została jako miejsce działania hormonów stresu, był hipokamp, na którego neuronach znajdują się zarówno receptory MR, jak i GR [15]. Na skutek stresu w hipokampie dochodzi do szeregu zmian adaptacyjnych, których funkcja fizjologiczna nie jest do końca poznana [15]. Niektóre krótkotrwałe, a także wiele przewlekłych stresorów powoduje zahamowanie neurogenezy, czyli zahamowanie procesu powstawania nowych komórek, a ponadto też zmniejszoną przeżywalność nowopowstałych komórek w zakręcie zębatym hipokampa [11]. Co więcej, długotrwały stres unieruchomienia powoduje zmniejszenie ilości dendrytów – wypustek neuronalnych odbierających bodźce [16]. Podobne zmiany obserwuje się w przypadku przedłużonej, zewnętrznej iniekcji hormonu stresu – kortykosteronu. Skutkuje ona zmniejszoną ilością neuronów w hipokampie i zmniejszoną objetością tej struktury [28]. Zmiany te zachodzą za sprawą zjawiska określanego jako ekscytotoksyczność. Jest to patologiczny proces, który prowadzi do uszkodzenia bądź śmierci komórek, a dzieje się tak ze względu na nadmierną aktywności pobudzającego neuroprzekaźnika – glutaminianu. Opisane powyżej zmiany w hipokampie, strukturze zaangażowanej w procesy pamięciowe, mają swoje skutki behawioralne. Zarówno systematyczne podawanie kortykosteronu, jak i długotrwały stres unieruchomienia, powodują m.in. upośledzenie w wykonywaniu zadań pamięciowych zależnych od aktywności neuronów hipokampa [15].

Nagły, krótkotrwały oraz chroniczny stres powodują strukturalne i funkcjonalne zmiany również w innych niż hipokamp obszarach mózgu, takich jak m.in. ciało migdałowate oraz kora przedczołowa. Długotrwały stres unieruchomienia prowadzi do skrócenia dendrytów w przyśrodkowej korze przedczołowej [7] i ich wzrostu w ciele migdałowatym [30]. Podobne zmiany wywołuje podawanie kortykosteronu [31]. Co więcej, długotrwałe działanie tego hormonu prowadzi do spadku objętości, ale nie ilości neuronów warstwy II części pre- i infralimbicznej przyśrodkowej kory przedczołowej [8]. Wspomniany powyżej rozrost dendrytów w ciele migdałowatym, zachodzący pod wpływem chronicznego unieruchomienia, koreluje z poziomem neurotroficznego czynnika pochodzenia mózgowego – BDNF, którego zwiększona ekspresja powoduje wzrost rozgałęzień dendrytów neuronów ciała migdałowatego. Ryc. 4 przedstawia szczurzy mózg wraz z przybliżonym położeniem opisywanych struktur, a także wykazem strukturalnych zmian będących następstwem zastosowania określonego modelu stresu.

Tak jak w przypadku hipokampa, spowodowane stresem zmiany neuronalne mają swoje odzwierciedlenie w zachowaniu zwierząt i, jeżeli chodzi o przyśrodkową korę przedczołową, objawiają się one m.in. osłabionym wygaszaniem uwarunkowanego strachu. W przypadku ciała migdałowatego chroniczny stres skutkuje podwyższonym poziomem lęku oraz zwiększoną agresją pomiędzy zwierzętami znajdującymi się w tej samej klatce.

Kora przedczołowa, ciało migdałowate oraz hipokamp są wzajemnie połączone i wpływają na swoją aktywność [1], a ich wspólna rola w funkcjonowaniu poznawczym jest wysoce istotna. Pojawiające się z powodu stresu zmiany w jednej strukturze mogą więc skutkować zaburzoną pracą innej struktury, a w rezultacie upośledzeniem określonych czynności poznawczych. W związku z tym dokładne poznanie zależności. jakie zachodzą między poszczególnymi strukturami, może mieć kluczowe znaczenie w zrozumieniu wpływu stresu na funkcjonowanie umysłu. Jak dotychczas udało się wykazać, że farmakologiczna manipulacja aktywnością komórek ciała migdałowatego moduluje formy pamięci zależne od hipokampa [19]. Ponadto przetwarzanie wspomnień emocjonalnych wymaga interakcji pomiędzy ciałem migdałowatym i hipokampem [25]. Co ciekawe,

inaktywacja ciała migdałowatego blokuje wywołane stresem osłabienie pamięci przestrzennej zależnej od hipokampa [13]. Wiemy więc, że aby doszło do zaburzenia pamięci spowodowanego stresem, potrzebne jest współdziałanie ciała migdałowatego oraz hipokampa, a blokując aktywność tego pierwszego, możliwe jest powstrzymanie negatywnego wpływu sytuacji stresowych na funkcjonowanie pamięci przestrzennej [18]. Połączenie pomiędzy korą przedczołową oraz ciałem migdałowatym to kolejny przykład jak zmiany neuronalne pojawiające się w efekcie stresu w jednej strukturze mogą skutkować zaburzoną pracą innej struktury. Kora przedczołowa, mając duży wpływ na działanie neuronów ciała migdałowatego, odgrywa ważną rolę w warunkowaniu oraz w wygaszaniu już uwarunkowanego strachu [21]. Zaburzone przez stres funkcjonowanie kory przedczołowej skutkuje wzmocnionym przetwarzaniem informacji przez ciało migdałowate i przejściem z rozważnej kontroli czynności poznawczych ku impulsywnym reakcjom [2]. To oznacza, że za sprawą działania stresu wzmożona aktywność neuronów ciała migdałowatego jest w mniejszym stopniu kontrolowana przez neurony kory przedczołowej, co prowadzi do bardziej impulsywnego, mniej refleksyjnego zachowania. Biorąc pod uwagę wymienione powyżej interakcje, badanie wpływu stresu na mózg jest kluczowe. Dzięki zdobytej wiedzy możliwe będzie bowiem zapobieganie negatywnym skutkom stresu.



Ryc. 4. Przybliżona lokalizacja struktur mózgowych szczególnie istotnych w kontekście badań nad stresem oraz wykaz zmian strukturalnych będących następstwem zastosowania określonego modelu stresu. A. Przybliżona lokalizacja struktur w przekroju strzałkowym mózgu szczura. B. Lokalizacja prelimbicznej oraz infralimbicznej części przyśrodkowej kory przedczołowej w przekroju czołowym oraz wykaz zmian strukturalnych zachodzących w neuronach kory przedczołowej na skutek zastosowania określonego modelu stresu. C. Położenie centralnej, podstawno-bocznej oraz środkowej części ciała migdałowatego w przekroju czołowym wraz z wykazem strukturalnych zmian w obszarze ciała migdałowatego. D. Położenie rogu Ammona oraz zakrętu zębatego formacji hipokampa w przekroju czołowym wraz z wykazem zmian strukturalnych zachodzących w neuronach hipokampa. PFC – kora przedczołowa, AMY – ciało migdałowate, HIP – hipokamp, PrL – obszar prelimbiczny przyśrodkowej kory przedczołowej, IL – obszar infralimbiczny przyśrodkowej kory przedczołowej, CeA – centralne jądro ciała migdałowatego, BLA – podstawno-boczna część ciała migdałowatego, MeA – środkowe jądro ciała migdałowatego, CA – róg Ammona formacji hipokampa, DG – zakręt zębaty formacji hipokampa.

Bibliografia:

1. Akirav, I., & Richter-Levin, G. (1999). Biphasic modulation of hippocampal plasticity by behavioral stress and basolateral amygdala stimulation in the rat. *Journal of Neuroscience*, *19*, 10530–10535.
2. Arnsten, A. F. (2009). Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function. *Nature reviews neuroscience*, *10*, 410.
3. Barbas, H. (1995). Anatomic basis of cognitive-emotional interactions in the primate prefrontal cortex. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *19*, 499–510.
4. Baritaki, S., de Bree, E., Chatzaki, E., Pothoulakis, C. (2019). Chronic Stress, Inflammation, and Colon Cancer: A CRH System-Driven Molecular Crosstalk. *Journal of Clinical Medicine*, *8*, 1669.
5. Benarroch, E. E. (2009). The locus ceruleus norepinephrine system: functional organization and potential clinical significance. *Neurology*, *73*, 1699–1704.
6. Bernatova, I., Puzserova, A., Balis, P., Sestakova, N., Horvathova, M., Kralovicova, Z., & Zitnanova, I. (2018). Chronic stress produces persistent increases in plasma corticosterone, reductions in brain and cardiac nitric oxide production, and delayed alterations in endothelial function in young prehypertensive rats. *Frontiers in physiology*, *9*.
7. Brown, S. M., Henning, S., & Wellman, C. L. (2005). Mild, short-term stress alters dendritic morphology in rat medial prefrontal cortex. *Cerebral Cortex*, *15*, 1714–1722.
8. Cerqueira, J. J., Pêgo, J. M., Taipa, R., Bessa, J. M., Almeida, O. F., & Sousa, N. (2005). Morphological correlates of corticosteroid-induced changes in prefrontal cortex-dependent behaviors. *Journal of Neuroscience*, *25*, 7792–7800
9. Chrousos, G. P. (2009). Stress and disorders of the stress system. *Nature reviews endocrinology*, *5*, 374.
10. de Kloet, E. R. (1991). Brain corticosteroid receptor balance and homeostatic control. *Front. Neuroendocrinol.*, *12*, 95–164.
11. Gould, E., McEwen, B. S., Tanapat, P., Galea, L. A., & Fuchs, E. (1997). Neurogenesis in the dentate gyrus of the adult tree shrew is regulated by psychosocial stress and NMDA receptor activation. *Journal of Neuroscience*, *17*, 2492–2498.
12. Gunnar, M., & Quevedo, K. (2007). The neurobiology of stress and development. *Annu. Rev. Psychol.*, *58*, 145–173.
13. Kim, J. J., Koo, J. W., Lee, H. J., & Han, J. S. (2005). Amygdalar inactivation blocks stress-induced impairments in hippocampal long-term potentiation and spatial memory. *Journal of Neuroscience*, *25*, 1532–1539.
14. Kosten, T. A., & Kehoe, P. (2005). Neonatal isolation is a relevant model for studying the contributions of early life stress to vulnerability to drug abuse: response to Marmendal et al. (2004). *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*, *47*, 108–110.
15. McEwen, B. S. (1998). Protective and damaging effects of stress mediators. *New England journal of medicine*, *338*, 171–179.
16. McEwen, B. S. (1999). Stress and hippocampal plasticity. *Annual review of neuroscience*, *22*, 105–122.
17. McEwen, B. S. (2007). Physiology and neurobiology of stress and adaptation: central role of the brain. *Physiological reviews*, *87*, 873–904.
18. McEwen, B. S., Nasca, C., & Gray, J. D. (2016). Stress effects on neuronal structure: hippocampus, amygdala, and prefrontal cortex. *Neuropsychopharmacology*, *41*, 3–25.
19. McGaugh, J. L. (2000). Memory--a century of consolidation. *Science*, *287*, 248–251.
20. Miczek, K. A., & O'Donnell, J. M. (1978). Intruder-evoked aggression in isolated and nonisolated mice: effects of psychomotor stimulants and L-dopa. *Psychopharmacology*, *57*, 47–55.
21. Milad, M. R., & Quirk, G. J. (2002). Neurons in medial prefrontal cortex signal memory for fear extinction. *Nature*, *420*, 70–74.
22. Morilak, D. A., Barrera, G., Echevarria, D. J., Garcia, A. S., Hernandez, A., Ma, S., & Petre, C. O. (2005). Role of brain norepinephrine in the behavioral response to stress. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, *29*, 1214–1224.
23. Ogińska-Bulik, N. (2009). Czy doświadczanie stresu może służyć zdrowiu? In *Polskie Forum Psychologiczne* 1, 33–45.
24. Padovan, C. M., & Guimaraes, F. S. (2000). Restraint-induced hypoactivity in an elevated plus-maze. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *33*, 79–83.

25. Phillips, R. G., & LeDoux, J. E. (1992). Differential contribution of amygdala and hippocampus to cued and contextual fear conditioning. *Behavioral neuroscience*, *106*, 274.
26. Sapolsky, R. M., Romero, L. M., & Munck, A. U. (2000). How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrine reviews*, *21*, 55–89.
27. Shekhar, A., Truitt, W., Rainnie, D., & Sajdyk, T. (2005). Role of stress, corticotrophin releasing factor (CRF) and amygdala plasticity in chronic anxiety. *Stress*, *8*, 209–219.
28. Sousa, N., Madeira, M. D., & Paula-Barbosa, M. M. (1998). Effects of corticosterone treatment and rehabilitation on the hippocampal formation of neonatal and adult rats. An unbiased stereological study. *Brain research*, *794*, 199–210.
29. Stratakis, C. A., & Chrousos, G. P. (1995). Neuroendocrinology and pathophysiology of the stress system. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *771*, 1–18.
30. Vyas, A., Mitra, R., Rao, B. S., & Chattarji, S. (2002). Chronic stress induces contrasting patterns of dendritic remodeling in hippocampal and amygdaloid neurons. *Journal of Neuroscience*, *22*, 6810–6818.
31. Wellman, C. L. (2001). Dendritic reorganization in pyramidal neurons in medial prefrontal cortex after chronic corticosterone administration. *Journal of neurobiology*, *49*, 245–253.
32. Willner, P., Wilkes, M., & Orwin, A. (1990). Attributional style and perceived stress in endogenous and reactive depression. *Journal of affective disorders*, *18*, 281–287.
33. Yang, L., Zhao, Y., Wang, Y., Liu, L., Zhang, X., Li, B., & Cui, R. (2015). The effects of psychological stress on depression. *Current neuropharmacology*, *13*, 494–504.

Mgr Michał Wilczkowski, doktorant w zakładzie Biochemii Mózgu Instytutu Farmakologii Polskiej Akademii Nauk im. Jerzego Maja w Krakowie. E-mail: wilczkow@if-pan.krakow.pl

WPŁYW MIKROBIOMU CZŁOWIEKA NA UMYSŁ

Katarzyna Stachowicz (Kraków)

Streszczenie

Z mikrobiomem mamy kontakt na co dzień, nawet nie zdając sobie z tego sprawy. Mikrobiom są to geny wszystkich drobnoustrojów zasiedlających dany obszar, np. organizm człowieka – geny te nazwano wspólną nazwą „zbiorowy genom". Drobnoustroje zasiedlające organizm ludzki występują zarówno na skórze, jak i w naszych jelitach, płucach czy drogach moczowo-płciowych. Nie wszystkie drobnoustroje zasiedlające nasz organizm są chorobotwórcze, wręcz przeciwnie, w naszych jelitach znajduje się około dwa kilogramy drobnoustrojów pomagających nam prawidłowo funkcjonować, wchłaniać witaminy czy trawić pokarmy. Ale czy zdajemy sobie sprawę, iż rodzaj zasiedlającego nas mikrobiomu wywiera wpływ na naszą psychikę? Naukowcy na świecie badają funkcjonowanie osi mikrobiota-jelita-mózg. Już samo istnienie takiej osi sugeruje, że mikroorganizmy te mogą mieć wpływ na nasz umysł; stąd ośrodki naukowe na świecie badają wpływ mikrobiomu na rozwój depresji czy lęku. Okazuje się również, że skład mikrobiomu może wpływać na rozwój chorób neurodegeneracyjnych - takich jak choroba Alzheimera.

Abstract

Human mind under microbiom control

We have contact with the microbiome every day without even realizing it. The microbiome are the genes of all microorganisms inhabiting, for example, the human body – these genes have been called the collective name "collective genome". Microorganisms inhabiting the human body occur both on the skin and in our intestines, lungs and female reproductive tract. Not all microbes that inhabit our body are pathogenic, on the contrary, there are about two kilograms of microorganisms in our intestines that help us function properly, absorb vitamins or digest food. But are we aware that the type of microbiome that inhabits us affects our mind? Scientists around the world are studying the functioning of the microbiota-intestine-brain axis. The very

existence of such an axis suggests that microorganisms can affect our psyche, hence the research centers in the world are studying the effect of the microbiome on the development of depression or anxiety. However, it turns out that the composition of the microbiome can affect the development of neurodegenerative diseases such as Alzheimer's disease.

Termin „mikrobiom" został zaproponowany niedawno, bo w latach 50. dwudziestego wieku przez Joshua Lederberga. Otrzymał on nagrodę Nobla za badania nad rekombinacją bakterii. Zgłębiając świat bakterii zaobserwował, iż zasiedlające nas mikroorganizmy stanowią ogromną pulę genową, która wraz z komórkami naszego organizmu wpływa na stan naszego zdrowia [1, 7] i zaproponował dla określenia jej termin mikrobiota. Jednak już Louis Pasteur w 1885 roku postawił hipotezę, iż mikroorganizmy są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania zasiedlanego przez nie organizmu [2]. Kolejne nazwiska warte zapamiętania to polski naukowiec Józef Polikarp Brudziński oraz rosyjski, Ilja Miecznikow, laureat nagrody Nobla. Badali oni wpływ mikroorganizmów jogurtowych oraz mlecznych na stan jelit i zdrowia [1, 2, 7, 8]. Aktualnie wiemy już, iż wszystkie mikroorganizmy zasiedlające nasz organizm, a więc te pożyteczne, jak i patogeny, wpływają na metabolizm naszego organizmu, a w konsekwencji na stan naszego zdrowia. Jednak ze względu na fakt, iż termin „mikrobiom" jest dość młodym terminem naukowym, nie zadomowił się on jeszcze w naszej świadomości. Na trudności z zadomowieniem się terminu „mikrobiom" dodatkowo wpływa fakt, iż przez wieki wyobrażaliśmy sobie drobnoustroje jako coś, z czym należy walczyć. Drobnoustroje często utożsamiamy z niewidzialnym wrogiem czyhającym na nasze zdrowie. Wyobrażenie to przypieczętowały liczne pandemie dziesiątkujące ludzkość przez wieki, przez co nie zdawaliśmy sobie sprawy z istnienia „dobrego" mikrobiomu. Zgodnie z definicją „mikrobiom" są to geny wszystkich drobnoustrojów zasiedlających nasz organizm; należą do nich zarówno komensale, mikroorganizmy symbiotyczne, jak i te chorobotwórcze. Tabela 1 – prezentuje najważniejsze definicje, niezbędne do śledzenia toku myślowego autorki. Mikrobiom to nie tylko bakterie, ale także wirusy, grzyby czy archeony (*archea*). Te ostatnie są to organizmy jednokomórkowe, nazwane tak ze względu na podejrzenie, iż mogą być starsze od bakterii i stanowić linię wyjściową do bakterii – co okazało się jednak

Tabela 1. Zbiór definicji: mikroflora, mikrobiom, probiotyk, prebiotyk, psychobiotyk. Tabela opracowanie własne na podstawie [1; 7]. Wykorzystano darmową grafikę: http//pixaby.com/pl

Mikrobiota – są to wszystkie mikroorganizmy zamieszkujące dane środowisko np. ludzki organizm. Drobnoustroje ludzkiego organizmu dzielą się na trzy główne grupy, to jest - bakterie, eukariota oraz archea. Mikrobiota jest pojęciem szerszym od tradycyjnie znanej nam mikroflory bakteryjnej i zawiera zarówno mikroorganizmy przyjazne dla człowieka jak i te chorobotwórcze, zalicza się tu bakterie, wirusy oraz grzyby.
Mikrobiom – „jest to zbiór genów wszystkich drobnoustrojów bytujących w ludzkim organizmie." Należą do niego zatem geny drobnoustrojów komensalnych, symbiotycznych, ale również tych chorobotwórczych. Przy okazji pojęcia mikrobiom należy znać pojęcia takie jak: „*metagom* – jest to całe genomowe DNA drobnoustrojów, *metatranskryptom* – całe mitochondrialne RNA drobnoustrojów, *metaproteom* – białka drobnoustrojów, *metabolom* – są to produkty metabolizmu drobnoustrojów. „
Probiotyki – „ są to żywe drobnoustroje, które podawane w odpowiednich ilościach, wywierają korzystny efekt zdrowotny u gospodarza"
Prebiotyki – „są to substancje dodawane do pożywienia, mające na celu wspomaganie rozwoju prawidłowej flory jelitowej. Prebiotykiem może być np. błonnik pokarmowy lub suplementy diety."
Psychobiotyki – „są to odpowiednio skomponowane probiotyki, które poprzez wpływ na oś jelita-mózg mają korzystny wpływ na psychikę osób cierpiących na schorzenia psychiczne takie jak np. depresja."

Tabela 2A. Mikrobiom skóry oraz jamy ustnej z zaznaczeniem roli na zasiedlanych powierzchniach; przykłady patologii. Tabela opracowanie własne na podstawie [1; 7].

Siedlisko	Mikrobiom	Przedstawiciele	Rola	Wybrane patologie
Skóra	Bakterie	- *Staphylococcus aureus* - *Staphylococcus epidermidis* - *Propionibacterium spp.* - *Corynebacterium* - *Brevibacterium* - *Micrococcus*	Mikrobiom skóry utrzymuje pH skóry, stanowi naturalną warstwę ochronną.	*Staphylococcus aureus* stanowi składnik mikrobiomu skóry głównie jamy nosowo-gardłowej, około 50% populacji jest jego nosicielem, odpowiada jednak za zakażenia wewnątrzszpitalne
	Archea	- *Methanosarcina* - *Methanobrevibacter* - *Eurybacteria* - *Thaumarcheota*		
	Bakteriofagi	- *Myoviridae* - *Siphoviridae*		
	Wirusy	- *Papillomaviridae (HPV)* - *Polyomaviridae* - *Circoviridae*		*HPV* – wirus brodawczaka ludzkiego, powoduje pojawianie się brodawek; przy osłabieniu odporności może powodować nowotworzenie - może prowadzić do powstania raka szyjki macicy
	Grzyby	- *Malassezia spp.* - *Candida spp.*		*Candida spp.* naturalny składnik ludzkiego mikrobiomu, jednak przy spadku odporności jest przyczyną powstawania grzybic
Jama ustna	Bakterie	- *Streptococcus salivarius, S. mitis, S. oralis* - *Prevotella melanogenica* - *Veilonella spp.* - *Haemophilus* - *Rothia* - *Porphyromonas* - *Fusobacterium* - *Scardovia* - *Parascardovia* - *Alloscardovia*	Mikrobiom jamy ustnej uczestniczy w metabolizmie pożywienia, tworzy biofilm nad- oraz pod-dziąsłowy; uczestniczy w rozkładaniu składników odżywczych i produkcji energii	
	Archea	- *Methanobrevibacter oralis, M. smithii*		
	Bakteriofagi i fagi	- *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* - *Escherichia coli fag T3* - *Propionibacterium acnes fag PA6* - *Streptococcus mitis fag SMI* - *Escherichia coli fag lambda* - *Acimomyces fag Av-1* - *Enterococcus faecalis*		*Enterococcus faecalis* – tzw. bakteria brudnych rąk. W warunkach obniżenia odporności lub w trakcie antybiotykoterapii może wywoływać zakażenia; częsta przyczyna zakażeń wewnątrz-szpitalnych oraz zakażeń w gabinetach dentystycznych, lub zakażeń na basenach
	Grzyby	- *Candida spp.* - *Saccharomyces spp.* - *Penicillium spp.* - *Scopularis spp.* - *Geotrichum spp.* - *Aspergillus spp.* - *Cryptococcus spp.* - *Fusarium spp.* - *Alternaria spp.*		*Candida spp.* – przy antybiotykoterapii możliwe „kandydozy" (grzybice)
	Wirusy	- *TTV (torque teno virus)* - *Circovirusy* - *Herpeswirusy (HSV Herpes simplex virus)* - *EBV (Ebstein-Barr virus)*		*HSV* – stany zapalne błon śluzowych, rzadko zapalenia spojówki, rogówki, opryszczkowe zapalenie mózgu

nieprawdą, gdyż są to linie równoległe. Mikrobiom człowieka, a więc geny mikroorganizmów zasiedlających jego ciało, jest bardzo zróżnicowany, a co ważne posiada preferencję miejsca. Odmienne drobnoustroje zasiedlają naszą skórę, drogi oddechowe czy jelita (patrz Tabela 2A i 2B). To, jakie drobnoustroje zasiedlają nasz organizm oraz jaką pełnią w nim funkcję stanowi przedmiot bardzo intensywnych badań prowadzonych na świecie. Badania nad mikrobiomem człowieka przeżyły swój rozkwit w 2007 roku oraz w kolejnych latach, gdy Krajowa Organizacja Zdrowia na terenie USA (NIH – National Institute of

Tabela 2B. Mikrobiom przewodu pokarmowego, dróg oddechowych oraz układu moczowo-płciowego, z zaznaczeniem roli na zasiedlanych powierzchniach; przykłady patologii. Tabela opracowanie własne na podstawie [1; 7; 11].

Siedlisko	Mikrobiom	Przedstawiciele	Rola	Wybrane patologie
Przewód pokarmowy	Bakterie	- -*Firmicutes: Lactobacillus, Streptococcus, Clostridium, Veilonella* - *Proteobacteria: Escherichia* - *Actinobacteria: Bifidobacterium* - *Proteobacteria: Helicobacter pylori*	Mikrobiota jelitowa zapewnia ciągłość nablonka, homeostazę układu immunologicznego, zapewnia ochronę przed drobnoustrojami patologicznymi	Bakterie chorobotwórcze: *Salmonella spp., Staphylococcus aureus, Campylobacter jejuni, Yersinia enterocolitica, Listeria monocytogenes* – powodują ciężkie zatrucia, często niebezpieczne dla zdrowia
	Archea	- *Methanobrevibacter smithii, M. oralis*	Archeony – rodzaj *Nitrospaera* – utleniają mocznik i amoniak, dostarczając azot do organizmu	
	Bakteriofagi	- *Microviridae*		
	Wirusy	- *Caudovirales podoviridae, Siphoviridae* - *Picobirnaviridae* - *Adenoviridae* - *Anelloviridae* - *Astroviridae* - *Bocavirus* - *Enterovirus* - *Rotavirus*	Wirusy – odpowiadają za odporność jelit	
	Grzyby	- *Candida* - *Cladosporium* - *Cryptococcus* - *Saccharomyces*		Przy osłabieniu odporności lub antykobiotykoterapii - grzybice
Drogi oddechowe	Bakterie górnych dróg oddechowych	- *Actinobacteria: Propionibacterium spp., Corynebacterium spp.,* - *Firmicutes: Staphylococcus spp.* - *Haemophilus* - *Gemella* - *Rothia* - *Leptotricha*	Mikrobiom dróg oddechowych stanowi barierę ochronną przed patogenami chorobotwórczymi	Przy zapaleniu zatok stwierdza się zwiększoną obecność *Corynebacterium tuberculostrealiticum.* *Haemophilus influenzae* typu b wywołuje zakażenia układowe tzw. odległe poprzez rozsiew z dróg oddechowych do miejsc odległych jak opony mózgowe, kości czy stawy. Szczepy bez-otoczkowe wywołują miejscowe stany zapalne np. zapalenie oskrzeli.
	Bakterie dolnych dróg oddechowych	- *Bacteroides: Prevotella spp.* - *Firmicutes: Veillonalla spp.* - *Proteobacteria: Haemophilus spp.* - *Actinobacteria*		
	Bakteriofagi i fagi	- *Streptococcus* - *Staphylococcus* - *Haemophilus* - *Bacillus* - *Pseudomonas* - *Lactobacillus* - *Mycobacterium* - *Escherichia coli*		
	Wirusy	- *Mimiviridae*		
	Grzyby	- *Aspergillus* - *Candida* - *Cladosporium* - *Malasesia* - *Saccharomyces*		Przy osłabieniu odporności lub antykobiotykoterapii - grzybice
Układ moczowo-płciowy	Bakterie	*Lactobacillus spp.* (u kobiet)	Mikrobiom pochwy u zdrowych kobiet stanowi barierę ochronną przed patogenami, aktywuje odpowiedź immunologiczną, metabolizuje glikogen do kwasu mlekowego – utrzymując właściwe pH.	Patogeny chorobotwórcze: *Gardenella vaginalis, E. coli, Candida albicans* – powodują stany zapalne, zaburzają pH
	Grzyby	- *Candida* - *Saccharomyces* - *Aspergillus* - *Alternaria* - *Cladosporium*		

Health) sfinansowała projekt „Human Genome Project" oraz późniejszy „Human Microbiome Project". Dzięki powyższym projektom ustalono, iż posiadamy stały mikrobom, tzw. „rdzeń", oraz mikrobiom podlegający modyfikacjom. Mikroflora zasiedlająca nasz organizm podlega modyfikacjom w zależności od czynników takich jak: wiek, dieta, położenie geograficzne, styl życia, poziom higieny, stres, choroby, stosowane leki, cykl dobowy czy mutacje genowe [3]:

wiek – dziecko w łonie matki żyje w warunkach sterylnych; jego organizm jest zasiedlany przez mikrobiota w trakcie porodu oraz zaraz po urodzeniu – tworzy się wtedy tzw „rdzeń" mikrobiota. Bardzo ważnym czynnikiem formującym mikrobiom u dziecka jest okres karmienia piersią przez matkę. Proces formowania mikrobiomu u dziecka trwa do około drugiego roku życia, przy czym już około pierwszego roku życia w przewodzie pokarmowym zaczynają dominować bakterie beztlenowe typu *Bacteroides* czy *Bifidobakterium*. Zmiana ta ma istotny wpływ na metabolizm organizmu. Zbiega się to w czasie z pierwszymi próbami przestawiania dziecka na pokarm stały. W późniejszym okresie życia mikrobiom podlega już tylko modyfikacjom, jednakże dość poważnym [1, 3]. Okazuje się, iż starzenie się organizmu jest związane z poważnymi zmianami w składzie mikrobiomu. Przede wszystkim zmniejsza się różnorodność mikrobiomu zasiedlającego organizm. Ponadto zaobserwowano zmniejszone zasiedlenie organizmu przez bakterie *Firmicutes (*np. *Staphylococcus spp.* – gronkowce), a na to miejsce w zwiększonej ilości kolonizują organizm *Proteobacteria (np. Escherichia* – pałeczki), co wiąże się ze zmianą metabolizmu i odporności [3].

stosowane leki – oczywistym jest, że zostaną wspomniane w tym miejscu antybiotyki. Antybiotyki chronią nas przed patogenami chorobotwórczymi, ale równocześnie wiele z nich nie posiada wybiórczości, likwidują więc pożyteczne dla naszego organizmu drobnoustroje obok tych chorobotwórczych. Zdarza się, iż na skutek przedłużającej się antybiotykoterapii mikrobiom nie wraca do tzw. normy, czyli eubiozy, a więc zróżnicowania sprzed okresu terapii. Okazuje się, iż konsekwencją zaburzenia mikrobiomu jest otyłość oraz cukrzyca [2, 3]. Należy tutaj wspomnieć o bardzo ważnym ze względu na nasze zdrowie terminie – dysbioza. Dysbioza jest to zaburzenie równowagi mikrobiomu jelit, prowadzące do wielu poważnych schorzeń, takich jak zaburzenia pracy jelit, choroba Leśniowskiego-Crohna czy wrzodziejące zapalenie jelita grubego [3, 9].

dieta – dieta wysokotłuszczowa lub/i z wysoką zawartością cukru, tzw. dieta fast-food, prowadzi do dysbiozy. Ze względu na zasiedlający organizm mikrobiom populację można podzielić na 3 grupy: zasiedlane przez *Bacteroides*, *Prevotella* oraz *Ruminococcus* [1]. Czym się różnią te trzy grupy? *Bacteroides* zasiedla osobniki spożywające dietę wysokobiałkową oraz tłuszcze zwierzęce. *Prevotella* zasiedla osobniki spożywające cukry proste oraz węglowodany. Kolejno *Ruminococcus* preferuje środowisko z dietą bogatą w kwasy tłuszczowe [1]. Jak można wnioskować, sami decydujemy o tym, jaki rodzaj bakterii nas zasiedli i jaką przysługę nam wyświadczą poprzez swoje preferencje metaboliczne.

cykl dobowy –wyniki badań na zwierzętach sugerują zaskakujące spostrzeżenie, iż mikrobiota zasiedlająca jelita podlega zmianom dobowym. Nieliczne badania na osobach podróżujących, cierpiących na tzw. jet-lag, a więc zaburzenia samopoczucia powstałe na skutek zmiany strefy czasowej, oraz badania prowadzone na pracownikach zmian nocnych potwierdziły dobowe zmiany w kompozycji mikrobiota [3].

stres – wpływ stresu na mikrobiom zostanie omówiony w podrozdziale „Oś mikrobiota-jelita-mózg" niniejszego artykułu.

mutacje genowe – bardzo ciekawym przykładem są osoby z mutacją genu NOD2, które posiadają one zmienioną kompozycję mikrobiota w stosunku do osób bez mutacji. NOD2 (*nucleotide-binding oligomerization domain containing 2*) jest białkiem uczestniczącym w odpowiedzi immunologicznej jako tzw. wewnątrzkomórkowy receptor rozpoznający wzorce patogenów (PRR, *pattern recognition receptors*, *pathogen recognition receptors*), takich jak np. LPS (*lipopolisacharyde*), budujący ściany komórek bakterii gram-ujemnych (np. *Escherichia coli*) [3, 7].

Pierwszą linię obrony naszego organizmu w walce z patogenami stanowi skóra, stąd dla prawidłowego funkcjonowania organizmu mikroflora skóry jest niezwykle ważna. Obszary skóry o zwiększonej wilgotności i temperaturze, takie jak pachy czy pachwiny, zasiedlają głównie pałeczki gram-ujemne oraz *Staphylococcus aureus*. Skórę twarzy oraz skórę pleców, a więc fragmenty ciała o zwiększonej aktywności gruczołów łojowych, zasiedlają bakterie lipofilne. Tabela 2A prezentuje najważniejsze mikrobiota skóry oraz rolę jaką one pełnią. Na kolonizację naszej skóry mają wpływ zarówno wiek, jak i gospodarka hormonalna, stosowane przez nas kosmetyki oraz leki, np. antybiotyki [1]. Mikrobiom skóry stanowi pierwszą zewnętrzną linię obrony naszego organizmu przed patogenami, z kolei mikroflora przewodu pokarmowego jest najważniejszą barierą chroniącą nas od wewnątrz (Tabela 2B). Żołądek zasiedlają głównie *Proteobacteria*, których przedstawicielem jest znany wszystkim

Helicobacter pylori. W przewodzie pokarmowym bytują również archea, wirusy oraz grzyby (patrz Tabela 2B). Jelita są chronione przez bakteriofagi, a więc wirusy atakujące bakterie. Stanowią one silną linię obrony naszych jelit [1]. Mikrobiota jelit wpływa na stan układu odpornościowego, chroni organizm przed patogenami [1]. Ponadto mikrobiota w jelitach tworzy warstwę ochronną, chroni jelita przed uszkodzeniami, zapewnia ciągłość jelit poprzez udział w wytwarzaniu krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, które stanowią składnik budulcowy komórek nabłonka jelit [10]. Mikrobiota uczestniczy w wytwarzaniu witamin, głównie z grupy B i kwasu foliowego, ponadto pomaga wchłaniać sole oraz uczestniczy w rozkładaniu złożonych związków pokarmowych [4, 10]. Mikrobiota jelit jest na tyle ważna dla organizmu, iż zostanie przedstawiona osobno w kolejnym rozdziale artykułu, omawiającym sposób, w jaki mikrobiota jelit komunikuje się z naszym mózgiem.

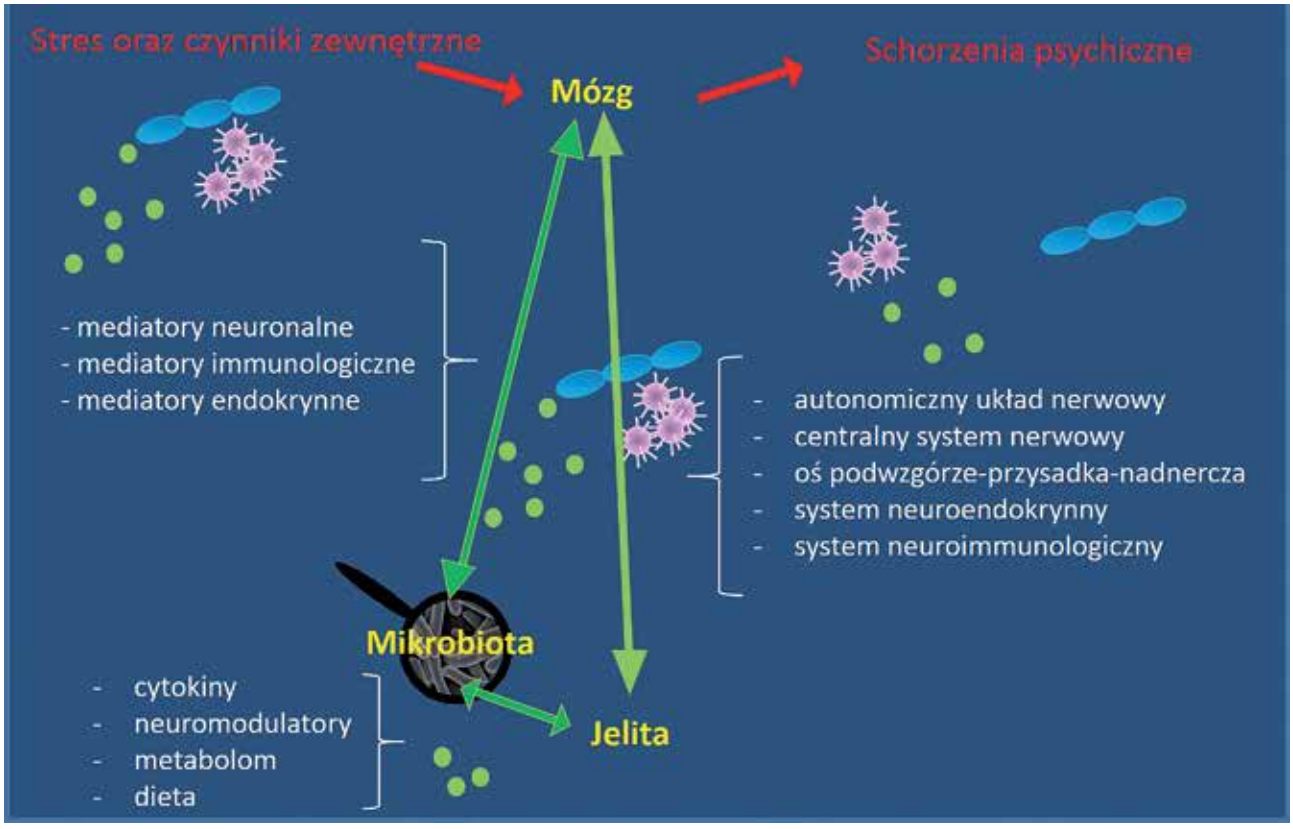
Oś mikrobiota-jelita-mózg

Osią mikrobiota-jelita-mózg, w skrócie zwaną osią jelita-mózg, określa się dwukierunkową komunikację biochemiczną pomiędzy jelitami zasiedlanymi przez określone mikrobiota a systemem nerwowym (mózgiem) [3, 7, 8, 10]. Ze wstępu niniejszego artykułu wiemy już, że w zależności od wielu zmiennych czynników różne mikrobiota zasiedlają nasz organizm. Co za tym idzie, posiadają one różne preferencje metaboliczne, produkują więc inne metabolity (tzw. metabolom – patrz Tabela 1), w konsekwencji wywierają nieco inny wpływ na nasz organizm. Jednakże „rdzeń" mikrobioty zapewnia powszechne mechanizmy komunikacji pomiędzy jelitami a mózgiem. Rycina 1 przedstawia oś mikrobiom-jelita-mózg oraz występujące pomiędzy nimi zależności. Przypuszczenia o istnieniu komunikacji pomiędzy jelitami a mózgiem zostały potwierdzone w badaniach z użyciem myszy „jałowych" (ang. *germ-free*). Okazuje się, iż pozbawienie zwierząt tego jednego czynnika. jakim jest mikrobiota, spowodowało szereg zaburzeń w ich rozwoju. Myszy „jałowe" wykazywały upośledzenie układu immunologicznego, rozregulowany system hormonalny i przyspieszony metabolizm [2]. Behawioralnie myszy te wykazują zwiększony poziom lęku, zmienioną aktywność lokomotoryczną (w zależności od szczepu myszy podniesioną lub obniżoną), zaburzenia socjalne, deficyty poznawcze oraz deficyty pamięci [2]. Ponadto w mózgu badanych myszy wykazano obniżony poziom neurotroficznego czynnika pochodzenia mózgowego (BDNF), należącego do rodziny czynników wzrostu nerwów, zmiany w poziomach podjednostek receptora NMDA oraz zwiększoną przepuszczalność bariery krew-mózg [2]. Równocześnie zaobserwowano zmiany w poziomie neuroprzekaźników: GABA, serotoniny, noradrenaliny oraz dopaminy, które uczestniczą w prawidłowym funkcjonowaniu psychiki ludzkiej, a ich zaburzenia prowadzić mogą do takich schorzeń jak między innymi depresja, schizofrenia czy lęk [3]. Zaobserwowano, iż *Bifidobacterium breve*, suplementowany myszom wraz z dietą, podnosi poziom kwasów tłuszczowych w mózgu, w tym kwasu arachidonowego uczestniczących w procesie neurogenezy [6, 7]. Wpływ mikroflory na ścieżkę przemian kwasu arachidonowego, potwierdzają badania własne autorki, z których wynika, iż zmiany poziomu cyklooksygenazy-2 (aktywnego czynnika ścieżki przemian kwasu arachidonowego) wpływają na odpowiedź mózgu myszy na stymulację lipopolisacharydem bakterii *Escherichia coli* (LPS), która jest czynnikiem silnie chorobotwórczym dla myszy. Są to tylko przykłady zaobserwowanych zmian. Chętnych do zgłębienia tematu odsyłam do imponującej publikacji z bieżącego roku autorstwa profesora Johna Cryana, współtwórcy terminu „psychobiotyki", która na niespełna 89 stronicach omawia wyniki najnowszych badań nad mikrobiotą [2]. Dodatkowo Rycina 1 obrazuje schemat omawianych interakcji. Co ciekawe, większość zmian zaobserwowanych u myszy „jałowych" okazuje się być odwracalna, jeśli skolonizuje się je przez mikrobiota. Temat ten zostanie przedstawiony w podrozdziale: „Probiotyki, prebiotyki oraz psychobiotyki." U pacjentów z chorobą Alzheimera zauważono korelację pomiędzy zaburzeniami metabolomu a poziomem neurodegeneracji, powstających m.in. na skutek osłabienia bariery krew-mózg oraz nasilenia stanów zapalnych [5].

Probiotyki, prebiotyki oraz psychobiotyki

Aktualnie w XXI wieku wszyscy znamy probiotyki (Tabela 1), stosujemy je w trakcie antybiotykoterapii, ponadto suplementujemy mikroflorę spożywając jogurty. Powszechnie stosowane probiotyki dostępne w aptekach zawierają bakterie produkujące kwas mlekowy (kwas 2-hydroksypropanowy), powstający w wyniku beztlenowego oddychania zwanego fermentacją mlekową. Do podstawowych bakterii probiotycznych należą *Lactobacillus, Bifidobacterium*, drożdżaki oraz *Saccharomyces bouldari* [2, 7, 8]. W badaniach na „jałowych" myszach wykazano, iż stosowanie probiotyków odwraca większość negatywnych skutków spowodowanych brakiem mikrobiomu w naszym organizmie, tak więc ubytki odporności,

dyzbiozę, ubytki pamięci [4]. Ponadto stosowanie probiotyków wyrównuje zaburzenia neurotprzekaźników obserwowane u myszy „jałowych" [4].



Ryc. 1. Oś mikrobiota-jelita-mózg. Opracowanie własne na podstawie [3; 7]. Wykorzystano darmową grafikę: http//pixaby.com/pl

Oprócz probiotyków na rynku dostępne są również prebiotyki (Tabela 1), które zapewniają komfortowe warunki do prawidłowego funkcjonowania potrzebnych nam bakterii. Stosowanie prebiotyków poprawia wchłanianie wapnia oraz odporność, a także zmniejsza ryzyko zachorowania na raka jelita grubego [7].

Psychobiotyki (Tabela 1) są odkryciem ostatnich lat. Okazuje się, iż skomponowanie mikrobiomu tak, aby dostarczał chorym konkretne składniki metabolizmu, pomaga wyrównywać niezbędne składniki, których brak nasila zaburzenia psychiczne [4, 7]. Głównym składnikiem psychobiotyków są szczepy *Lactobacillus* oraz *Bifidobacterium* [4, 7]. Uczestniczą one m.in. w produkcji neuroprzekaźnika GABA oraz serotoniny, których nieprawidłowe funkcje związane są ze stanami depresyjnymi, oraz wyrównują poziom kortyzolu wydzielanego w sytuacjach stresogennych [4, 7].

Podsumowanie

Podsumowując, stan wiedzy na temat mikrobioty rośnie w lawinowym tempie. Większość badań skupia się na bakteriach oraz ich wpływie na organizm ludzki czy zwierzęcy. Pojawiają się również badania na wirusach czy grzybach; jest ich jednak nieporównywalnie mniej, stąd artykuł został zdominowany informacjami na temat bakterii. Pozytywne skutki stosowania probiotyków zostały wykazane, jednak należy pamiętać, iż nie możemy ich stosować w niekontrolowany sposób oraz stosować nieznanych szczepów bakterii. Z badań naukowych wynika, iż probiotyki można, a nawet należy stosować w przebiegu biegunek, w trakcie antybiotykoterapii oraz jako psychobiotyki (tylko na zlecenie lekarza). Jednakże wiedząc, że żyjemy coraz dłużej, a nasz metabolizm oraz odporność spadają z wiekiem, ciekawe wydawałoby się badanie wpływu suplementowania probiotyków na poprawę zdrowia osób starszych, a szczególnie hospitalizowanych pacjentów, narażonych na stres przebywania w szpitalu, na zmiany temperatury oraz na przebieg samej choroby. Czynniki te zmieniają metabolizm mikrobiomu, a w konsekwencji nasz.

Podziękowania

Zacytowane wyniki stanowią fragment badań własnych, wykonanych w ramach grantu przyznanego autorce przez Narodowe Centrum Nauki: UMO-2014/13/D/NZ7/00292.

Bibliografia

1. Malinowska M., Tokarz-Deptuła B., Deptuła W., (2017). Mikrobiom człowieka. 56, 33–42.
2. Cryan JF., O'Riordan KJ., Cowan CSM., Sandhu KV., Bastiaanssen TFS., i wsp., (2019). The Microbiota--Gut-Brain Axis. Physiol Rev. 99, 1877–2013.
3. Sirisinha S., (2016). The potential impact of gut microbiota on your health: Current status and future challenges. APJAI 34, 249–264.
4. Kunicki-Goldfinger W., Frejlak S., (1977). Podstawy mikrobiologii I immunologii. Warszawa 1977, PWN.
5. Li B., He Y., Ma J., Huang P., Du J., Cao L., Wang Y., Xiao Q., Tang H., Chen S., (2019). Mild cognitive impairment has similar alterations as Alzheimer's disease in gut microbiota. Theoretical Article. Alzheimer and Dementia 15, 1357–1366.
6. Innis SM., (2007). Dietary (n-3) Fatty Acids and Brain Development. American Society for Nutrition. J. Nutr. 137, 855–859.

Źródła internetowe:

7. http//wikipedia.org; http//en.wikipedia.org
8. http://forumpediatrii.pl/artykul/fakty-i-mity-probiotyki-mikrobiota-a-mikrobiom. W. Cichy 17, 2017
9. http://zdrowejelita.edu.pl/dysbioza
10. http://lifescience.pl/blog/mikrobiota-i-jej-wpływ-na-organizm-człowieka
11. http://www.mp.pl/pacjent/choroby-zakazne

Katarzyna Stachowicz. Zakład Neurobiologii, Instytut Farmakologii imienia Jerzego Maja Polskiej Akademii Nauk, Kraków. E-mail: stachow@if-pan.krakow.pl, ORCID 0000-0003-4330-7128

KOLORY CZYLI „FIZYCZNA EGZYSTENCJA"

Jerzy Kuczyński (Katowice)

Streszczenie

Na prostym przykładzie mieszania barw pokazuje się, że w jego wyniku można uzyskać barwy nieistniejące w rzeczywistości fizycznej. Stąd sugeruje się pewną ostrożność w interpretacji pomiarów.

Abstract

Consideration of a simple case of mixing of colours shows that one can obtain i this case colours not existing in physics. Therefore, some caution is recommended.

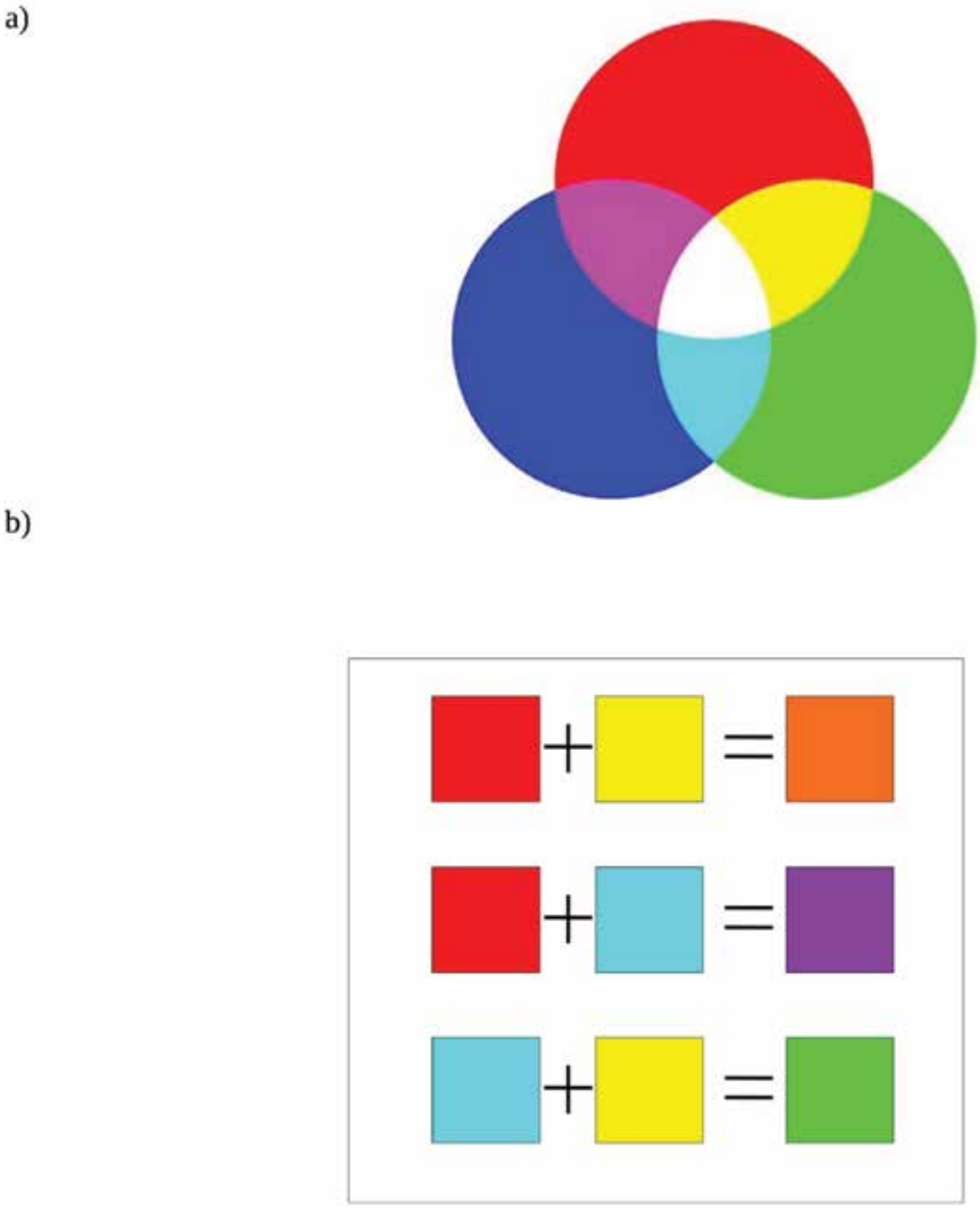
Doświadczalne podejście do rzeczywistości

Pewne rzeczy wydają się oczywiste i nie zdają się podlegać dyskusji. W szczególności wydaje się, że dla każdego jest jasne, co oznacza istnienie w sensie fizycznym. Decydującym argumentem wydaje się doświadczenie. Istnieje to, co można zmierzyć, zważyć, zarejestrować. Jeszcze ogólniej, jeżeli można z „tym" coś zrobić, to to coś istnieje. A jednak to nieprawda. Nie jest trudno przedstawić wiele przykładów pokazujących, że takie rozumowanie jest po prostu fałszywe. Klasycznym tego przykładem są czarownice. Oczywiście, że istnieją, bo przecież są niepodważalne historyczne dowody, że kilkadziesiąt tysięcy czarownic spalono. Dla niektórych poprzednie zdanie jest dowcipem, jednak chwila refleksji przekonuje, że ten dowcip niesie głęboką prawdę[(1)], tę mianowicie, że pomiar nie jest dowodem istnienia. Jeżeli uważamy, że mamy coś (tu akurat kogoś, ale w tym przypadku to bez znaczenia) i uważamy, że

to coś ma jakieś własności, to najczęściej własności te daje się zmierzyć. Czarownice miały mieć pewne cechy charakterystyczne, np. miały być nienaturalnie lekkie czy posiadać na ciele punkt nieczuły na ból. Dlatego te własności można było zmierzyć, np. pławiąc je czy nakłuwając je igłą i w ten sposób całkowicie eksperymentalnie „udowodnić" bycie czarownicą [5]. Już choćby nawet z powodu pojawiających się tu możliwości nadużyć, które w przeszłości wielokrotnie zdarzały się (np. wspomniane czarownice!) a współcześnie nie są wcale wykluczone, warto problem przemyśleć. Wydaje się, że można to zrobić najskuteczniej w przypadku jakiegoś neutralnego i dobrze znanego problemu – neutralnego, by nie wzbudzać zbędnych emocji, a dobrze znanego, by „nie łowić ryb w mętnej wodzie".

Fizyczne istnienie

Na wstępie trzeba jasno powiedzieć, że rozważamy problem, czy coś istnieje w sensie fizycznym, a nie w żadnym innym. Np. krasnoludki niewątpliwie istnieją w bajkach, ale nie ma to żadnego związku z fizycznym istnieniem. Tu chodzi o coś (lub kogoś), co miałoby istnieć w naszej rzeczywistości, miało określone własności i własności te można by poprawnie i bez dwuznaczności mierzyć. Pytanie, które tu stawiamy, to czy z tych pomiarów można wyciągnąć wniosek o fizycznym istnieniu. W ogólnym przypadku jest dość trudno określić, kiedy pomiar dowodzi istnienia. Dlatego warto przyjrzeć się jakiemuś przykładowi.



Ryc. 1. Dodawanie barw. a) Dodawanie barw realizowane przez nakładanie kolorow. b) Symboliczny zapis tego samego zjawiska.

Kolory

Takim bardzo prostym i – co ważne – znanym każdemu, a dobrze zbadanym od strony naukowej przykładem zjawiska rejestracji czegoś, co w rzeczywistości fizycznie nie istnieje, jest kolor. Bardzo często twierdzi się, że kolor i długość fali to to samo [7]. Odpowiada to popularnemu określeniu „wszystkie kolory tęczy". Bo tęcza to oczywiście fizyka i kolory tęczy fizycznie istnieją. Są po prostu falami elektromagnetycznymi o dobrze określonych własnościach fizycznych. Nietrudno zauważyć, że jeżeli kolory tęczy i wrażenie barwny są tożsame, to „dodawanie" kolorów powinno odpowiadać pewnym własnościom „dodawania" charakteryzujących ich wielkości fizycznych. Jednak łatwo zauważyć, że tak nie jest. Np. dodając do koloru czerwonego (fala w tęczy dość długa) kolor niebieski (fala dość krótka) dostajemy fiolet odpowiadający fali bardzo krótkiej (Ryc. 1). Mało tego, nietrudno zauważyć, że barw możliwych do zidentyfikowania okiem ludzkim jest więcej niż kolorów tęczy – odcieni purpury nie ma w tęczy, na dodatek purpury sąsiadują zarówno z falami długimi, jak i z tymi najkrótszymi (Ryc. 2). Barwy w sensie wrażenia koloru stanowią coś w rodzaju wektora. Tworząc kolorowy obraz na ekranie telewizora dodajemy do siebie trzy różne barwy

Ryc. 2. Barwy przechodzą jedna w drugą w ciągły sposob zamykając się w koło. Najkrotsze i najdłuższe fale występujące w tęczy łączą nieistniejące w niej odcienie purpury.

– telewizor kolorowy to jakby trzy telewizory wyświetlające jednocześnie trzy jednobarwne obrazy. W każdym punkcie ekranu mamy trzy kolory o różnej jasności, które w oku ludzkim dają wrażenie pożądanej barwy. Można dodać, że barwa uzyskana w wyniku mieszania kolorów jest nieodróżnialna od „tej samej" barwy uzyskanej w wyniku pomieszania innych kolorów. Jak widać z codziennego „telewizyjnego" doświadczenia, rzecz działa znakomicie – obraz nie tylko, że jest dobrej jakości, to jeszcze nie psuje się mimo nieraz gwałtownego ruchu postaci na ekranie. Wniosek jest oczywisty – mamy prawie perfekcyjną władzę nad kolorami.

Oko jako odbiornik barwy

Nietrudno też wyjaśnić, jak to działa z punktu widzenia oka. Tu jest podobnie jak w telewizorze – jednocześnie nakładają się trzy obrazy. Powiedzmy czerwony, zielony i niebieski(2). Jedyna różnica to ta, że w danym punkcie ekranu telewizyjnego mamy emisję trzech kolorów, a w oku mamy ich odbiór. Jednoczesne nałożenie się w danym punkcie oka tych kolorów tworzy odpowiednią barwę. W przypadku oka światło odbierają trzy rodzaje organów zwanych czopkami, reagujących na te trzy barwy. Aby było nieco „taniej" czopków jest stosunkowo niewiele. Ostry obraz tworzą w oku pręciki, których jest dużo, ale nie reagują na długości fal. Na ten ostry obraz czopki „nakładają" barwę. Wystarczy, że dość spore obszary obrazu zostają zabarwione, by w mózgu powstał kolorowy obraz tego, na co patrzymy. Chwila zastanowienia i zauważymy, że możemy mieć pięć rodzajów upośledzenia widzenia. I rzeczywiście – tyle medycznie jest rejestrowane. Po pierwsze możemy nie mieć któregoś rodzaju czopków. Ludzi o takim upośledzeniu nazywamy dichromatami (widzącymi dwa kolory). Są trzy takie możliwości. Protanopi nie mają czopków odpowiedzialnych za rozpoznawanie fal dłuższych, czyli czerwieni. Deuteranopi(3) nie widzą zieleni (mylą ją z czerwienią). Najrzadsze z tych schorzeń to tritanopia, czyli nie rozpoznawanie fal krótkich. I to są trzy wady. Możliwe są jeszcze dwie. Ludzi dotkniętych tą wadą nazywany achromatami. Achromaci pręcikowi widzą jak w czarno-białym telewizorze, czyli ostro, ale bez kolorów. Ich oczy pozbawione są czopków. Achromaci czopkowi to tacy, który nie mają pręcików, a tylko czopki jednego rodzaju. Ludzie ci nie tylko nie widzą barwnie, ale również, ze względu na to, że czopków jest niewiele, widzą obraz rozmyty.

Związek fizyki z fizjologią, czyli trochę matematyki

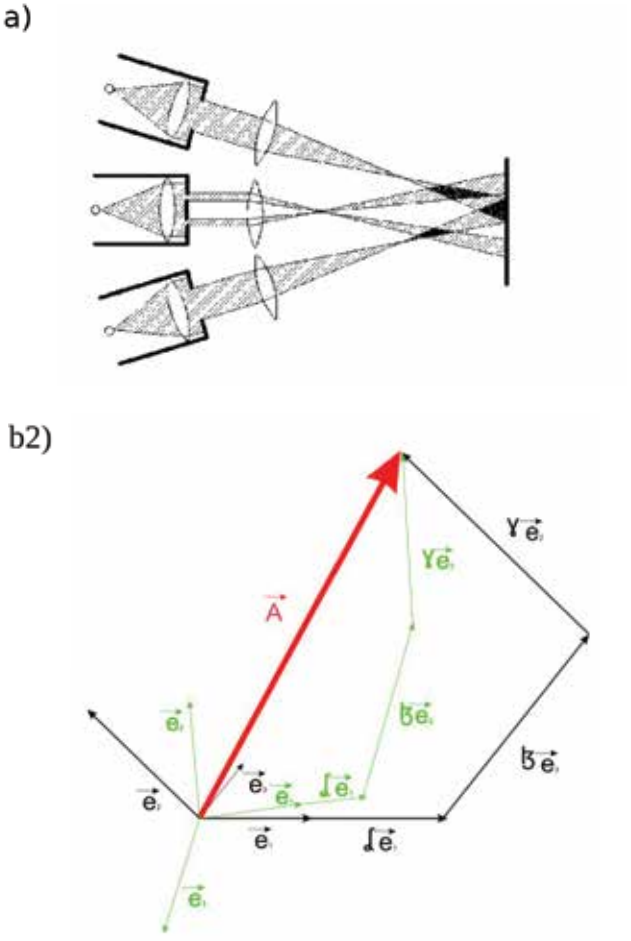
Jak widać, mamy dość jasny obraz, skąd biorą się barwy i jaki jest ich związek z tęczą. Powiedzmy sobie szczerze – niewielki. Tęcza to fizyka, a widzenie barwne to fizjologia i psychologia – oko rejestrując wielkość fizyczną (długość fali) „przerabia" ją za pomocą czopków na wielkość trójskładnikową – tyle

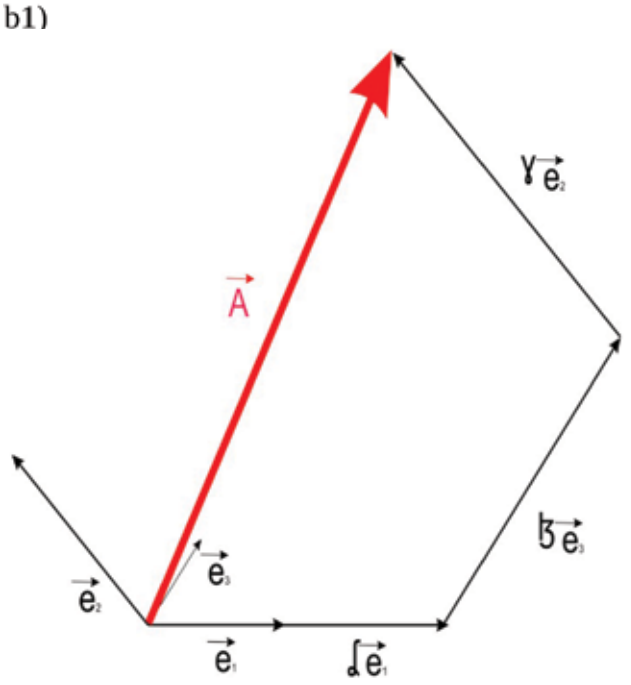
czerwieni, tyle zieleni i tyle niebieskiego[4]. Daje to dość nieoczekiwane efekty. Z jednej strony udaje się uzyskać daną barwę na wiele sposobów w wyniku mieszania różnych kolorów (Ryc. 3). Jeśli wyobrazimy sobie, że dany kolor jest pewnym stanem – punktem w trójwymiarowej przestrzeni (oczywiście ta przestrzeń istnieje tylko w sensie abstrakcji), to osiągnięcie tego punktu (stanu) jest możliwe różnymi drogami. Odpowiada to z grubsza temu, że można dany wektor uzyskać przez dodawanie kombinacji liniowej „wektorów bazowych" (rys. 2). Można by to opisać wzorem:

$A = e_1\alpha + e_2\beta + e_3\gamma$ (*)

który czytamy: barwę A uzyskujemy pobudzając czopek typu „1" ilością światła α, czopek typu „2" ilością β, a czopek typu „3" ilością γ. Oczywiście to samo można powiedzieć w formie „doświadczalnej" – aby uzyskać kolor A mieszamy w stosunkach α, β i γ, światła rodzaju „1", „2", „3". Jednak nietrudno zauważyć, że wybór „kolorów podstawowych" jest dość dowolny. Czyli daną barwę można uzyskać na wiele sposobów. Odpowiada to dowolności wyboru „wektorów bazowych" (Ryc. 3.) – w geometrii można jako wektory bazowe wybrać dowolne nierównoległe wektory zaczepione w jednym punkcie (początku układu współrzędnych). To ostatnie jest oczywiste – dwa równoległe wektory (zaczepione w tym samym punkcie) można wzajemnie w siebie przekształcić w wyniku mnożenia przez jedną liczbę, czyli geometrycznie przez wydłużanie lub skracanie, a „barwnie" przez wzmacnianie lub osłabianie. Tym samym takie dwa „wektory kolorowe" z tego punktu widzenia są tym samym kolorem. Wracając do kolorów, okazuje się nawet, że czasem można „dodawać" ujemną wartość koloru – niektórych kolorów nie da się uzyskać mieszając podstawowe kolory. Możliwe jednak w wyniku mieszania dwóch kolorów uzyskanie koloru, który wynika z domieszania do żądanego koloru trzeciego koloru bazowego. Rachunkowo wygląda to tak:

$B + \gamma e_3 = e_1\alpha + e_2\beta$ (**)





Ryc. 3. a) Oświetlając ekran przez trzy „monochromatyczne" reflektory i zmieniając intensywność światła każdego z nich możemy uzyskać dowolny kolor.
b1) Mając trzy niezależne wektory (e_1, e_2,e_3), zwane wektorami bazowymi, przez wydłużanie ich, czyli mnożenie (tu przez liczby α, β, γ) oraz dodawanie zgodnie z regułą dodawania wektorow możemy uzyskać dowolny wektor. Mnożenie odpowiada zmniejszaniu i zwiększaniu jasności świecenia reflektorow z rysunku „a".
b2) To samo możemy uzyskać biorąc inny zestaw wektorow bazowych (tu odrożnionych kolorami, niebieskim i zielonym). W przypadku „a" innemu zestawowi wektorow bazowych odpowiada inny zestaw kolorow emitowanych przez reflektory. W przypadku dodawania barw liczby „mnożące" wektory bazowe α, β, γ należą do określonych przedziałow zależnych od wyboru barw, a te ostatnie można wybrać tak, by współczynniki były zawsze dodatnie. Na rysunku „b2" ze względu na czytelność niektore barwy są mnożone przez ujemne współczynniki.

czyli „stosując matematykę”

$B = e_1\alpha + e_2\beta - e_3\gamma$

Z naszego punktu widzenia znacznie istotniejsze jest, że można również uzyskać kolory, którym nie odpowiada żadna długość fali w tęczy. Te kolory to odcienie purpury (Ryc. 2). Ogólnie rzecz biorąc kolory można ustawić w kółko. Zaczynając czerwieni, poprzez żółć i zieleń do niebieskiego oraz fioletowego (czyli tak jak w tęczy), by przez purpurę… wrócić do czerwieni. I w tym momencie pojawia się problem, jakim jest zakres współczynników α, β i γ we wzorach (*) i (**). Oczywiście zależy to od przyjętych „wektorów bazowych” e_i, czyli od wyboru kolorów podstawowych. Znowu, nie wchodząc w szczegóły zakresy tych współczynników są ograniczone i można wybrać takie e_i, by wszystkie współczynniki we wzorze (*) były dodatnie, a wszystkie znane barwy dało się uzyskać wyniku mieszania trzech kolorów odpowiadającym takiemu wyborowi e_i. Wtedy oczywiście sytuacja opisana wzorem (**) nie występuje. W praktyce technicznej właśnie tak się postępuje.

Jakie jeszcze kolory mogą istnieć

Problem z dichromatami sugeruje jednak jeszcze jedną możliwość. A co by było, gdyby czopków były cztery rodzaje? Okazuje się, że taka sytuacja realizuje się w przyrodzie, choć jak na razie nie udało się opisać wrażeń barwnych takiej osoby. Po prostu u ludzi nie opisano takiego jednoznacznego, dobrze opisanego przypadku, a przynajmniej autor takiego przypadku nie zna. Wiadomo jednak, gdzie należy szukać. Otóż trzeba szukać wśród kobiet. Jak wiadomo, kobiety lepiej niż mężczyźni rozróżniają kolory, może więc wśród nich da się znaleźć przypadki tetrachromatów, czyli osób widzących „czterokolorowo”. Rzeczywiście – jest trochę takich doniesień. Spotyka się twierdzenie, że nawet kilka procent kobiet ma dodatkowy rodzaj czopka o czułości gdzieś między czerwienią a zielenią [2]. Niestety – autorowi nie udało się doczytać, jakie wrażenia barwnie miałyby tak wyposażone kobiety odczuwać. Przypomina to trochę sytuację Daltona – człowiek widzący barwy w jakiś sposób nie zauważa tego, że kto inny widzi świat inaczej i orientuje się w sytuacji dopiero w zderzeniu z reakcjami innych. A prawie każdy człowiek widzi barwy nieco inaczej. Dodatkowo da się rozróżnianie barw kształcić. Mało zainteresowany kolorami mężczyzna rozróżnia (z trudem!) kilkadziesiąt kolorów. Wykształcone oko artysty malarza podobno rozróżnia ich kilkadziesiąt tysięcy. Tym samym próba wyłuskania z tej ogromnej ilości odcieni „czterokolorowości” nie jest łatwa. Niewątpliwie tetrachromatami są niektóre zwierzęta. Ptaki i gady w większości widzą „czterokolorowo”, a niektóre owady podobno widzą tych kolorów jeszcze więcej. Dodatkowo problem jeszcze się komplikuje ze względu na to, że niektóre zwierzęta rejestrują inny niż ludzie zakres widma. Czasem węższy, ale często dużo szerszy. Jak widać problem jest dosyć skomplikowany, ciekawy i istotny. To ostatnie także dlatego, że barwność obrazu świata to nie tylko wrażenia estetyczne, ale i finansowe (kolorowe przedmioty sprzedają się lepiej!). Nie to jednak tu jest najistotniejsze.

Realność koloru

Przypomnijmy sobie, że zaczęliśmy od realności pomiaru. Oczywiście da się zmierzyć wrażenie kolorów. Czy jednak naprawdę kolory istnieją w przyrodzie? Idąc za sugestią multichromatyzmu trzeba stwierdzić, że kolory da się „produkować”. Przynajmniej da się taką produkcję wyobrazić. Powiedzmy mamy oko monochromatyczne, dokładamy drugi odbiornik światła, o innej charakterystyce, i mamy oko dichromatyczne. A dalej już idzie bez ograniczeń – dodajemy „czopki”, zmieniamy ich czułości i przesuwamy ich charakterystyki na widmie, dostając w ten sposób dowolnie multibarwne obrazy. Pojawia się problem: czy po prostu z mniejszą lub większą precyzją odczytujemy widmo, czy tworzymy coraz to inne rodzaje barw. Przypadek istnienia kolorów niewystępujących w tęczy oraz wiedza o eksperymentalnym stwierdzaniu czarownic sugeruje, że jednak barwy tworzymy, tak jak teoria własności fizycznych czarownic umożliwiała ich identyfikację. Ponieważ ten sam kolor (wrażenie uzyskane w oku) można uzyskać przez niemal dowolną ilość różnych mieszanin długości fal, czyli ten sam kolor odpowiada dużej (formalnie nieskończonej) ilości różnych mieszanin światła o rożnych długościach fal, czyli różnym wielkościom fizycznym. I w tym momencie pojawia się naprawdę poważny problem. Przecież bardzo podobna sytuacja występuje przy każdym pomiarze. Przy pomocy jakichś sensorów badamy fragment rzeczywistości. Z uzyskanych danych (tabel, wykresów) budujemy obraz rzeczywistości. Oczywiście zdajemy sobie sprawę, że to przybliżony obraz. Ale przykład z kolorami i – co bardziej dramatyczne – z czarownicami pokazuje, że do naszego obrazu mogą wkraść się zupełnie obce w stosunku do rzeczywistości (nieistniejące fizycznie, w jak to jest w przypadku odcieni purpury) elementy. Najlepiej byłoby je od tej rzeczywistości odsiać. Jednak chyba ogólnej reguły na taką działalność nie da się przedstawić. To ostatnie wskazuje, że zawsze pewna ostrożność jest tu wskazana. Na koniec

warto zauważyć, że w historii fizyki mieliśmy wiele przypadków „wprowadzenia" nieistniejących elementów do rzeczywistości. Można tu wymienić epicykle i dyferenty w Układzie Słonecznym wg Ptolemeusza [1] czy eter w teorii elektromagnetyzmu [3, 8]. Oczywiście istnieje tendencja, by uważać, że „dawniej bywały pomyłki, ale teraz ...". Oczywiście rozsądek mówi, że nasze czasy nie są niczym wyróżnione [4] i należy się spodziewać, że i dzisiaj nie jest inaczej(5). Dlatego warto zachować ostrożność.

(1) W gruncie rzeczy każdy naprawdę dobry dowcip niesie jakąś prawdę.

(2) Jak z tego widać jest pewna dowolność i w przypadku systemów telewizyjnych nie jest zbyt istotne, jakie kolory przyjmiemy za podstawowe. Tak jest w zasadzie, bo nie trudno się domyśleć, że każdy ich wybór będzie miał pewne wady i zalety. Ale to szczegół interesujący techników (i fanów telewizji), tu bez większego znaczenia.

(3) Zwani inaczej daltonistami od Johna Daltona, bodaj najsłynniejszej osoby cierpiącej na tę przypadłość. Istnieje anegdota, że Dalton kupił matce pończochy (pończochy dawniej były dość drogie i wprawdzie kupno osobistej garderoby było zawsze uważane za dość „ryzykowny" prezent, to eleganckie pończochy były wyłączone z tej reguły) i usłyszał „są w wprawdzie piękne, ale nie będę mogła ich nosić, bo mają niestosowny kolor" (były czerwone).

(4) Przedstawiona tu „teoria" (pochodząca z 1807 r. od Tomasza Younga!) została na potrzeby tego tekstu znacznie uproszczona. W rzeczywistości czopki reagują i to z różną czułością na dość szerokie zakresy fal. Dodatkowo okazuje się istotne, jakie jest „sąsiedztwo danego obszaru": dany kolor na tle obszaru jaśniejszego zmieni odcień, w skrajnym przypadku wydając się czarny. Podobnie czystą barwę można „rozcieńczyć" bielą. Precyzyjny ilościowy opis problemu barw można znaleźć w starym, ale bardzo porządnym podręczniku [3]. Techników zajmujących się barwami oczywiście nawet taki opis nie zadowoli i potrzebują znacznie precyzyjniejszej teorii widzenia.

(5) W opinii autora niezłymi kandydatami na takie „akty stworzenia" są: teoria strun (bran), ciemna materia czy model inflacyjny (to, co niektórzy nazywają przyspieszającą ekspansją Wszechświata). Oczywiście to wszystko w tej chwili to „mainstream", za który otrzymuje się nagrody Nobla czy medale Fieldsa. Autor nie chce twierdzić, że tak naprawdę to fantomy wyprodukowane przez nasze umysły. Tym niemniej ma właśnie takie, może słabo uzasadnione, odczucie.

Bibliografia

1. Hoskin M. (2007) Historia Astronomii, Wyd, Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
2. Jameson K. A. and Highote S. M. and Wasserman L. M. (2001) Psychonomic Bulletin & Review 8, 244–261.
3. Kragh. H. (2016) Wielkie spekulacje, Copernicus Center Press.
4. Rudnicki, K. (2002). Zasady kosmologiczne, wydawnictwo Wyższej Szkoły Ochrony Środowiska, Bydgoszcz.
5. Sallmann J.M.(1994) Czarownice. Wydawnictwo Dolnośląskie, Wrocław.
6. Szczeniowski S. (1983) Fizyka doświadczalna. część IV Optyka PWN Warszawa.
7. Wilczek F.(2011), Lekkość bytu. Masa eter i unifikacja sił. Prószyński i S-ka.Warszawa.
8. Wróblewski A.K. (2006), Historia fizyki. PWN Warszawa.

Jerzy Kuczyński, Wyższa Szkoła Techniczna w Katowicach. E-mail: kuczyn@interia.pl

SYMBOL NARODOWY CYPRU – ZŁOTY DĄB *QUERCUS ALNIFOLIA* POECH

Krystyna Boratyńska, Anna Katarzyna Jasińska (Kórnik)

Streszczenie

Praca dotyczy endemicznego dla Cypru dęba, *Quercus alnifolia* Poech. Opis morfologiczny gatunku oparto na obserwacjach własnych i literaturze. Badania biometryczne liści wykonano na 41 osobnikach zebranych w Agios Theodoros koło Papoutsa (region Limassol). Wyniki uzyskane pozwoliły znacząco uściślić opis morfologiczny liści. W 2006 roku parlament Cypru uznał *Q. alnifolia* za symbol narodowy wyspy, przez co jeszcze bardziej została podkreślona wyjątkowość tego dębu.

Abstract

The national symbol of the Island of Cyprus – *Quercus alnifolia* Poech

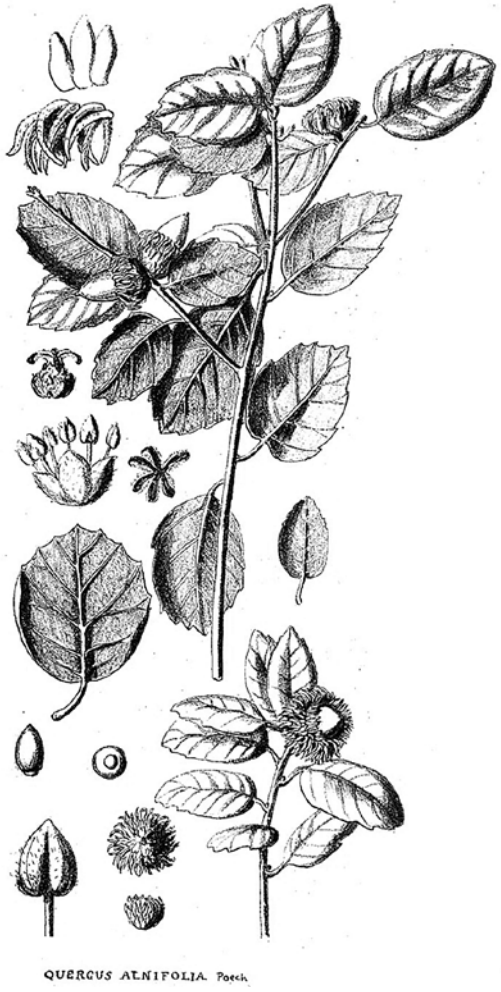
A report about one of the most important endemic species of Cyprus, *Quercus alnifolia* Poech. In 2006, the Cyprus Parliament resolved that this oak will be the island's national symbol. The description was based on own observations and leaf biometry, from population near Agios Theodoros near Papoutsa (Limassol district).

Wstęp

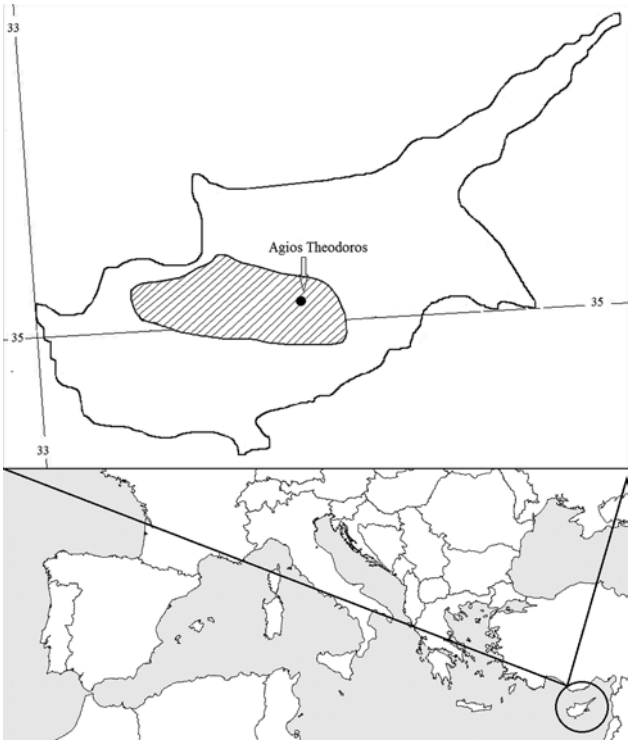
Q. alnifolia Poech (*Q. cypria* Nob.) jest gatunkiem endemicznym dla flory Cypru [7, 11]. Został on po raz pierwszy znaleziony w 1842 roku w górach Troodos w centralnej części wyspy [9, 3, 6]. Opierając się na zielnikach A. Camus [5] prawie 100 lat później wykonała rysunki przedstawiające budowę morfologiczną tego dębu (Ryc. 1).

Q. alnifolia jest krzewem lub niewysokim, wielopniowym drzewem (Ryc. 2). Najczęściej dorasta do 3–4 m wysokości, wyjątkowo osiąga 10 m. Pień osiąga 70–90 cm średnicy i jest pokryty szarą, pionowo spękaną korowiną. Pędy wyraźnie szaro owłosione, zwłaszcza za młodu, a pąki drobne, jajowate i także gęsto owłosione. Liście są zimozielone, sztywne, twarde, gładkie, ciemnozielone i błyszczące z wierzchu, a gęsto złoto owłosione od spodu (Ryc. 3). Ta charakterystyczna barwa spodniej strony liści jest źródłem wielu powszechnie używanych nazw, jak np. „złoty dąb", „dąb olcholistny", „golden oak" czy „ora kverko".

Q. alnifolia kwitnie w stanie ulistnionym. Kwiaty są, jak u wszystkich dębów, jednopienne i rozdzielnopłciowe. Kwiaty męskie zielonożółte, zebrane w luźne, zwisające, kotkowate kwiatostany o długości 5–8 cm, usytuowane pojedynczo lub po kilka na szczytach pędów (Ryc. 4). Kwiaty żeńskie kształtu buteleczkowatego, niepozorne, drobne, siedzące (lub na bardzo krótkiej szypułce), usytuowane pojedynczo



Ryc. 1. *Q. alnifolia* Poech (za A. Camus 1934).



Ryc. 2. Zasięg *Q. alnifolia* Poech na Cyprze (za K. Browicz 1982, uzupełniony).

lub po 2–3 w kątach młodych liści (Ryc. 5). Kwiaty pojawiają się w kwietniu-maju i są zapylane przez wiatr.

Owoce, zwane żołędziami, rozwijają się w roku kwitnienia, dojrzewają od września do grudnia, po czym opadają. Żołędzie mają kształt wąskojajowaty lub walcowaty, na wierzchołku zaostrzone, 2–3 cm długie i 0,8–1,5 cm szerokie, barwy najpierw zielonej, a w trakcie dojrzewania brązowieją (Ryc. 6). Owoc usytuowany jest w okrywie owocowej, która obejmuje go tylko u nasady (najwyżej 25% długości żołędzia). Okrywa od zewnątrz jest pokryta dachówkowato ułożonymi, wydłużonymi łuskami, gęsto owłosionymi i odgiętymi ku nasadzie, początkowo jest ona barwy szarozielonej, potem szarobrązowej.

Ten wyjątkowy dąb można spotkać tylko w zachodniej części Cypru w lasach prowincji Paphos, Limasol, Makheras i Troodos, gdzie występuje najobficiej (Ryc. 7, 8, 9, 10).

Towarzyszy mu tam dąb skalny (*Q. coccifera* L.), drugi gatunek z rodzaju *Quercus* pospolicie rosnący na Cyprze. Na obszarze wspólnego występowania oba dęby krzyżują się, a mieszańce mają cechy obu

Ryc. 3. Liście *Q. alnifolia* Poech z widocznym żółtym zabarwieniem od spodu (fot. A. Boratyński, 2006).

gatunków rodzicielskich [13, 14]. W zbiorowiskach *Q. alnifolia* często występują też takie gatunki jak: chruścina szkarłatna zwana drzewem truskawkowym (*Arbutus andrachne* L.), pistacja terpentynowa (*Pistacia terebinthus* L.), jarząb grecki (*Sorbus graeca* (Spach) Kotschy) czy *Acer syriacum* Boiss. et Gaill – klon z pięknymi czerwonymi skrzydlakami. *Q. alnifolia* występuje także w lasach sosnowych, które tworzą głównie dwa gatunki: sosna alepska (*Pinus halepensis* Miller) i sosna czarna (*P. nigra* Arnold.). Nierzadko spotkać go można w lasach cedrowych (*Cedrus brevifolia* (Hook.f.) Elwes & A. Henry), zwłaszcza w górach Troodos. Ten ostatni jest także gatunkiem endemicznymi dla Cypru.

Ryc. 4. Kwiaty męskie *Q. alnifolia* Poech (foto A. Boratyński, 2006).

Ryc. 5. Kwiaty żeńskie *Q. alnifolia* Poech (foto A. Boratyński, 2006).

Q. alnifolia najliczniej występuje między 600-1500 m n. p. m, rzadko schodzi niżej, a najwyżej sięga na zboczach gór Troodos, prawie do 1800 m n.p.m. [1, 4, 11, 13]. Zwykle zajmuje miejsca suche, skałki wulkaniczne, kamieniste i strome zbocza górskie. Zasiedla też ruchome piargi, gdzie pełni bardzo ważną rolę ochronną, stabilizując te tereny (Ryc. 10).

Dąb złoty w północno-zachodnim Cyprze jest głównym źródłem drewna dla lokalnej ludności. Jego drewno jest twarde i trwałe, ma szerokie zastosowanie w produkcji różnego rodzaju wózków („wagon building"), narzędzi, krzeseł, podłóg itd. Produkuje się z niego także wysokiej jakości węgiel drzewny. *Q. alnifolia* ma znaczenie dekoracyjne i często jest sadzony w ogrodach poza Cyprem, nawet w nieco zimniejszych strefach klimatu. Znana jest odmiana *Q. alnifolia* var. *argentea* Hadjik. & Hand, z liśćmi od spodu srebrnymi, nie złotymi jak typowe; cecha ta jest szczególnie widoczna u bardzo młodych osobników [7]. W 2006 roku parlament Cypru uznał *Q. alnifolia* za symbol narodowy kraju, przez co jeszcze bardziej została podkreślona jego wyjątkowość.

Ryc. 6. Żołędzie *Q. alnifolia* Poech (foto A. Boratyński, 2006).

Celem tej pracy jest przybliżenie tego interesującego i jednocześnie ważnego dla flory Cypru gatunku oraz uściślenie opisu morfologicznego jego liści.

Metodyka badań

Liście *Q. alnifolia* zebrano z 41 drzew rosnących niedaleko Agios Theodoros (na wzgórzu Papoutsa, dystrykt Limassol) z wysokości około 1500 m n.p.m. (koordynaty: 34°53'34"N i 33°02'14"E). Każdy osobnik reprezentowało 10 w pełni wykształconych, nieuszkodzonych liści zebranych ze środkowej części pędu (Ryc. 11). Ogółem przeanalizowano 410 liści uwzględniając 11 cech. Pomiary liści wykonano przy użyciu programu WinFolia Pro2003 (Regent Instruments Inc.). Zestaw cech przyjęto w oparciu o wcześniejsze prace dotyczące morfologii liści [2, 10, 15]. Obliczono podstawowe charakterystyki cech, średnie, minimalne i maksymalne wartości oraz współczynniki zmienności. Zmienność osobników i relacje pomiędzy nimi przedstawiono na wykresie rozrzutu przy pomocy

Ryc. 7. Las dębowy w górach Troodos na Cyprze (foto A. Boratyński, 2006).

Ryc. 8. Arkusz zielnikowy *Q. alnifolia* Poech zebrany w górach Troodos na Cyprze (foto K. Boratyńska, 2019).

analizy składowych głównych (PCA). Analizy wykonano w programie STATISTICA wersja 9.0.

Ryc. 9. Zbocza porośnięte lasem dębowym w Agios Theodoros (foto A. Boratyński, 2006).

Wyniki i dyskusja

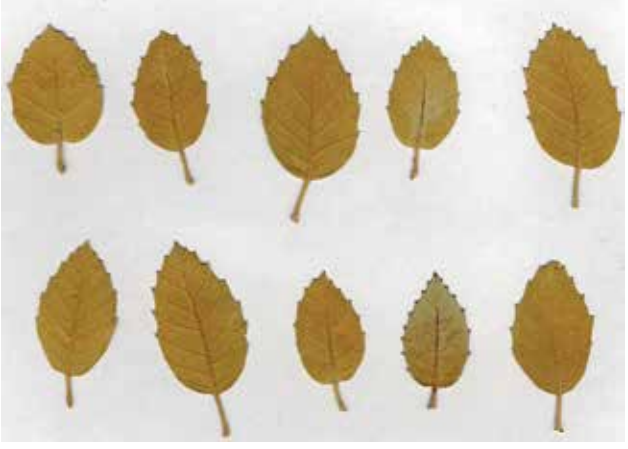
Liście *Q. alnifolia* najczęściej mają kształt szerokojajowaty do prawie okrągłego. Cecha ta okazała się najmniej zmienną; jej współczynnik zmienności

(V) wynosi 13,5% (Tab. 1). Warto zauważyć, że do tej pory wśród naukowców panował pogląd, że liście tego dęba należą do bardzo zmiennych [7, 8].

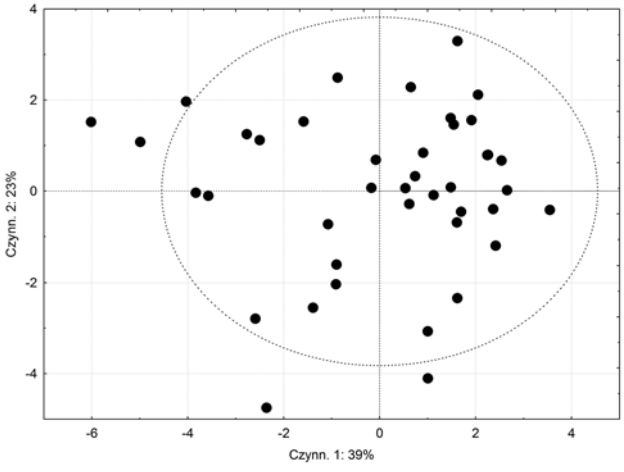
Blaszki liściowe (sam liść bez ogonka) miały średnio długość 3,2 cm (od prawie 1,8 do 6,1 cm) a szerokość 2,2 cm (od 1,2 do 4,3 cm), co pokrywa się z danymi literaturowymi [11, 12, 14]. Zarówno długość, jak i szerokość blaszek liściowych są cechami umiarkowanie zmiennymi (Tab. 1). Maksymalna szerokość blaszki liściowej przypada mniej więcej w połowie jej długości – jest usytuowana na 40 do 55% długości liścia licząc od jej podstawy. Cecha ta wykazuje małą zmienność, V=14,1% (Tab. 1).

Wierzchołek liścia jest najczęściej krótko zaostrzony; kąt wierzchołka waha się od 40° do 75°. U podstawy liść jest zaokrąglony, szeroko klinowaty, dość

Ryc. 10. Zbocza góry Papoutsa na Cyprze porośnięte lasem dębowym (foto A. Boratyński).



Ryc. 11. Przykładowe liście z jednego osobnika *Q. alnifolia* Poech (foto A.K. Jasińska, 2006).



Ryc. 12. Relacje analizowanych osobników *Q. alnifolia* Poech wykazane analizą PCA.

często niesymetryczny; kąt nasady wynosi 50° do 90°. Te dwie cechy wykazują umiarkowaną (zmienność wynosi odpowiednio 19 i 22%). Brzeg blaszki liściowej jest ząbkowany w wierzchołkowej części, a w nasadowej zwykle całobrzegi. Średnio ząbków na jednym liściu było 5, bardzo rzadko obserwowano liście bez ząbków; zmienność tej cechy jest znaczna. Nerwy na spodniej stronie blaszki są wyraźnie wyniesione. Dojrzałe liście *Q. alnifolia* często są charakterystycznie wypukłe (Ryc. 6). Ogonek liściowy jest gęsto owłosiony, podobnie jak młode pędy, a jego długość wynosi od 0,6 do 1,5 cm. Cecha ta wykazuje znaczną zmienność (V=33%), co jest charakterystyczne także dla innych gatunków drzew [15, 16].

Tab. 1. Średnia (M), minimalna (Min) i maksymalna (Mak) wartość oraz współczynnik zmienności (V) dla badanych cech liści *Q. alnifolia* Poech.
Tab. 1. Average (M), minimal (Min), maximal (Max) values and variation coefficient (V) for the examined characters of leaves Q. alnifolia Poech

Cechy	Statystyki podstawowe			
	M	Min	Mak	V
Powierzchnia blaszki liściowej (cm^2)	5,14	1,91	19,36	39,66
Obwód blaszki liściowej (cm)	9,53	5,89	17,89	18,83
Długość blaszki liściowej (cm)	3,17	1,78	6,14	19,27
Maksymalna szerokość blaszki liściowej (cm)	2,17	1,20	4,27	20,48
Długość ogonka (cm)	0,93	0,35	2,27	33,25
Kąt podstawy liścia (%)	77,64	17,18	111,88	18,81
Kąt wierzchołka liścia (%)	56,76	28,14	94,03	21,51
Usytuowanie maksymalnej szerokości liścia (%)	46,61	25,61	66,18	14,10
Kształt blaszki liściowej (cecha 3/4)	1,48	0,89	2,15	13,48
Liczba nerwów po prawej stronie blaszki liściowej	6,39	3,00	11,00	18,59
Liczba ząbków po prawej stronie blaszki liściowej	5,33	0,00	11,00	35,69

Wynik analizy składowych głównych PCA (Ryc. 12) pokazuje relacje pomiędzy 41 badanymi osobnikami. Analiza wykazała niewielkie zróżnicowanie osobników w obrębie badanej populacji. W przestrzeni pomiędzy dwiema pierwszymi zmiennymi kanonicznymi, które są odpowiedzialne za 62% zmienności, tylko 5 osobników wychodzi poza elipsę wyznaczającą 95% zakres ufności. Przedstawione badania biometryczne wykonane zostały w oparciu o materiał pochodzący z jednego miejsca zbioru i dlatego traktowane są jako badania wstępne.

W naszym kraju *Q. alnifolia* jest praktycznie nieznany i traktowany raczej jako gatunek kolekcjonerski, atrakcyjny dla hobbystów ogrodników. Z doniesień na stronach i blogach internetowych możemy się dowiedzieć, że dojrzałe żołędzie przywiezione z Cypru kiełkują bez problemu (blog przyrodniczy http://digupaworld.pl/2019/02/02/dab-olcholistny). Brak jednak jest informacji o przeżywaniu sadzonek i dalszym wzroście małych drzewek. Większość prywatnych szkółek, które w ofercie internetowej mają dąb olcholistny, w rzeczywistości nie prowadzi jego sprzedaży. Niemniej jednak w opisach możemy znaleźć pewne informacje na temat jego uprawy dotyczące m.in. braku odporności na mrozy i potrzebie zabezpieczenia przed przemarzaniem (https://www.drzewa.com.pl/dab-olcholistny-quercus-alnifolia-poech.html). Z wywiadu autorek wynika, że Ogród Botaniczny w Berlin-Dahlem w Niemczech posiada w swojej kolekcji jedno drzewo posadzone w 2003 roku, rosnące na zewnątrz, oraz trzy w podobnym wieku rosnące w szklarni. Daje to duże nadzieje co do możliwości uprawy tego unikatowego, zimozielonego dębu w Polsce.

Bibliografia

1. Anagiotos G., Tsakaldimi M., Ganatsas P. (2012). Variation in acorn traits among natural populations of *Quersus alnifolia*, an endangered species in Cyprus. Dendrobiology 68: 3–10.
2. Białobrzeska M. (1970). Leszczyna (*Coryllus avellana* L.). – W: Zmienność liści i owoców drzew i krzewów w zespołach leśnych Białowieskiego Parku Narodowego, J. Jentys-Szefrowa (red.). Monographiae Botanicae 31: 66–85.
3. Boissier P.E. (1879). Flora Orientalis 4(2). Geneva-Basel.
4. Browicz K. (1982). Chorology of trees and shrubs in south-west Asia and adjacent regions, 1: 34. PWN Poznań.
5. Camus A. (1934). Les Chénes. Monographie du genre *Quercus* 1. Paris.
6. Govaerts R., Frodin DG. (1998). World Checklist and Bibliography of Fagales (Betulaceae, Corylaceae, Fagaceae and Ticodendraceae). Kew.
7. Hand R. (2006). Supplementary notes to the flora of Cyprus V. Willdenowia 36: 761–809.
8. Holmboe J. (1914). Studies on the vegetation of Cyprus. Bergens Museums Skrifter. Ny Raekke 1(2): 61.
9. Jaubert C., Spach E. (1842-43). Illustrationes Plantarum Orientalium 1: 110. Parisiis.
10. Krause-Michalska E., Boratyńska K. (2013). European geography of *Alnus incana* leaf variation. Plant Biosystems 147(3): 601–610.
11. Meikle R.D. (1985). Flora of Cyprus, 2: 1481–1483. Kew.
12. Menitsky Yu.L. (1972). Duby (*Quercus* L.) jugo-zapadnoj Azji. *Novosti Sistematiki Vysshikh Rastenii* 9: 105–140.
13. Neophytou Ch., Aravanopoulos FA., Fink S., Dounavi A. (2011). Interfertile oaks in an island environment. II. Limited hybridization between *Quercus alnifolia* Poech and *Q. coccifera* L. in mixed stand. European Journal of Forest Research 130: 623–635.
14. Neophytou Ch., Palli G., Dounavi A., Aravanopoulos F.A. (2007). Morphological differentiation and hybridization between *Quercus alnifolia* Poech and *Quercus coccifera* L. (Fagaceae) in Cyprus. Silvae Genetica 56, 6: 271–277.
15. Staszkiewicz J. (1970). Dąb szypułkowy (*Q. robur* L.) i dąb bezszypułkowy (*Q. sessilis* Ehrh.). – W: Zmienność liści i owoców drzew i krzewów w zespołach leśnych Białowieskiego Parku Narodowego, J. Jentys-Szefrowa (red.). Monographiae Botanicae, 31: 101–114.
16. Wójcicki J.J. (1997). Zmienność liści olszy zielonej – *Alnus viridis* (Betulaceae). Fragmenta Floristica et Geobotanica Series Polonica, Supplementum 2: 5–13.

Krystyna Boratyńska, Anna Katarzyna Jasińska, Instytut Dendrologii Polskiej Akademii Nauk w Kórniku, Institute of Dendrology, Polish Academy of Sciences, Kórnik, Poland. E-mail: borkrys@man.poznan.pl
Krystyna Boratyńska, profesor dr hab. nauk biologicznych w zakresie biologii – taksonomii roślin, Pracownia Systematyki i Geografii, Instytut Dendrologii PAN w Kórniku.
Anna Katarzyna Jasińska, dr nauk biologicznych, Pracownia Systematyki i Geografii, Instytut Dendrologii PAN w Kórniku.

Pułapki na owady instalowane na pniach drzew

Mieczysław Kosibowicz (Kraków)

Streszczenie

Praca omawia role, zastosowanie i cel zakładania pułapek na pnie drzew. Opisuje ich różne konstrukcje, od najprostszych opasek lepowych do bardziej skomplikowanych urządzeń odławiających owady. Pokazuje ich wykorzystanie w leśnictwie, sadownictwie, na plantacjach drzew owocowych oraz w zieleni miejskiej, zarówno w naszym, jak i w innych krajach. Podaje też zastosowanie pułapek jako narzędzia wykorzystywanego w pracach naukowych w badaniach faunistycznych.

Abstract

Title: **Insect traps installed on tree trunks**

The work discusses the roles, application and purpose of setting traps on tree trunks. It describes their various designs from the simplest sticky bands to more complex insect trapping devices. It shows their use in forestry, fruit growing, on fruit tree plantations and in urban greenery, both in ours and in other countries. It also reports the use of traps as a tool used in scientific works for fauna research.

Wstęp

W świecie owadów istnieje szereg gatunków, które w swym cyklu życiowym w różnym celu wykorzystują pnie drzew. Duża część tych owadów to owady liściożerne, dla których pień drzewa jest pomostem umożliwiającym im dotarcie w korony drzew. W grupie tych owadów znajduje się wiele gatunków, których żery powodują szkody w postaci defoliacji aparatu asymilacyjnego drzew. Owady te występują zarówno w lasach, sadach jak i na plantacjach różnych roślin użytkowych. Część owadów korzysta z pni drzew jako miejsca schronienia, żerowania i przepoczwarczenia, a także, w przypadku owadów drapieżnych, do polowania na inne owady czy też ich stadia rozwoju.

Dzięki tej pierwszej grupie owadów od wielu lat w leśnictwie i sadownictwie zaczęto stosować proste urządzenia instalowane na pniach drzew, których zadaniem jest wychwycenie wchodzących po pniu owadów. Do najstarszych i najprostszych stosowanych do dziś pułapek zaliczymy barierowe opaski lepowe oraz opaski wykonywane z tektury falistej czy słomy montowane na pniach. Te ostatnie, stosowane głównie w sadach, służą do wyłapywania i niszczenia przepoczwarczających się w nich gąsienic i innych niepożądanych stadiów rozwojowych owadów. Bardzo często pułapki pniowe służą do określenia przebiegu dynamiki rójki owadów i uchwycenia momentów kulminacji występowania, co ma duże znaczenie przy wyborze odpowiedniej pory ewentualnego zwalczania chemicznego.

Pułapki pniowe wykorzystywane w zieleni miejskiej

Do lat 90. ubiegłego wieku w zieleni miejskiej nie stosowano pułapek do ochrony drzew przed szkodliwymi owadami. Dopiero niedawny masowy pojaw nowego inwazyjnego gatunku motyla szrotówka kasztanowcowiaczka (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) spowodował powszechne w skali kraju zastosowanie opasek lepowych. W 1998 roku po raz pierwszy w Polsce stwierdzono miny szrotówka na kasztanowcu białym w arboretum w Wojsławicach na Dolnym Śląsku. Następne lata to gwałtowny i szybki marsz motyli na północ i opanowanie w przeciągu kilku lat większość kasztanowców w kraju. Olbrzymia liczebność motyli wydających trzy do czterech pokoleń w ciągu roku doprowadziła do zniszczenia koron drzew już w miesiącach letnich, powodując intensywny opad zamarłych liści. Kasztanowiec biały stanowi jedno z bardziej docenianych i dekoracyjnych drzew w zieleni miejskiej, drzewo-symbol okresu matur, drzewo dające dobre ocienienie, od lat sadzone w parkach

i szpalerach przydrożnych prawie w całej Europie. Skala zniszczenia koron drzew przez minujące liście larwy szrotówka, powodująca między innymi utratę walorów dekoracyjnych, uruchomiła wiele programów naukowych, jak i akcji społecznych, których celem była ochrona kasztanowców. W 2001 powstaje wysokobudżetowy unijny program walki ze szrotówkiem pod nazwą CONTROCAM (Control of Cameraria), w którym biorą udział naukowcy z 8 państw europejskich, Polski niestety w nim nie ma. Powstają za to polskie projekty naukowe, prowadzone między innymi przez Instytut Badawczy Leśnictwa, finansowane przez Ministerstwo Środowiska, jak i wiele inicjatyw ogólnopolskich oraz lokalnych, wśród których można znaleźć choćby program „Chrońmy Kasztanowce" pod patronatem Prezydenta RP. Dzięki badaniom naukowym opracowano kompleksowe metody ograniczania szkód, gdzie znaczące miejsce zajęła metoda lepowania drzew, polegająca na zastosowaniu szerokich wielkopowierzchniowych pułapek lepowych okalających pnie. Opaski lepowe zakładano w odziomkowej strefie pnia przed rozpoczęciem rójki motyli, zazwyczaj w kwietniu i utrzymywano je na pniach przez cały okres wegetacyjny. Do dziś jeszcze można spotkać miejsca w kraju, gdzie tą metodę stosują. Patrząc z perspektywy lat i efektów lepowania kasztanowców, można stwierdzić, że sposób ten nie był skuteczny i pomimo znacznej redukcji populacji motyli stopień opanowania i defoliacji liści w koronach był nadal wysoki. Stosowano liczne próby zwiększenia liczebności odłowów motyli na różnych modyfikowanych lepowych pułapkach pniowych, nawet z użyciem feromonów [5,6,7], ale i to nie przyniosło zadawalających efektów, które przekładałyby się zmniejszeniem stopnia defoliacji liści drzew. Jednak połączenie metody wielkopowierzchniowych opasek lepowych z innymi działaniami, jak np. grabienie i usuwanie opadłych liści, zaczęło przynosić pozytywne rezultaty.

Różne modyfikacje pułapek lepowych stosowanych do zwalczania szrotówka kasztanowcowiaczka ilustrują ryciny1a–d.

Ryc. 1a. Wielkopowierzchniowa pułapka lepowa na motyle szrotówka kasztanowcowiaczka wykonana z gotowych folii lepowych. Fot. M. Kosibowicz.

Ryc. 1b. Pułapka lepowa wykonana z czarnej folii stretch z ręcznie naniesionym lepem, z dodatkowym pierścieniem na odpadające od lepu motyle. Fot. M. Kosibowicz.

Pułapki pniowe wykorzystywane w sadach i plantacjach

W sadach i plantacjach drzew owocowych i ozdobnych do zwalczania szkodliwych owadów poruszających się po pniach drzew stosuje się głównie opaski lepowe i opaski tekturowe. Służą one do zwalczania piędzika przedzimka (*Operophtera brumata* L.), zimówka ogołotniaka (*Hibernia defoliaria* L.), owocówek: śliwkóweczki (*Laspeyresia*

funebrana Tr.), jabłkóweczki (*L. pomonella* L.), ukośnicy szczawiówki (*Ąmetastegia glabrata* Fall.), a także owadów zimujących, jak np. kwieciak jabłkowiec (*Anthonomus pomorum* L.), niektórych zwójek i motyli minujących liście.

Ryc. 1c. Strukturalna szczotkowa pułapka lepowa uzbrojona w feromon płciowy. Fot. M. Kosibowicz.

Ryc. 1d. Pułapka lepowo-feromonowa z dodatkowymi pojemnikami na odławiane motyle. Fot. M. Kosibowicz.

W przypadku bezskrzydłych samic piędzika przedzimka atakującego jabłonie, grusze, śliwy, wiśnie i czereśnie, jesienią na przełomie września i października montuje się na pniach opaski lepowe. Wiosną opaski z martwymi owadami zdejmujemy i niszczymy. Na chrząszcze kwieciaka jabłkowca w czerwcu zakładamy tekturowe opaski, na owocówki podobne opaski zakładamy na przełomie czerwca i lipca (owocówka jabłkóweczka), a od połowy maja i na początku sierpnia na owocówkę śliwkóweczke.

W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej na plantacjach orzesznika jadalnego *Carya illinoinensis* (Wangenh.) K.Koch, znanego u nas jako orzech pekan, stosuje się do prognozowania liczebności występowania chrząszcza z rodziny ryjkowcowatych (Curculionidae) słonika *Curculio caryae* (Horn), powodującego poważne szkody w zbiorach orzechów [14], siatkowe pułapki pniowe, które z powodzeniem zastąpiły starsze metody prognostyczne. Pułapki te są produkowane i sprzedawane na terenie USA (Ryc. 2).

Pułapki pniowe wykorzystywane w leśnictwie

W leśnictwie od wielu tak wykorzystuje się różnego typu pułapki pniowe na szereg gatunków owadów będących w grupie tzw. szkodników leśnych. Podobnie jak w sadownictwie, także w leśnictwie stosowane są opaski i pierścienie lepowe, między innymi na przypłaszczka granatka (*Phenops cyanea* L.) [1, 11], barczatkę sosnówkę (*Dendrolimus pini* L.) i brudnice mniszkę (*Lymantria monacha* L.), opaślika sosnowca (*Barbitistes constrictus* Br.) i rozwałka korowca (*Aradus cinnamomeus* Panz.) w drzewostanach sosnowych oraz na motyle z rodziny miernikowców (piędzik przedzimek *Operophtera brumata* L., piędzik siewierak *Operophtera boreata* Hb. oraz zimowek ogołotniak *Hibernia defoliaria* L.) w drzewostanach liściastych.

W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku zespół naukowców z krakowskiego zakładu Instytutu Badawczego Leśnictwa opracował prototypowe proste urządzenie zakładane na pnie drzew, tzw. pułapkę kołnierzową, która w pierwszych latach służyła do prognozowania zagrożenia górskich drzewostanów świerkowych przez zespół błonkówek z rodzaju zasnuja: świerkowa *Cephalcia abietis,* północna *C. arvensis* Panz., wysokogórska *C. alpina* Dalm. [3,9]. Bardzo dobre efekty odłowów zadecydowały, że pułapka powoli zastępuje stosowanie mniej precyzyjnych metod prognostycznych, jakimi są opaski lepowe, w stosunku do innych owadów zaliczanych do

grupy szkodników leśnych. Obecnie, po licznych modyfikacjach, pułapkę kołnierzową stosuje się na skalę gospodarczą [2] do prognozowania zagrożenia drzewostanów dębowych przez miernikowce (Geometridae), a w lasach sosnowych równie dobrze sprawdza się przy monitorowaniu rójki osnui gwiaździstej

Ryc. 2. Pułapka pniowa na słonika stosowana w USA na plantacjach orzecha pekan, https://secure.caes.uga.edu/news/multimedia/images/2120/weevil%20trap.jpg

Ryc. 3a. Grupa pułapek kołnierzowych „Geolas" w drzewostanie sosnowym, do prognozowania występowania osnui gwiaździstej. Fot. M. Kosibowicz.

Ryc. 3b. Pułapka kołnierzowa „Geolas" jest stosowana do prognozowania wielu owadów leśnych, Fot. M. Kosibowicz.

Acantholyda nemoralis Thom. i czerwonogłowej *A. erythrocephala* L. Pułapka kołnierzowa produkowana jest w Krakowie przez firmę Geolas [13]. Urządzenie to składa się z kołnierza otaczającego pień drzewa i połączonego z nim korpusu, na którym osadzony jest pojemnik na odławiane owady. Obecnie stosuje się pułapki z pojemnikami zawierającymi płyny konserwujące, co pozwala otrzymywać dobrze zachowany materiał, jak i możliwość ich rzadszej kontroli. Pułapka jest urządzeniem trwałym i może

służyć do oceny zagrożenia lasu przez kilka sezonów obserwacyjnych (Ryc. 3a, b).

Zastosowanie tego typu pułapek na pewno będzie rosło, co wiąże się ich prostotą budowy, łatwym i czystym montażem oraz, co najważniejsze, uzyskiwaniem dokładnych danych z przebiegu rójki oraz możliwością analizy i precyzyjnego oznaczenia odłowionych owadów.

W krajach śródziemnomorskich: Portugalii, Hiszpanii, Francji, Grecji, Włoszech, Turcji i Izraelu, poważne szkody w zadrzewieniach, lasach oraz plantacjach sosny alepskiej (*Pinus halepensis* Mill.), nadmorskiej (*P. pinaster* Aiton) i czarnej (*P. nigra* Am.) powoduje korowódka śródziemnomorska (*Thaumetopoea pityocampa* (Den.et Schiff.)). Jednym ze sposobów walki mechanicznej z tym motylem jest zakładanie na pnie sosen pułapek barierowych, które wyłapują schodzące z koron drzew gąsienice do pojemników przymocowanych do kołnierzy otaczających pnie drzew (Ryc. 4). W tym wypadku pułapki służą do mechanicznego zwalczania gąsienic korowódki poprzez rozrzedzanie

Ryc. 4. Pułapka pniowa do odłowu gąsienic korowódki stosowana w krajach śródziemnomorskich, https://controlbio.es/es/procesionaria-del-pino/783-processatrap-collar-procesionaria-110-cm

populacji szkodnika. Pułapki te znajdują się w sprzedaży [15] i bardzo często są stosowane także przez właścicieli na prywatnych posesjach czy też na terenach parkowych.

Pułapki pniowe jako narzędzie w badaniach naukowych

W badaniach faunistycznych bardzo dobrze sprawdzają się opisane wcześniej, stosowane w leśnictwie pułapki kołnierzowe, wykorzystywane do prognozowania zagrożenia drzewostanów przez szereg gatunków owadów powodujących szkody w drzewostanach.

Dzięki zastosowaniu tych nieselektywnych pułapek jesteśmy w stanie określić dokładnie całe spektrum owadów, jak i innych organizmów i penetrują-

Ryc. 5. Fotoeklektor pniowy stosowany do badań faunistycznych, Fot. M. Kosibowicz.

cych pnie drzew w okresie całego roku. Stosowanie pułapek pozwala również wykazać wiele gatunków owadów z różnych rzędów i rodzin, należących często do grupy tzw. rzadkości faunistycznych. Liczne prace naukowe, w których korzystano z tego narzędzia [4, 8, 10, 12] potwierdzają jego skuteczność, gdyż daje ono możliwości pełnej oceny entomofauny stawonogów poruszających się po pniach drzew. Prostota i łatwości montażu sprawia, że pułapka kołnierzowa jest świetnym narzędziem w monitoringu lasów i ich oceny pod kątem ich naturalności.

W badaniach często też wykorzystuje się pułapki fotoeklektorowe, zakładane na pnie drzew zamierających i martwych, których celem jest określenie gatunków rozwijających się w drewnie (Ryc. 5). Na pniach opanowanych przez owocniki hub w badaniach faunistycznych stosuje się pułapki umożliwiające określenie gatunków rozwijających się w grzybach nadrzewnych. Pułapki te są z reguły zakładane na pniach pod owocnikami.

Podsumowanie

Stosowanie pułapek pniowych, czy to w postaci prostych opasek lepowych, czy też bardziej skomplikowanych urządzeń łownych, ma za zadanie głównie określenie zagrożenia upraw, śledzenie przebiegu rójki owadów i ustalenie terminów ewentualnych zabiegów ratujących. Pomimo dużej skuteczności tych metod będą one zawsze metodami ograniczającymi, powodującymi w różnym stopniu redukcję populacji owadów, a nie metodami zwalczania. Nie mniej jednak narzędzia te pozwalają nam sprawować kontrole nad szkodliwymi owadami, a w przypadku badań naukowych znacznie rozszerzać wiedze na temat entomofauny związanej ze strefą pni drzew.

Bibliografia

1. Ćwikliński L. (2002) Na przypłaszczka z drabiną? Las Polski, 8: 31–33.
2. Jachym M. (1998) Pułapka kołnierzowa „Geolas”, Las Polski, 19:16–17.
3. Kosibowicz M. Kozioł M. (1995) Możliwość wykorzystania pułapek kołnierzowych w badaniach bioindykacyjnych i monitoringu zagrożenia lasów. Sylwan, 5: 31–40.
4. Kosibowicz M. (2000) Badania entomofauny drzewostanów bukowych przy użyciu pułapki kołnierzowej „Geolas”. Sylwan, 8 : 47–56.
5. Kosibowicz M. (2004) Mechaniczne i agrotechniczne metody ograniczania populacji szrotówka kasztanowcowiaczka. Ekonatura, 12.
6. Kosibowicz M. (2005) Szrotówek kasztanowcowiaczek *Cameraria ohridella* Deschka & Dymić (Lepidoptera, Gracillaridae), nowy inwazyjny szkodnik kasztanowca białego *Aesculus hippocastanum* L. w Polsce – biologia i metody zwalczania. Leśne Prace Badawcze, 2: 121–132.
7. Kosibowicz M. (2006) Ocena i modyfikacja biotechnicznych metod ograniczania liczebności motyli szrotówka kasztanowcowiaczka (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić). Ekonatura, 4 (29):13–15.
8. Kozioł M., Kosibowicz M., Grodzki W. (1996) Wstępne wyniki badań nad entomofauną borów świerkowych Babiej Góry. Zpravodaj Beskydy. Brno, 8: 229–235.
9. Kozioł M., Kosibowicz M.(1994) Wykorzystania pułapek kołnierzowych do prognozowania zagrożenia przez szkodniki leśne. Las Polski, 23:12–13.
10. Mokrzycki T. (2001) Próba waloryzacji starszych drzewostanów puszczy Białowieskiej metoda zooindykacyjną na przykładzie chrząszczy (Coleoptera) powierzchni pni. Szujecki A.i in. Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną. Wydawnictwo SGGW Warszaw: 267–285.
11. Sowińska A., Kolk A., Wolski R., Janiszewski W. (2000) Wyniki badań nad nowymi metodami prognozowania i zwalczania przypłaszczka granatka Phaenops cyanea (F.) (Coleoptera, Buprestidae). Sylwan, 9: 17–32.
12. Starzyk J. R., Grodzki W., Kosibowicz M., Michalcewicz J., Rossa R. (2008) Stare i martwe drzewa jako miejsce występowania i rozwoju chrząszczy ksylobiontycznych. Roczniki Bieszczadzkie, 16: 325–348.

Źródła internetowe:

13. http://www.geolas.pl
14. https://newswire.caes.uga.edu/story.html?storyid=5693&story=Pecan-Weevil-Traps
15. https://controlbio.es/es/procesionaria-del-pino/783-processatrap-collar-procesionaria-110-cm

Mieczysław Kosibowicz, Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Lasów Górskich w Krakowie. E-mail: M.Kosibowicz@ibles.waw.pl

Kawka zwyczajna (*Corvus monedula*) o białym upierzeniu jako przykład aberracji barwnej u ptaków na terenie Polski

Jackdaw (Corvus monedula) with white plumage as an example of color aberration in birds in Poland

U ptaków występuje wiele aberracji związanych z upierzeniem. Niektóre zmiany nie są wynikiem mutacji genetycznych, lecz mogą powstać na skutek złej diety zwierzęcia, np. w przypadku niedostatecznej ilości karotenoidów przyjmowanych z pokarmem przez ptaki m.in. z gatunku *Eudocimus ruber* [5]. W literaturze fachowej autorzy kładą duży nacisk na odróżnienie pojęć związanych z zaburzoną pigmentacją: albinizm i leucyzm. Ten drugi często jest błędnie nazywany częściowym albinizmem, co nie jest zgodne z definicjami oraz przyczynami tych zjawisk [9].

Ryc. 1. Biały osobnik kawki zwyczajnej zaobserwowany w centrum Dąbrowy Górniczej. Fot. K. Kulig.

Przyczyną albinizmu jest brak enzymu tyrozynazy, spowodowany mutacją recesywną genu kodującego ten enzym. Przekształca on prekursor barwników do melanin, w efekcie nie występują one w komórkach barwnikowych znajdujących się w skórze, piórach oraz oczach. Gałka oczna pozbawiona melaniny ma pozornie czerwony kolor, co spowodowane jest prześwitującymi przez tęczówkę naczyniami krwionośnymi. Gałka oczna wrażliwa jest na światło słoneczne, a skutkiem tego są zaburzenia wzroku, co bardzo często kończy się śmiercią albinotycznego osobnika podczas podejmowanych prób latania. U niektórych albinotycznych ptaków niezmienne zostaje czerwone zabarwienie piór, ponieważ odpowiedzialne za to barwniki – karotenoidy, syntetyzowane są w niezmieniony sposób [9,10].

Leucyzm to częściowy lub całkowity brak eumelaniny oraz feomelaniny, objawiający się nieregularnym rozmieszczeniem komórek pozbawionych barwników. Gałka oczna osobników leucystycznych jest prawidłowo ubarwiona. Pomimo nieregularnego rozmieszczenia kolorów, enzym tyrozynaza obecna jest w komórkach barwnikowych. [11].

W Polsce aberracje upierzenia ptaków są dość częste, szczególnie wśród gatunków: kaczki krzyżówki (*Anas platyrhynchos*), wydrzyka (*Stercorariidae sp.*), błotniaka (*Circus sp.*), wróbla zwyczajnego (*Passer domesticus*), szpaka zwyczajnego (*Sturnus vulgaris*) oraz kawki zwyczajnej (*Corvus monedula*) [6]. Te ostatnie są czarnymi ptakami średniej wielości należącymi do rodziny krukowatych. Kawki są zwierzętami towarzyskimi, łączącymi się w pary na całe życie, często występują w niewielkich grupach, dzieląc się pożywieniem między osobnikami. Ponadto w literaturze opisywane są jako ptaki cechujące się dużym sprytem i inteligencją [2, 3, 7]. Obserwacje dowodzą, że podczas opieki nad potomstwem samiec *C. monedula* wraz z innymi samicami szuka pożywienia dla piskląt, natomiast samica wysiaduje jaja i opiekuje się młodymi, dopóki nie skończą one dwudziestego dnia życia [4]. W przypadku ptaków o odmiennym kolorze upierzenia może dochodzić do jego izolacji od grupy, odrzuceniu przez stado lub agresywnego zachowania względem „odmieńca" [6].

Białą kawkę zaobserwowano dnia 10 października 2019 r. w centrum Dąbrowy Górniczej (dzielnica Gołonóg) na jednym z osiedli w centrum miasta (Ryc. 1). Ptak, wraz z dwoma osobnikami o czarnym ubarwieniu, trzymając się z nimi w grupie, szukał

pożywienia wśród liści. Budowa ciała ptaka oraz morfologia jego dzioba nie różni się od czarnych kawek, a śnieżnobiałe upierzenie może sugerować albinizm ptaka (Ryc. 2). Co ciekawe, w grupie tych osobników nie zaobserwowano izolacji osobnika o odmiennym upierzeniu, jak w przypadku leucystycznej kawki zwyczajnej [patrz Wszechświat, 2014, 115, 323–326].

Ryc. 2. Albinotyczna kawka zwyczajna wraz z dwoma osobnikami o czarnym ubarwieniu. Budowa ciała ptaka oraz morfologia jego dzioba nie różni się od osobników czarnych. Fot. K. Kulig.

Biorąc pod uwagę rozwój infrastruktury w centrum miasta, co wiąże się z małą ilością pożywienia oraz miejsc do gniazdowania ptaków, występowanie grupy kawek zwyczajnych wraz z osobnikiem o odmiennym opierzeniu jest bardzo cenna dla zachowania bioróżnorodności na terenach miejskich [1].

mgr Karolina Kulig, Olkusz
Absolwentka Biologii na Uniwersytecie Jagiellońskim oraz Biotechnologii medycznej na Śląskim Uniwersytecie Medycznym w Katowicach
e-mail: karolinakulig@interia.pl

Bibliografia

1. Czechowski P., Bocheński M., Ciebiera O. (2013) decline of jackdaws corvus monedula in the city of zielona góra. International Studies on Sparrows, 37: 32–36.
2. Federspiel, I. G., Boeckle, M., von Bayern, A. M. P., Emery, N. J. (2019) Exploring individual and social learning in jackdaws (Corvus monedula). Learning & Behavior. 47:258–270.
3. Greggor, A. L., McIvor, G. E., Clayton, N. S., & Thornton, A. (2016). Contagious risk taking: Social information and context influence wild jackdaws' responses to novelty and risk. Scientific Reports, 10: 27764.
4. Kubitza, R. J., Bugnyar, T., Schwab, C. (2014) Pair bond characteristics and maintenance in free-flying jackdaws *Corvus monedula*: effects of social context and season. Journal of Avian Biology, 46: 206–215.
5. Mahalakshmi S., Venkatesan S., Vijayakumar N.T., Ramesh K.R., Kshama L.M., Satish A.V. (2016) Study on effect of beta-carotene rich diet on plumage pattern of captive Scarlet Ibises (Eudocimus ruber). ZOO's PRINT, 31: 9–11.
6. Mertowski S., Buczyński P., Buczyńska E. (2016) Untypical colouration of the jackdaw *Corvus monedula* as the example of the plumage aberrations in birds. Zoologica Poloniae, 61: 85–90.
7. Mikolasch, S., Kotrschal, K., & Schloegl, C. (2012) The influence of local enhancement on choice performances in African Grey parrots (*Psittacus erithacus*) and jackdaws (*Corvus monedula*). Journal of Comparative Psychology, 126: 399–406.
8. Olszowska M. (2014) Piękno przyrodniczej zwyczajności. Wszechświat, 115: 323–326.
9. van Grouw H. (2006) Not every white bird is an albino: sense and nonsense about colour aberrations in birds. Dutch Birding 28: 79–89.
10. van Grouw H. (2013) What colour is that bird. British Birds, 106: 17–29.
11. Zbyryt A. (2017) Barwne aberracje u ptaków. Ptaki Polski, 45:18–23.

PTASIE MĄDRALE

Ptaki z rodziny krukowatych (Corvidae) to elita ptasiej inteligencji. Kruk, gawron, kawka, wrona, sójka i sroka zadziwiają niezwykłym intelektem. Wiele krukowatych potrafi twórczo rozwiązywać problemy, a poprzez wzajemne podpatrywanie uczyć się od siebie nawzajem.

Kruk zwyczajny (*Corvus corax*) zajmuje wśród tej elity pozycję najwyższą. Pierwotnie zasiedlał duże, odludne tereny leśne. Teraz trzyma się obrzeży lasów mieszanych na granicy z łąkami oraz polami uprawnymi, wybiera tereny w pobliżu rzek i zbiorników wodnych. Coraz bardziej zbliża się do miast. Ten czarny jegomość swoją obecność sygnalizuje daleko słyszalnym dźwięcznym i gardłowym krakaniem „krong", „kork", „krra",

Ryc. 1. Sylwetki kruków w locie. Fot. M.Olszowska.

a w czasie lotu „grog" (Ryc. 1). Kruk zwyczajny mierzy od 58 do 69 cm, zaś rozpiętość jego skrzydeł wynosi 117–142 cm. Ptaki na wolności dożywają zwykle 10–15 lat. Uznaje się je za ptaki długowieczne. Dorosłe osobniki obu płci posiadają czarne upierzenie z metalicznym połyskiem oraz dużą głowę z masywnym, czarnym dziobem i brodą utworzoną z dłuższych czarnych piór. Ogon kruka jest długi i klinowaty (Ryc. 2). Spotyka się albinotyczne białe kruki, jednak to bardzo rzadkie przypadki. Kruki są terytorialistami i zaciekle bronią swego rewiru, odganiając nawet myszołowy i bieliki. Ptak żeruje głównie na ziemi. Jest wszystkożerny, żywi się drobnymi ssakami, płazami, gadami, młodymi ptakami, owadami, ślimakami, a zimą także padliną. Chętnie dziobie różne nasiona i owoce (Ryc. 3). Kruk nie krzywdzi członków swojej wspólnoty. Stąd wzięło się powiedzenie „kruk krukowi oka nie wykole". Kruki latają parami i w rodzinnych grupach, ale lubią samotność. Solidnie utkane krucze gniazda zakładane są głównie na wierzchołkach drzew iglastych z grubych gałęzi, patyczków, korzonków, trawy, zlepionych ziemią i wyścielonych trawą, mchem i sierścią. Okres lęgo-

Ryc. 2. Kruk posiada masywny dziób i klinowaty ogon. Fot. M.Olszowska.

wy kruka trwa od końca lutego do kwietnia. Przez ponad trzy tygodnie jaja wysiaduje samica dokarmiana przez samca, a niedołężne pisklęta karmią wspólnie oboje rodzice przez 5–6 tygodni. Pary są monogamiczne, dochowują sobie wierności do końca życia. Poza okresem godowym w stadzie kruków panuje hierarchia. Samica z niższej pozycji w hierarchii automatycznie awansuje, jeśli zwiąże się z samcem ze szczytu hierarchii. Osobniki kruczej społeczności

Ryc. 3. Kruk chętnie zjada owoce. Fot. M.Olszowska.

rozpoznają się po zapachu piór, przypominającym paloną mirrę. To pomaga im odróżniać „swoich" od „obcych". Kruki mają największy mózg spośród

ptaków. Są bardzo inteligentne. Posiadają też doskonały zmysł orientacji przestrzennej. Sprytnie rozwiązują problemy. Gdy kruk chce schować pokarm w skrytce sobie tylko wiadomej, a gonią go inne ptaki, stosuje rozmaite uniki dezorientujące pogoń. Na zmianę skręca, krąży, znika z pola widzenia i znowu się pojawia. Aby nie musieć rozszarpywać znalezionej padliny, kruki wydają dźwięki przywabiające padlinożerców, którzy... robią to za nich. Na przestrzeni wieków kruka przedstawiano jako ptaka o dualistycznej naturze. Kruk uznawany był za posłańca bogów obdarzonego nadprzyrodzoną mocą. Miał być ptakiem proroczym, pilnującym tajemnic przyszłości, ptakiem słońca i świtu, bo krakaniem obwieszczał budzący się dzień. Z drugiej zaś strony symbolika kruka w kulturach europejskich wiązała się ze śmiercią, wojną i zarazą. Kruki bowiem ciągnęły za maszerującym wojskiem, żywiąc się ciałami poległych. W średniowieczu kojarzono kruka z nieszczęściem i ze śmiercią na szubienicy. W chrześcijaństwie kruk postrzegany był jako symbol szatana, rozwiązłości i zepsucia. Ale mimo to kruk zwyczajny to ptak.... niezwyczajny, ptak niezwykły. Uczy się, korzystając ze zdobytego doświadczenia. Posiada zdolność zapamiętywania. Potrafi nawet kojarzyć fakty i umie komunikować się z innymi

Ryc. 4. Stary gawron. Fot. M.Olszowska.

członkami kruczego rodu za pomocą szerokiej gamy odpowiednich dźwięków.

Ciemno ubarwione gawrony i kawki to ptaki synantropijne żyjące w naszych miastach. Tworzą tu duże populacje. Przebywają w parkach, na miejskich skwerach, na chodnikach, w okolicy większych sklepów, zaglądają do koszy na śmieci, odwiedzają wysypiska. Gromadnie nocują i gniazdują na drzewach, w budynkach, na kościelnych wieżach lub w kominach budynków. Są hałaśliwe. Głośne gromadne „kra kra" gawronów czy „kau kau" kawek wcale nie jest przyjemne dla naszych uszu. Jednak są to ptaki odważne, sprytne i przy tym czujne. Bardzo towarzyskie ptasie mądrale.

Gawron zwyczajny (*Corvus frugilegus*) jest wędrownym ptakiem. Przylatuje do nas w marcu, a odlatuje w październiku lub listopadzie, przy czym część populacji pozostaje z nami na zimę. Odlatujące spędzają zimę w Czechach, Austrii, Szwajcarii, Niemczech i Francji. Gawrony obu płci mają upierzenie czarne z fioletowym, metalicznym połyskiem, mocny smukły dziób i czarne nogi. Starszym gawronom pióra w nasadzie dzioba wycierają się do gołej, białawej skóry (Ryc. 4).

Nasada dzioba młodych osobników porośnięta jest piórami. Od marca do kwietnia trwa okres lęgowy tego gatunku. Pary są monogamiczne. Gniazda budowane są na wierzchołkach rozłożystych drzew lub w koronach. Przypominają duże koszyki zbu-

Ryc. 5. Gniazdo gawrona jest zbudowane z patyków. Fot. M.Olszowska.

dowane z patyków wzmocnionych ziemią oraz gliną i wyścielone sierścią z suchą trawą (Ryc. 5). Ich ilość może dochodzić do tysiąca. Jaja składane są w kwietniu. Pisklęta opuszczają gniazdo po około 30 dniach. Karmione są przez oboje rodziców owadami i ich larwami, bezkręgowcami oraz drobnymi kręgowcami. Jesienią i zimą gawrony stają się wegetarianami. Przysmakiem gawronów są żołędzie dębu (Ryc. 6). Ptaki żerują prawie wyłącznie na ziemi, po której spokojnie chodzą i skaczą. Jesienią poszukując żołędzi wysoko podrzucają opadłe liście, robiąc z nich „fontannę". W stadzie nocującym na drzewie istnieje hierarchia. Gawron, który zamierza spać na najwyższej gałęzi, musi przylecieć pierwszy na noclegowisko. Jest to istotne, bo pozostałe osobniki zajmują wtedy miejsca na niższych gałęziach i, chcąc nie chcąc, godzą się na „bombardowania" guanem z wyższych gałęzi. Gawrony korzystają z ludzkich wynalazków. Potrafią na przykład poukładać na szynach tramwajowych orzechy włoskie lub żołędzie,

aż tramwaj je rozłupie albo upuszczają swoją zdobycz na jezdnię, aby rozgniotły ją przejeżdżające samochody. Bawią się spuszczając gałązki z góry i łapiąc je w locie czy też podrzucając kamyki na brzegu rzeki. W ten sposób uczą się wzorców zachowań przydatnych w różnych sytuacjach życiowych. To połączenie przyjemnego z pożytecznym.

Ryc. 6. Żołądź jest przysmakiem gawrona. Fot. M.Olszowska.

Kawka zwyczajna (*Corvus monedula*) jest także ptakiem wędrownym, o ubarwieniu łupkowo-czarnym u obu płci. Na głowie nosi czarną czapeczkę, zaś jej twarz, kark i boki szyi mają kolor szary. Interesująco wygląda czarna maska wokół oczu przypominająca kominiarkę. Tęczówki oka młodej kawki są niebieskie, a u starszych osobników srebrzyste i kontrastują z ciemnym upierzeniem. Skrzydła ptaka są czarne (Ryc. 7). W Polsce podczas przelotów można spotkać przedstawicieli aż 3 podgatunków kawek: z Europy Wschodniej, Europy Zachodniej i naszego tubylca. Ptaki wiosną lubią zażywać wodnej kąpieli w kałużach i przy brzegu zbiornika wodnego (Ryc. 9).

Ryc. 7. Kawka akrobatka – stoi na jednej nodze. Fot. M.Olszowska.

U tego gatunku występuje silna hierarchia w obrębie poszczególnych społeczności. Obce osobniki są przepędzane. Hierarchia dotyczy również łączenia się ptaków w pary. Osobniki mogą utworzyć parę, jeśli zajmują w społeczności tę samą pozycję. Kawki gniazdują w przewodach kominowych i wentylacyjnych, w szczelinach murów lub skał. Gniazdo kawki zbudowane jest z cienkich patyków, szmat i gliny. Pod koniec kwietnia lub na początku maja samica składa 4–6 jaj. Wysiadywanie trwa 18 dni. Młode są karmione przez oboje rodziców. Pisklęta osiągają samodzielność po około 30 dniach. Kawki są najbardziej roślinożerne ze wszystkich ptaków krukowatych, ale nie gardzą pokarmem mięsnym. Używają narzędzi, np. z pomocą patyków wydłubują ziarna ze szczelin chodników, potrafią moczyć pokarm w wodzie, jeśli uznają, że jest dla nich za twardy. Niektóre uparte osobniki potrafią również rozmontować kratki w otworach wentylacyjnych bloków, by móc założyć tam gniazda. Obserwowałam kawkę na skwerze w centrum miasta. Dziobała coś na ziemi. Chwilę później poderwała się do lotu, niosąc w dziobie kromkę chleba z otworem w środku. Usiadła wysoko na drzewie i zawiesiła kromkę na gałązce, korzystając z przedziurawienia. Spokojnie konsumowała zdobycz, a pojawiające się gawrony i inne kawki dzielnie przepędzała. Chętnie zajada też znalezione orzechy włoskie (Ryc. 8). Aby je skonsumować, postępuje podobnie jak gawron.

Ryc. 8. Kawka w trakcie posiłku. Fot. M.Olszowska.

Zawadiackim i ciekawskim przedstawicielem krukowatych jest wrona siwa (*Corvus corone cornix*). Wiele osobników prowadzi osiadłe życie w dużych miastach, na skwerach, w miejskich parkach i na cmentarzach. Zimą do Polski przylatują wrony gnieżdżące się na Ukrainie i Wyżynie Środkowosyberyjskiej. Spotkamy je też na skrajach lasów lub w otwartym krajobrazie rolniczym. Najliczniej występują

w rozległych dolinach rzecznych. Osobniki obu płci są ubarwione jednakowo. Grzbiet i brzuch wrony są

Ryc. 9. Wiosenna kąpiel kawek. Fot. M.Olszowska.

popielate, natomiast górna część piersi, głowa, skrzydła i ogon mają czarną barwę z metalicznym połyskiem. Tęczówki jej oczu są ciemnobrązowe. Ptak posiada też czarny, masywny, nieco zakrzywiony dziób (Ryc. 10). Wrona jest mało płochliwa,

Ryc. 10. Kolorystyka ciała wrony siwej. Fot. M.Olszowska.

w terenach zurbanizowanych szybko przystosowuje się do obecności człowieka, choć jest ostrożniejsza i bardziej czujna niż kawki i gawrony. Jest ptakiem towarzyskim i w trakcie migracji lub po okresie lęgów przyłącza się do stad kawek i gawronów. Wrony budują gniazdo na wierzchołku wysokiego drzewa, w rozwidleniu grubych gałęzi. Jest to płaski koszyk zbudowany z patyków, gałązek, wylepiony gliną lub błotem i wymoszczony łykiem drzew, mchem, trawą, a nawet kurzymi piórami. W połowie kwietnia samica składa około 6 jaj i wysiaduje je przez prawie 3 tygodnie. Pisklętami opiekują się oboje rodzice. Młode rozpoczynają samodzielne życie po około 5 tygodniach. Wrona jest wszystkożerna, ale sięga również po martwe zwierzęta, nierzadko rabuje pta-

Ryc. 11. Wrona najczęściej szuka pokarmu na ziemi.Fot. M.Olszowska.

sie gniazda. Najczęściej szuka pokarmu na ziemi (Ryc. 11). Swoją zdobycz (mięso i orzeszki) chowa przed innymi ptakami najczęściej w rynnach. Obserwacje zachowań tego ptaka są intrygujące. Wrona jest doskonale zaznajomiona z miastem i świetnie sobie w nim radzi. Wszystko ją interesuje i wszędzie zagląda, nawet w zakamarki zaparkowanych samochodów (Ryc. 12). Znalezione przedmioty ogląda ze wszystkich stron zanim je pozostawi. Podobnie jak kawki i gawrony przylatuje z orzechem nad jezdnię, upuszcza na asfalt i czeka, aż samochody go rozgniotą. Kiedy zapala się zielone światło dla pieszych, wrona przyłącza się do przechodniów i zbiera to, co z orzecha zostało. Z dużej wysokości na twardą powierzchnię zrzuca też znalezione kości, aby łatwiej dostać się do szpiku. Te inteligentne ptaki żyją sobie obok ludzi i korzystają tylko z tego, co im od nas „skapnie". Ale poza miastem bywają agresywne i nie dają spokojnie polować ptakom drapieżnym. Myszołowy czy błot-

Ryc. 12. Wrona to ciekawski ptak. Fot. M.Olszowska.

niaki są atakowane przez stada wron, które próbują przepędzić je ze „swojego” terenu i robią to bardzo skutecznie. Jak widać sprytu i odwagi odmówić wronom nie można.

Ptakiem leśno-parkowym jest bardzo czujna sójka (*Garrulus glandarius*). Zobaczymy ją także w sadach, ogrodach, a ostatnio w miejskich zadrzewieniach. Zaniepokojona skrzeczy i alarmuje głośnym, przenikliwym wrzaskiem: „kreecz” lub „kszaach”, ostrzegając sąsiadów przed niebezpieczeństwem. Jest z krukowatych najbardziej kolorowa. Większość jej upierzenia jest brązowa o pastelowym, różowym odcieniu. Kuper i dolne pokrywy ogona są białe, a sterówki i końce skrzydeł czarne. Na zaokrąglonych skrzydłach znajdują się charakterystyczne lusterka: białe oraz niebieskie z czarnym prążkowaniem. Podobne kreskowanie ma białe czoło, a boki głowy są

Ryc. 13. Sójka jest różnokolorowa. Fot. M.Olszowska.

czerwonobrązowe. Od dzioba ciągnie się gruby czarny wąs (Ryc. 13). Obie płci ubarwione są jednakowo. Czas lęgu sójek przypada na kwiecień i maj. Gniazdo budują oboje partnerzy na drzewie iglastym, z plecionych gałązek i z miękką wyściółką. Oboje też na zmianę wysiadują jaja i opiekują się pisklętami. Młode ptaki opuszczają gniazdo po 3 tygodniach, ale rodzice w razie konieczności jeszcze dokarmiają swoje dorastające pociechy. Sójka posiada wielce praktyczną umiejętność. Jest „gadatliwa”, co przejawia się wokalną aktywnością. Potrafi naśladować głosy szpaka, jastrzębia, myszołowa, a także miauczenie kota, nawet pisk kół od wozu. Śpiewa rzadko i jest to cichy gardłowy świergot przypominający gadanie brzuchomówcy. Pożywienie sójek jest urozmaicone i zależne od pory roku, ale przeważa pokarm roślinny. Szukają go na ziemi, charakterystycznie podskakując. Ich przysmakiem są owoce dębów, buków i leszczyn.

Ptaki jesienią pracowicie zbierają ulubione żołędzie i w wolu przenoszą w odległe nieraz miejsca. Mają zwyczaj gromadzić te zimowe zapasy w spiżarniach pod mchem, w dziuplach i szczelinach drzew. Tym sposobem przyczyniają się do rozsiewania nasion i „sadzenia” lasów, bo z niezjedzonych owoców wyrastają kolejne pokolenia drzew. Sójka, podobnie jak inne krukowate, jest bardzo inteligentną i sprytną indywidualistką. Co jakiś czas odbywa zabiegi higieniczne. Kładzie się na mrowisko z rozpostartymi skrzydłami i wrzeszczy. Zastraszone mrówki atakują ptaka, wydzielając przyjemnie pachnący kwas mrówkowy, który działa na pióra ptaka dezynfekująco, dodatkowo je perfumując. W czasie tego zabiegu ptak zawsze może przekąsić jakąś mrówkę

W naszym otoczeniu wyraźnie wzrosła ilość srok zwyczajnych (*Pica pica*). Ptaki te są wielkości gołębia, mają smukłą sylwetkę, długi ogon i czarno-białe upierzenie u obu płci. Czarne pióra na skrzydłach i na ogonie sroki mają metaliczny zielonkawy połysk (Ryc. 14). Gatunek zamieszkuje niemal całą Europę (oprócz obszarów wysokogórskich, niektórych

Ryc. 14. Upierzenie sroki ma metaliczny zielonkawy połysk. Fot. M.Olszowska.

wysp na Morzu Śródziemnym i Islandii), większość Azji, północno-zachodnią część Afryki, Kamczatkę i zachodnią część Ameryki Północnej. W Polsce jest szeroko rozpowszechniony. Najwięcej srok jest w śródmieściach, na osiedlach ludzkich, w parkach, na polach i na łąkach. W locie sroka jest łatwa do rozpoznania po białych lotkach pierwszorzędowych z czarnymi lamówkami. W czasie lotu uderza skrzydłami szybko i równo. W terenie można ją zlokalizować po charakterystycznym skrzeczeniu „czak” albo „kek”. To ptak towarzyski, hałaśliwy, ruchliwy i czujny. Sroka jest zwierzęciem, które zdało „test lustra”. Potrafi bowiem w lustrze rozpoznać swoje odbicie, co wiąże się z jego inteligencją i samoświadomością. Niby to nic nadzwyczajnego, a jed-

nak świadomość swojego wyglądu posiadają tylko nieliczne zwierzęta, w tym niektóre naczelne, delfiny, słonie i człowiek. Obserwując teren sroka siada w miejscach położonych wysoko, na przykład na wierzchołkach wysokich drzew (Ryc. 15). Okres godowy u tego ptaka trwa od lutego do maja. Dobrze zamaskowane gniazda zakładane są w gęstych

Ryc. 15. Sroki czatują na wierzchołkach wysokich drzew. Fot. M.Olszowska.

krzewach i na wierzchołkach drzew. Sroka buduje je z patyków i gliny, formując w kształt dużej kuli z zadaszeniem, wykładając wnętrze korzonkami i sierścią. Samica składa 6–7 jaj i wysiaduje niemal przez trzy tygodnie. Pisklęta po wykluciu wymagają opieki rodziców, którzy zaciekle je bronią. Ilość srok rośnie z roku na rok. Ten sukces sroka zawdzięcza wielkim możliwościom przystosowawczym i wszystkożerności. W zasadzie jest mięsożerna, padlinożerna, ale z konieczności zjada ziarna zbóż, nasiona chwastów i różne owoce. U nas sroka nie cieszy się dobrą opinią, bo uważa się ją za rabusia. Jest sprytnym i groźnym drapieżnikiem. Potrafi wybierać jaja i pisklęta z odkrytych gniazd małych ptaków, m.in pokrzewek, zięb, szczygłów, dzwońców, trznadli, wróbli i innych. Sroki porywają nawet kurczaki i gołębie. Innym zwierzętom podbierają zgromadzone na zimę zapasy. W miastach i na terenach zabudowywanych, gdzie jest dużo srok, widoczny jest spadek liczby drobnych ptaków śpiewających. Sroka nie ma zbyt wielu naturalnych wrogów. Obecnie nie należy już do zwierząt łownych, jak kiedyś. Sroka znana jest z zamiłowania do świecidełek. Ale ostatnie badania wykazały, że sroki nie interesują się błyszczącymi przedmiotami i nie są złodziejkami, jak dotąd sądzono. W kulturze ludowej uznaje się srokę za kłamczuchę i za symbol próżności. Nawet w wierszyku dla dzieci o sroczce co kaszkę warzyła, ptak nie jest najlepiej pokazany. Uważa się, że ten ptak przynosi ludziom nieszczęście. Mimo przesądów i negatywnych ocen, trzeba jednak przyznać, że sroka to piękny ptak.

Ptaki krukowate objęte są ochroną, jedynie sroka jest gatunkiem chronionym częściowo. Używanie narzędzi, umiejętność uczenia się, rozstrzygania stadnych konfliktów, przewidywania, a także zabawy stawiają krukowate na szczycie drabiny ptasiej inteligencji. W czasie spacerów warto przyjrzeć się bliżej tej ptasiej arystokracji.

mgr Maria Olszowska,
emerytowana nauczycielka biologii, Mrągowo
e-mail marjolsz@ interia.pl

KASZTANY, KASZTANY...

Brązowe, lśniące, gładkie, przyjemne w dotyku... Kasztany tak naprawdę są nasionami bałkańskiego kasztanowca pospolitego (*Aesculus hippocastanum*). Na początku jesieni zaczynają spadać z drzew. Zbierane cieszą nie tylko dzieci. Dojrzewają w kolczastych zielonych torebkach (Ryc. 1), które później brązowieją. Kasztanowiec dorasta do 25 m, ma gęstą, kopulastą koronę. Wiosenne pąki liściowe są lepkie, a wyrastające z nich duże liście przypominają dłoń z rozstawionymi palcami. Kasztanowce wyglądają wspaniale w czasie wiosennego kwitnienia. Wiechowate kwiatostany składają się z białych płatków z żółtymi lub czerwonymi plamkami u nasady (Ryc. 2). Jednak najpiękniej prezentują się przydrożne aleje kasztanowców w okresie jesiennym, gdy mienią się słonecznymi kolorami (Ryc. 4).

Niestety coraz więcej kasztanowców posiada oznaki działalności motyla szrotówka kasztanowcowiaczka (*Cameraria ohridella*). Na liściach drzew pojawiają się wtedy beżowo-brązowe plamy, tzw. miny. Są to miejsca żerowania larw tego szkodnika. Szrotówek jest motylem z rodziny kibitnikowatych (Gracillariidae). Atakuje kasztanowce, ale też klon pospolity i jawor. Przybył do nas prawdopodobnie poprzez transport samochodowy i działalność wiatru. W ciągu roku rozwija od 3 do 4 pokoleń (od końca kwietnia do połowy września). Jaja składane są na liściach, a wylęgnięte gąsienice wielkości około 1 mm

wgryzają się w głąb liści (Ryc. 3). Tu przeobrażają się w poczwarki, a potem w dorosłe motyle. Ostatnie pokolenie zimuje w postaci poczwarek w opadłych liściach, bardzo dobrze znosząc nawet silne mrozy. Naturalnymi wrogami szrotówka są drapieżne sikory. Te sympatyczne ptaki mają więc sporo pokarmu, ale i mnóstwo pracy. Niestety żywotność i płodność szrotówka przewyższa możliwości ptaków. Walka z tym owadem polega na paleniu opadłych jesienią liści, zawieszaniu na pniach drzew rozmaitych pułapek, nawet nastrzykiwaniu pni i gleby specjalnymi substancjami, aby wyniszczyć kolejne stadia rozwojowe tego motyla.

Ryc. 1. Dojrzałe kasztany w pękających torebkach. Fot. M.Olszowska.

Ryc. 2. Kwiastostany kasztanowca. Fot. M.Olszowska.

Ryc. 3. Liść z gąsienicą szrotówka. Fot. M.Olszowska.

Kasztanowiec od dawna jest stosowany w medycynie. Surowcem leczniczym kasztanowca są kwiaty, kora i nasiona (kasztany). Roślina działa przeciwzapalnie, przeciwbakteryjnie, rozkurczająco, przeciwkrwotocznie, uszczelnia naczynia krwionośne, pomaga w stanach zapalnych wątroby. Wyciągi z kasztanów są używane do produkcji kremów, maseczek kosmetycznych, szamponów, odżywek do włosów i płynów do kąpieli. Drewno kasztanowca wykorzystywane jest w tokarstwie i do produkcji mebli. Kory używa się w garbarstwie oraz do barwienia wełny. Kasztany nazbierane jesienią stanowią zimową karmę dla wielu zwierząt. Zbieramy też kasztany dla siebie, bo mają sekretną moc – są naturalnymi odpromiennikami, pochłaniającymi szkodliwe promieniowanie elektromagnetyczne. Chętnie trzymamy je w mieszkaniach w pobliżu urządzeń elektronicznych i w sypialniach. Na poprawę samopoczucia niektórzy przez cały rok noszą w kieszeniach jeden lub kilka kasztanów. Takie skromne kasztany, a tyle zalet....

Ryc. 4. Aleja kasztanowców jesienią. Fot. M.Olszowska.

mgr Maria Olszowska,
emerytowana nauczycielka biologii, Mrągowo
e-mail marjolsz@interia.pl

Wszechświat 1914, tom XXXIII, Nr 2, str. 17–20

Wiedza o biologicznych podstawach odporności sto lat temu

BIOLOGICZNE PODSTAWY NAUKI O ODPORNOŚCI.

E.J.

Zagadnienia związane z odpornością organizmów na zakażenie mogły być wówczas dopiero rozważane w sposób naukowy, kiedy postępy bakteryologii umożliwiły zoryentowanie się w warunkach potrzebnych dla rozwoju bakteryj i pozwoliły wniknąć głębiej w tę walkę rozgrywającą się na polu zarażonego organizmu. Dawniejsze obserwacye zebrały niewątpliwie mnóstwo Cennych faktów, nawet jedno z najdonioślejszych odkryć na polu profilaktyki chorób zakaźnych, ochronne szczepienie ospy, dokonane było wówczas (Jenner, 1796 r.), kiedy o bakteryach wogóle wcale jeszcze nie wiedziano, objaśnienie sobie tych faktów, zdanie sobie sprawy z tych biologicznych procesów, które tutaj zachodzą możliwe było dopiero w czasach stosunkowo niedawnych.

Historya poglądów na pochodzenie chorób zakaźnych dobitnie wskazuje, że od dawna już uwaga lekarzy i biologów skierowana była na zjawiska odporności i stwierdzano na każdym kroku, że wniknięcie zarazków do organizmu zwierzęcego niezawsze prowadzi do choroby zakaźnej. Taką odporność klasyfikuje się na wrodzoną i nabytą.

Odporność wrodzoną obserwować można u tych zwierząt, które pewnemi zarazkami zupełnie nie mogą być zarażone, albo też doprowadzenie do wybuchu choroby zakaźnej wymagałoby u nich bardzo dużych dawek bakteryj. W pewnych warunkach doskonale możemy sobie taką odporność objaśnić właściwościami przemiany materyi lub temperaturą ciała właściwą danemu gatunkowi. Np. przemiana materyi u zimnokrwistych daleko wolniej się odbywa niż u ciepłokrwistych, temperatura ciała ptaków jest wyższa niż ssaków i t. p. Zarazki więc powodujące groźną chorobę u ssaków, jak np. wąglik (antrax), dla ptaków i zimnokrwistych jest mikrobem najzupełniej niewinnym.

Taką odporność nazywamy gatunkową.

Znamy jednak odporność wrodzoną, indywidualną, którą tłumaczymy sobie wypadkowym silniejszym rozwojem tych urządzeń ustroju, służących do ochrony - przeciwko zakażeniu. Trzeba jednak zauważyć, że wogóle owa odporność wrodzona, czy, jak ją inni nazywają, naturalna, ma tylko względny charakter: łatwo się daje przemódz różnemi czynnikami zewnętrznemi. Np., jeżeli weźmiemy pod uwagę dopiero co przytoczony przykład odporności ptaków na zarazek wąglika, to badania Pasteura i Wagnera wykazały, że jeżeli obniżymy temperaturę ciała jakiegoś ptaka, np. kury, czy to zapomocą zanurzania jej do wody, czy też morfiną, antypiryną lub innemi farmakologicznemi środkami - to wówczas śmiertelne zakażenie wąglikiem jest możliwe. Tak samo, a nawet w wyższym stopniu odporność indywidualna podlega znacznym wahaniom, zależnie od czynników zewnętrznych lub wewnętrznego fizyologicznego a tembardziej patologicznego stanu organizmu.

Odporność nabyta - to ogólnie znana niewrażliwość na podobne powtórne zakażenia po przebyciu niektórych chorób zakaźnych np. ospy, odry, szkarlatyny, kokluszu, tyfusu, dyfterytu. Odporność ta trwa krócej lub dłużej, zawsze jednak chroni organizm przez czas pewien.

Wreszcie odporność sztucznie nabyta bywa czynna, jeżeli przez sztuczne wprowadzenie osłabionych zarazków wywołujemy chorobę o przebiegu niesłychanie łagodnym, ale za to po wyleczeniu otrzymujemy na dłuższy czas uodpornienie organizmu przeciw tej chorobie; wreszcie bierną - jeżeli wprowadzamy do krwi substancye uodporniające, wzięte ze krwi innego zwierzęcia, poprzednio uodpornionego przebyciem danej choroby.

Ale weźmy pod uwagę jeszcze jednę obserwacyę: wprowadzenie do ustroju na-wet dużych dawek zarazka tężca, ale bez jego toksyn, znoszone jest przez organizm doskonale, tymczasem minimalne ilości jadu tężcowego sprowadzają zatrucie śmiertelne. Z tego możnaby wnosić, że przyczyny odporności w tym i drugim przypadku są różne. Dlatego odróżniamy jeszcze odporność na zakażenie żywemi zarazkami (Unempfihiglichkeit) od nie wrażliwości na toksyny (Giftfestigkeit). I to jest ciekawe, że dwa te rodzaje odporności niezawsze idą z sobą w parze.

Biorąc więc ogólnie, pod odpornością należy rozumieć taki stan organizmu, kiedy ten ostatni pod wpływem przyczyn wewnętrznych nie podlega szkodliwym wpływom zakażenia. Zdanie sobie sprawy z tych czynników, które stan taki warunkują, ma kolosalne znaczenie nie-tylko teoretyczne. Już te drobne zdobycze, które do tej pory zdołano na tem polu osiągnąć, pchnęły praktyczną stronę tego zagadnienia na drogę, od której medycyna współczesna spodziewa się przełomowych rezultatów.

Wszystkie te, pokrótce tu wyliczone zjawiska odporności starają się tłumaczyć najróżnorodniejsze teorye z których dwie: fagocytozy Miecznikowa

i biochemiczna Ehrlicha zyskały posłuch największy.

Swoję teoryę fagocytozy wygłosił Mieczników w roku 1883 i oparł ją na spostrzeżeniach dawniejszych Haeckla (1862), który, obserwując mięczaka Thetys, zauważył, że ciałka białe krwi (leukocyty) posiadają zdolność pochłaniania drobnych cząsteczek ciał obcych, wreszcie Pauma, Zieglera i Grawitza, którzy jeszcze w latach 1876-1877 wspominali o trawieniu wewnątrzkomórkowem w komórkach pochodzenia mezodermalnego. Ale Mieczników pierwszy podał tezę, że fakty pokrewne zachodzą podczas obrony organizmu przeciw zakażeniu i że zjawisko fagocytozy można przyjąć za biologiczną podstawę nauki o odporności i tezy tej potrafił udowodnić.

Fagocytozą więc nazywamy zdolność niektórych komórek organizmu pochłaniania drobnych cząsteczek ciał obcych stałych, a także i ciał ciekłych, i przetrawiania ich wewnątrz swej protoplazmy. Takiemi ciałami obcemi bywają bakterye, martwe komórki organizmu, cząsteczki barwnika (pigmentu), ciała obce, które się dostały zzewnątrz i t. d. Pochłanianie odbywa się drogą wysuwania wypustek i otaczania niemi ciała obcego; wreszcie, kiedy ta cząsteczka znajduje się już wewnątrz komórki, zostaje ona otoczona wakuolą i przetrawiona. Ze zjawiskami fagocytozy spotykamy się niesłychanie często u jednokomórkowych roślin i wielu bardzo niższych zwierząt z pomiędzy protozoa, coelenterata, vermes i mollusca. U najniższych wielokomórkowych zwierząt (metazoa) zdolność fagocytozy posiadają wszystkie komórki ciała, tymczasem u zwierząt wyższych tracą ją stopniowo komórki ektodermy potem i entodermy, tak, że zachowują ją jedynie komórki pochodzenia mezodermalnego. Spotykamy się tutaj jednak z pewnemi wyjątkami. Mieczników podzielił wszystkie te komórki, okazujące zdolności fagocytozy, na dwie kategorye:

Na mikrofagi, to jest komórki pochłaniające drobne cząsteczki, przedewszystkiem więc bakterye, karmin, złogi solne, pochodne hemoglobiny i t. d. - są nimi białe ciałka neutrofilowe i po części eozynofilowe.

I na makrofagi - to jest pochłaniające ciała większe, np. inne komórki: głównie czerwone i białe ciałka krwi, czasami nawet po kilka naraz; ale obok tego mogą pochłaniać również bakterye szczególnie streptococcus, lasecznik gruźlicy, trądu, pasorzyt promienicy, malaryi i t. d. Makrofagi są niesłychanie różnokształtne, można jednak na zasadzie spotykanych w niektórych miejscach, np. w jamie brzusznej, ustalić pewien typ. Są to komórki bardzo duże, około 50 μ, o jądrach barwiących się blado, które jednak w makrofagach mniejszych jest intensywniej zabarwione. Zresztą jest to w dużej mierze zależne od funkcyi: te jądra, które w stanie spokoju komórki barwią się blado, te podczas czynności stają się ciemniejsze, i odwrotnie. Jądro jedno, przeważnie kuliste, ale nigdy płatowe. Protoplazma obfituje w wakuole. Różnicy między limfocytami wielkiemi i szpikowemi mononuklearami Ehrlicha a makrofagami nie można prawie zaobserwować.

W warunkach normalnych makrofagów jest bardzo mało, zjawiają się one i to nieraz w kolosalnej ilości, w pewnego rodzaju zakażeniach. Dominici wykazał, że głównem źródłem, skąd się do jamy brzusznej wydostają, jest sieć. Są tam mianowicie t. z. plamy mleczne, które w tych sprawach odgrywają doniosłą rolę. Komórki śródbłonkowe, pokrywające sieć, połączone ze sobą zapomocą wyrostków protoplazmatycznych, pod wpływem bliżej nieznanego zadrażnienia rozluźniają swój związek z podłożem, stają się kulistemi i z nich właśnie wytwarzają się makrofagi.

Zmiany w tych komórkach zachodzące mają bardzo ciekawy charakter: jest to powrót komórek wyższych do stanu embryonalnego, gdzie komórka sama załatwia sprawę odżywiania w sposób zupełnie pierwotny.

I to nietylko w sieci ze zjawiskami podobnemi się spotykamy. Komórki stałe nabierają własności fagocytów i w gruczołach limfatycznych; i w układzie krwionośnym śródbłonki naczyniowe w pewnych warunkach zdolne są do fagocytozy. To samo komórki śledziony, komórki ziarnicy, komórki nabłonkowate, spotykane w gruzełkach, osteoblasty, sadeoblasty i t. d. (t. zw. fagocyty stałe). Wogóle im jakaś komórka bardziej jest ruchoma, tem łatwiej nabiera własności fagocytów. Makrofagi są w stanie pochłaniać i przerabiać w swej protoplazmie i ciała ciekłe. Robiono takie doświadczenia z roztworem arszeniku. Również i jady bakteryjne (toksyny) są przez nie pochłaniane (szczególnie toksyny tężca) i w ten sposób odbywa się obrona organizmu przeciw zatruciu.

Własnościami więc zasadniczemi fagocytów będą:

1. *Wrażliwość na wpływy chemiczne i fizyczne.*
2. *Ruchliwość oraz zmienność swego kształtu.*
3. *Własność pochłaniania, żarłoczność.*

A więc są one wrażliwe na komórki martwe, w których zaszły już pewne zmiany rozpadowe, jak również i na komórki obce, należące do innego organizmu, i na bakterye, które zostają przede-

-wszystkiem energicznie atakowane. Skutkiem wrażliwości na wpływy chemiczne (chimiotaxis), fagocyty ruchome zbliżają się do tych punktów, skąd podrażnienia wychodzą, otaczają te cząsteczki, a fagocyty stałe wypuszczają w tym kierunku wypustki - wogóle okazują chimiotaxis dodatni. W innych znów przypadkach odwrotnie, albo fagocyty pozostają na miejscu, albo nawet oddalają się, jeżeli substancye te budzą w nich chimiotasis odjemny. Zauważyć jeszcze trzeba, że wrażliwość na wpływy chemiczne nie jest stała: może się ona zmieniać, to się zwiększać, to zmniejszać.

Tą wrażliwością możemy sobie wytłumaczyć i to zjawisko, że fagocyty robią pewien wybór w rzeczach przez siebie pochłanianych i np. pochłaniają pewien gatunek bakteryj, a inny, nawet chorobotwórczy, pozostawiają nietkniętym. Ale jeżeli będziemy kilkakrotnie wprowadzać te ostatnie bakterye - to wreszcie osiągniemy pewne przyzwyczajenie się, czyli oswojenie się fagocytów z niemi i pochłanianie nastąpi łatwo.

Dalsze losy zarazka, który dostał się już wewnątrz ciafa fagocyta, zależne ąą z jednej strony od wytrzymałości bakteryi, z drugiej - od zdolności trawiennej fagocyta. Według badań Miecznikowa, trawienie to odbywa się pod wpływem specyalnych enzymów: mikrocytazy - w mikrocytach i makrocytazy - w makrocytach.

A więc, średnio biorąc, zarazek, który wtargnął dzięki sprzyjającym warunkom do organizmu, zostaje pochłonięty przez fagocyta i przetrawiony, a tem samem zupełnie unieszkodliwiony. W innym przypadku, np. gdy mamy do czynienia z prątkiem gruźlicy, który zresztą bardzo łatwo zostaje przez fagocyta pochłonięty - skutkiem, być może, substancyi tłuszczowej, czy woskowej, którą jest powleczony, nietylko, że nie zostaje strawiony przez mikrocyta, ale zaczyna się w nim rozmnażać i prowadzi niejednokrotnie, skutkiem trucizn przez siebie wydzielanych, do rozpadu samego mikrocyta.

Wówczas zjawiają się makrofagi, które pochłaniają owe szczątki mikrofaga wraz z bakteryami i niszczą je ostatecznie, tak że w pewnych przypadkach organizm tą drogą bierze górę nad zarazkiem.

Jeżeli zaś produkty wydzielane przez bakterye są silnie jadowite, a jednocześnie wywierają słabe działanie chemotaktyczne na fagocyty, to wówczas ilość leukocytów wstępujących do tkanek ze krwi będzie mała, bakterye będą się bez przeszkód rozmnażały i spowodują zakażenie całego organizmu.

Dokończenie
Wszechświat 1914, tom XXXIII, Nr 3, str.38-43.

Czy jednak teorya fagocytozy obejmuje całość zjawisk obserwowanych w walce organizmu z zarazkami? Czy nie pomija całego działu środków obronnych, zawartych w sokach organizmu? Bez wątpienia - surowica krwi, niezależnie od fagocytów posiada tak różnorodne własności, które dzielnie przyczyniają się do zwalczania zakażenia i zneutralizowania jadów, że nieuwzględnienie tej strony zagadnienia czyni teoryę fagocytozy niekompletną, wymagającą dopełnień. Kto wie zresztą, czy procesy, zachodzące w surowicy krwi, nie są dla celów obrony donioślejsze, czy w takim razie całej fagocytozy nie należałoby traktować jako dopełnienie do tej głównej armii, która skoncentrowana jest w procesach biochemicznych zachodzących w surowicy krwi. Wprawdzie Mieczników w późniejszych swoich pracach pragnie i te zjawiska uzależnić od fagocytozy, ale bezpośrednich na to dowodów nie mógł przytoczyć, a daleko naturalniejsze i prostsze wyjaśnienie tych procesów dał Ehrlich, wyjaśnienie sformułowane w kunsztownie pomyślanej teoryi „łańcuchów bocznych", traktującej całą odporność organizmów na innem podłożu, na innych biologicznych podstawach, niż Mieczników.

Ale zanim przystąpimy do owej teoryi musimy się choć pokrótce zaznajomić z faktami, które mają podlegać wyjaśnieniom.

Już dawno stwierdzono drogą eksperymentów, wykonywanych przez cały szereg badaczów (Fodor, Niessen, Behring, Nuttall i inni), że krew normalna, krew zwierzęcia czy człowieka niezakażonego, posiada własności bakteryobójcze, że bakterye, wprowadzone wprost do surowicy krwi (czy też do krwi zwierzęcia żywego), prędko tam giną. I dzieje się to nie dlatego że jak przypuszcza Baumgarten, Jetter i inni bakterye poprostu nie znajdują we krwi odpowiedniego pożywienia dla siebie, że wymierają jakby z głodu, które to przypuszczenie zostało w ostatnich czasach obalone przez badania Tromsdorffa, Lingelsheima i Wassermanna ale przedewszystkiem dlatego, że znajdują się nawet we krwi normalnej substancye, których natury dokładnie jeszcze nie poznano, a które jednak posiadają niewątpliwie własności wstrzymywania rozwoju a nawet wprost zabijania bakteryj. Substancye te zostały nazwane przez Buchnera aleksynami. Wykrył on, że po ogrzaniu krwi (ewent. surowicy krwi) do 60°, substancye te zostają rozłożone i działanie ich ustaje, że wreszcie czynność swoję objawiają tylko w obecności soli. Te właśnie ciała zostały nazwa-

ne przez Miecznikowa cytazami i one właśnie mają według niego znajdować się wyłącznie w białych ciałkach krwi, a do osocza przechodzą tylko po ich rozpadnięciu się. Po zakażeniu zaś, po wtargnięciu do organizmu bakteryj i wytwarzaniu przez nie toksyn zachodzą zmiany we krwi i limfie, polegające na zjawieniu się liczniejszych i zdaje się donioślejszych niż aleksyny substancyj ochronnych, z których jedne neutralizują jady wytwarzane przez bakterye (toksyny) — są to antytoksyny, drugie zaś: bakteryolizyny i aglutyniny paraliżują działalność samych bakteryj. Są one niewątpliwie pochodzenia komórkowego; wytwarzają je wszystkie komórki ustroju, jednak organy krwiotwórcze: śledziona, gruczoły limfatyczne i szpik kostny muszą być postawione na pierwszem miejscu. Przypatrzmy się tym substancyom bliżej: Antytoksyny posiadają, jak wspomniałem wyżej, zdolność neutralizowania toksyn. Ale objawia się tu wybitna specyficzność tych substancyj: toksyna dyfterytyczna tylko przez specyalne antytoksyny dyfterytyczne może być zneutralizowana, toksyna tężcowa - tylko przez antytoksynę tężcową i t. d. Że istotnie antytoksyny mogą neutralizować odpowiednie toksyny, można to nawet in vitro dowieść. Weźmy toksynę bakteryjną w ilości bezwzględnie śmiertelnej dla danego zwierzęcia, zmieszajmy ją z surowicą krwi zwierzęcia, które przechodziło chorobę zakaźną, wywołaną tym właśnie zarazkiem, a łatwo się przekonamy, że toksyna ta utraciła już w tej mieszaninie swoję jadowitość, że obie substancye - toksyna i antytoksyna zawarta w owej surowicy stworzyły pewne chwiejne połączenie chemiczne, według typu podwójnych połączeń i stworzyły nowe ciało już dla danego zwierzęcia niejadowite. Toksyna jednak w tym przypadku nie rozpada się: łatwo sobie uzasadnić następującem doświadczeniem. Wiadomo, że jad wężów nie rozkłada się przez ogrzanie do 80° stopni, tymczasem odpowiednia antytoksyna w tych warunkach zostaje rozłożona bezpowrotnie. Jeżeli więc dodamy do jadu wężów surowicy zawierającej odpowiednie antytoksyny w takiej ilości, aby otrzymać zupełną neutralizacyę, a potem tę mieszaninę ogrzejemy do 80° - to staje się ona nanowo jadowita. A więc jad wężów był tylko związany antytoksyną i nie mógł swego jadowitego działania przejawić, kiedy zaś antytoksyna została zniszczona, działanie to w całej pełni występuje.

Drugą substancyą, zjawiającą się we krwi i limfie zakażonego organizmu, jest bakteryolizyna, odkryta przez Pfeifra. Substancya dla niektórych zakażeń, a przedewszystkiem tyfusu i cholery ma kolosalne znaczenie. Pod wpływem tej substancyi zarazki te tracą swoją ruchomość, pęcznieją, rozpadają się na drobne kuleczki, wreszcie rozpływają się kompletnie. W tych razach wybitniej niż gdzieindziej widać, jak fagocytoza zepchnięta jest na drugi plan w obronie z zakażeniem.

Wreszcie Gruber wykrył aglutyniny, pod wpływem których otoczka bakteryj pęcznieje, robi się lepką, bakterye ruchliwe tracą swoje ruchy, zbijają się w kupki i opadają na dno naczynia. Takiemu sklejaniu mogą podlegać nietylko bakterye żywe, ale i martwe. Ale trzeba zaznaczyć, że żywe bynajmniej przytem nie giną, mogą się nawet rozmnażać będąc ze sobą sklejone. Robi to takie wrażenie, jakgdyby substancye te działały tylko na otoczkę bakteryi.

Zwróćmy się teraz do wyjaśnienia mechanizmu powstawania wszystkich tych substancyj - do teoryi „łańcuchów bocznych“ Ehrlicha.

Już poprzednio wspomniałem, że zachodzą tu niewątpliwie pewne procesy chemiczne, trzeba więc sobie wyobrazić czynniki w grę tutaj wchodzące jako skomplikowane związki chemiczne, których wprawdzie natury nie znamy i daleko nam jeszcze do tego, ale niemniej pewne grupy tych związków możemy biologicznie charakteryzować. W ten sposób Ehrlich przypuszcza, że toksyna zawiera dwie kategorye grup atomowych: jednę bardziej trwałą, obdarzoną powinowactwem chemicznem do protoplazmy komórek ustrojowych i skutkiem tego łączącą toksynę z organizmem i drugą bardziej wrażliwą na wpływy zewnętrzne, warunkującą działanie trujące toksyny. Pierwszą grupę nazywa on haptoforową, drugą - toksoforową. Grupami podobnemi jego zdaniem obdarzone są nietylko toksyny, ale i wszelkie ciała, względem których możliwe jest uodpornienie. Oczywiście zależnie od fizyologicznego działania danego ciała owa grupa druga, w tamtym przypadku toksoforowa, jest za każdym razem inna, dlatego możnabyją ogólnie nazwać funkcyonalną, bo w cząsteczce toksyny będzie ona toksoforową, w cząsteczce fermentu zymoforową, w molekule zaś aglutynin-aglutyninoforową itd.

Protoplazmę zaś komórki ustrojowej z punktu widzenia chemicznego proponuje Ehrlich wyobrazić sobie jako centralną grupę molekularną, wypełniającą funkcye życiowe, i liczne grupy boczne - łańcuchy boczne w znaczeniu chemii organicznej - nazwane przez niego receptorami (od receptivitó).

Jeżeli więc zostanie wprowadzona do organizmu pewna toksyna, to wówczas jej grupa haptoforowa da nam jakieś złożone połączenie chemiczne z którymś, najbardziej wrażliwym na dany rodzaj toksyn, receptorem komórki ustrojowej. Ponieważ jednak toksyna posiada jeszcze i grupę toksoforową, przez którą może ujawnić swoje działanie trujące, więc normalne czynności komórki zostają zachwiane,

objawiają się pewne zmiany anatomo patologiczne i funkcyonalne, właściwe danej chorobie infekcyjnej. Ponieważ pewna część owych łańcuchów bocznych - receptorów - jest związana z toksynami jest więc dla wykonywania funkcyi komórki stracona, dla pokrycia więc tego braku, w myśl ogólno-biologicznej zdolności komórki żywej, która odradza części utracone, rozpoczyna się regeneracya tworzenia się nowych receptorów i to w dużym nadmiarze, to jest owych łańcuchów bocznych tworzy się więcej, niż ich komórka utraciła. Tworzenie się tych nowych receptorów odbywa się jednak tylko wówczas, jeżeli komórka niezbyt ucierpiała pod wpływem działania grupy toksoforowej toksyny, w przeciwnym razie owa regeneracya jest bardzo słaba, albo wcale nawet nie zachodzi.

Ów nadmiar receptorów, o którym dopiero co była mowa, nie utrzymuje się przy komórce, a wchodzi do surowicy krwi. Ponieważ jednak te wolno pływające łańcuchy boczne są takie same, jak tamte, które pierwotnie były związane przez grupę haptoforową, toksyny mają więc one również powinowactwo do tej samej toksyny. A więc wprowadzona powtórnie taka sama toksyna zostanie przez owe wolno pływające receptory związana, grupa haptoforowa toksyny będzie zajęta, toksyna nie będzie się mogła połączyć z protoplazmą komórki ustrojowej, a tym samym nie będzie mogła ujawnić na niej swego destrukcyjnego wpływu. Bronią więc te wolno pływające we krwi receptory organizm od działania toksyn - są więc temi antytoksynami, które w roku 1890 odkrył Behring.

Wyjaśnienie działania i pochodzenia bakteryolizyu wymaga bardziej zawiłej hypotezy, choć opartej na tej samej zasadniczej podstawie „łańcuchów bocznych". Ułatwia jednak badanie ta okoliczność, że organizm może być uodporniony nietylko przeciwko bakteryom, ale też i innym komórkom, np. czerwonym czy białym ciałkom obcego pochodzenia. Pod wpływem więc tych komórek wytwarzają się we krwi odpowiednie „lizyny", które te komórki rozpuszczają. Są dane na to, żeby przypuszczać, że procesy zachodzące w przypadku np. rozpuszczania czerwonych ciałek przez odpowiednio uodpornioną surowicę (tak zw. hemoliza) są identyczne co do swego charakteru z temi, jakie zachodzą w tyfusie czy cholerze, kiedy te zarazki są przez bakteryolizyny rozpuszczane. A badanie hemolizy jest technicznie bardzo dogodne ze względu na zmiany zabarwienia płynu, który pod wpływem działania lizyny na czerwone ciałka krwi staje się czerwonym, gdyż hemoglobina z tych ciałek skutkiem ich rozpadu zostaje uwolniona i rozpuszcza się w surowicy. Wyjaśnienie więc procesów, zachodzących w hemolizie, da nam zrozumienie mechanizmu wszystkich lizyn, a więc i bakteryolizyny.

Klasyczne doświadczenie Ehrlicha i Morgenrotha przyczyniło się znakomicie do zdania sobie sprawy z istoty hemolizy: zawiesinę czystych czerwonych ciałek krwi w fizyologicznym roztworze soli kuchennej (0,85% NaCl), potrzebną do tego doświadczenia, przygotowywali ci badacze przez odwlóknienie krwi świeżej, rozcieńczeniu jej fizyologicznym roztworem NaCl i kilkakrotne przemywanie tym roztworem i centryfugowanie, aż do uwolnienia zupełnego tej emulsyi od śladów surowicy. Potem ową zawiesinę czerwonych ciałek krwi nalewali do szeregu probówek po 1 cm^3 w każdej i dodawali do niej odpowiednio uodpornionej surowicy obcej, która posiadała zdolność rozpuszczania tych ciałek. Dolewali jednak tej surowicy ilości wzrastające, tak, że każda następna probówka zawierała jej więcej niż poprzednia. Wreszcie dla zrównania poziomu płynów w różnych probówkach dolewali roztworu fizyologicznego NaCl, i stawiali to wszystko do termostatu o temperaturze 37° na dwie godziny.

Potem z termostatu przenosili do lodowni o temp. 0° - 3°. W zimnie czerwone ciałka opadały na dno, a płyn nad nimi przyjmował zabarwienie od zupełnie bezbarwnego do intensywnie czerwonego. W tych probówkach, których płyn pozostał bezbarwny, uodpornionej surowicy było zamało na to, by mogła zajść hemoliza, by więc ciałka czerwone zostały rozpuszczone i uwolnione hemoglobina przepoiła swoją barwą cały roztwór. W następnych probówkach było jej więcej i więcej - barwa więc płynu stawała się coraz intensywniejsza. Jeżeli teraz zmienimy porządek doświadczenia i probówki z ową zawiesiną czystych czerwonych ciałek krwi w fizyologicznym roztworze NaCl i odpowiednio dolaną uodpornioną surowicą zamiast do termostatu postawimy wprost do lodowni - to hemoliza w żadnej probówce nie zajdzie i płyn ponad opadłemi ciałkami będzie zupełnie bezbarwny. Zlejmy teraz płyn z nad tych ciałek do innych probówek, dodajmy nowych świeżo przemytych ciałek czerwonych, postawmy w termostacie w optimum temperatury, a jednak hemoliza nie zajdzie. Płyn, będący dawniej w styczności z ciałkami czerwonemi, utracił zdolność hemolizy - oddał zapewne tym ciałkom ów czynnik, od którego hemoliza zależy. Ale jeżeli teraz do tego płynu, który utracił własności hemolityczne, dodamy nowej surowicy uodpornionej, którą jednak również pozbawimy zdolności rozpuszczania ciałek czerwonych przez ogrzanie do 55°-60°-to hemoliza nastąpi. Każdy oddzielnie

z tych płynów nie posiadał własności hemolitycznych, ale ich mieszanina doprowadziła hemolizę do końca. Rozpatrzmy to zjawisko. Ehrlich i Morgenroth przypuszczają, że na to, by hemoliza mogła dojść do skutku, potrzebna jest obecność dwu ciał: tego, które w powyższem doświadczeniu było pochłonięte przez pierwsze ciałka czerwone i które w nowej porcyi surowicy, potem dodanej, zachowało się mimo ogrzania jej do 55°-60° - ci badacze nazwali go amboceptorem; i drugiego, które było przy tym ogrzewaniu zniszczone, tak zw. komplementu.

Hemoliza z początku zajść nie mogła tylko skutkiem nizkiej temperatury; jednak skutkiem styczności surowicy z czerwonemi ciałkami, które opadły na dno-amboceptory w niej zawarte zostały przez te ciałka wchłonięte i płyn, zlany do innych naczyń, skutkiem braku jednego z tych niezbędnych dla hemolizy ciał, nie mógł już nowo wprowadzonycb ciałek rozpuścić. Zawierał on jednak to drugie ciało - komplement. To też po dodaniu nowej surowicy, która znów pozbawiona była przez ogrzanie komplementu, ale zawierała amboceptor, oba ciała były w tej mieszaninie obecne - hemoliza mogła nastąpić.

Jak jednak te zjawiska związać z poprzednio poznanemi i wytłumaczyć zapomocą teoryi łańcuchów bocznych? Ehrlich przyjmuje istnienie różnorodnych receptorów (łańcuchów bocznych) i klasyfikuje je w trzy rzędy: receptory pierwszego rzędu posiadają tylko jednę grupę atomową, która jest obdarzona powinowactwem chemicznem do odpowiednich grup substancyj odżywczych (w warunkach lizyologicznych), czy też w przypadkach zakażenia do grupy haptoforowej toksyny i Ehrlich nazywa taką grupę atomową - grupą haptoforową receptora; receptory pierwszego rzędu wchodzą w grę w obronie organizmu przeciw toksynom, są one w pewnych warunkach antytoksynami-o nich właśnie mówiliśmy szczegółowo poprzednio; receptory drugiego rzędu posiadają jednę grupę haptoforów, a drugą zymoforową i wyjaśniają nam aglutynacyę: grupa haptoforowa służy do połączenia z bakteryami, a zapomocą grupy zymoforowej następuje wytwarzanie się na powierzchni bakteryi substancyi lepkiej, która zlepia z sobą zarazki; wreszcie receptory trzeciego rzędu, które tem się wyróżniają od innych, że posiadają dwie grupy haptoforowe, jednę dla połączenia z cząsteczkami odżywczemi lub też z receptorami ciał które mają być rozpuszczone i drugą t.zw. komplementofilową dla połączenia z molekułami ciał fermentopodobnych, o których była mowa wyżej, z komplementami. Receptory takie o dwu grupach haptoforowych nazywają się właśnie ambo-ceptorami: są, zdaniem Ehrlicha, temi substaneyami, które poznaliśmy rozpatrując hemolizę. Tak więc amboceptory jak i komplementy posiadają dwie odrębne grupy atomowe, z których jedna u amboceptora łączy się w przypadku hemolizy z receptorem ciałka czerwonego, a druga z komplementem, a analogiczne grupy z komplementu charakteryzują się: jedna powinowactwem do amboceptora, a druga analogicznie do grupy toksoforowej toksyny, posiada zdolność rozpuszczania, czy też, ogólnie biorąc, niszczenia komórek albo drogą fermentacyjną, albo toksyczną. Zrozumiałą więc jest rzeczą, że dlatego, by jakakolwiek liza mogła nastąpić, musi być obecny i amboceptor i komplement, bo komplement bez amboceptora nie będzie mógł połączyć się z komórką, na którą mógłby wywrzeć swoje niszczące działanie, amboceptor zaś bez komplementu wprawdzie połączy się z komórką, tu w grę wchodzącą, ale brak tu będzie tego ciała, które w sprawach rozpuszczania gra czynną i decydującą rolę.

Tak w grubych zarysach przedstawia się biochemiczna teorya Ehrlicha. Pominąłem wiele niezmiernie ciekawych szczegółów i interesujących spostrzeżeń, by zbytnio nie powiększać ram tego artykułu. Nie wspomniałem zaś o precypitynach, substancyi, która też w czasie zakażenia zjawia w surowicy krwi, głównie dlatego, że substancye te, z innych względów bardzo ważne w walce organizmu z zakażeniem, odgrywają, zdaje się, podrzędną rolę, gdyż posiadają powinowactwo chemiczne do tych ciał chemicznych, z których składa się ciało bakteryi, a które dopiero po jej śmierci zostają rozłożone i uwolnione, przechodząc do surowicy, tworzą z precypitynami osad.

Ale jest jeszcze jedna kwestya, którą poruszyć pragnę. Obserwacye fagocytozy, przeprowadzonej in vitro przez Wrighta i Douglasa, dowiodły, że stan surowicy krwi nie jest obojętny dla fagocytozy. Badacze ci przypuszczają, że w pewnych warunkach zjawiają się we krwi substancye, które, działając na bakterye w sposób bliżej nieznany, ułatwiają ich pochłonięcie przez fagocyty, wzmagają, ułatwiają fagocytozę. Ciała te nazwał Wrigth - opsoninami (opsono - przygotowuję pokarm). Opsoniny świadczą o pewnem współdziałaniu tych dwu potężnych czynników, jakie organizm zwierzęcy posiada dla swej obrony przeciw zarazkom: fagocytozy i procesów biochemicznych zachodzących w surowicy krwi.

Teksty wybrały i przygotowały
Maria Smiałowska i Katarzyna Stachowicz,
pomoc techniczna Monika Szczerba-Kolasa.

DZIKA JURA KRAKOWSKA. WSPOMNIENIA Z WYPRAWY PRZYRODNICZEJ W 2007 r.

Jarosław Roman (Mogilno)

Od autora:

Utwór jest kompendium wiedzy o Jurze Krakowskiej i zarazem dziennikiem moich podróży po niej.

Jura Krakowsko-Częstochowska to region geograficzny na pograniczu północnej Małopolski i północno-wschodniej części Śląska, w którym znajdują się skały wapienne oraz trzy pustynie piaszczyste: Błędowska, Starczynowska i Siedlecka. Dwa rodzaje skał: wapienne i piaski – tworzą unikalny konglomerat rywalizacji i wzajemnej współpracy.

Na pustynnym szlaku

1. Przegląd piaszczystych obszarów Jury rozpoczynam od Pustyni Błędowskiej, leżącej w okolicach wsi Chechło. To największy w Polsce obszar lotnych piasków (Ryc. 1). Od strony wschodniej Pustynię ogranicza stroma skarpa, ze szczytu której widać las. Las ten tak czaruje kolorami, że cała nasza uwaga,

Ryc. 1. Pustynia Błędowska. Fot. Jarosław Roman.

zamiast na Pustyni, skoncentrowana jest właśnie na nim. Dziwne to, zważywszy na fakt, że tutejsze runo jest ubogie w gatunki. Latem w co bardziej nasłonecznionych miejscach rośnie jastrzębiec Lachenala (*Hieracium lachenaliana)* o kwiatach, których kolor jest wypadkową koloru piasku i koloru słonecznych promieni. Ale w okresie złotej jesieni, gdy liściasta część tego lasu traci chlorofil, ich żółta barwa płynnie przechodzi najpierw w żywozielony kolor igieł, a następnie w purpurowy kolor liści dębów. Jak w każdym lesie tego typu, nie brak tu jałowców. Dzięki swojej specyficznej budowie mogą w nich odpocząć złotooki i drobne muchówki, ale, niestety, wie o tym także pająk lejkowiec labiryntowy (*Agelena labirynthica).* Tak jednak nie dzieje się we wnętrzu każdego jałowca. Poszczególne egzemplarze tego krzewu różnią się przecież między sobą wyglądem zewnętrznym w sposób daleko odbiegający od standardowego.

Najlepiej znam jednak północną część Pustyni. Tu świat roślinny i zwierzęcy jest szczególnie interesujący. Gdy raz byłem tam na grzybobraniu, znalazłem piaskowca kasztanowatego *(Gyroporus casteanus)*. To znakomity, choć rzadki grzyb jadalny, mający szczególną cechę – sieć pustych komór w trzonie, w czym przypomina swojego bardziej znanego kuzyna – piaskowca modrzaka (*Gyroporus cyanescens)*.

Będąc tu (i na innych jurajskich pustyniach), warto popatrzeć pod nogi. To teren gęsto usiany mniejszymi i większymi otworkami, których wykonawcy – chrząszcze trzyszcze *(Cicinela hybrida)* – natrętnie brzęczą w rozedrganym od słońca powietrzu. Gdyby nie brzęczenie, można byłoby pomyśleć, że to drobinki piasku unoszone przez wiatr. Te owady, które dźwięków tych nie rozróżniają, padają łupem trzyszczy lub ich larw.

Pustynia Błędowska, jak na prawdziwą pustynię przystało, posiada swoją oazę porośniętą wierzbą kaspijską (wierzbą ostrolistną) (*Salix acutifolia)*. Jest to krzew do 4 m wysokości o pędach ciemnofioletowych z białym nalotem. Wierzba ta z pewnością do roślin kosmopolitycznych nie należy – w przeciwnym razie byłaby pospolita w całej Polsce. Najwyraźniej ceni ona kameralność oraz podobieństwo do swego miejsca pochodzenia. A oba te warunki Pustynia Błędowska zdaje się spełniać.

A jak poszczególne organizmy przystosowały się do życia na Pustyni? Nie ma jednej recepty – wiele zależy od inwencji poszczególnych gatunków. Wszystko jednak sprowadza się do wspólnego mianownika, a jest nim konieczność posiadania parasola przeciwsłonecznego. Wierzbie kaspijskiej wystarcza woskowy nalot na gałęziach, ale już typowa trawa wydm – bylina z rodziny wiechlinowatych – szczotlicha siwa (*Corynephorus canescens)* – przybiera siwo-zielony kolor, jest jakby zamalowała się na szaro-biało, co jest zgodne z prawami fizyki (biel odbija promienie słoneczne). Szczotlicha siwa opiera się też wiatrowi dzięki usztywnionym ostrym źdźbłom, a zasypaniu przez lotne piaski – wzrostem w luźnych,

lecz niezbyt odległych od siebie kępach. Natomiast brzoza karłowata *(Betula nana)*, która często zastępuje chlorofil w swoich liściach czerwonymi karotenoidami, nigdy nie przekracza pewnego limitu wysokości. To naprawdę ma znaczenie, gdyż dzięki temu tak cenna tu woda nie musi pokonywać zbyt długiego dystansu od korzeni rośliny do jej wierzchołka, a osmoza (zjawisko prowadzące do równowagi ciśnienia wody między poszczególnymi częściami rośliny) jest uproszczona. Za ideał należy natomiast uznać miniaturyzację rośliny połączoną z posiadaniem przez nią liści umożliwiających długotrwałe magazynowanie wody. Tak dzieje się w przypadku bażyny czarnej (*Empetum nigrum)* rośliny o niejadalnych czarnych jagodach.

2. Pustynia Starczynowska, położona w okolicach miejscowości Bukowno, jest obecnie kryptopustynią, czyli pustynią ukrytą. Zarasta ona sosną wydmową- *(Pinus contorta)* – drzewem pochodzącym z Ameryki Północnej. Od naszej rodzimej sosny pospolitej różni się ona szarym kolorem pnia (zwłaszcza po uschnięciu), a także tendencją do łupliwości. Z tego powodu wydaje się być brzydka, ale tylko dla człowieka, a nie dla przyrody, dla której piękno jest wartością użytkową. Tak właśnie piękno traktują mrówki ćmawe (*Formica polictena)*. Na zdjęciu krawędzi pustyni, wykonanym przeze mnie, wyraźnie widać mrowisko tego gatunku (Ryc. 2). Gdyby nie sosna wydmowa nie mogłoby ono powstać na tak stromym terenie. Mrówki budowały swoje mrowisko zabezpieczając je gałęziami i korzeniami tego właśnie drzewa.

Ryc. 2. Mrowisko mrówek ćmawych na krawędzi Pustyni Starczynowskiej. Fot. Jarosław Roman.

Na pozornie bezładnie porozrzucanych, martwych pniakach sosny wydmowej spotykamy piękną hubę cynobrową (*Pycnoporus cinnabarinus)*, niejadalnego grzyba w kształcie dysku. Miejsce to jest jednak mocno podmokłe (stan z 2007 roku), dlatego nie mogą tu dziwić liście lepiężników i innych tego typu roślin.

Pustynia Starczynowska była także miejscem, gdzie zbierałem grzyby (maślaki). W późniejszych latach, gdy porównywałem ten teren z innymi, odkryłem zadziwiające jego podobieństwo do torfowisk wysokich pod względem krajobrazowym.

3. Ostatnią z dużych jurajskich pustyń jest Pustynia Siedlecka, znajdująca się w obecnym województwie śląskim. Leży ona w pobliżu tworzonego właśnie Jurajskiego Parku Narodowego (Ryc. 3). W roku 2007 była ona najsuchszą pustynią całej Jury (a dziś zapewne jest jeszcze suchsza). Mimo to tętni bogatym życiem roślinnym i zwierzęcym. Wokół symbolicznego źródełka,

Ryc. 3. Pustynia Siedlecka. Fot. Jarosław Roman.

o znacznie ograniczonej przez przemieszczające się lotne piaski powierzchni, rosną niskie brzozy i młodniki sosnowe. Pustynia Siedlecka to dom mieszkalny trzech gatunków ptaków: sikory sosnówki (*Periparus ater)*, rzadkiej dzierzby rudogłowej *(Lanius senator)* oraz orzechówki *(Nucifraga caryocatactes)*, która zupełnie nie boi się człowieka. Ptaki te połączyła taka rozbieżność interesów, która wyklucza konkurencję pokarmową. Orzechówka posiada tu dostatek sosnowych szyszek, sikora sosnówka – dostatek ich szkodników, zaś dzierzba poluje na duże polskie owady – mrówkolwy (*Myrmeleon sp.)*, magazynując nadmiar ich niedojedzonych szczątków na kolcach pobliskiej róży gęstokolczastej (*Rosa pimpinellifolia)*.

Dorosłe mrówkolwy, które jako jedyne polskie owady można ze wszystkimi anatomicznymi szczegółami sfotografować w przelocie, wypracowały rozmaite metody ukrywania się przed wzrokiem dzierzb. Dla mnie najciekawsza i dająca wiele do myślenia jest próba schronienia pod dziwnymi kopułami, lśniącymi w zachodzącym słońcu jak stalowe ostrza. To mrowiska podziemnic (*Lasius flavus)*, gatunku, na który obecni uciekinierzy tak zaciekle polowali w stadium larwalnym. Czy mrówki mogą wiedzieć, komu dają schronienie?

Lasy

Lasy Jury Krakowskiej to „Polska w pigułce" pod względem drzewostanów, zespołów roślinnych oraz runa leśnego.

1. Lasy Olkuskie to kompleks leśny położony na północ od Ojcowskiego Parku Narodowego oraz na południe od ruin zamku Rabsztyn. Ich krajobraz jest bardzo zróżnicowany. Wewnątrz zwykłych dolin i wzniesień leżą prawdziwe krajobrazowe perełki: półksiężycowate otwory w piasku, „wielbłądzie garby", czyli wzgórza pośrodku wzgórz, „starcze zmarszczki", czyli pofałdowania na czołach dawnych moren polodowcowych. Ale szczególnie piękny jest mech zwany rokietnikiem (*Hippophaë rhamnoides)*, gdyż tworzy sieci własnych łodyżek.

Ryc. 4. Lasy Olkuskie z Wirtualną Bramą (powstaje, gdy drzewa przy wejściu żółkną). Fot. Jarosław Roman.

Lecz są tu też atrakcje przeznaczone dla koneserów piękna – Zamaskowana Brama (Ryc. 4) oraz przegorzany kuliste (Echinops sphaerocephalus). Zamaskowaną Bramę tworzą dwa jesiony wyniosłe (*Fraxinus excelsior)* naprzeciw leśnego parkingu. Bramę tę widać dopiero na jesieni, gdy drzewa te zaczynają jarzyć się tajemniczą, cytrynowożółtą poświatą. Warto zaznaczyć, że nie wszystkie jurajskie – i nie tylko jurajskie – jesiony w jesieni przybierają taki kolor. Niektóre koloru wcale nie zmieniają, co jeszcze bardziej podkreśla rangę tej atrakcji. Po obu stronach bramy opalają się w promieniach słońca rozmaite rośliny – pospolita paproć orlica pospolita (*Pteridium aquilinum)*, znacznie rzadszy łyszczec baldachgronowy (*Gypsophila sp.)* oraz dziewięćsił bezłodygowy *(Carlina acaulis).* Wśród tych roślin należy szukać zjawiskowego przegorzanu kulistego *(Echinops sphaerocephalus)* – ostu z okrągłą „głową", co wcale nie jest takie trudne, gdyż o jego obecności zawczasu informują nas roje pszczół. Ale nie tylko z tego powodu Lasy Olkuskie winny być Mekką dla pszczelarzy – także ze względu na ogromną ilość wrzosów. Trzecim powodem, dla którego ten kompleks leśny winien przykuć ich uwagę, są gęste szpalery modrzewi tuż za Zamaskowaną Bramą, częściowo już zamarłe z powodu inwazji szkodników, w tym „miododajnych" mszyc.

W rezultacie Lasy Olkuskie mogą oferować aż cztery rodzaje miodu – akacjowy (bo i w tych lasach zadomowiły się robinie akacjowe), spadziowy, wrzosowy i wielokwiatowy. Ten ostatni pszczoły mogą tu zebrać, ponieważ lasy te przypominają bardziej ogród botaniczny niż „normalny", produkcyjny drzewostan. Tam, gdzie piaszczyste wydmy najbardziej rzucają się w oczy i są dopełnieniem żółtych promieni słonecznych, rosną żółte jastrzębce oraz jasieńce piaskowe (*Jasione montana)* w kolorze błękitnego nieba. Wokół wrzosu gromadzą się zaś kwiaty czerwone, tworząc swoistą konfederację złożoną ze szczawiu leśnego (*Rumex silvestre)* i borówek czernic (*Vaccinum myrthyllus).* Rosną tam też liczne porosty chrobotkowe.

Drzewostany Lasów Olkuskich, pomimo przewagi sosen, są dość zróżnicowane. Możliwe, że to zasługa rokietnika. Ten niski mech zamyka krople deszczu w więzieniu swoich chwytników, przez co cząsteczki piasku tworzą głębokie nisze na krawędziach wydm. W niszach tych bytują grzyby – trujący gołąbek wymiotny (*Russula emetica)* oraz bardzo do niego podobny, lecz posiadający mały, wyostrzony „guziczek" na środku kapelusza, wyśmienity gołąbek błotny (*Russula palludosa*). Rokietnik – mech do zadań specjalnych, cierpliwie „zszywając" drzewa z runem, przyczynia się walnie do powstania bioróżnorodności.

Kompleks Lasów Olkuskich jest jedynym na terenie całej Jury Krakowskiej, w którym tak ważna rola przypada świerkom (*Picea abies)*. Regulują one obieg pierwiastków chemicznych na tym terenie, wchodząc w szczególne relacje z paprociami (orlicami). Odrzucanie przez świerki dolnej połowy swych gałęzi ma na celu powstrzymanie pochodu lotnych piasków i użyźnienie gleby (to samo czyni jodła w górach).

2. Lasy Jury Środkowej, leżące już w województwie śląskim, łączy jedna wspólna cecha – występowanie kruszczyków (*Epipactis sp.).* Storczyki te „wychodzą" nieco poza Jurę i obejmują swym władaniem pozostałą część Wyżyny Małopolskiej. Na ich okazałych łodygach widoczne są okazałe, groniaste kwiatostany. Kruszczyk rdzawoczerwony (*Epipactis atrorubens)* (Ryc. 5) wita nas delikatnym ukłonem od połowy łodygi, podczas gdy liczniejszy kruszczyk szerokolistny (*Epipactis helleborine)* (Ryc. 6) pozostaje w postawie na baczność. Ciekawy jest fakt, że nie unikają człowieka i najczęściej rosną na brzegach głównych dróg! Dotyczy to wszystkich gatunków tego rodzaju, bez względu na rzadkość ich występowania – także kruszczyka Műllera (*Epipactis műlleri)*, różniącego się od pozostałych falistą blaszką liściową. Opisywany jest w Polsce jako bardzo rzadki w Sudetach, Karpatach i Pieninach. W swoim albumie posiadam zdjęcie tego gatunku z Jury Krakowskiej.

Ryc. 5. Kruszczyk rdzawoczerwony. Z internetu – darmowa grafika Pixabay.com

Jura Krakowska należy do najbardziej „storczykodajnych" regionów Polski, toteż nie może dziwić, że rodzaj *Epipactis* nie jest jedynym, który tu występuje. Spotkać tu można również na przykład listerę jajowatą (*Listera ovata)*. O przynależności gatunku do rodziny storczykowatych świadczy charakterystyczny tylko dla tej rodziny wygląd blaszki liściowej z gęstą siecią grubego unerwienia. Gdy podróżowałem przez Jurę w sierpniu, listera nie miała już kwiatów, a jej liście zżółkły.

3. Ważną cechą jurajskich lasów jest ich kontrastowość. Przejawia się ona, między innymi w tym, że czyste lasy sosnowe znienacka przechodzą w czyste lasy bukowe. Bez żadnego ostrzeżenia i bez światłocienia. W parze z tym idzie kontrastowo różny wygląd gleby – do tego stopnia, że ma się wrażenie pobytu na dwóch różnych planetach! Winna temu stanowi rzeczy jest paleohistoria, która spowodowała, że żyzna gleba grupuje się wokół skał wapiennych, a tam, gdzie ich nie ma, występują piaski. Oczywiście jest to pewne uproszczenie – lodowiec był wszędzie, ale wapieniom udało się przetrwać. Gdyby nie sosny – żółte, polodowcowe gleby dawno byłyby pustynią, a i tak wciąż to grozi ze względu na duże zagrożenie pożarowe spowodowane zmianami klimatu. Tymczasem po „bukowej" stronie nie ma takich problemów z suszą. Żyzna, wapienna gleba, nazywana rędziną, wzbogacona jest jeszcze o pierwiastki śladowe.

Ryc. 6. Kruszczyk szerokolistny. Fot. Jarosław Roman.

4. W Ojcowskim Parku Narodowym buki i jodły jednoczą swe siły, na skutek czego tworzy się mroczny las. Pnie tych drzew albo zespalają się w jednolitą całość albo imitują zespolenie. Dotyczy to również koron buków i jodeł, które, splatając się ze sobą, utworzyły rozmaite struktury: łuki triumfalne, figury geometryczne,

bocianie gniazda, a nawet coś w rodzaju autostrad. Ma to na celu obronę przed niszczycielską siłą wiatru.

Majestatyczne i groźne piękno bukowo-jodłowego drzewostanu podkreśla światło słoneczne, które po przedostaniu się na ziemię tworzy ażurowy haft. Skąpe to oświetlenie, ale wystarczające, by dzięki niemu dostrzec baśniowe gatunki roślin: wzniesione do góry, jak ręce do modlitwy, paprocie wietlice samicze (*Athyrium filix-femina)* lub dające blade światło małe księżyce – kwiatostany miesiącznic trwałych (*Lunaria redidiva).* Jeśli wewnątrz lub niedaleko takiego lasu zastanie cię burza, powstaje mgła, biała jak mleko, z którego pozornie wyłaniają się duchy (byłem tego świadkiem).

W ojcowskim Parku Narodowym rośnie też sporo brzóz. Drzewom tym, mającym duże zdolności adaptacyjne i niewybrednym, najwyraźniej odpowiada wapienne podłoże, grupują się więc często w pobliżu skał. Jednak w innych miejscach też goszczą często, aczkolwiek w rozproszeniu.

Runo leśne tworzy trudną do przebycia gęstwinę. Gęstwinę tę tworzą zarówno krzewy (agrest, wiciokrzewy *Lonicera sp.*, glistnik jaskółcze ziele *Chelidonium majus*, jarzębina *Sorbus aucuparia*, bez czarny i dziki bez koralowy *Sambucus nigra, Sambucus racemosa*) oraz runo złożone z mchów i paproci. Wiele tutejszych kwiatów, jeśli chcą być zapylone przez owady, musi pełnić nietypowe role, gdyż w nieprzeniknionych mrokach nie można byłoby ich dostrzec. Klasycznym przypadkiem jest czartawa (*Circaea lutetiana)*. Nieprzypadkowo rośnie wzdłuż turystycznych szlaków, służąc zwierzętom za drogowskaz. Inne rośliny, jak na przykład ciemiernik zielony *(Helleborus viridis)*, pozornie kapitulując przed ciemnością, wytwarzają kwiaty koloru liści.

Wody stojące, płynące i podziemne

Jurajskie wody to nieodłączny element przyrody nieożywionej, ale na pewno nie martwej lub zamarłej.

1. Bełkotek, płynący w sercu Jury Krakowskiej, zasługuje na miano kameleona wodnej części przyrody nieożywionej. Raz jest ponikiem (podziemnym strumieniem), innym razem wywierzyskiem, strumieniem pseudokanionowym lub jeziorem o zmiennym poziomie wody (Ryc. 7). Płynąc pod ziemią znajduje miejsce, gdzie kończy się wypłaszczenie terenu i tu efektownie wypływa na powierzchnię. Już jego podziemny szlak oznaczony jest dwoma gatunkami z rodzaju kruszczyk (w tym kruszczyk błotny *Epipactis pallustris*), a w momencie przemiany w wywierzysko Bełkotek przywdziewa wytworny płaszcz z torfowców nastroszonych *(Sphagnum squarrosum)*, przetykanych widłakowymi nićmi i przyozdobionych trędownikiem bulwiastym *(Scrophularia nodosa)*, która to ozdoba często jednak blednie pod wpływem nadmiaru wilgoci (stan z 2007 r).

Po przebiciu się przez nierówności terenu Bełkotek wypływa na lekko pofalowaną równinę, gdzie poświęca się bez reszty rzeźbieniu leśnych drzew, wykorzystując w tym celu odpływy i przypływy powodziowe. Drewno nie jest odporne na regularnie i szybko następujące po sobie zmiany, toteż dziś z lustra wody sterczą fragmenty zbielałych korzeni oraz kawałki pni porośnięte mchami i porostami, a na obu brzegach, pomiędzy kwiatami jastrzębca baldaszkowego, leżą połamane gałęzie.

Ryc. 7. Niedostępne wejście do Bełkotka – tam pielgrzymują unikalne rośliny. Fot. Jarosław Roman.

Dla ogromnej rzeszy roślin brzegi Bełkotka są ostatnią nadzieją na ucieczkę przed kolekcjonerami zielnikowymi, którzy nie mogą się do nich dostać. Są to: rutewka orlikolistna (*Thalictrum aquilegifolium),* oset kędzierzawy *(Carduus crispus)*, szelężnik spóźniony (*Rhinanthus hirsutus)*. Niektóre z tych ciekawych gatunków mają nawet korzenie zanurzone w wodzie (szalej jadowity *Cicuta virosa*) lub liście kształtem przypominające łódki (jeżyna świerząbkowa). Cała plejada innych gatunków (manna mielec *Glyceria maxima*, płonnik włosisty *Polytrichum*

piliferum), stając blisko brzegu, czeka na przypływ, by „napić się" wody. Wzdłuż brzegów Bełkotka ustawiają się zaś rzędem świerki, by w odpowiednim momencie wrzucić swe szyszki do lodowatej wody.

2. Główny dopływ Prądnika – Sąspówka (Ojcowski Park Narodowy) – jest tak wąska, że można byłoby wziąć rozbieg i ją przeskoczyć. Gdzieniegdzie jest ona poprzegradzana przez żeremia bobrów. W niektórych miejscach wykonały one coś w rodzaju kładek. Ale na najwyższą uwagę zasługuje żeremie (bobrzy dom) wykonane tuż przed miniwodospadem. Budowla ta zupełnie zmieniła relacje pomiędzy poszczególnymi organizmami, ponieważ siła uderzeniowa wody została w tym miejscu wyraźnie osłabiona. Dzięki niej powstały rozlewiska, na których granica między łąką a wodą zaciera się. Na jednym z nich panuje pozornie sielankowa atmosfera. Tu rzęsa drobna *(Lemna minor)* – mała, podobna do glonu, roślina okrytozalążkowa – ma nieograniczone pole do popisu. Biegacze gładkie *(Carabus glabratus)*, wchodząc na nią, nie zauważają, że pod spodem jest tylko woda i padają łupem tutejszych ryb.

Nie znaczy to wcale, że bobry zniwelowały wszystkie przeszkody terenowe. Nadal można tu spotkać odsłonięte ni to progi rzeczne ni to wodospady. Nad ich brzegami rosną w równych rzędach jesiony i osiki – drzewa, które w lasach jurajskich stanowią znaczący procent drzewostanu. W samej rzece rdestnice *(Potamogeton natans)* testują swą wytrzymałość na rwący nurt – i nie zostają rozerwane na strzępy.

3. W puszczańskich ostępach Lasów Olkuskich nie brakuje oczek wodnych. Są one czarująco piękne, gdy patrzy się na nie z oddali, ponieważ mienią się wszystkimi kolorami tęczy. Mało tego – kolory te wzbogacone są jeszcze w złoto ruchliwych, kulistych glonów z klasy złotowiciowców (*Chrysophyceae)*.

Opis tych terenów nie byłby jednak pełny, gdybyśmy pominęli wpływ wiatru. To on wrzuca do wody nieostrożne brzozy, które stoją blisko brzegu. Łamiąc się w połowie, tworzą naturalne mosty przez bagnistą maź. I tu właśnie przyroda znalazła kolejne pole do popisu. Mchy starannie obrosły szczątki pni, tworząc swoiste „znaki drogowe" dla przechodzącej tędy zwierzyny.

Oczywiście podobne procesy zachodzą i w innych częściach Jury, na przykład w Bukownie niedaleko Pustyni Starczynowskiej. Tu jednak proces rozkładu drewna jest najbardziej zaawansowany. Drewno leżące w wodzie zostało rozłupane na szczapki, straciło jakikolwiek kolor i zostało wydane na pastwę pasożytów. W tym miejscu cykl obiegu pierwiastków znalazł się w fazie końcowej.

4. Okazuje się, że woda, tak jak cała przyroda ożywiona, potrafi odciskać się na skałach. Dzieje się tak w Jaskini Wierzchowskiej Górnej. Tu występują kotły wirowe – szczytowe osiągnięcie twórcze wody. Mają one postać kolistych kręgów na sklepieniu jaskini powstałych wskutek wirowania w kółko wody w ciasnych tunelach. Aby powstał taki cud natury, wapień musiał – przynajmniej na jakiś czas – uwięzić wodę w swoich strukturach.

Kolejnym wybitnym dziełem wody są stalagnaty. Powstają one w ten sposób, że stalaktyt, kapiąc na spód jaskini, wytwarza swoje lustrzane odbicie, czyli stalagmit, rosnący w górę. W pewnym momencie dochodzi do spotkania tych uwodnionych związków wapnia. Z tego powodu Jaskinia Wierzchowska Górna jest wielką atrakcją dla turystów.

Skały

To jednak skały wyznaczają tożsamość Jury. Można je podzielić na kilka grup. Pierwszą grupę stanowią skały samotne, czyli ostańce. Na przeciwległym biegunie leżą całe zgrupowania skał. Trzecią grupę stanowią skały zdegradowane, niezbyt efektowne, o małych rozmiarach, aczkolwiek wcale nie najmniej ważne.

A oto najpiękniejsze z nich:

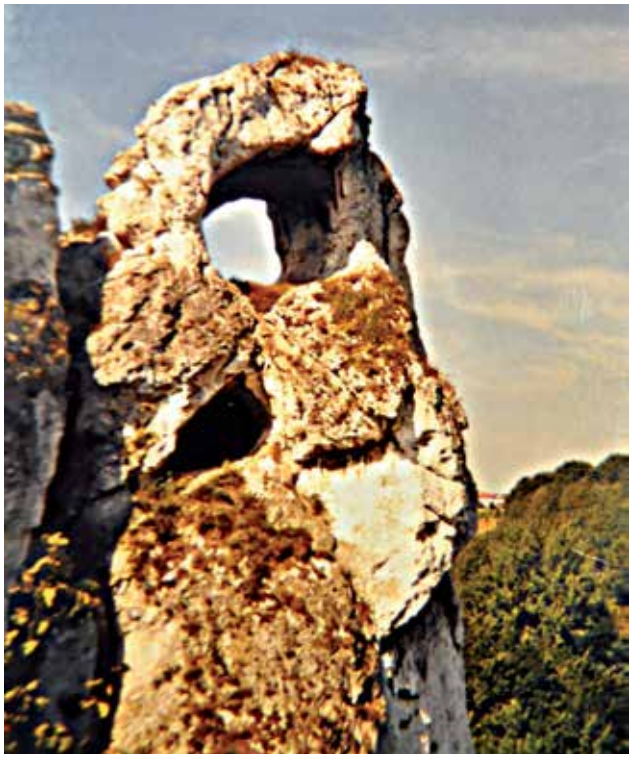
1. Jaskinia Wierzchowska Górna to element niezwykle okazałego i masywnego bloku skalnego, ukrytego wśród drzew na północny zachód od Krakowa. Na zdjęciu widać, że bije z niego niebieskawa poświata. Ta największa skała całej Jury służy obecnie za mieszkanie nietoperzom – podkowcom małym (*Rhinolophus hipposideros)* oraz przy wejściu do niej – rzadkiej paproci zanokcicy skalnej (*Asplenium trichomanes)*. Wewnątrz, obok wodnych wariacji w postaci kotłów wirowych, wiszą też inne „obrazy", na przykład wizerunek kopalnej jaszczurki.

2. Brama Krakowska (Ryc. 8) wraz z Chełmową Górą tworzą symetryczny kompleks skał, pomiędzy którymi przemyka Prądnik. Jest to cud natury tak wielkiej rangi, że Ojcowski Park Narodowy można byłoby stworzyć tylko z jego powodu! Gdy pierwszy raz go zobaczyłem, od razu uznałem, że tak mógłby wyglądać raj. Brama Krakowska to dwie doskonale symetryczne skały tworzące okno z widokiem na potężną Chełmową Górę. Rosną tu unikalne rośliny, na przykład kostrzewa blada *(Festuca pallens),* należąca do rodziny wiechlinowatych. Trawa ta należy do całkiem sporej grupy traw o kolorze innym niż zielony w różnych odcieniach. Drugą z „legendarnych" tutejszych roślin jest ożota zwyczajna (*Galatella linosyris)(aster złoty))* – o miotełkowatych, wzniesionych

w górę łodyżkach. Miejsce to wygląda jak ogromna świątynia. Można tu stanąć i w zachwycie wznieść ręce do góry. I chyba właśnie dlatego powrót stąd jest tak utrudniony. Drogą, którą do tej świątyni leciało się w dół jak na skrzydłach, teraz trzeba się wspinać, sapiąc z wysiłku.

Ryc. 8. Brama Krakowska. Zdjęcie oznaczone licencją C, niemodyfikowane. Fot. Aw58. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brama_Krakowska_specjalny_obszar_ochrony_siedlisk_Dolina_Pr%C4%85dnika.jpg

3. W sercu Jury Krakowskiej, na niemal bezleśnym obszarze, stoi sobie ostaniec – Góra Grodziec (Ryc. 9, 10, 11). To wyjątkowo udany i niezwykle oryginalny twór przyrody. Składa się on z siedmiu elementów, z których najniższe są ostatnie trzy. W środku najwyższego elementu znajduje się gigantyczny otwór podobny do oka jakiegoś zwierzęcia. Jego część szczytową zdobią trawy



Ryc. 9. Góra Grodziec z profilu. Fot. Jarosław Roman.

Ryc. 10. Góra Grodziec – oko. Fot. Jarosław Roman.

z rodzaju ostnica *(Stipa sp.)* oraz małe krzewy. Otwór jest, jak na warunki przyrodnicze, wyjątkowo okrągły. Cała skała pocięta jest na małe poletka – to efekt erozji. Możliwe więc, że za ileś tysięcy lat skała ta zniknie z jurajskiego krajobrazu. Gdy obserwujemy tę skałę z profilu, zdumiewamy się również faktem jej wielokolorowości. Trzon skały wokół jej oka ma kolor piaskowy (to zasługa ostnic), podnóże zaś jest czarne od związków manganu, zaś reszta to mieszanina koloru białego, niebieskiego i czarnego. Z ciekawszych roślin wokół niej na uwagę zasługują przetaczniki kłosowe *(Veronica spicata)* o strzelistych,

Ryc. 11. Góra Grodziec w całej okazałości. Fot. Jarosław Roman.

niebieskich kwiatach, wyglądających jak miniatury gotyckich katedr, ponadto rozchodniki ostre (*Sedum acre)* i storczyki – listery jajowate (*Listera ovata)*.

4. Na przeciwległych krańcach Jury leżą dwa samotne ostańce – Góra Garncarzy koło Olsztyna oraz Rogożowa Skała koło Jerzmanowic. Kopulastą Rogożową skałą zaopiekowały się brzozy, otaczając ją szczelnym pierścieniem z trzech stron. Jedynie od

strony wschodniej skała ta jest wyraźnie widoczna, co sprawia, że takie jej położenie mniej naraża ją na erozję. Góra Garncarzy takiego szczęścia nie ma. Promieniowanie słoneczne skoncentrowało się na najsłabszej jej stronie, śliwa tarnina bez przeszkód wciska się w najbardziej podatne na kruszenie szczeliny, a las bukowy nie ochrania jej przed palącym słońcem.

5. Brama Twardowskiego (Ryc. 12, 13) to kompleks skał leżący w centrum tworzonego Jurajskiego Parku Narodowego. Składa się on z centralnie usytuowanego łuku triumfalnego z główną osią symetrii przebiegającą przez jej środek oraz dwóch osi wtórnych przechodzących przez środki obu skalnych filarów łuku. Ale prawdziwą furorę robi tu skała, na której związki manganu namalowały ludzką twarz z dużymi, zasmuconymi oczami i wydatnym nosem.

Ryc. 12. Brama Twardowskiego. Zdjęcie oznaczone licencją C, niemodyfikowane. Fot. Aneta Pawska. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brama_Twardowskiego_latem.jpg

Ryc. 13. Brama Twardowskiego. Fot. Jarosław Roman.

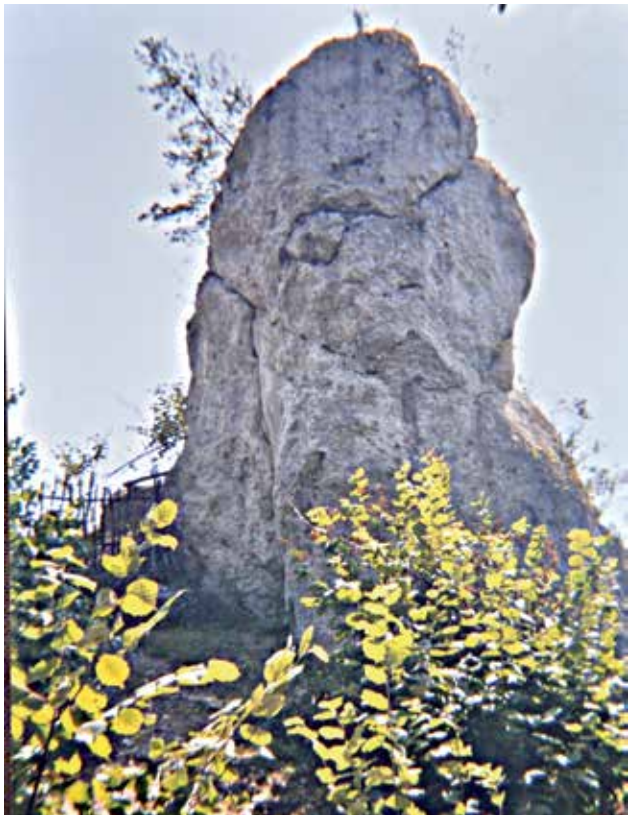
Od całego kompleksu oddzielają się jednolite bloki skalne. Niektóre z nich w dalszym ciągu rzeźbi woda. W pobliżu można usłyszeć śpiew sikorek sosnówek.

Murawy kserotermiczne

Pod tym pojęciem rozumiemy nietypowy zespół półnaturalnych, kwietnych zbiorowisk, utworzonych w oparciu o skały wapienne (Ryc. 14). Nie da się ich kosić ani intensywnie użytkować z powodu swojej niedostępności.

Ryc. 14. Kseroterma na szczycie Góry Zborów. Fot. Jarosław Roman.

1. Szczyt Góry Zborów tworzą zdegradowane przez erozję niskie skały wapienne, mające postać świeczek (Ryc. 15). W takich warunkach łąkę mogą „kosić" tylko owce. Góra jest rezerwatem przyrody, ale tutejsze organizmy muszą włożyć mnóstwo wysiłku, by przetrwać. Wiele roślin przedwcześnie zżółkło. Także biedrzeńce (*Pimpinella)* o liściach pierzastosiecznych zamieniły się w stojące szkielety. W tych warunkach tylko gatunki o skróconych lub pomalowanych w białe pasy łodygach, takie jak krwawnik pagórkowy (*Achillea collina)* czy olszew-



Ryc. 15. Góra Zborów. Fot. Jarosław Roman.

nik kminkolistny (*Sellinum carvifolia*), dzielnie trzymały fason. Mimo suszy wciąż spotyka się w tych stronach mnóstwo barwnych kwiatów, wokół których krążą owady. To pasiasta strojnica baldaszkówka (*Graphosoma lineatum)* – pluskwiak zawsze cieszący oko, siwoszek błękitny (*Oedipoda caerulescens)* – latający lotem szybowcowym z nieustannym trajkotaniem, formierz szrubokręć (*Sceliphron destillatorium)* – samotna osa z rodziny grzebaczowatych, przemykająca między skałami z rekordowo długim stylikiem między głowotułowiem a odwłokiem oraz chrząszcze zmięki żółte (*Rhagonycha fulva)* z rodziny omomiłkowatych.

2. Sokole Góry (tworzony Jurajski Park Narodowy) to kompleks skał wapiennych (Ryc. 16), na których leżą ruiny zamku Olsztyn. Wspaniałe majestatyczne skały z równie wspaniałą przyrodą opartą o nie mogłyby stanowić herb tego podczęstochowskiego regionu.

Ryc. 16. Sokole Góry, Olsztyn. 03.05.2007. Fot. Jarosław Roman.

Gdy byłem tam w maju, zwróciłem uwagę na pewną osobliwą, fioletowoczerwoną roślinę, tworzącą główkowate kwiatostany, rosnącą u podnóża skały z ruinami zamku Olsztyn. Po powrocie do domu okazało się, że to zawciąg pospolity (*Arymeria maritima)*, co w połączeniu z innymi moimi odkryciami sugerowałoby ogromną bioróżnorodność Jury Krakowskiej. W tym suchym i gorącym roku pięknie prezentowała się tam centuria pospolita (*Centaurum erythraea)* (tysiącznik) z kwiatami jak płomyki świec, rosnąca luźno na terenie typowo łąkowym oraz macierzanka austriacka (*Thymus austriacus)*, wspinająca się po skałach.

Sokole Góry to raj dla owadów z rzędu prostoskrzydłych, między innymi dla rzadkiej siodlarki stepowej (*Epppiger epippiger)* z rodziny pasikonikowych. Wtedy jednak miejsce to przeżywało tak zwany „lokalny rok chrabąszczowy", co oznacza, że właśnie w tym miejscu, a nie w innym, choćby do niego podobnym, pełno było chrabąszczy majowych *(Melolontha melolontha)*. Te kasztanowobrązowe chrząszcze o wysuwanych spod odwłoka skrzydłach nie są zbyt płochliwe.

Życie w Sokolich Górach, podobnie jak życie wszędzie indziej, nie jest sielanką. Niektóre tutejsze szlaki są wręcz usłane martwymi chrabąszczami. Groźny sobowtór trzmiela, będący powiększoną jego kopią, zwany brzmikiem cicholotem *(Bombus rupestris)*, wypatrzywszy trzmiele gniazdo, siada naprzeciw niego i cierpliwie czeka, aż jego prawowity właściciel straci czujność. Wówczas ten rabuś i zabójca czyni prawdziwe spustoszenie wśród trzmielich larw.

Nie wszystkie skały Sokolich Gór mają wielkie rozmiary. Im bliżej Częstochowy, tym częściej natkniemy się tu skały lilipucie, ledwo zauważalne nawet z bliższej odległości. Należy przypuszczać, że murawy kserotermiczne oparte o nie charakteryzują się jeszcze większą bioróżnorodnością, gdyż nie pokrywa ich las.

3. Za Olkuszem na wschodnim horyzoncie majaczą ruiny zamku w Rabsztynie. Zarówno ruiny te, jak i przestrzeń wokół nich to jedna wielka murawa ciepłolubna, posiadająca swoją specyfikę. To naturalna kwiatowa ikebana, złożona z gatunków idealnie do siebie pasujących – lebiodki pospolitej, czyli oregano, żmijowca zwyczajnego *(Echinum vulgare)* i komonicy zwyczajnej *(Lotus corniculatus)*, uzupełniona o ikebanę liści ostrzeni (*Cynoglossum officinale)*, biedrzeńców i źdźbeł traw. Dla pszczoły miodnej ta gmatwanina gatunków nie stanowi żadnego wyzwania. Ona posiada po prostu zbyt rozległą wiedzę o nich, zdobytą jeszcze w ulu od swych współtowarzyszek i do każdego kwiatu znajduje właściwy klucz.

Podsumowanie

W Jurze Krakowskiej przyroda nieożywiona rozdaje karty, decydując o unikalnej tożsamości każdego jej skrawka. Dlatego gatunki rzadkie i zagrożone wyginięciem czują się tu jak przysłowiowe ryby w wodzie. Także człowiek, budując tu zamki, musiał dostosować się do jej wymagań, a nie na odwrót. Ale ta część Polski niejedno jeszcze ukrywa przed nami. Zwiedzając Jurę, zadawałem sobie jedno zasadnicze pytanie: jaka konkretna właściwość poszczególnej skały czy poszczególnego zbiornika wodnego sprawia, że osiedla się w jego obrębie akurat taki, a nie inny organizm?

Autor – Jarosław Roman – jest podopiecznym Domu Pomocy Społecznej im. Św. Ojca Pio w Mogilnie. Jest zamiłowanym przyrodnikiem o ogromnej wiedzy.

PROF. DR HAB. JERZY ANDRZEJ CHMURZYŃSKI (11.03.1929–1.07.2019): ENTOMOLOG, ETOLOG, FILOZOF, CZŁOWIEK RENESANSU

Ewa J. Godzińska

W dniu 1 lipca 2019 r. odszedł od nas na zawsze prof. dr hab. Jerzy Andrzej Chmurzyński, entomolog, etolog i filozof, ojciec polskiej etologii.

Ryc. 1. Prof. Jerzy A. Chmurzyński w swoim gabinecie w Instytucie Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN (Warszawa, r. 2000). Fot. Stanisław Ciok. Zdjęcie opublikowane za zgodą Redakcji czasopisma "Kosmos".

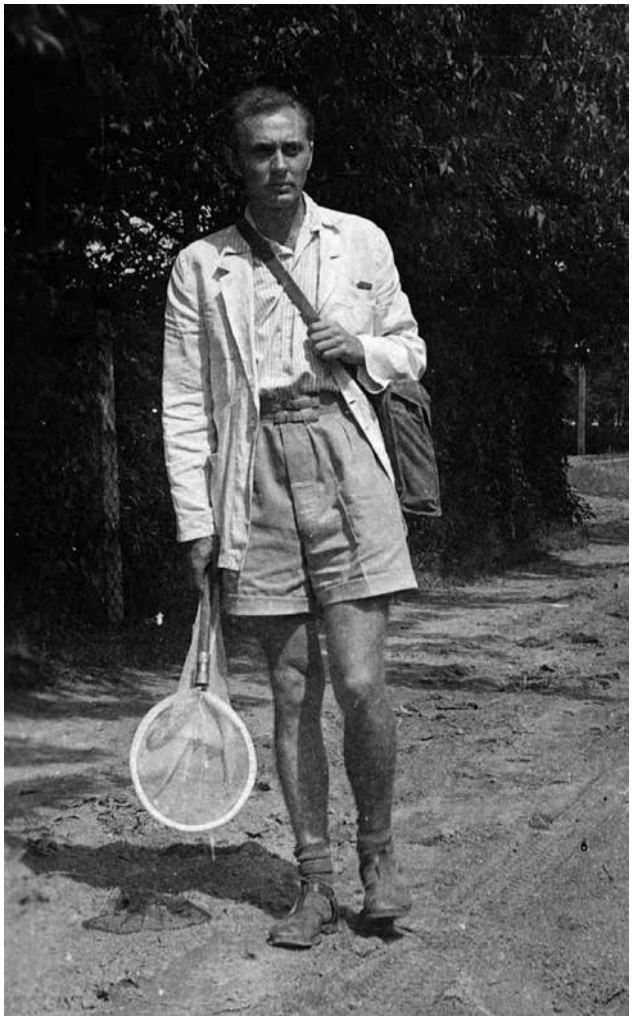
Urodził się w Warszawie, w rodzinie, która ze strony matki, Józefy Chmurzyńskiej z domu Żak, miała częściowo francuskie korzenie. Już od dzieciństwa interesował się życiem zwierząt, w tym zwłaszcza owadów. Największą inspirację stanowiły dla Niego urocze książki o owadach autorstwa francuskiego przyrodnika Jeana Henri Fabre'a, a także Maurycego Maeterlincka, słynnego belgijskiego poety, dramaturga i eseisty, który napisał również kilka wnikliwych i pełnych pasji książek o obyczajach owadów.

Jerzy Andrzej Chmurzyński studiował na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie w r. 1952 uzyskał stopień magistra filozofii w zakresie zoologii. Na samym początku swojej kariery naukowej (1950–1952) pracował jako zastępca asystenta w Zakładzie Zoologii Systematycznej Uniwersytetu Warszawskiego. Począwszy od r. 1952 prawie całe swoje życie zawodowe związał jednak z Instytutem Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego PAN w Warszawie, pracując najpierw w Zakładzie Biologii tego Instytutu, a następnie, począwszy od r. 1970 w Zakładzie Neurofizjologii, kierowanym wówczas przez słynnego neurofizjologa prof. Jerzego Konorskiego (1903–1973). Uważał się jednak przede wszystkim za ucznia dwóch innych wybitnych uczonych: prof. Jana Bohdana Dembowskiego oraz prof. Romana Józefa Wojtusiaka. Prof. Dembowski (1889-1963), zoopsycholog i protistolog, długoletni dyrektor Instytutu Nenckiego i kierownik Zakładu Biologii tego Instytutu, był też doskonałym popularyzatorem nauki i autorem wielu książek, które są do dziś cenione i czytane [„Historia naturalna jednego pierwotniaka" (1924), „Psychologia zwierząt" (1946) i „Psychologia małp" (1946)]. Z kolei prof. Wojtusiak (1906–1987), wybitny zoopsycholog z Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, był też w skali światowej jednym z pionierów nurkowania i podwodnej fotografii przyrodniczej.

W latach 1962–1963 J. A. Chmurzyński odbył roczny staż naukowy w Wielkiej Brytanii, podczas którego pracował, między innymi, pod kierunkiem prof. Williama H. Thorpe'a (1902–1986), profesora etologii zwierząt na Uniwersytecie Cambridge, jednego z najwybitniejszych wczesnych etologów. Podczas tego stażu zaprzyjaźnił się też, między innymi, z innym wybitnym etologiem, Patrickiem Batesonem, z którym po wielu latach (w r. 2013) spotkał się ponownie w Warszawie.

J. A. Chmurzyński był przede wszystkim entomologiem i etologiem rozkochanym w badaniach terenowych. Ulubionym obiektem Jego badań była wardzanka, *Bembix rostrata,* samotna żądłówka z rodziny grzebaczowatych (Sphecidae). Badał również zachowania innych samotnych żądłówek. Prowadził też laboratoryjne doświadczenia nad reakcjami fotycznymi (prostymi reakcjami na bodźce świetlne) u różnych much z rodzajów *Musca*, *Calliphora* i *Lucilia*. Podczas wielu lat pracy w terenie przydarzały Mu się różne ciekawe, a czasem bardzo zabawne przygody. Jeden z najzabawniejszych takich incydentów miał związek z tym, że w czasie badań terenowych J. A. Chmurzyński korzystał z zaawansowanej jak na tamte czasy metodyki, a mianowicie używał radiotelefonu. Taki radiotelefon był wówczas pokaź-

nym pudełkiem przypominającym wielkością opakowanie proszku do prania i wyposażonym w charakterystyczną antenkę. No i pewnego dnia miejscowi, którzy natknęli się w lesie na podejrzanie wyglądającego osobnika z radiotelefonem, pobiegli na milicję, by zameldować, że w krzakach siedzi... amerykański szpieg i właśnie nadaje przez krótkofalówkę! Innego miejscowego przechodnia zaskoczyło też kolejne nietuzinkowe zachowanie dziwnego miastowego,



Ryc. 2. Młody Jerzy A. Chmurzyński wyruszający na badania terenowe (zdjęcie wykonane w latach pięćdziesiątych ubiegłego stulecia).

który stał z wędką na suchej piaszczystej wydmie z dala od wszelkich źródeł wody i energicznie zataczał nią wielkie kręgi. Przechodzień przez chwilę przypatrywał mu się tylko z rosnącym niedowierzaniem, ale wreszcie nie wytrzymał, podszedł bliżej i zagadnął koleżeńskim tonem: „Co, biorą rybki, biorą?”. Nie chodziło tu jednak oczywiście o łowienie rybek, tylko o doświadczenie terenowe badające zachowania seksualne samców wardzanki. Do wędki zamiast przynęty były przyczepiane drewniane modele samic wardzanki pomalowane na różne kolory. Gdy wędka była puszczana w ruch, modele samic wzlatywały w powietrze, samce podążały za nimi, a badacz notował ich zachowania. Dzięki temu J. A. Chmurzyński odkrył, między innymi, że podczas pościgu za samicą samce wardzanki preferują tzw. bodźce ponadnormalne. Bodźce takie były już w etologii znane; wiadomo było na przykład, że ostrygojad (*Haematopus ostralegus*) podczas wyboru jaja do wysiadywania kieruje się prostym kryterium: „Wybieraj jak największe jajo” i w rezultacie wybiera jajo tak wielkie, że nie może na nim nawet usiąść. Wiadomo już było też, że bodźce ponadnormalne uczestniczą w kontroli zachowań seksualnych różnych gatunków zwierząt. J. A. Chmurzyński zaobserwował natomiast, że w doświadczeniach z wędką samce wardzanki chętniej podążały za drewnianymi modelami samic pomalowanymi w błękitnofioletowe prążki niż za modelami przypominającymi prawdziwe samice. Ale dlaczego? Zdaniem J. A. Chmurzyńskiego mogło tak być dlatego, że kolor błękitnofioletowy to kolor nektarodajnych roślin pokarmowych wardzanki. Preferencja tego koloru, która w procesie ewolucji wytworzyła się w kontekście zachowań pokarmowych, mogła jednak ulegać też ekspresji w innym kontekście motywacyjnym: podczas pościgu seksualnego samca za samicą.

Ryc. 3. Wardzanka (*Bembix rostrata*) przy gnieździe (Fot. Ewa J. Godzińska).

J. A. Chmurzyński badał też szczegółowo, w jaki sposób samica wardzanki powraca do gniazda. Wbrew pozorom nie jest to dla niej łatwe zadanie, bo odlatuje daleko od gniazda, a jego wejście jest przez nią starannie maskowane. Jak się okazało, wardzanka kieruje się przede wszystkim wzrokiem, ale ostatecznie odnajduje gniazdo również dzięki percepcji bodźców chemicznych. Badania te ciekawie relacjonuje film dokumentalny z r. 1957 p.t. „Jest taka osa” (reżyser: Jan Jacoby), w którym J. A. Chmurzyński był konsultantem naukowym i autorem materiałów scenariuszowych, a także głównym aktorem, choć z nie

do końca jasnych względów zastosowano dubbing i podłożono Mu głos innego aktora z, jak na ówczesne czasy nienaganną, a obecnie nieco zabawną staroświecką dykcją. Podczas tych badań również miał miejsce zabawny incydent: w pewnym momencie J. A. Chmurzyński zauważył, że Jego synek Ryś wraz z kolegą Tomkiem siedzą cierpliwie nad pięknym, typowym gniazdem wardzanki. Gdy zapytał chłopców, co robią, odpowiedzieli, że czekają, aż wardzanka wróci do gniazda. Gdy jednak dumny ojciec wyraził zadowolenie, że chłopcom udało się znaleźć gniazdo wardzanki, Tomek wyjaśnił „Ale my wcale nie znaleźliśmy tego gniazda, to Ryś je zrobił patykiem!"

Jedną z zasadniczych cech osobowości J. A. Chmurzyńskiego była wręcz nienasycona ciekawość świata. Nie ograniczał się do prowadzenia badań doświadczalnych: działał również na polu biologii teoretycznej, był też autorem opracowań i esejów z pogranicza biologii i filozofii. Należał do światowych pionierów poszukiwania biologicznych korzeni wrażliwości estetycznej, analizował też inne podobieństwa i różnice pomiędzy człowiekiem a zwierzęciem oraz zajmował się etycznymi aspektami prowadzenia badań behawioralnych. W licznych artykułach z pogranicza biologii i filozofii poruszał, między innymi, kwestię dichotomii Dobro-Zło, Prawda-Fałsz i Piękno-Brzydota, a także rozważał kwestię czasu w procesach biologicznych i w kulturze. Niektóre aspekty twórczości J. A. Chmurzyńskiego z pogranicza etologii i filozofii stały się przedmiotem doktoratu z filozofii zatytułowanego „Etologiczne aspekty kształtowania wartości w ujęciu Jerzego Chmurzyńskiego" (ks. Tomasz Perz, 2016, Instytut Filozofii Uniwersytetu Szczecińskiego).

Prof. Chmurzyński przez wiele lat działał w Radzie Naukowej Instytutu Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN (był przez szereg lat jej sekretarzem, a także wiceprzewodniczącym), a ponadto w Radzie Naukowej Instytutu Zoologii PAN i Stołecznego Uniwersytetu Powszechnego. Był też wieloletnim członkiem Komitetu Biologii Ewolucyjnej i Teoretycznej PAN, Komitetu Zoologii PAN oraz Rady Upowszechniania Nauki PAN, a także wiceprzewodniczącym Multidyscyplinarnego Zespołu Uniwersytetu Warszawskiego i Państwowego Muzeum Archeologicznego do badań nad Osobliwością Gatunkową Człowieka, którego przewodniczącym był znany antropolog prof. Andrzej Wierciński.

Prof. Chmurzyński był wspaniałym, niezwykle cenionym wykładowcą akademickim. Przez wiele lat prowadził wykłady dla studentów warszawskich uczelni, a mianowicie Stołecznego Uniwersytetu Powszechnego, Uniwersytetu Warszawskiego (Wydział Psychologii i Wydział Biologii) oraz Akademii Teologii Katolickiej, która obecnie przekształciła się w Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego. Był też współautorem słynnego, wciąż jeszcze będącego w użyciu akademickiego podręcznika nauk behawioralnych, na którym wychowały się już całe pokolenia studentów i miłośników tych nauk [B. Sadowski i J. A. Chmurzyński (1989) Biologiczne mechanizmy zachowania, PWN Warszawa]. Podręcznik ten, nagrodzony Nagrodą Naukową im. M. Oczapowskiego VI Wydziału PAN, nadal jest bardzo chętnie czytany i to nie tylko przez studentów, lecz również przez inne osoby pragnące pogłębić swoją wiedzę o zachowaniu zwierząt.

Ryc. 4. Prof. Jerzy A. Chmurzyński wraz z Małżonką, dr Wandą Chmurzyńską i Prof. Sir Patrickiem Batesonem (University of Cambridge, Wielka Brytania) podczas spotkania po latach (Warszawa, 9 marca 2014). Widoczny na zdjęciu obraz jest dziełem prof. Chmurzyńskiego.

Prof. Chmurzyński był erudytą chętnie dzielącym się swoją encyklopedyczną wiedzą, pochodzącą nie tylko z zakresu etologii, lecz również dotyczącą wielu innych zagadnień. Przez wiele lat tworzył niezwykły „Słownik encyklopedyczny biologii zachowania się i pojęć pokrewnych", dostępny na serwerze Instytutu Nenckiego. Można w nim znaleźć, między innymi, wiele ważnych definicji, a także szczegółowe biogramy licznych przedstawicieli nauk behawioralnych. Był też autorem wielu artykułów popularnonaukowych, w tym również opublikowanych w czasopiśmie „Wszechświat", a także haseł w encyklopediach. Wziął też udział w licznych audycjach radiowych i telewizyjnych.

Jeszcze jako młody pracownik naukowy Zakładu Biologii Instytutu Nenckiego J. A Chmurzyński zainicjował powstanie kultowych Seminariów Etologicznych, które odbywają się w Instytucie Nenckiego już od 1966 r., a więc już od ponad pół wieku. Był również jednym z inicjatorów powstania i pierw-

szym Prezesem Polskiego Towarzystwa Etologicznego (PTEtol.), które działa już od prawie trzydziestu lat. Działał też w innych towarzystwach naukowych:

Ryc. 5. Prof. Jerzy A. Chmurzyński i dr Julita Korczyńska podczas spotkania po sesji naukowej „Etologia: nauka ciekawa, coraz ciekawsza" zorganizowanej dla uczczenia 50-lecia Seminariów Etologicznych w Instytucie Nenckiego (1966–2016) oraz 25-lecia Polskiego Towarzystwa Etologicznego (PTEtol.) (1991–2016) (Warszawa, 19 listopada 2016).

Polskim Towarzystwie Przyrodników im. Kopernika, Polskim Towarzystwie Entomologicznym oraz Polskim Towarzystwie Zoologicznym (PTZool.), w którym należał do grona inicjatorów powstania Sekcji Etologicznej (1987–1991), organizacji bezpośrednio poprzedzającej powstanie PTEtol.

Prof. Chmurzyński działał też aktywnie na rzecz etologii na arenie międzynarodowej: był przez wiele lat przedstawicielem Polski w Międzynarodowym Komitecie Etologicznym (1975–1985), a następnie przedstawicielem krajów Europy Wschodniej (bez ZSRR) w Międzynarodowej Radzie Etologicznej (1985–1989). W swojej działalności naukowej współpracował przede wszystkim z uczonymi z Francji, zwłaszcza z Jeanem Medionim i Raymondem Campanem. W czasie pobytu we Francji przyczynił się też do utworzenia w rodzinnym domu Jean Henri Fabre'a, w miejscowości Sérignan du Comta, muzeum Harmas de Fabre, upamiętniającego tego wybitnego entomologa, którego książki stanowiły dla Niego w dzieciństwie tak wielką inspirację.

Pasje prof. Chmurzyńskiego nie ograniczały się do działalności badawczej oraz popularyzacji nauki. Kochał muzykę klasyczną, sam komponował i grał na pianinie. Gdy kiedyś spytałam Go, czy skomponowany przez niego mazurek był przeznaczony do wykonywania na fortepianie, czy na pianinie, odpowiedział mi z błyskiem w oku: „Mazurek był na fortepian, ale i tak gra się go na pianinie". Malował też farbami olejnymi piękne pejzaże. Na Jego obrazach możemy zobaczyć wiosnę i lato w całym swoim rozkwicie: mokradła, sady, leśne i polne drogi, a także urocze, kryte strzechą wiejskie chałupki za drewnianymi opłotkami, w ogródkach pełnych kwiatów. Malował również sceny marynistyczne. Fascynowała Go astronomia, lubił też starszą literaturę S-F i wycieczki rowerowe, a w młodości żeglarstwo.

Przede wszystkim zaś był wyjątkowo ciepłym, bezinteresownym człowiekiem, życzliwym ludziom, powszechnie lubianym i kochanym. W dowód sympatii i uznania dla osiągnięć i niezwykłej osobowości prof. J. A. Chmurzyńskiego najbliżsi współpracownicy zorganizowali na Jego cześć dwie uroczystości jubileuszowe, z okazji 80-lecia urodzin (11 marca 2009) oraz 90-lecia urodzin (23 marca 2019). Podczas pierwszej z tych uroczystości odczytany został między innymi żartobliwy poemat zatytułowany „Osobista apoteoza prof. dr Jerzego Chmurzyńskiego z okazji osiągnięcia wieku dojrzałości przez Prezesa Komitetu Neurobiologii PAN pospiesznie, lecz z sercem *de novo* sklecona", który specjalnie na tę okazję napisał prof. Jerzy Vetulani. Natomiast niedawny jubileusz 90-lecia urodzin Profesora uczciła sesja naukowa zatytułowana „Etologia i nie tylko". Uczestnicy tej sesji, w której wzięło udział wielu wybitnych polskich biologów, wysłuchali ośmiu wykładów o charakterze wspomnieniowym lub/i poświęconym tematyce bliskiej zainteresowaniom naukowym Jubilata. Problemy ze zdrowiem nie pozwoliły Mu

Ryc. 6. Prof. Jerzy A. Chmurzyński wraz z uczennicą, prof. Ewą J. Godzińską, tuż przed uroczystościami jubileuszu 90-lecia urodzin (Warszawa, 20 marca 2019).

już niestety na osobiste przybycie na sesję, ale przez cały czas śledził przebieg obrad na ekranie swojego komputera, a w końcowej części sesji rozmawiał z jej uczestnikami dzięki połączeniu za pośrednictwem Skype'a.

Niestety Profesor, który jeszcze podczas swojej sesji jubileuszowej był w znakomitej formie intelek-

tualnej i kipiał humorem, opuścił nas na zawsze już kilka miesięcy później. Uroczystości żałobne, podczas których Go pożegnaliśmy, odbyły się w dniu 10 lipca 2019 na Cmentarzu Powązkowskim w Warszawie. Podczas nabożeństwa żałobnego pożegnał Go ks. dr Tomasz Perz, autor doktoratu poświęconego Jego filozoficznym poglądom. Podczas odprowadzania Profesora na miejsce ostatniego spoczynku wydarzył się też nieoczekiwanie wzruszający swoją symboliką incydent: konduktowi żałobników przez dłuższy czas towarzyszyła piękna ruda wiewiórka, która również odprowadzała Profesora skacząc z nagrobka na nagrobek wzdłuż cmentarnej alejki.

Na zakończenie chciałabym powtórzyć kilka słów wypowiedzianych przeze mnie podczas ostatniego pożegnania Profesora w dniu Jego pogrzebu. Nie powinniśmy zapominać, że rozwój wiedzy to nie tylko dokonywanie nowych odkryć, ale również dbałość o to, by już istniejące osiągnięcia nie były zapominane. Prof. Chmurzyński z ogromną pasją działał na obydwu tych polach. Podczas pracy nad swoim ukochanym słownikiem poświęcał niezwykle dużo czasu i uwagi perfekcyjnemu opracowywaniu biogramów wielu stosunkowo mało znanych badaczy zachowania, którzy jedynie dzięki Niemu zostali ocaleni od zapomnienia. Mam więc ogromną nadzieję, że i także i On nie zostanie przez nas zapomniany.

Prof. dr hab. Ewa J. Godzińska
Uczennica Profesora Chmurzyńskiego

Renate Hudak, Harald Harazim, Schnell, einfach, blüht! Pflegeleichte Blumenbeete für jeden Garten, (Szybko, łatwo, kwitnie! Łatwe do uprawy rabaty kwiatowe w każdym ogrodzie), ss.144, Stuttgart (Hohenheim) 2019, Eugen Ulmer KG, ISBN 978-3-8186-0085-3, www.ulmer.de

Książka Renate Hudak i Haralda Harazima „Szybko, łatwo, kwitnie! Łatwe do uprawy rabaty kwiatowe” stanowi istotne wydarzenie publikacyjne w zakresie zakładania rabat kwiatowych i ogrodów. Przy tym pojęcie „rabata kwiatowa” rozumiane jest szeroko jako zakładanie nasadzeń bylinowych o różnorodnym charakterze. Przekracza ona rozumienie angielskiej „rabaty mieszanej” („Mixed Borders”), tak charakterystycznej w Wielkiej Brytanii. Ta ostatnia obejmuje głównie byliny, ale także rośliny drzewiaste (przede wszystkim róże), z pięknymi, dużymi kwiatami. Autorami omawianej książki o rabatach bylinowych jest małżeństwo Renate Hudak i Haralda Harazima. R. Hudak jest pracownikiem w Ogrodzie Botanicznym w Augsburgu, gdzie odpowiedzialna jest za pracę popularyzacyjną, kształcenie w zakresie podstaw ekologicznych ogrodnictwa, a także doradztwo w zakresie zakładania ogrodów. Książka R. Hudak i H. Harazima składa się z trzech części, które wyczerpują podstawy wiedzy w zakresie zakładania rabat kwiatowych. Noszą one następujące tytuły: „Byliny wprowadzane celowo na scenę” (s.4-17); „Moduły – co pasuje razem” (s.18-117); „Działania na rzecz łatwej opieki nad bylinami” (s.118-137) oraz „Serwis”. Ten ostatni obejmuje: „Skorowidz roślin”; „Szybko znaleźć” (najważniejsze pojęcia ogrodnicze); „Ważne adresy i źródła zaopatrzenia w rośliny”; „Do dalszego czytania” (strony internetowe, książki); „O autorach”.

Charakter wprowadzający ma część „Byliny wprowadzane celowo na scenę”. Można tutaj wskazać następujące podstawowe rozważania: „Podstawowa wiedza o stanowiskach” i „Podstawowa wiedza o kształtowaniu nasadzeń bylinowych”. Głównym celem działań autorów są piękne rabaty kwiatowe w ciągu całego roku. Przy tym wskazuje się na określone rośliny na odpowiednim stanowisku.

Tworzenie nasadzeń bylinowych wymaga dobrej znajomości stosowanych roślin. Wyróżnia się zazwyczaj „główne byliny” (niem. „*Hauptdarsteller*”, inaczej „*Leitstauden*”). Są to gatunki, które są szczególnie duże (bujne), wykazują one charakterystyczną formę wzrostu, są także długowieczne. „Główne byliny” tworzą przy tym „szkielet nasadzeń”. Obok wymienionych powyżej bylin wyróżnia się „dodatkowe byliny” (niem. *Nebendarsteller*) – są to byliny wiosenne

i wczesnoletnie, jak też byliny późnoletnie i jesienne. Obok „głównych bylin" i „dodatkowych bylin" wyróżnić można jeszcze tzw. *statystów*. Wypełniają one luki, które powstają w nasadzeniach bylin.

Istotna część książki poświęcona jest podstawowym zasadom stosowania i kształtowania odpowiednich kombinacji roślin do wybranych stanowisk. Stanowią one koncepcję udanych zestawień bylin. Autorzy książki określają je jako system modułów. Dla czterech wybranych typów stanowisk, względnie zakresów życia bylin (wolna powierzchnia, rabata, zadrzewienie, brzeg zadrzewień), szkicują autorzy dwa lub trzy moduły.

W ramach zakresu życia „Wolna powierzchnia: miejsca i światło w nadmiarze" wyróżnia się następujące moduły: „Moduł 1: Bujność łąki"; „Moduł 2: Żwir i słońce"; „Moduł 3: Nastrój prerii". Natomiast w ramach środowiska życia „Rabata: Wspaniałość barw i barwne bogactwo kwiatów" wyróżnia się moduły: „Moduł 4: Barwne bogactwo kwiatów"; „Moduł 5: Mixed Borders"; „Moduł 6: Towarzysze róż". Charakterystyczne jest stanowisko „Zadrzewienia: Cudowne miejsca cieniste". Można tutaj wskazać następujące moduły: „Moduł 7: Czar lasu"; „Moduł 8: Elegancja w ciemnym zakątku"; „Moduł 9: Mistrzowie przeżycia". Nieco odmienny charakter posiada stanowisko „Brzeg zadrzewienia: Gra ze światłem i cieniem". Autorzy wskazują na następujące moduły: „Moduł 10: Barwne ulistnienie i barwne kwiaty"; „Moduł 11: Wiatr i pogoda".

Dla modułu 1 idealne są słoneczne powierzchnie, które latem nigdy całkowicie nie wysychają. „Głównymi bylinami" są tutaj: liliowiec rdzawy (*Hemerocallis fulva*) i krwawnica pospolita (*Lythrum salicaria* 'Robert') lub ich zastępstwie wilczomlecz Griffitha 'Dixter' *(Euphorbia griffitti* 'Dixter'), krwiściąg lekarski (*Sanguisorba officinalis*). Moduł 2 obejmuje w pełni słoneczne stanowiska z popularnymi, suchymi glebami, gdzie latem może panować brak opadów. „Głównymi bylinami" są tutaj: miskant chiński 'Adagio' (*Miscanthus sinensis* 'Adagio'), wielkokwiatowa dziewanna (*Verbascum densiflorum*), a także żeleźniak Russela (*Phlomis russeliana*), czy krwawnik wiązówkowy 'Coronation Gold' (*Achillea filipendulina* 'Coronation Gold'). Moduł 3 nosi charakterystyczne miano „Nastrój prerii". Nie wymaga on dużej opieki – jest barwny i naturalny. Jego kwitnienie przypada na jesień.

Następnie omawiają autorzy trzy typowe rabaty bylinowe. Powstają one przez wieloletnie zabiegi ogrodnicze. Chodzi tutaj o „stare" byliny uprawiane w ogrodach wiejskich. Typowymi roślinami są m.in.: astry, kosaćce, mak wschodni, tojad, liliowce, tawułka (*Astilbe*). Zaliczamy tutaj moduły (4-6). Moduł 4 charakteryzuje się głównie ciepłymi barwami: czerwoną, żółtą oraz niebieską. Moduł 5 nawiązuje bezpośrednio do ogrodów angielskich, gdzie dominują tzw. mieszane rabaty („Mixed Borders"). Moduł 6 poświęcony jest roślinom towarzyszącym różom. Wiele takich bylin ma srebrzystowełniste ulistnienie.

Jasny cień albo półcień pod drzewami liściastymi albo krzewami dotyczą zakresu życia „Zadrzewienia". Gleba jest najczęściej bardziej lub mniej wilgotna i próchnicza. W okresie wiosny pojawiają się dywany kwiatów, a liczne byliny leśne charakteryzują się wysoką tolerancją na korzenie sąsiednich drzew (moduły 7–9). Moduł 7 pokazuje, jak paprocie i byliny z ozdobnymi liśćmi wywołują wprost bajkowy nastrój leśny.

Moduł 8 nosi interesujący tytuł „Elegancja w ciemnych zakątkach". Celem autorów jest rozjaśnienie cienistych zakątków przez jasno albo biało kwitnące byliny. Można otrzymać tutaj wprost zdumiewające efekty barwne w ciemnych i nieatrakcyjnych zakątkach. Jako „główne gatunki" wymienia się: pluskwicę prostą 'White Pearl" (*Cimicifuga simplex* 'White Pearl'), serduszkę wspaniałą 'Alba' (*Dicentra spectabillis* 'Alba'), a także tojad Fischera 'Arendsii' (*Aconitum carmichaelii* 'Arendsii'). Moduł 9 zajmuje się „mistrzami przeżycia" – są to byliny przystosowane nie tylko do stanowisk z niewielką ilością światła, ale także do panującej tutaj zazwyczaj suszy.

Brzeg zadrzewień tworzy przejście pomiędzy wolną powierzchnią a zadrzewieniami. Takie obszary przejściowe znajdują się często w ogrodach przydomowych. Wiele roślin brzegów zadrzewień toleruje czasowe, a nawet silne nasłonecznienie, jak też krótkotrwałą suszę glebową. W ramach tego zakresu życia bylin wyróżniono dwa moduły. Cechą roślin tego modułu są barwne ulistnienia i barwne kwiaty (moduł 10). Do „głównych gatunków" zaliczamy: zawilec japoński 'Rosenschale' (*Anemone japonica* – Hybride 'Rosenschale'), piwonię chińską 'Festiva Maxima'. Moduł 11 obejmuje rośliny, które nie tylko pasują do stanowiska półcienistego, ale także problemy pogodowe, a zwłaszcza kierunek wiatrów. Odnosi się to szczególnie do zachodniej strony budynków.

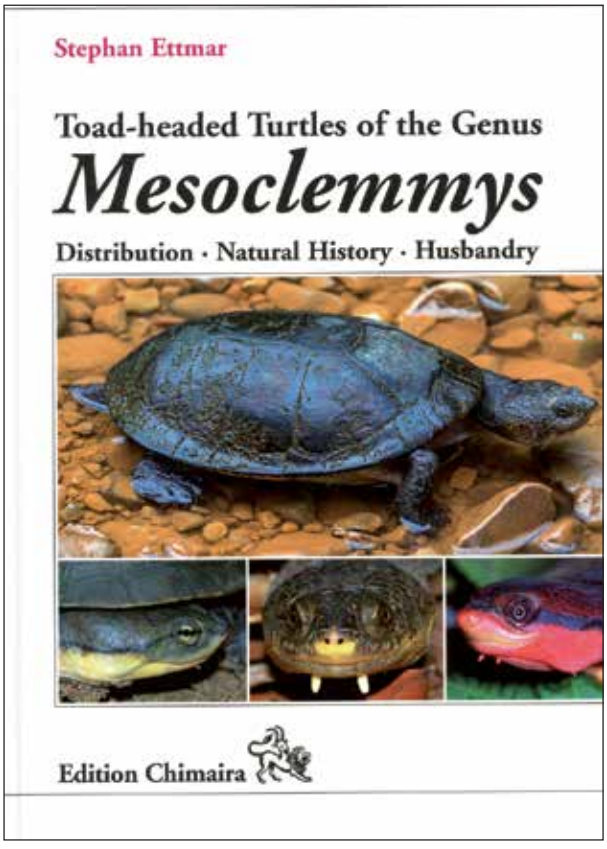
W części trzeciej podaje się zalecenia dla zachowania piękna bylin i utrzymania radości z posiadania ogrodów. W tym celu należy: prawidłowo sadzić byliny; zachowywać młodość bylin przez podział roślin; zachowywać ochronę w czasie zimy i nawożenia; zabiegi związane z cięciem i zapobieganiu samosiewowi; istotne znaczenie ma naturalna ochrona roślin; podpieranie i wspieranie wysokich bylin. Byliny na obszarach zagrożonych mrozami wymagają

odpowiednich działań profilaktycznych w postaci okrycia odpowiednimi materiałami. Zimą wielu bylinom może zagrażać przesuszenie. Wiele bylin wymaga cięcia wczesną jesienią.

Książka Renate Hudak i Haralda Harazima zasługuje na uwagę polskich czytelników. Zalecenia zawarte w książce mogą być szybko wykorzystane – z dużym pożytkiem – także w Polsce. Jej szybkie przetłumaczenie na język polski byłoby cenną pomocą dla miłośników ogrodów i bylin, a także dla ogrodników profesjonalistów.

Eugeniusz Kośmicki (Poznań)
e-mail: e.h.kosm@gmail.com

Stephan Ettmar: Toad-headed Turtles of the Genus *Mesoclemmys*: Distribution, Natural History, Husbandry. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, 2019, ISBN 978-3-89973-442-3, 164 kol.fot., ss. 204, cena € 44,80.



Systematyka żółwi bokoszyjnych określanych jako żabiogłowy i ropuchogłówki ma długą i zagmatwaną historię. Dawniej do rodzaju *Phrynops* zaliczano 2 gatunki, zaś do 3 innych *Batrachemys*, *Mesoclemmys* i *Rhinemys* po jednym (Wermuth i Mertens, 1961). Dwa dalsze rodzaje opisali McCord i wsp. w 2001 r. – *Bufocephala* i *Ranacephala*. Dzisiaj do rodzaju *Phrynops* należą 4 gatunki, zaś do *Mesoclemmys* 10. Pozostał również jeden gatunek w rodzaju *Rhinemys* (*R. ruficeps*). W książce jednak traktowany jest zarówno jako *Rhinemys*, jak i na niektórych stronach *Mesoclemmys.* Systematyka tych żółwi przedstawiona jest w pierwszym rozdziale, w którym są nawet zdjęcia okazów muzealnych z XVIII i XIX wieku. Nie zabrakło również kluczy do oznaczania wszystkich gatunków. Połowę monografii zajmują obszerne opisy poszczególnych gatunków, zawierające informacje o ich biologii, siedliskach i zasięgu występowania (opatrzone barwnymi mapkami), a całość bogato ilustrowana jest kolorowymi zdjęciami. Autor szeroko opisuje metody hodowli i rozmnażania, co może być pomocne również dla hodowców innych żółwi wodnych. Utarło się przekonanie, że hodowla żółwi z rodziny Chelidae jest łatwa, ale rozmnażanie trudne. Monografia jest podsumowaniem dwóch dekad doświadczeń w metodyce rozrodu tych żółwi. Ze względu na to, że są to dość duże zwierzęta, wymagają więc większych akwaterrariów, co czasem może być kłopotliwe, np. puste szklane akwarium o wymiarach 150x60x60 cm i pojemności 540 litrów waży ponad 50 kg. Na końcu z kolei jest rozdział o nieopisanych jak dotąd taksonach i mieszańcach uzyskiwanych czasem w różnych hodowlach. Cytowana literatura liczy 10 stron i stanowi wyczerpujący przegląd wiedzy o tych żółwiach.

Stephan Ettmar jest absolwentem Uniwersytetu Wiedeńskiego i nie tylko zajmuje się żółwiami z rodziny Chelidae, ale hoduje również inne gady. Jego praca dyplomowa dotyczyła żółwi bokoszyjnych Gujany Francuskiej i stała się częścią niniejszej książki. Badania żółwi prowadził zarówno w naturze w Ameryce Południowej, jak i w licznych muzeach. Jest też redaktorem czasopisma Sacalia, które otrzymują członkowie Internationale Schildkröten Vereinigung.

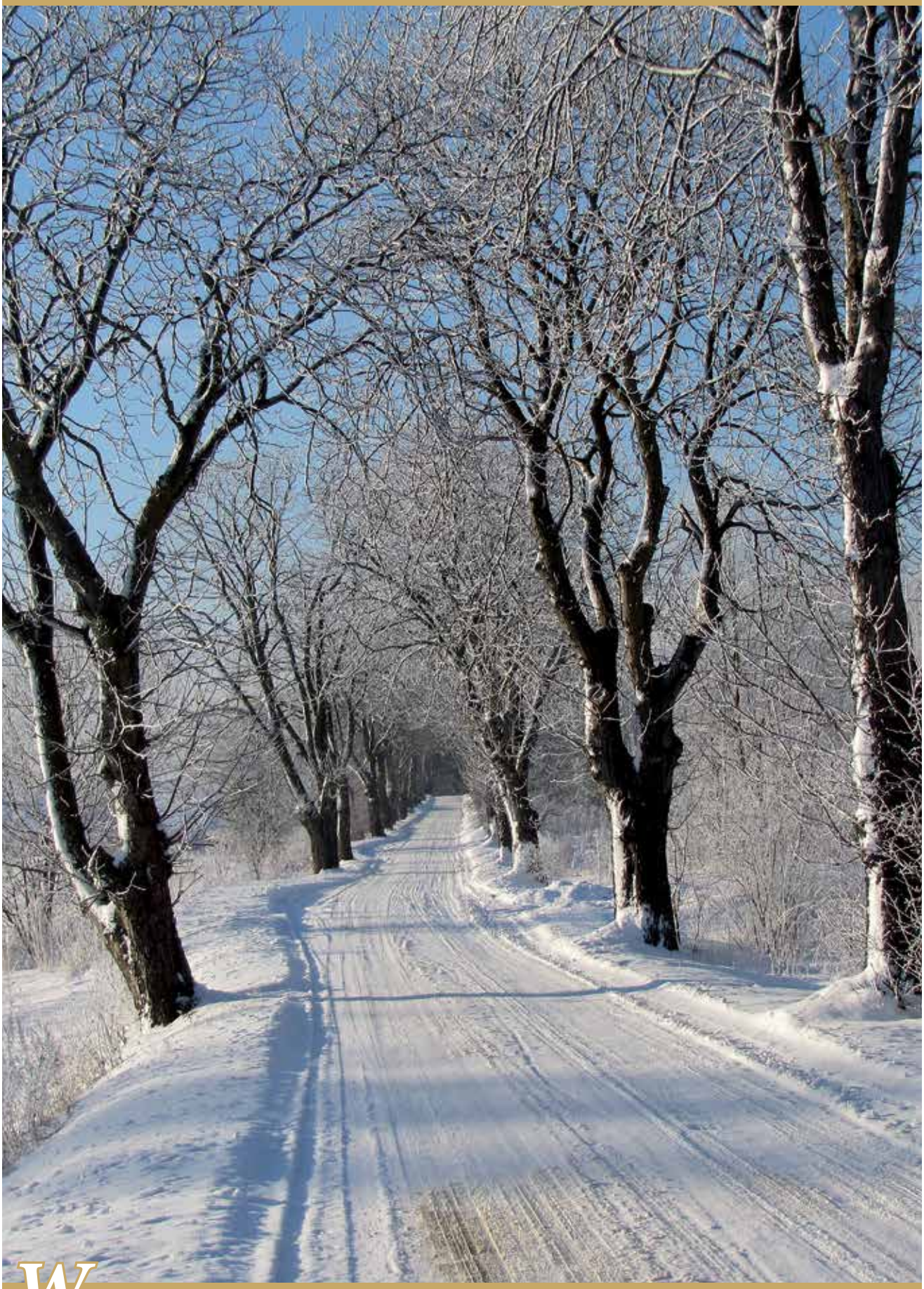
Referencje

1. McCord, W.P., Joseph-Ouni, M., Lamar, W.W., 2001. A taxonomic reevaluation of *Phrynops* (Testudines: Chelidae) with the description of two new genera and a new species of *Batrachemys*. Rev.Biol.Trop. 49(2): 715-764.
2. Wermuth, H., Mertens, R. 1961.Schildkröten, Krokodile, Brückenechsen. Gustav Fischer Verlag, Jena.

Piotr Sura

Gran Sasso d'Italia. Lipiec 2019. Fot. Katarzyna Stachowicz.

Cena 12,00 zł (VAT 5%) Indeks 381586



Wzgórza Apeninów w drodze do Gran Sasso d'Italia. Lipiec 2019. Fot. Katarzyna Stachowicz.