

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 122 Nr 10–12

Październik–Listopad–Grudzień 2021



Covid-19 aktualności

Rośliny w walce z wirusami

Elastyna a układ nerwowy

Początki obrazowania medycznego

Wtyk amerykański – zagrożenie drzew iglastych

Zimowe spacery

ISSN 2719-4728



J

odla w śniegu. Luty 2021. Beskid Niski, wąwóz Kanada, okolice wsi Banice. Fot. Ewa Krzemińska.

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 (2694–2696)

ARTYKUŁY

Barbara Płytycz, Aktualności COVID-19 – wariant Delta groźny dla niezaszczepionych (z postscriptum o wariacie Omikron i fałszywych certyfikatach)	293
Ewelina A. Klupczyńska, Rośliny w walce z wirusami. Naukowe dowody	302
Konrad Szychowski, Bartosz Skóra, Wpływ produktów rozpadu elastyny na komórki układu nerwowego	313
Ryszard Tadeusiewicz, Początki obrazowania medycznego	320

DROBIAZGI

Cyprysyk czy cyprys – jak odróżnić dwa rodzaje miniaturowych choinek? (Artur Pliszko)	326
Kolorowe podsadki gwiazdy betlejemskiej (Artur Pliszko, Alina Stachurska-Swakoń)	328
Wtyk amerykański <i>Leptoglossus occidentalis</i> Heidemann 1910 (Hemiptera: Coreidae) zagrożeniem dla drzew iglastych w Polsce (Mieczysław Kosibowicz)	330

WSZECHŚWIAT SPRZED WIEKU

Badania jaskiń ojcowskich, Promienie rentgenowskie, Promienie katodowe (oprac. Maria Śmiałowska)	334
--	-----

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

Maria Olszowska, Zimowe spacerunki	347
--	-----

OBRAZKI

Maria Olszowska, Przyroda w dziecięcych wspomnieniach	356
---	-----

KRONIKA

Wszechświat finalistą konkursu Popularyzator Nauki 2021	366
---	-----

RECENZJE

Philip Ball: <i>H₂O A Biography of Water</i> , (Katarzyna Stachowicz)	369
--	-----

Okladka:

Jemiołuszka zwyczajna (*Bombycilla garrulus*). Fot. Maria Olszowska.

Od roku 2020 czasopismo *Wszechświat* jest wydawane tylko w wersji cyfrowej w cenie 9 zł/numer, 36 zł/rok. Prenumeratorom wysyłane są pliki .pdf.

W wersji papierowej wydawany jest tylko pierwszy numer 1–3 w cenie 12 zł. Członkowie Towarzystwa otrzymują zniżkę na roczną prenumeratę i płacą tylko 20 zł za roczną prenumeratę cyfrową.

W sprawach prenumeraty i zakupu wybranych numerów prosimy o kontakt z P. Kingą Molik, e-mail: biuro@ptpk.org, tel. 500 113 328.

Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika
Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*
31–118 Kraków, ul. Podwale 1
SANTANDER BANK POLSKA SPÓŁKA AKCYJNA, XXI Oddział Kraków
nr konta 81 1500 1142 1220 6033 9745 0000

Sponsorami *Wszechświata* są:

- Akademia Górniczo-Hutnicza
- Polska Akademia Umiejętności
- Collegium Medicum Uniwersytet Jagielloński



Rada Redakcyjna

Przewodnicząca: Irena Nalepa

Z-ca Przewodniczącej: Stanisław Knutelski

Sekretarz Rady: Agnieszka Zelek-Molik

**Członkowie: Andrzej Kornaś, Michał Kozakiewicz, Ewa Krzemińska,
Elżbieta Pyza, Alina Stachurska-Swakoń, Alfred Uchman, January Weiner**

Komitet redakcyjny

Redaktor Naczelna: Maria Śmiałowska

Z-ca Redaktora Naczelnej: Barbara Plytycz

Sekretarz Redakcji: Alicja Firlejczyk

Członek Redakcji: Katarzyna Stachowicz

Adres Redakcji

Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*
31–118 Kraków, ul. Podwale 1 m. 2, tel. 661 482 408
e-mail: redakcja@ptpk.org,
<https://wszechswiat.ptpk.org>

Wydawca

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

Projekt i skład

Artur Brożonowicz, artur@ptpk.org



PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

WYDAWANE PRZY WSPÓŁUDZIALE:

AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ ORAZ POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

TOM 122
ROK 139

PAŹDZIERNIK – LISTOPAD – GRUDZIEŃ

ZESZYT 10–12
2694–2696

ARTYKUŁY

AKTUALNOŚCI COVID-19 – WARIANT DELTA GROŹNY DLA NIEZASZCZEPIONYCH (Z POSTSCRIPTUM O WARIANCIE OMIKRON I FAŁSZYWYCH CERTYFIKATACH)

Barbara Płytycz (Kraków)

Streszczenie

Od początku pandemii COVID-19, wywołujący ją koronawirus SARS-CoV-2 zmienia się (mutuje), co prowadzi do pojawiania się kolejnych wariantów. Na przełomie lat 2020/2021 w Europie rozprzestrzenił się wariant Alfa, bardziej zaraźliwy od „dzikiego” wirusa z Wuhan. Obecnie dominuje wariant Delta, uważany za najgroźniejszy z dotychczasowych, powodujący wśród niezaszczepionych ciężką chorobę i wyższą śmiertelność nawet wśród młodszych osób. Aby powstrzymać transmisję wirusa trzeba się szczepić, utrzymywać dystans społeczny i higienę rąk oraz nosić maseczki, co redukuje ryzyko ciężkiej choroby i hospitalizacji.

Abstract

Since the beginning of the COVID-19 pandemic, SARS-CoV-2 has mutated (changed) resulting in several variants. In 2020/2021 the Alfa variant spread in Europe as was more transmissible than the Wuhan initial strain. Now the Delta variant dominates and is considered the most contagious variants so far, that lead to severe illness and higher mortality even among younger unvaccinated people. Getting vaccinated for the coronavirus, practicing physical distancing, hand-washing and mask-wearing reduces risk of severe illness and hospitalization and helps to keep viral transmission lower.

COVID-19 pozostaje z nami

W listopadzie 2021 r. liczba osób zakażonych na całym świecie koronawirusem SARS-CoV-2 przekracza 250 milionów, a zmarło z powodu COVID-19 już ponad 5 milionów. Liczby te są bez wątpienia znacznie zaniżone, gdyż WHO rejestruje wyłącznie zakażenia i zgony potwierdzone relatywnie drogim testem genetycznym RT-PCR, przez co brak tu danych ze słabo testowanych ubogich obszarów świata, a nawet w krajach bogatych do ofiar COVID-19 nie zalicza się nietestowanych osób umierających w domu (lub w karetce w drodze do szpitala). Zakażenia i zgony nie ulegają zmniejszeniu pomimo szczepień ochronnych wprowadzonych pod koniec 2020 roku, którymi objęto już ponad 53% ludności świata, gdyż wirus stale mutuje i kolejne warianty rozprzestrzeniają się w nowych zakątkach świata [15] (Ryc. 1).

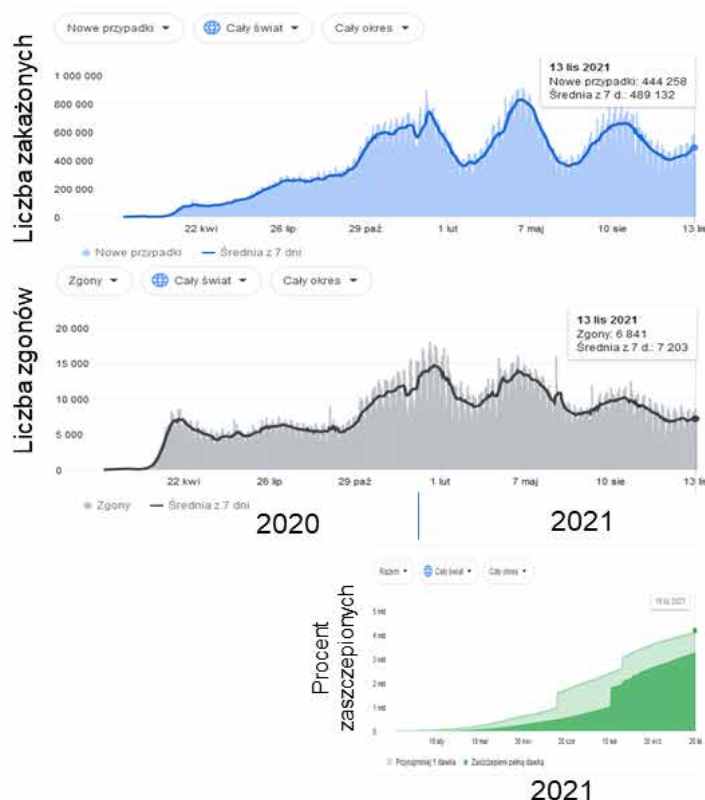
Przestaliśmy już liczyć na to, że koronawirus SARS-CoV-2 spontanicznie wycofa się z atakowania organizmu człowieka, jak miało to miejsce w przypadku spokrewnionych z nim koronawirusów odpowiedzialnych za wygasłe epidemie SARS (2003–2004) i MERS (2012). Oznacza to, że każdy z nas wcześniej czy później będzie musiał zetknąć się z tym wirusem, albo w sposób naturalny, albo w postaci szczepionki. Zakażenie wirusem nowym dla naszego organizmu

skutkuje chorobą o różnym stopniu nasilenia, nawet śmiertelną, natomiast szczepionka wprowadzie nie zapobiegnie zakażeniu, lecz przygotowuje nasz układ odpornościowy do tak sprawnego wyeliminowania patogenu, że reakcja przebiegnie bezobjawowo lub z niegroźnymi symptomami choroby.

Fale pandemii w wybranych krajach Europy

Niniejszy artykuł jest kontynuacją cyklu popularyzującego aktualny stan wiedzy na temat pandemii oraz dynamiki jej rozprzestrzenienia się w Polsce i wybranych krajach Europy [8–10], w której obecnie narasta czwarta fala pandemii (Ryc. 2). Pierwsza fala pojawiła się w Europie wiosną 2020 roku, gdy zaskoczyły nas i szokowały liczne zgony we Włoszech, Wielkiej Brytanii, Francji i innych państwach zachodnich, podczas gdy do Europy Środkowej choroba doszła z opóźnieniem. Dało to szansę na wprowadzenie restrykcji, dzięki którym liczby zakażeń i zgonów w Polsce, Czechach, Słowacji i innych krajów Europy Środkowej były relatywnie niskie, lecz przez pamięć i szacunek dla zmarłych na COVID-19 wiosną 2020 r. nie mamy prawa uznać pierwszej fali pandemii za niebyłą.

Latem 2020 r. liczba zakażeń i zgonów we wszystkich krajach europejskich uległa znacznemu



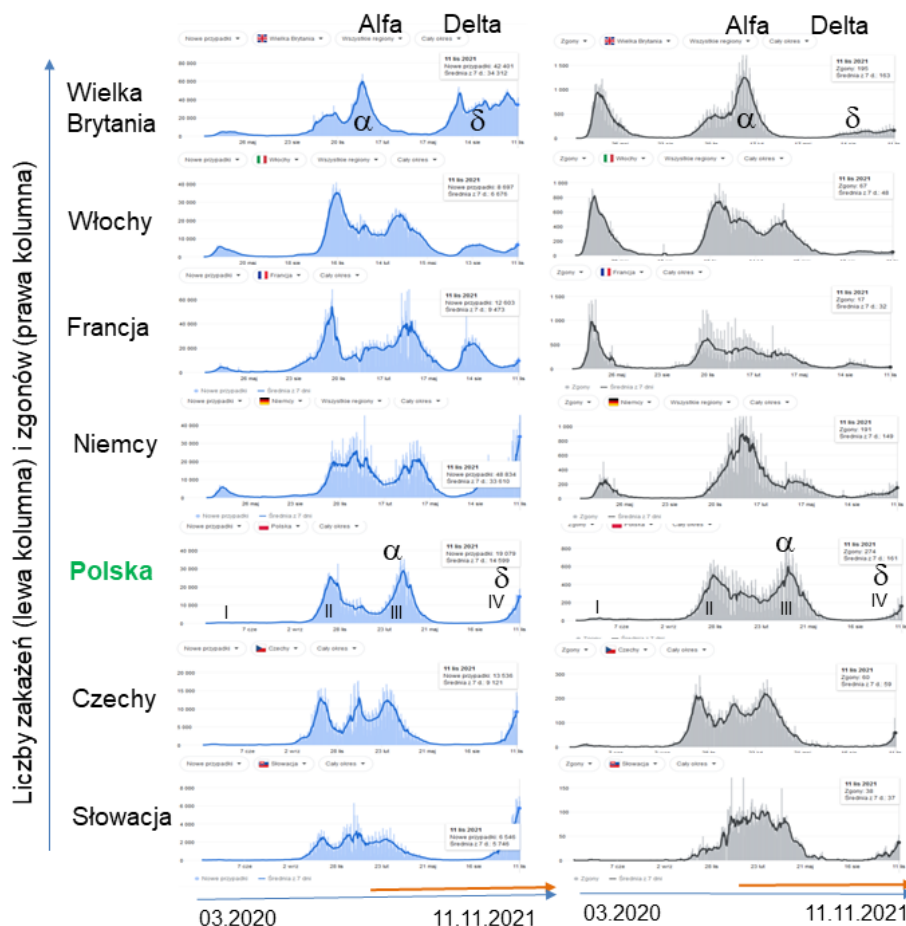
Ryc. 1. Dynamika pandemii COVID-19 mierzona A) liczbą zakażeń i B) liczbą zgonów na świecie do 11 listopada 2021 r. oraz C) kumulatywna liczba osób zaszczepionych przynajmniej jedną dawką lub pełną dawką (ciemna część pola) [wg 15].

zmniejszeniu, co dało szansę na przygotowanie się do drugiej fali pandemii, która rozpoczęła się po zakończeniu urlopowego okresu wakacyjnego i wynikała z przenoszenia się wirusa w pomieszczeniach zamkniętych i w środkach masowej komunikacji. Fala jesienno-zimowa 2020/2021 mniej lub bardziej płynnie przeszła w bardzo wyraźną falę wiosenną, uznawaną w Polsce za falę trzecią, powodowaną głównie przez wariant Alfa koronawirusa SARS-CoV-2 „zaimportowany” do nas z Wielkiej Brytanii, który w kolejnych krajach stopniowo wypierał dominujący uprzednio wariant „dziki”, zbliżony do wirusa z Wuhan - kolebki pandemii.

Latem 2021 roku pandemia znowu uległa wyciszeniu, lecz narastanie nowej fali rozpoczęło się wraz z powrotem z wakacji i gromadzeniem się w pomieszczeniach zamkniętych, pomimo dostępnych w roku 2021 szczepień profilaktycznych. Tym razem wariant Alfa został zastąpiony przez „zaimportowany” do Europy z Indii wariant Delta (Ryc. 2).

Rycina 2 służy jedynie do ukazania dynamiki przypadków zakażeń i zgonów, przy czym na każdym wykresie maksymalna wartość osi Y jest dostosowa-

na do maksymalnych wartości badanego parametru w danym kraju (przy miniaturowych opisach osi można więc odnieść błędne wrażenie, że w wielu przypadkach liczby zgonów są wyższe od liczby osób zakażonych). Warto też pamiętać, że liczby osób zakażonych korelują z liczbą wykonywanych testów RT-PCR w danym okresie, w konkretnym kraju. Na przykład w Polsce latem i jesienią 2021 na test RT-PCR kierowane są tylko osoby z objawami choroby, z których część okazuje się być zakażona wirusem SARS-CoV-2, przez co pomijane są osoby o zakażeniu bezobjawowym lub skąpo-objawowym, które nieświadomie przenoszą wirusa na kolejnych gospodarzy. W Wielkiej Brytanii przeprowadza się największą liczbę testów i są nimi objęci wszyscy mający kontakt z zakażonymi, co pozwala wykryć i izolować osoby o bezobjawowym lub skąpoobjawowym przebiegu infekcji, ograniczając w ten sposób rozprzestrzenianie się wirusa. Co więcej, to właśnie Wielka Brytania przoduje w sekwencjonowaniu mRNA ustalonego procentu próbek nadsyłanych z różnych krajów, dzięki czemu wykrywa się kolejne warianty wirusa oraz monitoruje ich rozprzestrzenianie się we wszystkich



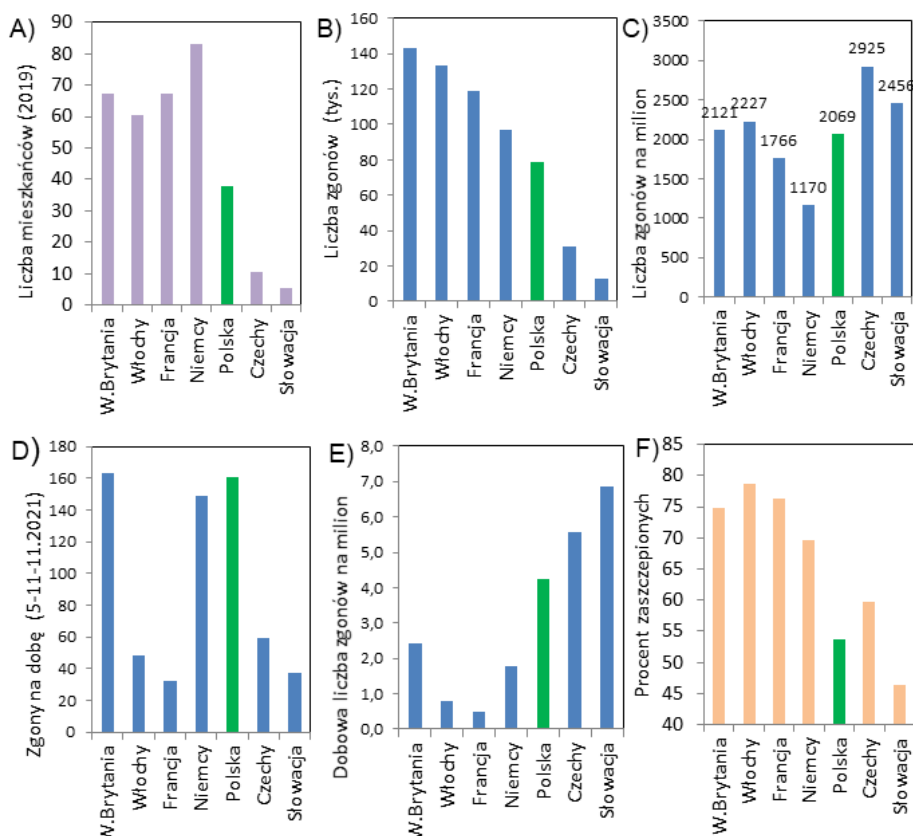
Ryc. 2. Dynamika pandemii COVID-19 mierzona liczbą zakażeń i zgonów w siedmiu krajach Europy od marca 2020 r. do 11 listopada 2021 r., z czterema falami choroby (I-IV) zaznaczonymi w Polsce [wg 15]. Zaznaczono dominację wariantu Alfa (α) lub Delta (δ) oraz okresy dostępności do szczepień profilaktycznych (linie czerwone).

częściach globu. Dla uzyskania wiarygodnego obrazu dynamiki zakażeń korzystne byłoby testowanie w każdym kraju jak największej liczby osób, na przykład proporcjonalnej do liczby mieszkańców.

Do porównań stanu epidemicznego w różnych krajach bardziej nadają się liczby zgonów. W Polsce w codziennych komunikatach Ministerstwa Zdrowia dotyczących liczby zakażeń i zgonów rozróżnia się osoby zmarłe ‘tylko’ z powodu COVID-19 od osób z chorobami współistniejącymi, których jest zazwyczaj znacznie więcej. Nie ma to sensu, gdyż z cukrzycą, nadciśnieniem czy chorobami kardiologicznymi można pod opieką lekarza dożyć późnej starości – przyczyną przedwczesnej śmierci w każdym przypadku jest tu zakażenie koronawirusem SARS-CoV-2 wywołującym COVID-19. Pośrednimi ofiarami pandemii są też osoby zmarłe z powodu ograniczonego dostępu do opieki medycznej. W dalszej części skupimy się głównie na porównaniach zgonów z powodu COVID-19 raportowanych do WHO do 11 listopada 2021 r. (Ryc. 3).

Pod względem liczby mieszkańców porównujemy cztery duże kraje Europy Zachodniej, czyli Wielką

Brytanię (67,2 mln), Włochy (60,4 mln), Francję (67,2 mln) i Niemcy (82,9 mln) – z największą liczbą ludności, a z Europy Środkowej Polskę jako kraj średniej wielkości (38 mln) oraz niewielkie Czechy (10,6 mln) i Słowację (5,4 mln) (Ryc. 3A). Na pierwszy rzut oka nie dziwi zatem, że największa liczba zgonów do 11 listopada 2021 r. przypadała na kraje duże, Wielką Brytanię (143 tys.), Włochy (133 tys.), Francję (119 tys.) i Niemcy (97 tys.), była pośrednia w Polsce (79 tys.) i niska w Czechach (31 tys.) oraz na Słowacji (13 tys.) (Ryc. 3B). Jednak rozsądek nakazuje, by dla porównania śmiertelności w tych krajach pokazać liczbę zgonów przypadającą na milion mieszkańców i po takim przeliczeniu wyłania się obraz zgoła odmienny (Ryc. 3C). Najbardziej tragiczna sytuacja wystąpiła w Czechach, gdzie zmarło prawie 3 tysiące osób (2925) na milion mieszkańców, podobna tragedia dotyczyła Słowacji (2345 zgonów na milion). W Wielkiej Brytanii (2121), Włoszech (2227) i w Polsce (2069) liczba ta również przekroczyła 2 tysiące osób na milion mieszkańców, we Francji zbliżała się do tej wartości (1766 zmarłych na milion), a najsukuteczniej spośród porównywanych kra-



Ryc. 3. Porównanie danych związanych z pandemią COVID-19 w siedmiu krajach Europy od pojawienia się w nich pandemii do 11 listopada 2021 r. A) Liczba mieszkańców (wg danych z roku 2019 r.); B) Liczba zgonów; C) Liczba zgonów na milion mieszkańców; D) Średnia dobowo liczba zmarłych od 5 do 11 listopada 2021 r.; E) Średnia dobowo liczba zmarłych (od 5 do 11 listopada 2021 r.) na milion mieszkańców. F) Procent osób zaszczepionych przynajmniej pierwszą dawką szczepionki. Dane z Polski wyróżnione kolorem zielonym. [Dane wg 15].

jów ochroniły się Niemcy (1170 zmarłych na milion) (Ryc. 3C).

Czwarta fala pandemii COVID-19 dotyczy głównie osób niezaszczepionych

W przypadku bieżących danych epidemicznych trzeba się posługiwać wartościami średnimi z siedmiu kolejnych dni, co eliminuje świąteczne i poświąteczne zaniżanie danych na skutek opóźnionego raportowania, a następnie należy przeliczać wartości średnie na liczbę mieszkańców w danym kraju lub rejonie (Ryc. 3D i 3E). Na przykład średnie liczby zgonów z okresu od 5 do 11 listopada 2021 r. są bardzo wysokie w Wielkiej Brytanii (163), w Polsce (161) i w Niemczech (149), a znacznie niższe w Czechach (59) i we Włoszech (48), zaś najniższe na Słowacji (37) i we Francji (32), co jest trudne do zinterpretowania (Ryc. 3D). Po przeliczeniu tych wartości na milion mieszkańców w każdym z porównywanych państw otrzymujemy obraz odmienny. Najwięcej dobowych zgonów w analizowanym okresie (5–11 listopada) było na Słowacji (6,9), w Czechach (5,6) i w Polsce

(Fig. 3E). Niskie liczby zgonów korespondują z wysokim procentem osób zaszczepionych we Włoszech (78,6%), Francji (76,3%), Wielkiej Brytanii (74,9%) i w Niemczech (69,7%), a wysokie liczby zgonów idą w parze z niską wyszczepialnością mieszkańców Czech (59,7%), Polski (53,8%) i Słowacji (46,3%) (Ryc. 3F). Czyli – duża śmiertelność koresponduje z niskim procentem osób niezaszczepionych!

Taka zależność jest jeszcze bardziej uderzająca w przypadku nieco późniejszego okresu, od 15 do 21 listopada, gdy średnie dobowe liczby zgonów na milion mieszkańców w krajach o wyszczepialności powyżej 70% (czyli w Wielkiej Brytanii, we Włoszech, Francji i Niemczech) były zdecydowanie niższe (0,7–2,4), niż wysokie średnie dobowe liczby zgonów (7,3–8,5) w krajach o niskim procencie osób zaszczepionych (47–61%, do których należy Polska) (Tab. 1). Dane napływające ze szpitali z wielu ośrodków krajowych są z tym zgodne, gdyż wśród osób hospitalizowanych i poddanych tlenoterapii zdecydowanie przeważają osoby niezaszczepione. Także prawie wyłącznie niezaszczepieni trafiają na oddział intensywnej terapii z zastosowaniem respiratorów lub systemu

Tabela 1. Wyszczepialność przeciwko COVID-19 i dobowe liczby zgonów w wybranych punktach czasowych w kilku krajach europejskich [wg danych z 15]

	Procent zaszczepionych przynajmniej 1 dawką		Średnie zgony dobowe na milion mieszkańców	
	11.11.2021	17.11.2021	5-11 11.2021	15-21 11.2021
Wielka Brytania	74,9	75,3	2,4	2,2
Włochy	78,6	78,8	0,8	0,9
Francja	76,3	76,6	0,5	0,7
Niemcy	69,7	70,2	1,8	2,4
Polska	53,8	54,1	4,2	7,3
Czechy	59,7	60,5	5,6	8,0
Słowacja	46,3	46,8	6,9	8,5

(4,2), znacznie mniej zgonów było w Wielkiej Brytanii (2,4) i w Niemczech (1,8), a we Włoszech (0,8) i we Francji (0,5) wartości te spadły poniżej jedności

ECMO (*ExtraCorporeal membrane Oxygenation*), czyli aparatury do pozaustrojowego wspomagania układu oddychania, a część z nich umiera. Niektóre

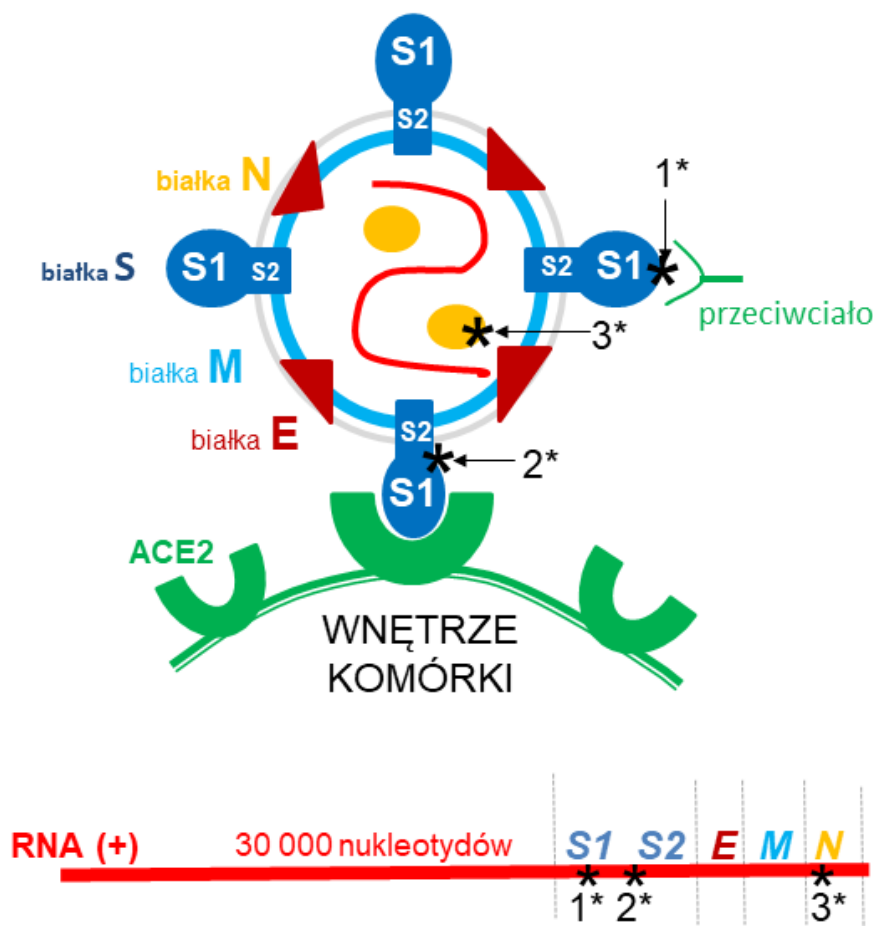
osoby zaszczepione lub ozdrowieńcy również mogą się zakażyć i zachorować, lecz w szpitalu leczone są krótko, a większość z nich nie wymaga hospitalizacji i szybko wraca do zdrowia.

Dlaczego wariant Delta jest groźny?

Jak wszystkie wirusy, koronawirus SARS-CoV-2 mutuje nieustannie [2]. Większość zmian w jego materiale genetycznym nie wpływa na strukturę i funkcje wirusa; wiele zmian wpływa niekorzystnie na interakcje wirusa z zainfekowaną komórką człowieka i te formy ulegają autoeliminacji. Losowo pojawiają się też wirusy lepiej przystosowane do gospodarza, co się wyraża przez łatwiejsze zakażenie i sprawniejsze namnażanie w obrębie komórki, umożliwiające zakażenie większej liczby nowych żywicieli oraz unikanie rozpoznania i unicestwienia przez komórki ich układu odpornościowego. Te zalety skutkują wypieraniem poprzedniego wirusa przez jego udoskonalony wariant. Miało to miejsce w przypadku wyparcia

„dzikiego” wirusa z Wuhan przez „brytyjski” wariant Alfa, który z kolei musiał ustąpić „indyjskiemu” wariantowi Delta. Wiedza na temat interakcji wirusa SARS-CoV-2 oraz jego wariantów z organizmem człowieka narasta lawinowo [11, 13, 14], toteż potrafimy już wypunktować niektóre cechy obecnie panującego wariantu Delta, czyniące go odpowiedzialnym za czwarta falę pandemii (1*, 2*, 3* Ryc. 4).

- 1* Modyfikacja w szczytowej części białka S sprzyja unikaniu odpowiedzi immunologicznej gospodarza. Delecja aminokwasów w pozycjach 156 i 157 oraz podmiana argininy przez glicynę w pozycji 158 sprawia, że wariant Delta jest pozbawiony miejsca uchwytu (super-side) dla najsilniejszych (ultra-potent) przeciwciał. Z tej właśnie przyczyny biorecy szczepionki „konstruowanej” w oparciu o znajomość wirusa Wuhan lub ozdrowieńcy po wywołanej przez niego chorobie nie są w pełni zabezpieczeni przed wariantem Delta [4].
- 2* Usprawnienie wnikania wirusa do komórki poprzez kolejne modyfikacje łącznika między pod-



Ryc. 4. Struktura wirusa SARS-CoV-2 i jego interakcja z udziałem białka S z receptorem ACE-2 na komórce człowieka oraz schemat mRNA wirusa [wg 10]; 1*, 2*, 3* – lokalizacje mutacji mRNA i modyfikacji na poziomie odpowiednich białek zapewniające wariantowi Delta przewagę nad poprzednimi wariantami wirusa. Opis w tekście.

jednostką S1 i S2 białka S, ułatwiające jej rozcięcie przez enzym furynę komórek człowieka, co jest niezbędne do wprowadzenia materiału genetycznego wirusa (mRNA) do wnętrza komórki i jego namnażania [4].

- 3* Zwielokrotnienie skuteczności uwalniania wirusów z zakażonej komórki, czemu sprzyja mutacja w genie kodującym białko N (nucleocapsid) wirusa, „nadzorujące” prawidłowe upakowanie nowopowstałych łańcuchów mRNA w otoczkach nowych wirionów. Tę właściwość wykryto z zastosowaniem cząstek wiruso-podobnych VLP (*Virus-like particles*), która to metoda otworzyła nowe, bezpieczniejsze możliwości badania interakcji wirusów z komórkami [6, 12]. W warunkach *in vitro* komórka zakażona VLP z wmontowanym zmutowanym genem N wirusa uwalnia dziesięć razy więcej nowych VLP, niż ma to miejsce w przypadku wmontowania genu wariantu „dzikiego” [12].

Dzięki skumulowanej akcji tych nowych właściwości, wariant Delta sprawniej wnika do komórki, z której uwalnia się znacznie więcej wirionów potomnych, co dzieje się już w nosogardzieli zakażonego człowieka. Przy oddychaniu, a tym bardziej mówieniu, śpiewaniu czy kaszlu uwolni on znacznie więcej wirionów, niż osoba zakażona wariantem Alfa. Osoba zakażona wariantem Delta w zatłoczonej windzie lub tramwaju zakazi wszystkich sąsiadów niezabezpieczonych maseczkami. Zakażone w tych warunkach osoby zaszczepione lub ozdrowieńcy mają szansę zachorować lekko, lecz niezaszczepieni po raz pierwszy w życiu zetkną się z bardzo groźną formą wirusa, zatem wielu z nich trafi do szpitala.

Ogromnie sprawny wariant Delta koronawirusa SARS-CoV-2 atakuje i zabija już nie tylko osoby starsze i schorowane, lecz jest niebezpieczny dla coraz młodszych grup wiekowych, łącznie z dziećmi. Niezaszczepieni dziadkowie i rodzice ryzykują nie tylko własne zdrowie, ale także zdrowie (oby nie życie!) swoich dzieci i wnuków.

Co nas czeka?

Szczepionek nam obecnie nie brakuje. Trwają prace nad następnymi typami szczepień i uaktualnianiem już istniejących [3, 10, 16]. Będzie to stosunkowo proste w przypadku szczepionek mRNA, do których można w laboratorium „dołożyć” fragmenty mRNA kodujące nowe fragmenty białek. Szczepimy coraz młodsze grupy wiekowe, a także kobiety w ciąży, co zabezpiecza płody oraz noworodki karmione

mlekiem matki. Szczepionki są bezpieczne i prze-testowane już u 53% ludności świata, a zysk z zaszczepienia na pewno przewyższa ryzyko powikłań. Docelowo zapewne trzeba będzie przyjmować uaktualniane warianty szczepionek co jakiś czas, jak to robimy obecnie w przypadku grypy. A może jednak wystarczy seria szczepionek w dzieciństwie? A może szczepienia zostaną zastąpione przez wygodniejsze w stosowaniu tabletki lub aerozole?

Trwają intensywne badania nad lekami na COVID-19, lecz skutecznych i bezpiecznych leków na razie brak [1]. Ułudą były doniesienia o skuteczności leków stosowanych przy innych chorobach zakaźnych, w tym hydroksychlorochiny czy amantadyny [1], gdyż statystyki oparte na obserwacjach dużych grup osób nie potwierdziły ich dobroczynnego działania, a „leczenie” nieskutecznym medykamentem niekiedy opóźniało hospitalizację i podjęcie działań ratujących życie. Bada się skuteczność donosowych aerozoli mających utrudnić przedostanie się wirusa do dalszych odcinków dróg oddechowych. W szczególnych przypadkach, pod kontrolą lekarza i na wybranych etapach choroby, stosuje się przeciwciała ozdrowieńców lub przeciwciała monoklonalne. Wiodące laboratoria skupiają się na lekach mających utrudnić/uniemożliwić namnażanie wirusa (przez analogię do azydotymidyny hamującej syntezę nici DNA retrowirusa HIV, co przedłużyło życie zakażonym na początku walki z AIDS i zainicjowało lawinowe badania tego typu strategii), jednak nie czas na przedwczesny optymizm. Nadzieje budził remdesivir, a obecnie molnupiravir [6]. Istotą działania tego ostatniego jest wprowadzenie do komórki „konia trojańskiego” w postaci N-hydroksycytydyny (NHC), czyli cytydyny zmodyfikowanej w taki sposób, by indukować błędy w nowobudowanej nici RNA, co prowadzi do unicestwienia wirusa. Wyniki badań *in vitro* na liniach komórkowych oraz eksperymenty na zwierzętach doświadczalnych są obiecujące, gdyż na przykład zakażone fretki przestają chorować i zarażać inne zwierzęta. Ale takie wymuszone lekiem błędy w materiale genetycznym mogą w organizmie człowieka dotyczyć nie tylko wirusa, lecz również intensywnie proliferujących komórek różnicujących się np. w plemniki człowieka. Gdybym była mężczyzną w wieku prokreacyjnym, nie spieszyłabym się na tego typu kurację... Lek ten już wkrótce ma być dopuszczony do użytku w postaci tabletek wydawanych na receptę osobom z grup zagrożonych ciężkim przebiegiem COVID-19 i musi być podawany wkrótce po wykryciu wirusa SARS-CoV-2 testem genetycznym RT-PCR [6].

Zaszczepienie się po raz pierwszy dziś lub jutro już nie uchroni przed atakującym obecnie wariantem Delta, ale przygotowuje daną osobę do następnych fal pandemii. Obserwacje uczą, że proszczepionkowcy po pierwszym zastrzyku terminowo przyjmują dawkę wzmacniającą i w najbliższym z dopuszczalnych terminów zgłaszają się po szczepionkę przypominającą. Wszystkie wirusy w organizmach zakażonych osób nadal mutują; część z nich ulegnie unicestwieniu, inne dadzą warianty jeszcze bardziej groźne, na które będziemy w pewnym stopniu przygotowani. Wiemy również o tym, że są wśród nas osoby odporne na SARS-CoV-2 oraz osoby szczególnie podatne. Warto jednak pamiętać, że odporność na jedno schorzenie może predestynować do podatności na inne, więc chyba nie warto domagać się drogich analiz, by spraw-

dzić własną odporność/podatność na COVID-19 [5, 7]. Wszyscy powinni się zaszczepić, a następnie rutynowo posługiwać się własnym certyfikatem covidowym przy wejściu do pomieszczeń grupujących wiele osób, wśród których mogą się znaleźć również ci, którym szczepić się nie wolno z przyczyn medycznych. Tak działa odporność populacyjna.

Konkludując – obecna pandemia uczy nas, że przed obecną i następnymi falami COVID-19 każdy z nas musi chronić siebie i wszystkich wokół stosując zasadę Dystans-Dezynfekcja-Maseczki i Szczepienia (DDMS). A na skuteczne leki nadal czekamy.

Bibliografia

1. Adamczyk-Popławska, M., Kwiatek, A., Szuster-Ciesielska, A.: 2021. Obecnie stosowane oraz nowe strategie terapii przeciwko COVID-19. *Kosmos* 3, 459-468.
2. Dudek, I., Kwiatek, A., 2021. Charakterystyka Betacoronawirusów oraz wariantów SARS-CoV-2 *Kosmos* 3, 383-388.
3. Jankowiak, M., Trzonkowski, P., 2021. Szczepienia - dlaczego są ważne? *Kosmos* 3, 451-457.
4. Kupferschmidt, K., Wadman, M., 2021. Delta variant triggers new phase in the pandemic. *Science* 372, 6549: 1175. <http://science.sciencemag.org/> on June 24, 2021
5. Langton, D.J., Bourke, S.C., Lie, B.A., et al., 2021. The influence of HLA genotype on the severity of COVID-19 infection. *HLA*, 2021: 1–9. <https://doi.org/10.1111/tan.14284>
6. Menedez-Arias, L., 2021. Decoding molnupiravir-induced mutagenesis in SARS-CoV-2. *Journal of Biological Biochemistry* 297: 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2021.100867>
7. Migliorini, F., Torsiello, E., Spiezia, F., et al. 2021. REVIEW. Association between HLA and COVID-19 susceptibility, severity and progression: a comprehensive review of the literature. *European Journal of Medical Research*. 26: 84. <https://doi.org/10.1186/s40001-021-00563-1>
8. Płytycz B., 2020. Pod panowaniem koronawirusa. *Wszechświat*, 121, (4-6), 92-101.
9. Płytycz, B., 2020. Aktualności COVID-19. Druga fala pandemii w Polsce i nadzieja na szczepionki. *Wszechświat*, 121, (10-12), 302-314.
10. Płytycz, B., 2021. Ewolucja koronawirusa SARS-CoV-2 a skuteczność szczepionek przeciw COVID-19 (z addendum o pochodzeniu SARS-CoV-2). *Wszechświat* 122, (4-6), 104-117.
11. Sanak, M., 2021. Genetyka pandemii COVID-19. *Kosmos* 3, 389-397.
12. Syed, A.M., Taha, T.Y., Taha, T., et al., 2021. Rapid assessment of SARS-CoV-2 evolved variants using virus-like particles. *Science REPORTS* First release: 4 November 2021 science.org . 10.1126/science.abl6184 (2021).
13. Trigg, C.R., Bansal, D., Ding, H., et al. 2021. A Comprehensive Review of Viral Characteristics, Transmission, Pathophysiology, Immune Response, and Management of SARS-CoV-2 and COVID-19 as a Basis for Controlling the Pandemic. *Frontiers in Immunology* 12: 631139. Published 2021 Feb 26. doi:10.3389/fimmu.2021.631139
14. Witkowski, J. M., Bryl, E., 2021. Mechanizmy covid-19 a układ odpornościowy i jego starzenie. *Kosmos* 3, 407-417.

Strony internetowe:

15. [www: covid stats graphs](http://www.covidstatsgraphs.com)
16. <https://valneva.com/press-release/valneva-reports-positive-phase-3-results-for-inactivated-adjuvanted-covid-19-vaccine-candidate-vla2001/>

Postscriptum o wariancie Omikron i fałszywych certyfikatach

W trakcie przygotowywania tego artykułu dotarł do Europy z Republiki Południowej Afryki wariant opisywany najpierw symbolem B.1.1529, o kilkudziesięciu nieznanych dotychczas mutacjach, któremu nadano nazwę Omikron. Wirus ten pojawił się w organizmie pacjenta długo leczonego na COVID-19 w Johannesburgu, gdyż w takich właśnie warunkach mają szansę pojawiać się mutacje umykające nadzorowi układu odpornościowego. Rozprzestrzenił się najpierw w Afryce Południowej, lecz wykryto go już w różnych rejonach świata.

Ostatnio ujawniono informacje o bezwzględnym gangu sprzedającym fałszywe certyfikaty szczepień przeciwko COVID-19, umożliwiające podróże międzynarodowe i dostęp do miejsc użyteczności publicznej. Ta zbrodnicza działalność rozszerzyła się na wiele krajów świata, łącznie z Polską. Prawdopodobnie wśród obecnie hospitalizowanych i umierających w polskich szpitalach są również osoby niezaszczepione, legitymujące się fałszywym certyfikatem covidowym. Uczestnicy tego kryminalnego procederu szkodzą nie tylko sobie, lecz dają pożywkę antyszczepionkowcom. Ci ostatni pytają bowiem, po co się szczepić, skoro po szczepieniu można ciężko zachorować? Obecnie stosowane szczepionki są wystarczająco skuteczne przeciwko wariantowi Delta, natomiast prawdopodobnie będą znacznie mniej chronić przed wariantem Omikron, zagrażającym nam w niedalekiej przyszłości. Pozytywne działanie dwóch dawek szczepionki ujawnia się w pełni dopiero pięć tygodni po pierwszej dawce, zatem najwyższy czas podjąć decyzję o szczepieniu.

ROŚLINY W WALCE Z WIRUSAMI. NAUKOWE DOWODY

Plants in the fight against viruses. Scientific evidence

Ewelina A. Klupczyńska (Kórnik)

Streszczenie

Wirusy istnieją wszędzie tam, gdzie jest życie. Na naszej planecie rozpoznano ponad 1000 wirusów. Są one jednym z głównych zagrożeń na świecie. Wirusy są nieaktywne metabolicznie poza ciałem gospodarza. Aktywne stają się dopiero po wnikięciu do komórki. Niemniej jednak stanowią jedną z częstszych przyczyn śmierci wśród ludzi, sprytnie przestawiając metabolizm gospodarza na powielanie własnego genomu. Naukowcy donoszą o ponad 105 gatunkach roślin, które potencjalnie działają przeciwwirusowo. Substancje bioaktywne w roślinach potrafią zahamować wnikanie wirusa do organizmu oraz jego replikację w komórce gospodarza. Najintensywniejsze badania dotyczą aktywności przeciwwirusowej roślin wobec wirusa opryszczki (np. *Echinacea purpurea*), HIV (np. *Castanospermum australe*), grypy (np. *Cistus incanus*) i wirusa zapalenia wątroby typu C (HCV) (np. *Embelia schimper*). Działanie naturalnych substancji bioaktywnych opiera się na różnych mechanizmach biochemicznych czy genetycznych, blokujących wnikanie wirusa do organizmu lub jego replikację, jak np. flawonoidy zawarte w pstrolistce sercowatej *Houttuynia cordata* działają przeciw wirusowi SARS-CoV poprzez hamowanie proteazy podobnej do 3C (3CLpro) i polimerazy RNA zależnej od RNA (RdRp) wirusa.

Abstract

Viruses exist everywhere there is life. Over 1,000 viruses have been identified on our planet. They are one of the main threats in the world. Viruses are metabolically inactive outside the host body. They become active only when they penetrate the cell. Nevertheless, they are one of the most common causes of death among humans, cleverly switching host metabolism to replication of their own genome. Scientists report more than 105 plant species that are potentially antiviral. Active substances in plants can inhibit the penetration of the virus into the body and its replication in the host cell. The most intensive research concerns the antiviral activity of plants against herpes virus (e.g. *Echinacea purpurea*), HIV (e.g. *Castanospermum australe*), influenza (e.g. *Cistus incanus*) and hepatitis C virus (HCV) (e.g. *Embelia schimper*). The action of natural bioactive substances relies on various biochemical or genetic mechanisms to block virus entry or replication, e.g., flavonoids contained in the *Houttuynia cordata* act against SARS-CoV by inhibiting the 3C-like protease (3CLpro) and RNA-dependent RNA polymerase (RdRp) of the virus.

Wstęp

Wirusy istnieją wszędzie tam, gdzie jest życie. Są jednym z głównych zagrożeń panujących na świecie. Jak podaje Światowa Organizacja Zdrowia (ang. *World Health Organization*, WHO) stanowią one jedną z częstszych przyczyn śmierci wśród ludzi.

Wirusy wnikając do żywego organizmu sprytnie przestawiają jego metabolizm na powielanie własnego genomu. Dochodzi wtedy w szybkim tempie do produkcji dużych ilości kopii wirusowego DNA lub RNA oraz odpowiednich białek. Choroby wywoływane przez wirusy są trudne do zwalczenia przy pomocy obecnie dostępnych syntetycznych

związków przeciwwirusowych wytwarzanych w laboratoriach. Jednak na szczęście w przyrodzie jest wiele gatunków roślin zielnych oraz drzew, których działanie przeciwwirusowe zostało udokumentowane naukowo i potwierdzone wielokrotnie na przestrzeni wielu lat przez różne zespoły badawcze. Naukowcy donoszą o ponad 100 gatunkach roślin, które potencjalnie działają przeciwwirusowo [18]. Najszerzej została zbadana aktywność roślin przeciwko czterem wirusom: wirusowi opryszczki, HIV, wirusowi grypy oraz wirusowi zapalenia wątroby typu C. Substancje bioaktywne pochodzenia roślinnego potrafią zahamować zarówno wnikanie wirusa do organizmu, jak i jego replikację w komórce gospodarza. W przypadku działania na wirusy RNA, substancje roślinne oddziałują głównie na enzymy wirusa, na odwrotną transkryptazę (ang. *reverse transcriptase*, RT) – np. w przypadku wirusa HIV i proteazę – najczęściej spotykany mechanizm przeciwko wirusowi HCV. W przypadku wirusów DNA najczęstszym sposobem działania jest ograniczenie wnikania cząsteczek wirusa do komórki gospodarza lub zahamowanie replikacji wirusa w zaatakowanych komórkach. Dodatkowo jednym ze zidentyfikowanych sposobów działania przeciwko wirusom DNA jest niszczenie osłonek wirusowych. Roślinne substancje aktywne o działaniu przeciwwirusowym poszerzają spektrum działania leków, przyczyniając się do rozwoju farmakologii przeciwwirusowej i zwiększając kontrolę nad niebezpiecznymi wirusami. Jak wykazały badania, wiele roślin ma bardzo silne działanie przeciwwirusowe, co dla ludzi ma duże znaczenie, ponieważ dzięki temu mamy naturalnego sprzymierzeńca i szansę na wygranie walki z wirusami. W związku z odkrywaniem nowych wirusów i poznawaniem mechanizmów ich działania, nasze rozumienie wpływu wirusów na naturalne systemy i procesy zachodzące na Ziemi wciąż ulega weryfikacji. Wiedza ta obala ostatecznie wcześniej panujący pogląd, że wirusy są jedynie marginalnym problemem wobec globalnych procesów występujących na świecie. Niepodważalnym już faktem jest, że wirusy są główną przyczyną śmiertelności i siłą napędową globalnych cykli geochemicznych, a także rezerwuarem największej różnorodności genetycznej na Ziemi [18].

Na naszej planecie występuje ok. 1030 wirusów. Są wszechobecne, a ich niezwykle umiejętności przetrwania i szybkie mutacje pozwoliły na obecność wirusów w oceanach i morzach, gdzie w każdych 200 litrach wody występuje prawie 5000 genotypów wirusowych [19]. W oceanach wirusy prawdopodobnie zarażają wszystkie żywe stworzenia, od bakterii po

wieloryby. Ponadto przemieszczają się między środowiskami i są obecne prawie wszędzie, np. w głębokich morzach, lodach polarnych, wodach alkalicznych, gorących i słonych oraz na głębokości ponad 2000 m w środowisku lądowym [19]. Istnieje prawie 20 rodzin wirusów, które zarażają ludzi. Cząsteczki wirusów przedostają się do organizmu, a gdy układ immunologiczny jest osłabiony, wtedy zatrzymanie ich rozprzestrzeniania się w organizmie jest prawie niemożliwe. Wirus kieruje szlakiem metabolicznym organizmu gospodarza tak, by mógł wielokrotnie się powielać, a tworzenie się niezliczonych kopii wirusa znacznie utrudnia leczenie. Obecnie wiadomo, że wirusy są unikalne w swoim sposobie replikacji, który może być łatwo ukierunkowany, co daje człowiekowi pewną przewagę. Dzięki tej wiedzy, pomimo iż wirusy używają specyficznych enzymów do infekcji i replikacji, jesteśmy w stanie poprzez odpowiednie, specyficzne inhibitory zatrzymać obydwa procesy. Zdezaktywowany wirus nie ma szansy dalej się namnażać i znika z organizmu.

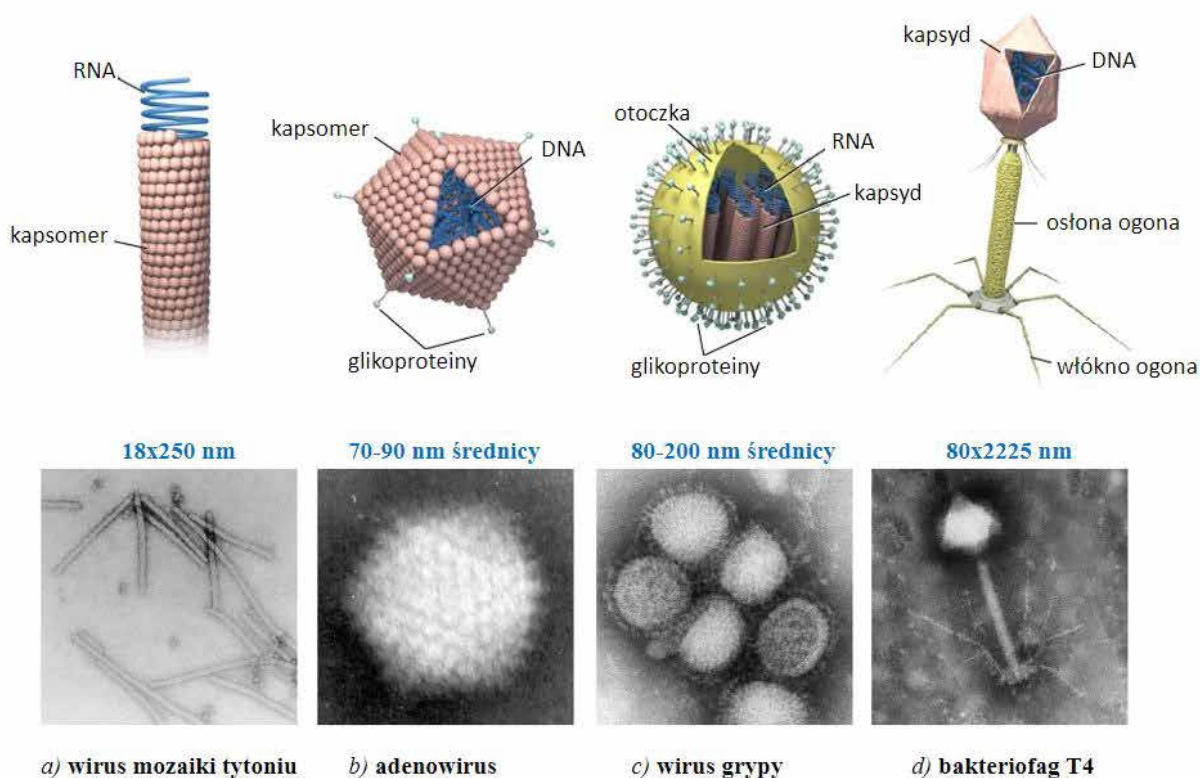
Obecnie stosuje się wiele syntetycznych leków przeciwwirusowych, które hamują replikację wirusa wykorzystując różne mechanizmy biochemiczne. Jednak niska skuteczność, cytotoksyczność oraz rozwój oporności wirusów na te leki powodują trudności w efektywnym ich stosowaniu. Zamiast leków można też zastosować szczepienia, ale są one nadal w fazie rozwoju (ponadto często zapewniają one niepełną ochronę przed wirusem), a ich skuteczność i niezawodność wymaga jeszcze dalszych badań i rozwoju. Dobrym i wiarygodnym źródłem do stosowania leczenia przeciwko wirusom jest natura i bioaktywne substancje pochodzenia roślinnego. Około 40% obecnie dostępnych leków to pochodne roślinnych metabolitów. Szereg badań etnobotanicznych, identyfikujących rośliny lecznicze, pokazuje znaczenie gatunków roślin w systemie opieki zdrowotnej. Rośliny są bogatym źródłem substancji takich jak: alkaloidy, flawonoidy, izoflawony, antocyjany, karotenoidy, monoterpenoidy, glukozynolaty, kwasy fenolowe, saponiny i wiele innych. Badania naukowe wykazały z całą pewnością, że bioaktywne substancje roślinne są odpowiedzialne m. in. za działanie przeciwdrobnoustrojowe, hipotensyjne, przeciwdiabetyczne, antyoksydacyjne, hepato- i kardioprotekcyjne, a także za inne liczne działania terapeutyczne [18].

Struktura wirusów i mechanizmy działania

Wirusy (łac. *virus* znaczy trucizna) składają się z kwasu nukleinowego, białek oraz niekiedy enzymów (np. odwrotnej transkryptazy (RT), integrazy).

Nie są organizmami żywymi, podobnie jak kryształy czy priony. Inaczej niż bakterie, nie mają struktury komórkowej i nie są zdolne do przekazywania cech dziedzicznych oraz rozmnażania. Wirusy są nieaktywne metabolicznie poza ciałem gospodarza. Aktywacja następuje dopiero po wnikięciu wirusa do komórki. Tam następuje replikacja wirusa, a powstałe jego kopie infekują kolejne komórki. Białka wirusa w znacznym stopniu przyczyniają się do specyficznego kształtu wirusów i tworzą płaszcz zwany kapsydem [1], który osłania kwas nukleinowy wirusa. Wirusy mają różne kształty: proste i segmentowane, a wśród nich helikalne, dwudziestościanowe (kubiczne) i złożone (Ryc. 1). Niektóre z nich otoczone są lipi-

niciowe: ssDNA (parwovirusy) i ssRNA lub dwuniciowe: dsDNA (adenowirusy, herpeswirusy, papillomawirusy, pokswirusy) i dsRNA (reowirusy). Wirusy ssRNA można jeszcze dalej rozróżnić w zależności od sensu nici, ponieważ niektóre wirusy RNA mają dodatnią polarność RNA, czyli ssRNA(+), np. koronawirusy i pikornawirusy, a niektóre wirusy ujemną polarność RNA, czyli ssRNA(-), np. ortomyksowirusy, paramyksowirusy i rabdowirusy. Kolejny podział związany jest w występowaniem odwrotnej transkryptazy (RT), której wirus używa do replikacji, jak u retrowirusów, ssRNA(RT), np. wirus HIV, czy hepadnawirusów, dsDNA(RT), np. wirus zapalenia wątroby typu B, HBV – dsDNA(RT). Kształt kwa-



Ryc. 1. Struktura wybranych wirusów. Porównanie schematów ze zdjęciami mikroskopowymi.

Na rysunku przedstawione są 4 typy wirusów, podzielone ze względu na symetrię kapsydu: a) wirus o symetrii helikalnej, b) wirus o symetrii ikozaedralnej (kubicznej) – wielościenny, c) wirus o symetrii sferycznej, d) wirus złożony, Bakteriofag T₄, to jeden z najlepiej poznanych wirusów, infekuje komórki bakterii *Escherichia coli*, powszechnie występujące we florze jelitowej ludzi i ssaków. Fot. Alexandra Gordon, źródło: <https://alexandragordon.com/virus-structures>

dową dwuwarstwową powłoką, pochodzącą z błony żywiciela, która nazywana jest osłonką. Wirusy nie są objęte tym samym systemem klasyfikacji, jak inne organizmy na Ziemi, ponieważ nie należą do świata organizmów żywych. Klasyfikuje się je odrębnie według posiadanych cech (Tab. 1).

Kwas nukleinowy wirusa to albo nić DNA albo RNA. Nić ta jest podstawowym źródłem informacji wymaganej do regulacji aktywności metabolicznej danego wirusa. DNA i RNA można dalej podzielić na dwa rodzaje w zależności od liczby nici, tj. jedno-

su nukleinowego (DNA/RNA) jest również ważnym źródłem różnicowania, ponieważ odmienne wirusy nie zawierają tego samego kształtu kwasu nukleinowego. Mogą przybierać formę okrągłą, liniową lub zwiniętą.

Wirusy są małych rozmiarów. Zdecydowana większość przedostaje się przez filtry mikrobiologiczne zatrzymujące bakterie. Najmniejsze wirusy mają 20 nm. Jednak największym znanym wirusem jest mimiwirus, mający aż 400 nm długości.

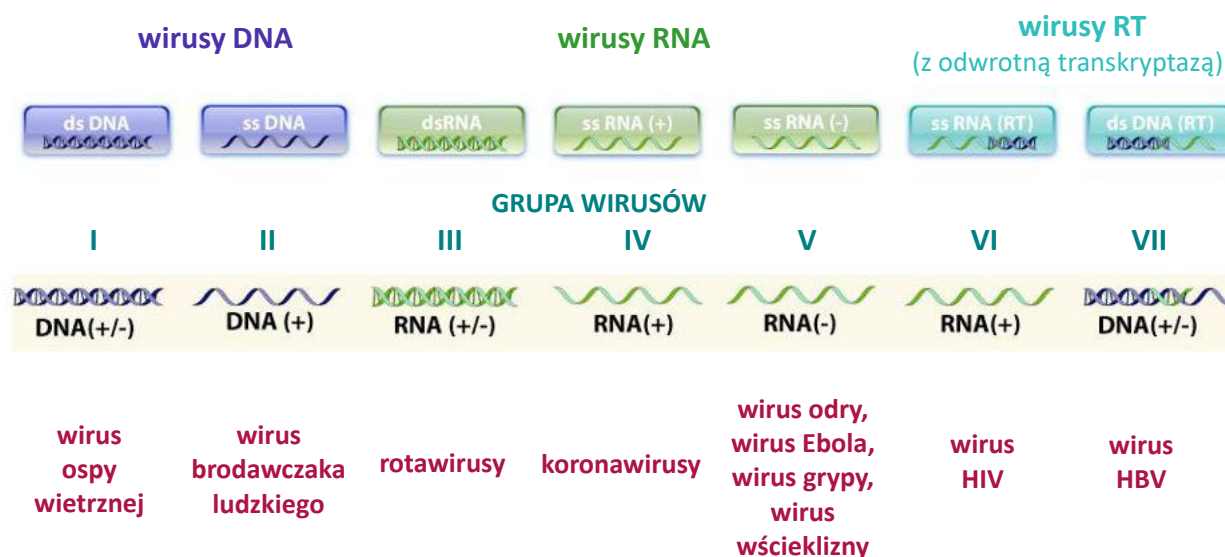
Cykl życia wirusa DNA/RNA można podzielić na kilka etapów: przyłączenie, adsorpcja (wejście), replikacja, dojrzewanie i uwalnianie, obejmujące niektóre enzymy i białka. Proces wprowadzania wirusa odbywa się np. za pomocą białek powierzchniowych komórki. We wnikanii wirusa pośredniczą także inne lipoproteiny i enzym o nazwie lipaza lipoproteinowa. W zakażeniu np. wirusem grypy pośredniczy także proteaza, enzym który aktywuje wirusowe białko powierzchniowe hemaglutyninę [18]. Enzym ten jest również ważny w ekspresji białek wirusowych. Dzieli

wirusowym udokumentowanym naukowo, skupiając się na wirusach najbardziej znanych i/lub będących najczęściej przyczyną chorób.

Znany wszystkim wirus, którego mogą zwalczyć bioaktywne składniki wielu roślin, jest dwuniciowym wirusem DNA (dsDNA) z liniowym genomem i należy do rodziny *Herpesviridae*. To ludzki wirus opryszczki pospolitej (ang. *herpes simplex virus*, **HSV**), znany również jako ludzki herpeswirus lub wirus Varicella-zoster. Opryszczka to wysoce zakaźna i rozpowszechniona choroba, szczególnie w krajach

Tab. 1. Klasyfikacja wirusów.

Opracowany przez Davida Baltimore'a podział to system klasyfikacji, który dzieli wirusy na grupy w zależności od: typu kwasu nukleinowego (DNA czy RNA), klasy kwasu nukleinowego i polarności (jednoniciowy (ss) czy dwuniciowy (ds), (+) czy (-)) czy też występowania odwrotnej transkryptazy (RT)



on białka na grupy w zależności od ich funkcji strukturalnych i niestrukturalnych. Wirusy RNA potrzebują jeszcze dwóch dodatkowych enzymów do przeżycia; odwrotnej transkryptazy i integrazy. Pierwszy transkrybuje wirusowe RNA do DNA w momencie replikacji, tzw. ssRNA(RT) (retrowirusy). Drugi jest używany do włączenia wirusowego DNA do genomu gospodarza [2]. Ponadto jest on również potrzebny do prawidłowego odklejania białek rdzenia wirusa. Wirusy potrzebują enzymatycznych i nieenzymatycznych białek, które możemy także ukierunkować na zatrzymanie replikacji i zakończenie infekcji.

Rośliny o działaniu przeciwwirusowym

Nie sposób wymienić wszystkie rośliny o działaniu przeciwwirusowym w jednym artykule, nie sposób też wymienić wszystkie wirusy. Poniżej przytoczono wiele przykładów bioaktywności naturalnych substancji zawartych w roślinach, o działaniu przeciw-

rozwijających się, z prawie 50 % występowaniem u dorosłych. Łącznie zidentyfikowano ok. 60 roślin o aktywności przeciwwirusowej w stosunku do wirusa opryszczki (HSV-1 i HSV-2) [18]. Przykładem takiego działania jest ekstrakt n-heksanowy z jeżówki purpurowej (*Echinacea purpurea*), wykazujący aktywność przeciw temu wirusowi, czy ekstrakt acetonowy (hyppomanina A) oraz substancja o nazwie geraniina z *Phyllanthus urinaria*. Natomiast za przeciwwirusowe właściwości wobec wirusa opryszczki u takich roślin jak kruszyna pospolita (*Rhamnus frangula*), szakłak amerykański (*Rhamnus purshianus*) i występujący naturalnie w Chinach rabarbar lekarski (*Rheum officinale*) odpowiedzialne są antrachiny. Aktywność anty-HSV wykazuje również kwas moronowy występujący w sumaku azjatyckim (*Rhus javanica*) [18]. Niezwykle silną bioaktywność wykazuje wodny wyciąg z korzeni *Carissa edulis*, rośliny leczniczej rosnącej lokalnie w Kenii, jest on skuteczny nawet w stosunku do opornych szczepów wirusa

HSV [13]. Innym przykładem działania przeciw herpeswirusowi jest dzięgiel litwor (*Angelica archangelica*), a dokładniej kumaryny w nim występujące, które redukują replikację wirusa HSV-1 [16].

Kolejnym rozpowszechnionym na całym świecie i bardzo groźnym wirusem jest ludzki wirus niedoboru odporności (ang. *human immunodeficiency virus*, **HIV**). Infekcje związane z ludzkim wirusem niedoboru odporności typu 1 i 2 (HIV-1, HIV-2), podobnie jak nowopojawiające się wirusy zakaźne, stanowią wyzwanie dla przetrwania ludzkości [5]. HIV jest wysoce zakaźnym, jednoniciowym wirusem RNA z rodziny *Retroviridae* (wirusy RNA, które przeprowadzają proces odwrotnej transkrypcji), co oznacza się jako ssRNA(RT). W USA niejednokrotnie infekcja HIV była główną przyczyną zakażeń wirusowych [5]. Do walki z wirusem HIV naukowcy zidentyfikowali aż 26 gatunków roślin o potwierdzonej skuteczności [18]. Wśród naturalnych substancji skutecznych przeciw wirusowi HIV należy wymienić: terpenoidy, lektyny, alkaloidy i flawonoidy. Przykładem jest alkaloid o nazwie kastanospermina, wyizolowany z nasion kasztanowca australijskiego (*Castanospermum australe*) oraz wyciągi z takich roślin jak kokorycz *Corydalis yanhusuo*, brazylijskie drzewo *Calophyllum brasiliense*. Właściwości roślin z rodziny bobowatych, czy wyciąg z fasolnika (*Vigna unguiculata*), a także lektyny występujące u fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris*) są również skuteczne. Anty-HIV działa również ekstrakt etanolowy z tropikalnego drzewa *Monotes africanus*, który jest bogatym źródłem różnych flawonoidów. Większość bioaktywnych substancji wpływa głównie na aktywność odwrotnej transkryptazy (RT) lub na wnikanie cząstek wirusa do komórki gospodarza. Tak jest też w przypadku wodnego wyciągu z głowienki pospolitej (*Prunella vulgaris*), czy ekstraktów z mangrowców, tropikalnych drzew *Rhizophora mucronata* i *Rhizophora apiculata*, które blokują wiązanie wirusa na powierzchni komórki. Drzewo pochodzące z tropikalnej Azji o nazwie *Gelonium multiflorum* zmniejsza replikację wirusa poprzez hamowanie integracji wirusowego DNA z genomem gospodarza. Powszechnie uznany za skuteczny przeciwko HIV został również wyciąg z żeń-szenia koreańskiego (*Panax ginseng*). Żeń-szeń przeciw wirusowi HIV działa także poprzez hamowanie aktywności odwrotnej transkryptazy (RT). W walce z HIV skuteczny jest również rącznik pospolity (*Ricinus communis*) czy azjatyckie drzewo o nazwie migdałecznik chebulowiec (*Terminalia chebula*), który silnie działa anty-HIV i dodatkowo posiada wiele innych właściwości leczniczych [9].

Roślinnych sprzymierzeńców mamy również w walce z **wirusem grypy**. Wirus ten jest jednoniciowym wirusem RNA, ssRNA(-). Jego segmentowany genom zamknięty w kapsule należy do rodziny *Orthomyxoviridae* i zaraża zarówno ssaki, jak i ptaki. Jest to wirus sezonowy, rozprzestrzeniający się głównie poprzez powietrze, gdy środowisko jest suche i zimne [11]. Wirus ten szybko ewoluuje, co przyczynia się do rosnącej na świecie liczby hospitalizacji i zgonów, w zależności od wieku pacjenta i rodzaju wirusa. Najbardziej do corocznego zwiększania ilości zachorowań, a także rozwoju pandemii przyczynia się wirus grypy typu A (FLUAV). Wirus grypy typu B (FLUBV) nie jest w stanie wywołać tak licznych zachorowań i jest rzadziej spotykany [20]. Naturalnym rezerwuarem dla typu A są ptaki wodne (ptasia grypa u dzikich ptaków jest bezobjawowa, natomiast na skutek mutacji wysoce zjadliwe szczepy grypy powodują poważne zakażenia ogólnoustrojowe u drobiu domowego) [20]. Typ B wirusa nie ma źródła zwierzęcego, szczep ten zazwyczaj pojawia się pod koniec sezonu grypowego. Wirus grypy, zwłaszcza pochodzenia ptasiego, stanowi ogromne obciążenie dla zdrowia. Pandemiczny charakter infekcji wirusem typu A wynika z częstych mutacji i dużo większej zmienności genetycznej szczepów. Dlatego też opracowanie szczepionki przeciwko niemu w celu zastosowania zarówno u ludzi, jak i u ptaków, jest trudne. Wirus typu B rzadziej mutuje, jednak jest on na tyle szybki, że odpowiedź immunologiczna człowieka nie jest wystarczająco silna, by go pokonać. Od wieków poszukiwano naturalnych inhibitorów wirusa grypy, takich jak substancje pochodzenia roślinnego, zdolnych do walki z tym wirusem. Wysiłki opłaciły się, ponieważ zidentyfikowano 16 bioaktywnych roślin działających przeciw wirusowi grypy FLUAV [18]. Intrygującą obserwacją jest, obok aktywności przeciwwirusowej, także aktywność przeciwzapalna wielu różnych substancji naturalnych pochodzenia roślinnego, takich jak: alkaloidy, flawonoidy (antocyjany), glukozydy, polifenole, saponiny. Ważną rośliną leczniczą o znaczących właściwościach przeciwutleniających, hiperglikemicznych, antybakteryjnych i wielu innych, korzystnych dla zdrowia, nad którą pracowało wiele zespołów badawczych, jest herbata chińska (*Camellia sinensis*). Najważniejszymi aktywnymi biologicznie związkami chemicznymi *C. sinensis* są polifenole z grupy katechin [4]. Unikalnym związkiem herbaty jest L-teanina, odkryta w liściach w 1949 r. [4]. Natomiast aktywne w herbacie antocyjany i polifenole działają przeciwgrypowo. Podobnie katechiny uzyskane z tej rośliny mają znaczące działanie hamujące rozwój szczepów grypy. Kolejnymi

roślinami zdolnymi zahamować działanie wirusa grypy jest gatunek mieszańcowy czystka szarego (*Cistus* × *incanus*) oraz jeżówka purpurowa (*Echinacea purpurea*), która ogranicza wnikanie wirusa poprzez hamowanie wiązania się receptorów wirusowych z powierzchnią komórek gospodarza. Ponadto należy wspomnieć, że gatunki z rodzaju *Cistus* sp. mają dużo szersze działanie. Prowadzone badania *in vitro* na hodowlach *C. creticus* ssp. *creticus* udowodniły działanie cytotoksyczne tego podgatunku. Etanolowe ekstrakty rośliny hamują rozwój linii komórkowych raka szyjki macicy (HeLa), raka piersi (MDA-MB-453) oraz czerniaka (FemX) [7]. Inną rośliną wykazującą działanie przeciwigrypowe poprzez wpływ na ekspresję białek wirusa na powierzchni komórek jest bodziszek czerwony (*Geranium sanguineum*), będący bogatym źródłem polifenoli. Dużą skuteczność przeciwwirusową wobec różnych szczepów wirusa grypy wykazuje lektyna wyizolowana z cebulek narcyza wielokwiatowego (*Narcissus tazetta*) [14]. Produkt wyizolowany z dzikiego bzu czarnego (*Sambucus nigra*), znany pod nazwą Sambucol, który jest skuteczny przeciwko różnym szczepom grypy, wykazał wzmocnienie odpowiedzi immunologicznej poprzez wydzielanie cytokin zapalnych [18].

W tej nierównej walce z wirusami człowiek niestety często przegrywa, ale okazuje się, że substancje bioaktywne występujące w roślinach potrafią skutecznie podjąć walkę, by pomóc człowiekowi. Tak też dzieje się w przypadku naturalnych leków przeciwko wirusowemu zapaleniu wątroby typu C (ang. *hepatitis C virus*, **HCV**) i typu B (ang. *hepatitis B virus*, **HBV**). Wirus HCV jest wirusem otoczkowym, z jednonicowym, liniowym, dodatnio spolaryzowanym RNA, czyli ssRNA(+), należącym do rodziny flawiwirusów (*Flaviviridae*). Rozprzestrzenił się na całym świecie i stał się globalnym problemem, dotyczącym miliony ludzi. Jego ekspansja związana jest ze złymi nawykami higienicznymi w placówkach medycznych, warunkami zdrowotnymi, używaniem narkotyków, alkoholu lub skażonych strzykawek. Wirus ten jest wykrywalny poprzez analizę białek surowicy i krwi. Powoduje on chorobę, która każdego roku zaraża ponad trzy miliony osób, powodując prawie 350 000 zgonów (dane WHO) [18]. Infekcja HCV objawia się rozwojem przewlekłego zapalenia mięszu wątroby, które może doprowadzić po pewnym czasie do zwłóknienia wątroby, czyli marskości, z ryzykiem rozwoju raka wątrobowokomórkowego (ang. *HCC*, *hepatocellular carcinoma*). Leczenie chemioterapeutyczne jest trudne, jednak wspomagane produktami ziołowymi daje dobre efekty. Nauka zna 6 roślin o udowodnionym działaniu przeciwwirusowym dla

HCV, które działają poprzez hamowanie proteazy HCV [18]. Jednym z przykładów jest ekstrakt metanolowy z rośliny o nazwie *Embelia schimperi* oraz z *Trachyspermum ammi*. Podobną bioaktywność wykazują konopie indyjskie (*Cannabis indica*) i konopie siewne (*Cannabis sativa*). Natomiast psianka czarna (*Solanum nigrum*) działa dodatkowo przeciwko wirusowi poprzez aktywność hepatoprotekcyjną [6, 18]. Obiektem wielu badań w związku z wielokierunkowym zastosowaniem jest także akacja ciernista (*Acacia nilotica*), znana też jako egipska mimoza. Działanie anty-HCV na komórki wątroby wykazują ekstrakty acetonowe i metanolowe z akacji [17].

Wirus **HBV** to wirus otoczkowy, z dwuniciowym DNA – dsDNA (jedna nić jest niekompletna). HBV należy do rodziny *Hepadnaviridae*. Uszkadza wątrobę podobnie jak wirus HCV, ale w mniejszym stopniu. Niemniej jednak zakażenie wirusem HBV może powodować wirusowe zapalenie wątroby typu B, które często prowadzi u chorego do marskości wątroby czy raka wątrobowokomórkowego (HCC). Niektóre badania wskazują, że wirus HBV u osoby nim zakażonej może zwiększać ryzyko raka trzustki. Syntetyczne leki często prowadzą do lekooporności, powodują niekorzystne skutki uboczne lub mają słabą odpowiedź długoterminową. Dlatego nowe strategie przeciwwirusowe do walki z tym wirusem skupiają się na bioaktywnych substancjach roślin, wykazujących podobną skuteczność jak syntetyki. Dobrymi inhibitorami wirusa o wysokiej skuteczności są takie substancje roślinne, jak na przykład: kwercetyna (z kwiatów kasztanowca *Aesculus* sp.); bakkatyna III (z cisu pospolitego *Taxus baccata*); psoralen – furanokumaryna (np. z ruty zwyczajnej *Ruta graveolens* czy dyptamu jesionolistnego *Dictamnus albus*); embelina (z fałszywego czarnego pieprzu *Embelia ribes*, nazywanego też vidanga) oraz substancja o nazwie azadirachtyna (z nasion miodli indyjskiej *Azadirachta indica*). Przykładem działania anty-HBV jest roślina *Phyllanthus amarus*, która poprzez interakcję z czynnikami transkrypcyjnymi HBV hamuje aktywność polimerazy HBV i transkrypcję mRNA [10]. Medycyna chińska dla wyleczenia wirusowego zapalenia wątroby typu B głównie koncentruje się właśnie na roślinach należących do rodzaju *Phyllanthus* z rodziny *Euphorbiaceae*. Badania kliniczne sprawdzające siłę działania przeciw wirusowi HBV skupiają się wokół kilku gatunków *Phyllanthus*, tj. *P. amarus*, *P. niruri* i *P. urinaria*, których działanie dokładnie wyjaśniają analizy molekularne [13]. Innymi skutecznymi roślinami używanymi w medycynie chińskiej są: szalwia czerwona (*Salvia miltiorrhiza*), rabarbar dłoniasty (*Rheum palmatum*) i korzeń traganka –

radix astragali (*Astragalus spp.*). Wszystkie te rośliny zawierają związki wykazujące silną aktywność przeciwko wirusowi HBV, takie jak oksymatryna, artemizyna, artezunat i wogonina [3]. Dobre działanie ma też kurkumina, która hamuje ekspresję genów HBV i replikację DNA tego wirusa. Aby otrzymać kurkuminę należy wyekstrahować substancje zawarte w kłączach ostryżu długiego (*Curcuma longa*). Czasami kilka roślin leczniczych miesza się ze sobą w celu opracowania terapii skojarzonej w leczeniu konkretnej dolegliwości. W przypadku wirusowego zapalenia wątroby takie kombinowane terapie zostały również wypróbowane. Na przykład płynny ekstrakt fermentacyjny z grzyba lakownica żółtawa (*Ganoderma lucidum*), uzupełniony wodnym wyciągiem z korzenia szupinu żółtego (*Sophorae flavescens*, tzw. Ku Shen, chiński lek ziołowy) wykazuje silną aktywność w zwalczaniu wirusowego zapalenia wątroby typu B.

Kolejnym zagrożeniem dla człowieka jest wirus syncytialny układu oddechowego (ang. *respiratory syncytial virus*, **RSV**). Należy on do rodziny *Paramyxoviridae* i jest jednonicowym, osłonkowym wirusem RNA, ssRNA(-). Jest bardzo rozpowszechniony na całym świecie i charakteryzuje się dużą zmiennością genomu. Powoduje on zapalenie oskrzeli i inne problemy z oddychaniem oraz jest główną przyczyną zakażeń dolnych dróg oddechowych. Najczęściej zakaża dzieci poniżej szóstego miesiąca życia. Odpowiedzialny jest także za objawy astmatyczne. Powoduje infekcje u 3–7% zdrowych dorosłych i 4–7% dorosłych, którzy już cierpią na choroby płuc i serca [18]. Ponadto powoduje obciążenie ludności równe temu, jakie stanowi wirus grypy A. Infekcje wirusem RSV zachodzą sezonowo. W klimacie umiarkowanym liczba jest największa w okresie jesienno-wiosennym. RSV diagnozowany jest wtedy u 90% małych dzieci z ostrym zapaleniem dolnych dróg oddechowych. Jednak z pomocą znów przychodzi natura. Ekstrakt etanolowy z widliczki chińskiej (*Selaginella sinensis*) posiada znaczącą aktywność wobec tego wirusa. Stwierdzono w badaniach, że działanie tej rośliny wynika z obecności biflawonoidów (dokładniej amentoflawonu) [12]. Podobną aktywność względem tego wirusa wykazała lektyna, wyizolowana z narcyza wielokwiatowego (*Narcissus tazetta*). Składniki rośliny o nazwie *Schefflera heptaphylla* potrafią zahamować wnikanie cząstek tego wirusa do komórek gospodarza [20].

Od kilkunastu lat na świecie pojawiło się zagrożenie ze strony niebezpiecznego wirusa wywołującego poważną chorobę układu oddechowego (ang. *severe acute respiratory syndrome*, SARS), wywoływaną przez wirusa **SARS-CoV**, wirusa RNA z pojedynczą

nicją o dodatniej polaryzacji, ssRNA(+), należącego do rodziny *Coronaviridae*. Po raz pierwszy choroba ta pojawiła się w 2002 roku w prowincji Guangdong w południowych Chinach (SARS-CoV-1) [15]. W zakresie stosowania tradycyjnych preparatów roślinnych chińscy lekarze mieli doskonałe osiągnięcia w skutecznym leczeniu tego koronawirusa. Jednym z przykładów substancji naturalnych o silnych, przeciwwirusowych właściwościach jest chinina (stosowana także w leczeniu malarii), alkaloid uzyskiwany z kory chinowca lekarskiego (*Cinchona officinalis*) [15], drzewa z Ameryki Południowej rosnącego w Andach. Analogami strukturalnymi chininy są chlorochina (Cq) i hydroksychlorochina (Hcq). Alkaloid ten jest również skuteczny w walce z wirusem SARS-CoV-2 (ang. *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*), wywołującym chorobę o nazwie COVID-19. Wirus ten wywołał obecnie na świecie pandemię. Sparaliżował funkcjonowanie, życie i pracę ludzi. Stał się przyczyną kłopotów gospodarczych wielu państw. A przede wszystkim spowodował zakażenie milionów ludzi na świecie i śmierć setek tysięcy z nich. W przypadku leczenia zakażenia wirusem SARS-CoV-2, hydroksychlorochina (Hcq) okazała się być dużo bardziej skuteczna w zmniejszaniu wirerii, gdy połączono ją z antybiotykiem (azytromycyną) [15]. Działanie przeciw wirusowi SARS wykazuje także glicyryzyna – saponina wyizolowana z korzeni lukrecji gładkiej (*Glycyrrhiza glabra*), znanej rośliny leczniczej – skuteczna przeciwko SARS-CoV poprzez hamowanie replikacji wirusa [15]. Działanie przeciwko SARS-CoV wykazuje również roślina o nazwie pstrolistka sercowata (*Houttuynia cordata*), występująca we wschodniej i południowej części Azji. Wpływa ona hamująco na proteazę podobną do 3C (3CLpro) i polimerazę RNA zależną od RNA (RdRp) wirusa [15]. Związkami aktywnymi pstrolistki sercowatej jest kilkanaście flawonoidów, a ilościowo dominująca jest kwercetyna [8]. Kolejnym naturalnym związkiem pomagającym w hamowaniu koronawirusa jest flawonoid uzyskiwany z woskownicy czerwonej (*Myrica rubra*), nazywanej także borówką japońską, truskawką chińską lub yamamoto (*jap. brzoskwinia górską*). To drzewo strefy subtropikalnej uprawiane dla jego purpurowoczerwonych owoców. Flawonoid uzyskany z woskownicy – mirycetyna – hamuje aktywność białka o podwójnej funkcji ATPazy i helikazy SARS-CoV (nsp13) [15]. Mirycetyna występuje naturalnie w wielu owocach. Jednym z bogatszych jej źródeł jest orzech włoski (*Juglans regia*). Obecna jest także w czerwonym winie (posiada właściwości przeciwtleniające). Podobną aktywność przeciwwirusową jak mirycetyna

wykazuje flawon uzyskiwany z tarczycy bajkalskiej (*Scutellaria baicalensis*). Potencjalnymi inhibitorami wirusa są także lektyny roślinne. Lektyna (aglu-

dukować rekombinowane biomolekuły w systemach roślinnych, takie jak szczepionki, przeciwciała, enzymy czy hormony. Także w przypadku koronawirusa



Ryc. 2. Koronawirus SARS-CoV-2 to nowy wirus, który odkryto w 2019 roku w Chinach. Wywołuje on chorobę COVID-19. Wirus ten wywołał w 2020 roku pandemię, z którą do dziś zmagają się wszystkie kraje na świecie. Fot. Illustration by HFCM Communicatie, CC BY-SA 4.0, źródło: <https://hmsc.harvard.edu/world-viruses>

tytyna, HHA) specyficzna dla mannozy (wiążąca mannozę), którą wyizolowano z odmian mieszańcowych amarylisa (*Hippeastrum × hybridum*), posiada silną aktywność przeciwkoronawirusową, hamując wniknięcie wirusa, jak również uwalnianie go w organizmie gospodarza [15]. Czerwona lilia pajęcza (*Lycoris radiata*), znana również jako czerwona lilia pająka, czerwona magiczna lilia lub kwiat równonocy, to roślina pochodząca z Chin, Korei i Nepalu. Stamtąd została sprowadzona do Japonii, potem do Stanów Zjednoczonych oraz do innych krajów. Należy do rodziny amaryllidowatych (*Amaryllidaceae*). Wyekstrahowany z niej alkaloid o nazwie likoryna działa przeciw koronawirusowi poprzez hamowanie i zmniejszanie przyczepności oraz penetracji wirusa. W walce z wirusami ważną rolę odgrywa również bioinżynieria roślin, która cały czas rozwija się w ogromnym tempie. Klonowanie i badania nad ekspresją białek są obecnie rutynową procedurą badawczą w laboratoriach. Dzięki temu można pro-

badania naukowe nad szczepionką i przeciwciałami, które mają służyć zarówno profilaktyce, jak i leczeniu, skupiają się, dzięki bioinżynierii, na roślinach transgenicznym. Potencjał jako szczepionka doustna przeciw SARS-CoV ma na przykład S-glikoproteina koronawirusa. Białko to poddało się stabilnej ekspresji w sałacie siewnej (*Lactuca sativa*) oraz w *Nicotiana benthamiana*, roślinie występującej w Australii i znanej pod nazwą ‘benthi’ [15], będącej bliskim krewnym tytoniu szlachetnego (*Nicotiana tabacum*). Kolejnym przykładem dużego potencjału roślin jako źródła antygenów wywołujących odpowiedź immunogenną u zwierząt, są owoce pomidora zwyczajnego (*Solanum lycopersicum*). Owoce transformowane S-glikoproteina SARS-CoV mogą u myszy indukować produkcję swoistej dla tego wirusa immunoglobuliny-A (IgA). Firmy farmaceutyczne Medicago Inc. (Kanada) oraz iBio Inc. (USA) pracują nad opracowaniem szczepionek roślinnych dla SARS-CoV-2. Część badań jest w fazie przedklinicznej. Szczepionka

jest stabilna w temperaturze pokojowej i może potencjalnie wywołać skuteczną odpowiedź immunologiczną w pojedynczej dawce [15].

W świecie roślin istnieją również takie gatunki, które mają szerokie spektrum aktywności przeciwwirusowej. Do tej pory znaleziono na świecie ok. 24 rośliny, które są odporne na dwa i więcej wirusów [18]. Przykłady szerokiego spektrum działania składników wybranych gatunków roślin przeciw wirusom podano w tabelach (Tab. 2.1, 2.2.). Rośliną wyjątkową, o bardzo szerokim spektrum działania, jest czosnek

wirusowi polio, herpeswirusowi i wirusowi SARS-CoV [15]. Na uwagę zasługują też takie rośliny jak *Helichrysum aureonitens*, *Pterocaulon sphacelatum* i *Quillaja saponaria*, których składniki są także aktywne przeciwko trzem różnym wirusom [18]. *Helichrysum aureonitens* powszechnie stosowany jest w medycynie tradycyjnej w prowincji Eastern Cape w Republice Południowej Afryki i znany tam pod nazwą ‘złota wieczność’ (ang. *golden everlasting*). Wykazuje on skuteczność przeciwko koksakiwirusom, herpeswirusom i reowirusom. Występujący tylko

Tab. 2.1. Przykłady roślin działających przeciw wybranym wirusom

NAZWA WIRUSA	GATUNKI ROŚLIN	NAZWA WIRUSA	GATUNKI ROŚLIN
HSV , dsDNA ludzki wirus opryszczki pospolitej, herpeswirus (ang. <i>herpes simplex virus</i>) HSV-1, HSV-2	jeżówka purpurowa <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench. <i>Phyllanthus urinaria</i> L. kruszyna pospolita <i>Rhamnus frangula</i> L. szakłak amerykański <i>Rhamnus purshianus</i> DC. rabarbar lekarski <i>Rheum officinale</i> Baill. sumak azjatycki <i>Rhus javanica</i> L. <i>Carissa edulis</i> (Forssk.) Vahl dzięgiel litwor <i>Angelica archangelica</i> L. (HSV-1)	HBV , dsDNA wirus zapalenia wątroby typu B (ang. <i>hepatitis B virus</i>)	kasztanowiec <i>Aesculus</i> L. cis pospolity <i>Taxus baccata</i> L. ruta zwyczajna <i>Ruta graveolens</i> L. dyptam jesionolistny <i>Dictamnus albus</i> L. falszywy czarny pieprz <i>Embelia ribes</i> Burm.f. miódla indyjska <i>Azadirachta indica</i> A. Juss. liściokwiaty <i>Phyllanthus</i> spp. szałwia czerwona <i>Salvia miltiorrhiza</i> Bunge rabarbar dloniasty <i>Rheum palmatum</i> L. tragianek błoniasty <i>Astragalus propinquus</i> Schischkin ostrzyż długi <i>Curcuma longa</i> L. szupin żółty <i>Sophora flavescens</i> Aiton + lakownica żółtawa <i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis) P. Karst.
HIV , ssRNA(RT) ludzki wirus niedoboru odporności (ang. <i>human immunodeficiency virus</i>) HIV-1, HIV-2	kasztanowiec australijski <i>Castanospermum australe</i> A.Cunn & C.F. ex Hook. kokorycz <i>Corydalis yanhusuo</i> W.T. Wang drzewo brazylijskie <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess. fasola zwykła <i>Phaseolus vulgaris</i> L. <i>Monotes africanus</i> A. DC. głowienka pospolita <i>Prunella vulgaris</i> L. mangrowiec <i>Rhizophora mucronata</i> Lam. mangrowiec <i>Rhizophora apiculata</i> Blume <i>Gelonium multiflorum</i> A.Juss. żeń-szeń koreański <i>Panax Ginseng</i> rącznik pospolity <i>Ricinus communis</i> L. migdałecznik chebulowiec <i>Terminalia chebula</i> Retz.	RSV , ssRNA(-) wirus syncytialny układu oddechowego (ang. <i>respiratory syncytial virus</i>)	widlica chińska <i>Selaginella sinensis</i> (Desv.) Spring narcyz wielokwiatowy <i>Narcissus tazetta</i> L. szeflera <i>Schefflera heptaphylla</i> (L.) Frodin
wirus grypy , ssRNA(-) (ang. <i>influenza virus</i>) FLUAV, FLUBV	herbata chińska <i>Camellia sinensis</i> (L.)Kuntze czystek szary <i>Cistus x incanus</i> L. jeżówka purpurowa <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench bodziszek czerwony <i>Geranium sanguineum</i> L. narcyz wielokwiatowy <i>Narcissus tazetta</i> L. bez czarny <i>Sambucus nigra</i> L.	SARS-CoV , ssRNA(+) koronawirus SARS, (ang. <i>severe acute respiratory syndrome</i>) SARS-CoV-1, SARS-CoV-2	chinowiec lekarski <i>Cinchona officinalis</i> L. lukrecja gładka <i>Glycyrrhiza glabra</i> L. pastrolistka sercowata <i>Houttuynia cordata</i> Thunberg woskownica czerwona <i>Myrica rubra</i> Siebold & Zucc. orzech włoski <i>Juglans regia</i> L. tarczycza bajkalska <i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi amarylis <i>Hippeastrum x hybridum</i> <i>Nicotiana glauca</i> L. salata siewna <i>Lactuca sativa</i> L. pomidor zwyczajny <i>Solanum lycopersicum</i> L.
HCV , ssRNA(+) wirus zapalenia wątroby typu C (ang. <i>hepatitis C virus</i>)	<i>Embelia schimperi</i> Vathe chropawiec wonny <i>Trachyspermum ammi</i> (L.) Sprague ex Turill konopie indyjskie <i>Cannabis indica</i> Lam. konopie siewne <i>Cannabis sativa</i> L. psianka czarna <i>Solanum nigrum</i> L. akacja nilotica <i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Delile		

pospolity (*Allium sativum*), wykazujący odporność na wirusa opryszczki, paragrypy-3 (wywołujący zapalenie płuc u niemowląt), a także na rinowirusy (HRV). HRV to wirusy będące najczęściej występującymi wirusami układu oddechowego u ludzi i powodujące przeziębienia oraz będące przyczyną pęcherzykowego zapalenia jamy ustnej, znanego też pod nazwą choroby bostońskiej. Czasem ten ostatni wirus mylony jest z ospą wietrzną, jednak w odróżnieniu od ospy wietrznej, chorobę tę wywołują wirusy koksaki (*Coxsackie*) z grupy enterowirusów. Kolejnym przykładem szerokiego spektrum działania są związki występujące w marchwi zwyczajnej (*Daucus maritimus*), aktywne przeciwko 4 wirusom: wirusowi dengi, wirusowi zapalenia wątroby typu C, HIV i wirusowi zachodniego Nilu. Przykładem szerokiego spektrum działania jest także likoryna z czerwonej lili pącej (*Lycoris radiata*), która działa przeciwko

w Australii *Pterocaulon sphacelatum*, z rodziny astrowatych, znany tam jako „roślina sałatek owocowych” lub „jabłko”, a także pod nazwami nadanymi przez Aborygenów, wykazuje aktywność przeciwwirusową dla herpeswirusów, pikornawirusów i wirusa polio. Mydłodrzew właściwy (*Quillaja saponaria*), drzewo rosnące w Ameryce Południowej, wykazuje aktywność przeciwko wirusowi opryszczki, HIV i reowirusom [18]. Ziołowe preparaty lecznicze posiadają właściwości hamujące także inne wirusy, wywołujące poważne infekcje u ludzi, jak np. wirus odry, rotawirusy, czy różne szczepy wirusa polio, czego potwierdzeniem są badania molekularne, dokumentujące rzeczywistą bioaktywność przeciwwirusową tych preparatów [13].

Wiele substancji roślinnych przeciwdziała wirusom w połączeniu ze związkami syntetycznymi, które samodzielnie nie są w stanie zahamować wirusa.

Tab. 2.2. Przykłady roślin o wyjątkowym działaniu, skutecznych w walce z dwoma, trzema i czterema wirusami

ROŚLINY O SZEROKIM SPEKTRUM BIOAKTYWNOŚCI PRZECIWWIRUSOWEJ	
NAZWA WIRUSÓW	GATUNEK ROŚLINY
rinowirusy (HRV) herpeswirus (HSV) wirus paragrypy-3 wirus nosa i pęcherzykowego zapalenia jamy ustnej	czosnek pospolity <i>Allium sativum</i> L.
wirus dengi (DENV) wirus zapalenia wątroby typu C (HCV) wirus HIV wirus zachodniego Nilu (WNV)	marchew zwyczajna <i>Daucus maritimus</i> L.
koksakiwirus herpeswirus (HSV) reowirus	afrykańska 'złota wieczność' <i>Helichrysum aureonitens</i> Sch. Bip.
herpeswirus (HSV) pikornawirus wirus polio	australijska 'jabłoń' <i>Pterocaulon sphacelatum</i> Cass.
wirus HIV herpeswirus (HSV) reowirus	mydłodrzew właściwy <i>Quillaja saponaria</i> Molina
herpeswirus (HSV) koronawirus SARS-CoV wirus polio	czerwona lilia pajęcza <i>Lycoris radiata</i> (L'Hér.) Herb
wirus grypy herpeswirus (HSV)	aloes zwyczajny (barbadoski) <i>Aloe barbadensis</i> (L.) Burm. f.
rubiwirus (wirus różyczki) herpeswirus (HSV)	melisa pospolita <i>Melisa azedarach</i> L.
wirus HIV herpeswirus (HSV)	kuklik japoński <i>Geum japonicum</i> Thunb.

Podkreśla to szczególną potrzebę badań nad synergicznym działaniem naturalnych związków roślinnych, biomolekuł oraz cząsteczek syntetycznych, by preparaty te mogły skutecznie pokonać infekcję wirusową, wywołaną przez te wirusy, które są obecnie nadal trudne do zwalczania.

Wiele roślin potrafi oddziaływać na wirusy i wiele roślin o potencjale przeciwwirusowym jest nadal odkrywanych i szczegółowo badanych pod kątem takiej aktywności, by poszerzyć możliwości farmakologii i fitoterapii. Bardziej szczegółowe badania w przy-

szłości pomogą nie tylko zidentyfikować potencjalne związki przeciwwirusowe, ale także lepiej zrozumieć sposób ich działania w celu skuteczniejszej kontroli wirusów, które dla człowieka stanowią nadal wielkie zagrożenie.

Kolejny raz świat roślin zadziwia nas i pokazuje nam, że człowiek w tej nierównej walce z wirusami nie jest sam. Uświadamiamy jednocześnie sobie, że bez natury nie wygramy. Za to natura bez człowieka radzi sobie, jak zwykle, doskonale.

Bibliografia

1. Andersson, S. (2010). General polyhedra, virus structure and mutation. *J. Solid*, 225: 309-312.
2. Briones, M.S., C.W. Dobard, S.A. Chow. (2010). Role of human immunodeficiency virus type 1 integrase in uncoating of the viral core. *J. Virol.*, 84: 5181-5190.
3. Cui X., Wang Y., Kokudo N., Fang D., Tang W. (2010). Traditional Chinese medicine and related active compounds against hepatitis B virus infection. *BioScience Trends*. 4:39-47.

4. Ekiert H., Kulig A., Klimek-Szczykutowicz M., Szopa A.: Nowe monografie surowców roślinnych w Farmakopei Europejskiej. Cz. 8. *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (Herbata chińska) – źródło surowca katechinowo-alkaloidowego. Postępy Fitoterapii, 3 (2020).
5. Hall, H.I., R. Song, P. Rhodes, J. Prejean and Q. An et al. (2008). Estimation of HIV incidence in the United States. JAMA., 300: 520-529.
6. Javed T., Ashfaq U.A., Riaz S., Rehman S., Riazuddin S. (2011). In-vitro antiviral activity of *Solanum nigrum* against Hepatitis C Virus. Virology Journal, 8:26
7. Kubica P., Ekiert H., Ekiert R. J., Szopa A.: Gatunki rodzaju *Cistus* sp. – taksonomia, występowanie, skład chemiczny, aplikacje terapeutyczne i badania biotechnologiczne. (Species of the genus *Cistus* sp. – taxonomy, distribution, chemical composition and therapeutic applications and biotechnological studies). Postępy fitoterapii, 3, 179-188 (2016).
8. Kwiecień I., Kulig A., Szopa A., Ekiert H.: Nowe surowce roślinne w Farmakopei Europejskiej. Część 4. *Houttuynia cordata* Thunb. (Pstrolistka sercowata) – źródło nowego surowca flawonoidowego. Postępy Fitoterapii, 20, 186-193 (2019).
9. Lee, D., K.H. Boo, J.K. Woo, F. Duan and K.H. Lee et al. (2011). Anti-bacterial and anti-viral activities of extracts from *Terminalia chebula* Bark. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 54: 295-298.
10. Lee C.D., Ott M., Thyagarajan S.P., Shafritz D.A., Burk R.D., Gupta S. (1996) *Phyllanthus amarus* down-regulates hepatitis B virus mRNA transcription and replication. Eur. J. Clin. Invest. 26:1069-1076.
11. Lowen, A.C., S. Mubareka, J. Steel and P. Palese. (2007). Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature. PLoS Pathog, 3: 1470-1476.
12. Ma S-C., But P. P-H., Ooi V. E-Ch., He Y-H., Lee S. H-S., Lee S-F., Lin R-Ch. (2001). Antiviral Amento-flavone from *Selaginella sinensis*. Biological & Pharmaceutical Bulletin 24: 311-312
13. Mukhtar, M., Arshad, M., Ahmad, M., Pomerantz, R. J., Wigdahl, B., Parveen, Z. (2008). Antiviral potentials of medicinal plants. Virus research, 131, 111–120.
14. Ooi, L.S., W.S. Ho, K.L. Ngai, L. Tian, P.K. Chan, S.S. Sun and V.E. Ooi. (2010). *Narcissus tazetta* lectin shows strong inhibitory effects against respiratory syncytial virus, influenza A (H1N1, H3N2, H5N1) and B viruses. J. Biosci., 35: 95-103.
15. Prasad A., Muthamilarasan M., Prasad M. (2020). Synergistic antiviral effects against SARS-CoV-2 by plant-based molecules. Plant Cell Reports, 39:1109-1114.
16. Rajtar B., Skalicka-Woźniak K., Świątek Ł., Stec A., Boguszewska A., Polz-Dacewicz M.A. (2017). Antiviral effect of compounds derived from *Angelica archangelica* L. on Herpes simplex virus-1 and Coxsackievirus B3 infections. Food Chem. Toxicol. 109, 1026-1031.
17. Rehman S., Ashfaq U.A., Riaz S., Javed T., Riazuddin S. (2011). Antiviral activity of *Acacia nilotica* against Hepatitis C Virus in liver infected cells. Virology Journal, 8:220.
18. Sohail M.N, Rasul F., Karim A., Kanwal U., Attitalla I.H. (2011). Plant as a Source of Natural Antiviral Agents. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 6: 1125-1152.
19. Suttle, C.A., (2005). Viruses in the sea. Nature, 437: 356-361.
20. Zambon, M.C. (2001). The pathogenesis of influenza in humans. Rev. Med. Virol., 11: 227-241.

W PŁYW PRODUKTÓW ROZPADU ELASTYNY NA KOMÓRKI UKŁADU NERWOWEGO

Effect of elastin derived peptides on cells of the nervous system

Konrad Szychowski, Bartosz Skóra (Rzeszów)

Streszczenie

Elastyna jest jednym z głównych białek odpowiedzialnych za sprężystość tkanek i tworzących macierz zewnątrzkomórkową. Dodatkowo elastyna wraz z innymi białkami, np. lamininą, tworzy zrąb dla komórek układu nerwowego. Podczas fizjologicznego procesu starzenia oraz różnych procesów patologicznych w organizmie człowieka pojawiają się peptydy będące efektem rozpadu elastyny. Najczęściej występującym produktem degradacji elastyny jest powstanie heksapeptydu o sekwencji Val-Gly-Val-Ala-Pro-Gly (VGVAPG). Liczne badania wykazały, że peptyd VGVAPG poprzez pobudzenie swoistego receptora wykazuje działanie biologiczne w różnych typach komórek, tkanek i całych organizmach. Mimo, że obecność produktów rozpadu elastyny w układzie nerwowym wykazano już w 2008 roku, badania dotyczące ich roli są nieliczne. Niniejsza praca podsumowuje aktualny stan wiedzy na ten temat.

Abstract

Elastin is one of the main proteins responsible for the elasticity of tissues and forming the extracellular matrix. In the brain, elastin forms the framework for cells in the nervous system, along with other proteins, such as laminin. During the physiological aging process and various pathological processes, elastin-derived peptides appear in the human body as a result of elastin degradation. The most common product of elastin degradation is a hexapeptide with the sequence Val-Gly-Val-Ala-Pro-Gly (VGVAPG). Currently, numerous studies have shown that, by stimulating a specific receptor, the VGVAPG peptide exhibits biological activity in various types of cells, tissues and whole organisms. Although the presence of elastin degradation products in the nervous system was demonstrated as early as in 2008, studies on the role of the VGVAPG peptide and elastin degradation products in the nervous system are scarce. This paper summarizes the current state of knowledge regarding the role of peptides resulting from elastin breakdown in the nervous system.

Wprowadzenie

Elastyna jest jednym z głównych białek odpowiedzialnych za sprężystość tkanek i tworzących macierz zewnątrzkomórkową (ECM, ang. *extracellular matrix*). W mózgu elastyna wraz z innymi cząsteczkami – glikozoaminoglikanami, mieliną, kolagenami typu I, III, IV oraz lamininą tworzy zrąb (*łac. stroma*) dla komórek. ECM (tworzona przez komórki mózgu) jest środowiskiem, w którym występują różne populacje

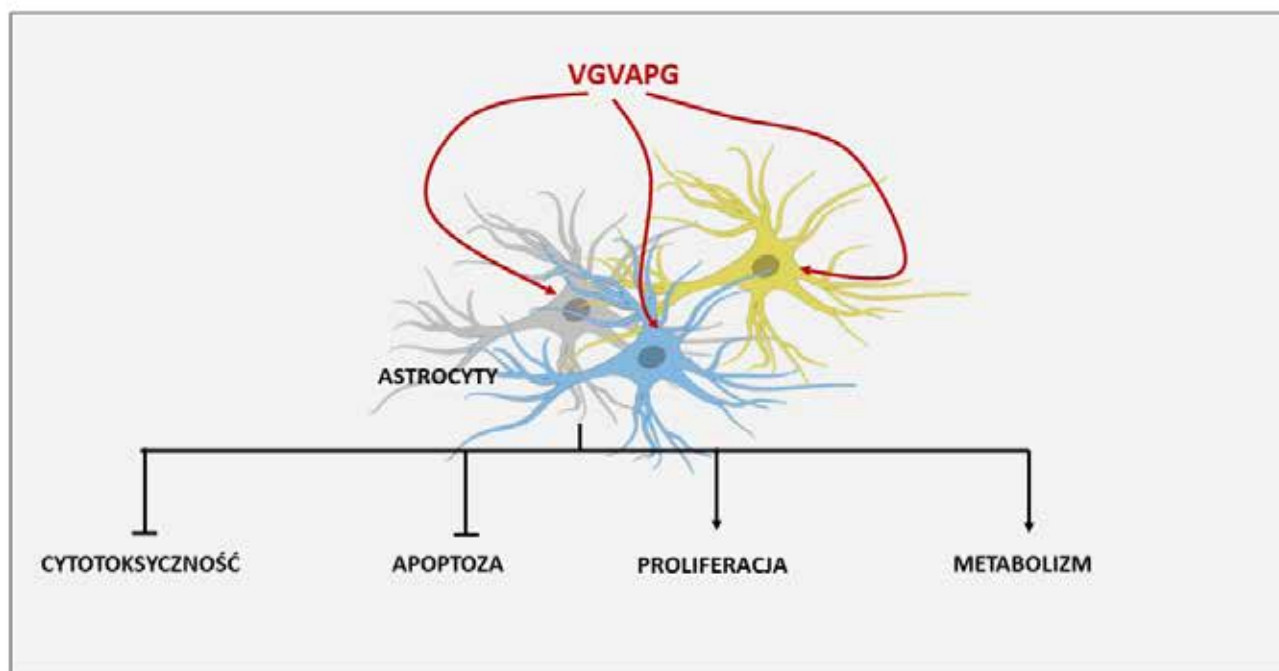
komórek układu nerwowego: neurony i komórki makrogleju (astrocyty i oligodendrocyty) pochodzące z ektodermy oraz komórki mikrogleju pochodzenia mezodermalnego. Neurony z powodu swojego istotnego znaczenia w aktywności bioelektrycznej mózgu oraz wrażliwości na czynniki szkodliwe są w istotnym stopniu zależne od różnych populacji komórek makrogleju. Zadaniem komórek makrogleju jest zaopatrywanie neuronów w substancje odżywcze (i inne niezbędne do ich metabolizmu) oraz usuwa-

nie produktów przemiany materii, a w przypadku ich uszkodzenia – naprawa. Dotychczas liczne badania wykazały obecność peptydów powstałych w wyniku enzymatycznej degradacji elastyny (EDPs, ang. *elastin-derived peptides*) w układzie nerwowym. EDPs są wykrywane w płynie mózgowo-rdzeniowym (CSF, ang. *cerebrospinal fluid*) zarówno u zdrowych ludzi, jak i u pacjentów po udarze krwotocznym oraz niedokrwiennym [12]. Co więcej, stężenie EDPs w CSF rośnie wraz z wiekiem badanych osób [22].

Heksapeptyd Val-Gly-Val-Ala-Pro-Gly (VGVAPG) jest sekwencją wielokrotnie powtarzającą się w cząsteczce elastyny (lub EDPs), który łatwo się uwalnia

wacja wymienionych kinaz prowadzi do zróżnicowanych efektów biologicznych – nasilenia proliferacji i migracji (w przypadku nowotworów – inwazyjności) oraz wywołania/nasilenia reakcji zapalnej. Ponadto niedawno opublikowany artykuł sugeruje ważną rolę białek macierzy zewnątrzkomórkowej, zwłaszcza pochodzących z rozpadu elastyny, w rozwoju choroby Alzheimera [11].

Celem niniejszego artykułu jest podsumowanie aktualnej i niestety bardzo ograniczonej wiedzy na temat działania i roli peptydów powstających w wyniku rozpadu elastyny w układzie nerwowym.



Ryc. 1. Wpływ peptydu Val-Gly-Val-Ala-Pro-Gly (VGVAPG) na astrocyty w warunkach *in vitro*.

z ECM, zarówno w warunkach fizjologicznych (wskutek działania białek o aktywności enzymatycznej), jak i patologicznych (np. wskutek białek zapalenia). Wiadomo, że sekwencja VGVAPG (samodzielnie lub jako część EDPs) ma duże powinowactwo do białka wiążącego elastynę (EBP, ang. *elastin-binding protein*), znajdującego się na powierzchni każdej komórki, które powstaje w wyniku procesu alternatywnego składowania genu *GLBI*. EBP jest głównym receptorem dla EDPs i/lub VGVAPG, lecz zidentyfikowano także inne potencjalne receptory dla EDP, o mniejszym znaczeniu. Są nimi galektyna-3 oraz integryny $\alpha\beta 3$ i $\alpha\beta 5$. Ponadto wykazano, że po aktywacji receptorów na powierzchni komórki dochodzi do aktywacji białek G, otwarcia kanałów wapniowych typu L i sekwencyjnej aktywacji kinaz tyrozynowych takich jak np.: FAK, c-Src, PDGF-R, MEK1/2 czy ERK1/2 [10]. W zależności od typu badanych komórek akty-

Wpływ peptydu VGVAPG na proliferację komórek

Wpływ peptydu VGVAPG oraz EDPs na proliferację różnych typów komórek jest dobrze udokumentowany. Niestety, badania uwzględniające komórki układu nerwowego są nieliczne i sugerują odmienne działanie zależnie od typu komórek. Dotychczasowe eksperymenty wykazały, że peptyd VGVAPG nie jest cytotoksyczny oraz nie aktywuje procesu apoptozy w prawidłowych mysich astrocytach [21], co więcej, peptyd VGVAPG stymuluje ich proliferację [17,19]. Podobne zjawisko nasilenia proliferacji obserwowano w różnych liniach glejaków (U87, MG, U251 MG, U343 MG-A, U373 MG, SF126, SF188, SF539) [6,7]. Natomiast w nie zróżnicowanych, proliferujących komórkach ludzkiej linii neuroblastoma (SH-SY5Y) badany peptyd wykazywał przeciwnie działanie i hamował proliferację komórek oraz indukował

zwiększoną produkcję reaktywnych form tlenu (ROS, ang. *reactive oxygen species*) [20]. Co ciekawe, komórki linii SH-SY5Y, mimo iż wywodzą się z nowotworu, posiadają wiele cech komórek macierzystych i możliwe jest ich różnicowanie w neurony. Powyższe fakty mogą sugerować istotną rolę EDPs w rozwoju chorób neurodegeneracyjnych, dla których częstym zjawiskiem jest występowanie stresu oksydacyjnego, generowanego również przez VGVAPG, czy zmniejszania liczby komórek macierzystych.

Wpływ peptydu VGVAPG na macierz zewnątrzkomórkową

Wiadomo, że metaloproteinazy macierzy zewnątrzkomórkowej (MMPs, ang. *matrix metalloproteinases*) i tkankowe inhibitory metaloproteinaz (TIMPs, ang. *tissue inhibitors of metalloproteinases*) pełnią istotną funkcję podczas udaru niedokrwinnego oraz krwotocznego mózgu, szczególnie podczas fazy poudarowej, neoangiogenezy i przywracania mózgowego przepływu krwi. Przyjmuje się powszechnie, że jedną z ważniejszych funkcji pełnionych przez MMP-2 i MMP-9 jest degradacja kolagenu typu IV, głównego składnika błon podstawnych, w tym także naczyńowej błony podstawnej. Zdolność do degradacji białek ECM pozwala komórkom regulować migrację oraz aktywnie uczestniczyć w procesie miejscowego wzrostu nowotworu, angiogenezie i powstawaniu przerzutów, a także niszczeniu bariery krew-mózg. Ponadto proteoliza składników ECM przez MMPs nie sprowadza się wyłącznie do niszczenia fizycznych barier. Degradując białka macierzy MMPs biorą również udział w przekazywaniu sygnałów z ECM do komórki. Do tej pory u kręgowców odkryto 4 rodzaje tkankowych inhibitorów metaloproteinaz oznaczonych jako TIMP-1, TIMP-2, TIMP-3 i TIMP-4. Tkankowe inhibitory metaloproteinaz wpływają hamująco na aktywność MMPs, czego skutkiem może być np. rola TIMP-1, TIMP-2 oraz TIMP-3 w redukcji wzrostu guza w procesach nowotworzenia. Ponadto TIMP-2 może ograniczać wzrost komórek śródbłonna. TIMPs biorą także udział w regulacji procesu apoptozy. Dowiedziano, że TIMP-3 ma aktywność proapoptotyczną, w przeciwieństwie do TIMP-1 i TIMP-2, które działają antyapoptotycznie. Dotychczas wykazano, że peptyd VGVAPG stymuluje migrację różnych typów glejaków (linie komórkowe U87 MG, U251 MG i U373 MG), co koreluje ze zwiększoną aktywnością MMPs [6]. Natomiast badania przeprowadzone na prawidłowych astrocytach wykazały obniżenie ekspresji MMP-9 i MMP-2 oraz zwiększenie ekspresji TIMP-2, TIMP-3 i TIMP-4. Uzyskane wyniki sugerują,

że VGVAPG może „przygotowywać” komórki glejowe w warunkach *in vitro* na odbiór sygnałów apoptotycznych lub prozapalnych. Nie można jednak wykluczyć, że zwiększona ekspresja mRNA *Timp-2*, *Timp-3* i *Timp-4* również ułatwia naprawę mózgu po udarze poprzez zwiększenie proliferacji i/lub różnicowania komórek [21].

Wpływ peptydu VGVAPG na poziom reaktywnych form tlenu

Zarówno tlenek azotu (NO, ang. *nitric oxide*), jak i ROS biorą udział w uszkodzeniu reperfuzyjnym (po przywróceniu przepływu krwi w niedokrwionym narządzie) mięśnia sercowego lub w uszkodzeniach układu nerwowego po udarze niedokrwinnym albo krwotocznym. Dodatkowo obie wspomniane cząsteczki są istotne w przebiegu chorób neurodegeneracyjnych. NO powstaje w dwustopniowej reakcji katalizowanej przez syntazę tlenku azotu (NOS, ang. *nitric oxide synthase*). Aktualnie znane są trzy izoformy tego enzymu, kodowane przez trzy różne geny: śródbłonkowa syntaza tlenku azotu (eNOS, ang. *endothelial nitric oxide synthase*), indukowalna syntaza tlenku azotu (iNOS, ang. *inducible nitric oxide synthase*) i neuronalna syntaza tlenku azotu (nNOS, ang. *neuronal nitric oxide synthase*). Dotychczas przeprowadzone badania wykazały, że peptyd VGVAPG zmniejsza ekspresję mRNA i białka dla eNOS, iNOS i nNOS w astrocytach w warunkach *in vitro*. Ponadto peptyd VGVAPG zmniejsza również wytwarzanie NO, zwiększając produkcję ROS [16]. Należy zaznaczyć, że w komórkach wspomnianej już neuroblastomy SH-SY5Y peptyd ten zwiększa ekspresję i aktywność peroksydazy glutationowej (GPx, ang. *glutathione peroxidase*), równocześnie zmniejszając ekspresję katalazy (CAT, ang. *catalase*), co w efekcie prowadzi do zwiększenia ilości ROS w komórkach [20]. Co więcej, autorzy cytowanej pracy wykazali, że zastosowanie „zmiatacza wolnych rodników” N-acetylo-L-cysteiny (NAC), oprócz redukcji poziomu ROS w komórkach, niwelowało również antyproliferacyjne działanie peptydu VGVAPG w stosunku do komórek SH-SY5Y. Wyniki te są niezwykle istotne, gdyż w trakcie procesu starzenia ilość komórek macierzystych i tempo ich proliferacji ulega obniżeniu. Natomiast powstający ROS jest jednym z wielu czynników sprzyjających starzeniu się komórek macierzystych. W konsekwencji zarówno spadek ilości komórek macierzystych, jak i wzrost produkcji ROS mogą prowadzić do rozwoju chorób neurodegeneracyjnych i przyspieszonego starzenia układu nerwowego.

Wpływ peptydu VGAVPG na proces zapalny

Liczne prace wskazują na istotną rolę mechanizmów zapalnych w różnych stanach neurologicznych zazwyczaj nie klasyfikowanych jako zapalne. Ponadto dobrze udokumentowane jest zaangażowanie procesu zapalnego w rozwój chorób neurodegeneracyjnych. Opisano zjawisko aktywacji przez EDPs procesu zapalnego z zaangażowaniem NF- κ B (ang. *nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells*) w różnych typach komórek. NF- κ B jest czynnikiem aktywowanym podczas stresu oksydacyjnego, jak również wskutek działania różnych białek będących cytokinami prozapalnymi. Wykazano również, że EDPs są czynnikami chemotaktycznymi dla monocytów, wykazując liczne cechy cytokin [5]. Co ciekawe, przeprowadzone dotychczas eksperymenty wykazały, że peptyd VGAVPG w prawidłowych mysich astrocytach zwiększa aktywność kaspazy-1, jednocześnie zmniejszając uwalnianie interleukiny IL-1 β (jeden z markerów procesu zapalnego) do pożywki hodowlanej. Wykazano również, że peptyd VGAVPG zmniejsza ekspresję białek IL-1 β R1, CAT i NF- κ B [18]. Uzyskane wyniki sugerują, że peptyd VGAVPG nie aktywuje procesu zapalnego.

Wpływ peptydu VGAVPG na równowagę hormonalną mózgu

Astrocyty odgrywają wiele różnych funkcji w układzie nerwowym, m.in. zapewniając strukturalne wsparcie dla neuronów i utrzymanie integralności bariery krew-mózg. Oprócz funkcji podporowej i odżywczej opisano również zaangażowanie astrocytów w produkcję neurosteroidów. Obecnie wiadomo, że hormony steroidowe wykazują szerokie spektrum działania w centralnym i obwodowym układzie nerwowym, działając jako czynniki troficzne, wpływając na różnicowanie komórek lub plastyczność synaptyczną. W steroidogenezie astrocyty odgrywają kluczową rolę w syntezie cholesterolu, progesteronu, testosteronu i estradiolu. Dotychczas przeprowadzone doświadczenia wykazały, że peptyd VGAVPG zwiększa produkcję progesteronu w astrocytach, czego konsekwencją był wzrost produkcji i wydzielania testosteronu w badanych komórkach (jest to główny neurosteroid syntetyzowany i wydzielany przez astrocyty). Natomiast synteza estradiolu (powstającego z testosteronu) nie zmieniała się [19]. Opisane eksperymenty mogą sugerować bardzo istotną rolę peptydów powstających po rozpadzie elastyny w utrzymaniu równowagi hormonalnej mózgu.

Wpływ peptydu VGAVPG receptory PPAR γ oraz AhR

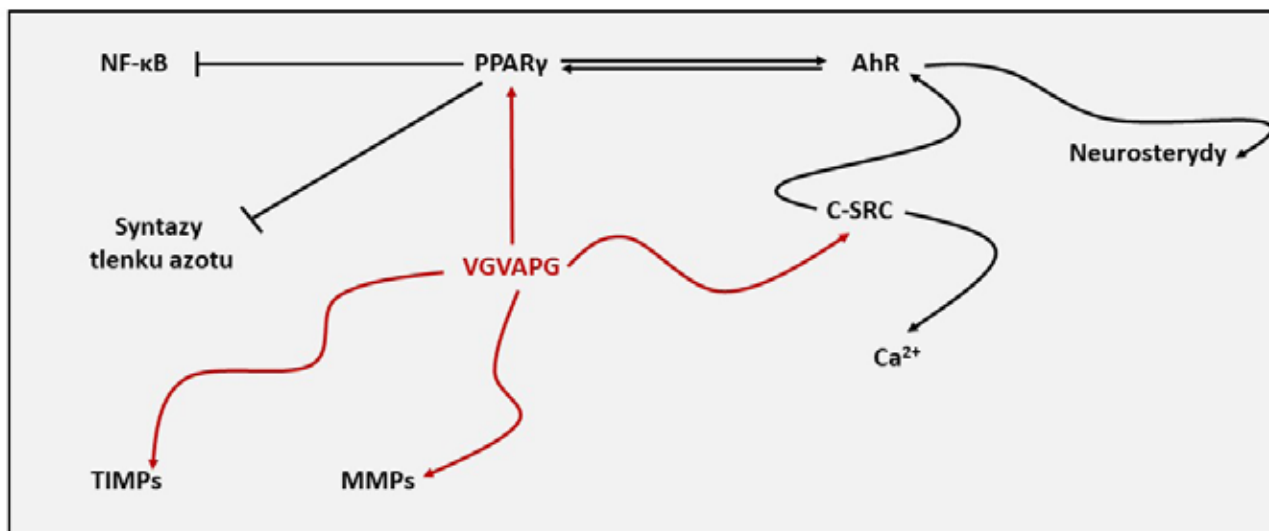
Mechanizm działania EDPs czy peptydu VGAVPG w układzie nerwowym nie jest w pełni wyjaśniony. Dotychczas opublikowane prace wyraźnie pokazują zaangażowanie kilku szlaków molekularnych mogących tłumaczyć obserwowany wpływ peptydu VGAVPG na proces proliferacji, ekspresję MMPs i TIMPs, produkcję ROS, proces zapalny czy syntezę neurosteroidów. Kluczowe wydają się być receptory komórkowe, takie jak receptory aktywowane proliferatorami peroksysomów (PPARs, ang. *peroxisome proliferator-activated receptors*) czy receptor węglowodorów arylowych (AhR, ang. *aryl hydrocarbon receptor*).

PPARs są czynnikami transkrypcyjnymi, które należą do rodziny jądrowych receptorów hormonów. Główną ich rolą jest regulacja metabolizmu – insulinooporności, metabolizmu kwasów tłuszczowych oraz utrzymanie homeostazy glukozowej. PPAR- γ (PPAR γ) jest najlepiej zbadanym receptorem z rodziny PPARs. Naturalnym endogennym ligandem dla PPAR γ są wielonienasycone kwasy tłuszczowe (m.in. kwas linolowy, arachidonowy, eikozapentaenowy), ich pochodne, np. kwasy 12- i 15-hydroksyeikozatetraenowe czy 9- i 13-hydroksyoktadekadienowe oraz związki związane z prostaglandynami, jak 15-deoxy-delta12-14-PGJ2. PPAR γ jest zaangażowany m.in. w stymulację różnicowania preadipocytów w insulinowrażliwe adipocyty. Ponadto, zależnie od typu komórek, PPAR γ może stymulować bądź hamować proces apoptozy. Dodatkowo aktywowany PPAR γ wpływa na ekspresję transportera glukozy GLUT4 w adipocytach (komórkach budujących tkankę tłuszczową), co wpływa korzystnie na transport glukozy. Przeprowadzone eksperymenty wykazały, że peptyd VGAVPG wpływa na ekspresję mRNA i białka receptora PPAR γ . Ponadto zastosowanie siRNA oraz agonistów (rosiglitazon i pioglitazon) PPAR γ wykazało, że receptor ten jest odpowiedzialny za syntezę neurosteroidów i proliferację astrocytów stymulowaną obecnością peptydu VGAVPG [17,14]. Aktywacja szlaku PPAR γ hamowała ekspresję NF- κ B, łagodząc reakcję zapalną komórek. Przeprowadzone doświadczenia z agonistami PPAR γ sugerują, że w astrocytach myszy peptyd VGAVPG działa z nimi synergistycznie.

Receptor węglowodorów arylowych (AhR) jest aktywowanym ligandem czynnikiem transkrypcyjnym funkcjonującym jako mediator komórkowej odpowiedzi na ksenobiotyki [4]. Po aktywacji przez ligand receptor AhR oddysocjowuje od białek opiekuńczych, migruje do jądra komórkowego

i dimeryzuje z białkiem ARNT (ang. *AhR nuclear translocator*) [1]. Wykazano, że receptor AhR, obecny w wielu tkankach, reguluje także geny odpowiedzialne za proliferację, wzrost i różnicowanie komórek [13]. Ponadto liczne badania wykazały, że aktywacja tego receptora może również indukować proces apoptozy w komórkach kory nowej i hipokampa mózgu myszy *in vitro* [9,8].

oraz ich proliferacji w odpowiedzi na działanie peptydu VGVAPG [15]. Odkrycia ostatnich lat wykazały, że kinaza c-Src jest niezbędna do prawidłowej transdukcji sygnału przez receptor AhR [2]. Rysuje to spójny obraz działania peptydów powstających w wyniku rozpadu elastyny na komórki pochodzące z układu nerwowego.



Ryc. 2. Oddziaływanie peptydu Val-Gly-Val-Ala-Pro-Gly (VGVAPG) na różne szlaki i receptory komórkowe w układzie nerwowym. AhR – receptor węglowodorów arylowych (ang. *aryl hydrocarbon receptor*); MMPs – metaloproteinazy macierzy zewnątrzkomórkowej (ang. *matrix metalloproteinases*); NF-κB – czynnik transkrypcyjny NF kappa B (ang. *nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells*); TIMPs – tkankowe inhibitory metaloproteinaz (ang. *tissue inhibitors of metalloproteinases*); PPARγ – receptor aktywowany proliferatorami peroksyosomów (ang. *peroxisome proliferator-activated receptors gamma*).

Dotychczas przeprowadzone eksperymenty wykazały, że AhR (podobnie jak PPARγ) zaangażowany jest w proces proliferacji astrocytów [17]. Co ciekawe, wykazano, że reakcja komórek zależy nie tylko od obecności bądź braku danego receptora (PPARγ, AhR czy EBP), ale również od zawartości surowicy w medium hodowlanym. Wykonane doświadczenia wykazały, że usunięcie receptora AhR zwiększa proliferację astrocytów oraz obniża produkcję estradiolu, niezależnie od użytego stężenia surowicy, co sugeruje kluczową rolę tego receptora [17,19]. Dobrze opisano zjawisko, w którym AhR, podobnie jak PPARγ, bierze udział w różnicowaniu komórek macierzystych w neurony lub astrocyty oraz w ich dojrzewaniu. W przypadku wyciszenia ekspresji AhR przy pomocy siRNA, peptyd VGVAPG zwiększa ilość białka S100B – markera dojrzewających astrocytów.

Najnowsze badania wykazały, że w przekazywanie sygnału pochodzącego od receptora peptydów EBP zaangażowana jest również kinaza c-Src (ang. *proto-oncogene tyrosine-protein kinase Src*). Przeprowadzone eksperymenty wykazały, że po zastosowaniu inhibitora kinazy c-Src obserwowano zahamowanie napływu jonów wapniowych (Ca^{2+}) do astrocytów

Podsumowanie i perspektywy

Do tej pory wykazano, że efekt peptydów pochodzących z elastyny (EDPs) zależy od rodzaju komórek układu nerwowego, na które oddziałuje. Opublikowane wyniki badań dostarczają dowodów, że EDPs oraz peptyd VGVAPG biorą udział w aktywacji szlaków wspierających przeżycie astrocytów. Ponadto wykazano, że EDPs zakłócają proces zapalny w prawidłowych komórkach układu nerwowego. Niestety, EDPs zwiększają również proliferację i inwazyjność glejaków, co daje złe rokowanie w przypadku nowotworów układu nerwowego. Z drugiej strony, w nieodróżnionych komórkach neuroblastomy SH-SY5Y (które mogą być niedoskonałym modelem komórek macierzystych), EDPs zmniejszają proliferację komórek w sposób zależny od ROS. Można zatem wnioskować, że rosnąca ilość EDP w starzejącym się układzie nerwowym może powodować wiele chorób neurodegeneracyjnych charakteryzujących się obniżeniem poziomu neurogenezy i wzrostem glejozy.

Co ciekawe, obecnie jako nośnik dla dostarczania doksorubicyny (znany cytostatyk) próbuje się stosować

polipeptydy elastynopodobne (ELP, ang. *elastin-like polypeptide*) [3]. Opisano, że ELP sprzężone z dokсорubicyną poprawiają penetrację tego leku do komórek glejaka, co zmniejsza stężenie wymagane do wywołania pożądanego efektu farmakologicznego. Opracowanie takiego nośnika leku może znacznie polepszyć obecne podejścia terapeutyczne do leczenia nowotworów mózgu poprzez zwiększenie specyficzności i skuteczności leczenia oraz zmniejszenie cytotoksyczności w normalnych tkankach. Aby jednak w pełni wyjaśnić mechanizm działania EDPs i/lub

peptydu VGVAPG w układzie nerwowym potrzebne są dalsze badania w tej dziedzinie. W przyszłości EDP powinny stać się ważnym tematem badań neuronaukowych. Testy te powinny zostać potwierdzone badaniami przeprowadzonymi na hodowli neuronów, a w kolejnym etapie na modelach zwierzęcych i ludzkich.

Bibliografia:

1. Beischlag T. V, Luis Morales J., Hollingshead B.D., Perdew G.H. (2008). The aryl hydrocarbon receptor complex and the control of gene expression., *Crit. Rev. Eukaryot. Gene Expr.* 18:207–250.
2. Bock K.W. (2020). Aryl hydrocarbon receptor (AHR)-mediated inflammation and resolution: Non-genomic and genomic signaling, *Biochem. Pharmacol.* 182:114220.
3. Dragojevic S., Mackey R., Raucher D. (2019). Evaluation of elastin-like polypeptides for tumor targeted delivery of doxorubicin to glioblastoma, *Molecules.* 24:3242.
4. Eriksson P., Talts U. (2000). Neonatal exposure to neurotoxic pesticides increases adult susceptibility: a review of current findings., *Neurotoxicology.* 21:37–47.
5. Hance K.A., Tataria M., Ziporin S.J., Lee J.K., Thompson R.W. (2002). Monocyte chemotactic activity in human abdominal aortic aneurysms: Role of elastin degradation peptides and the 67-kD cell surface elastin receptor, *J. Vasc. Surg.* 35:254–261.
6. Jung S., Hinek A., Tsugu A., Hubbard S.L., Ackerley C., Becker L.E., Rutka J.T. (1999). Astrocytoma cell interaction with elastin substrates: Implications for astrocytoma invasive potential, *Glia.* 25:179–189.
7. Jung S., Rutka J.T., Hinek A. (1998). Tropoelastin and Elastin Degradation Products Promote Proliferation of Human Astrocytoma Cell Lines, *J. Neuropathol. Exp. Neurol.* 57:439–448.
8. Kajta M., Wójtowicz A. K., Maćkowiak M., Lasoń W. (2009). Aryl hydrocarbon receptor-mediated apoptosis of neuronal cells: a possible interaction with estrogen receptor signaling., *Neuroscience.* 158:811–22.
9. Kajta M., Litwa E., Rzemieniec J., Wnuk A., Lason W., Zelek-Molik A., Nalepa I., Grzegorzewska-Hiczwa M., Tokarski K., Golas A., Guzik E., Grochowalski A., Szychowski K., Wojtowicz A. (2014). Isomer-non-specific action of dichlorodiphenyltrichloroethane on aryl hydrocarbon receptor and G-protein-coupled receptor 30 intracellular signaling in apoptotic neuronal cells., *Mol. Cell. Endocrinol.* 392:90–105.
10. Le Page A., Khalil A., Vermette P., Frost E.H., Larbi A., Witkowski J.M., Fulop T. (2019). The role of elastin-derived peptides in human physiology and diseases, *Matrix Biol.* 84:81–96.
11. Ma J., Ma C., Li J., Sun Y., Ye F., Liu K., Zhang H. (2020). Extracellular matrix proteins involved in Alzheimer's disease, *Chem. - A Eur. J.* 26:12101–12110.
12. Nicoloff G., Tzvetanov P., Christova P., Baydanoff S. (2008). Detection of elastin derived peptides in cerebrospinal fluid of patients with first ever ischaemic stroke, *Neuropeptides.* 42: 277–282.
13. Puga A., Tomlinson C.R., Xia Y. (2005). Ah receptor signals cross-talk with multiple developmental pathways, *Biochem. Pharmacol.* 69:199–207.
14. Szychowski K.A., Gmiński J. (2019). Impact of elastin-derived VGVAPG peptide on bidirectional interaction between peroxisome proliferator-activated receptor gamma (Ppar γ) and beta-galactosidase (β -Gal) expression in mouse cortical astrocytes in vitro, *Naunyn. Schmiedeberg's Arch. Pharmacol.* 392:405–413.
15. Szychowski K.A., Gmiński J. (2019). Specific role of N-methyl-D-aspartate (NMDA) receptor in elastin-derived VGVAPG peptide-dependent calcium homeostasis in mouse cortical astrocytes in vitro, *Sci. Rep.* 9:20165.
16. Szychowski K.A., Gmiński J. (2019). The VGVAPG Peptide Regulates the Production of Nitric Oxide Synthases and Reactive Oxygen Species in Mouse Astrocyte Cells In Vitro, *Neurochem. Res.* 44:1127–1137.

17. Szychowski K.A., Gmiński J. (2020). Elastin-derived peptide VGVAPG affects the proliferation of mouse cortical astrocytes with the involvement of aryl hydrocarbon receptor (Ahr), peroxisome proliferator-activated receptor gamma (Ppar γ), and elastin-binding protein (EBP), *Cytokine*. 126:154930.
18. Szychowski K.A., Gmiński J. (2020). The Elastin-Derived Peptide VGVAPG Does Not Activate the Inflammatory Process in Mouse Cortical Astrocytes In Vitro, *Neurotox. Res.* 37:136–145.
19. Szychowski K.A., Pomianek T., Gmiński J. (2020). Elastin-Derived Peptide VGVAPG Affects Production and Secretion of Testosterone in Mouse Astrocyte In Vitro, *Neurochem. Res.* 45:385–394.
20. Szychowski K.A., Rombel-Bryzek A., Dołhańczuk-Śródka A., Gmiński J. (2019). Antiproliferative Effect of Elastin-Derived Peptide VGVAPG on SH-SY5Y Neuroblastoma Cells, *Neurotox. Res.* 36:503–514.
21. Szychowski K.A., Wójtowicz A.K., Gmiński J. (2009). Impact of Elastin-Derived Peptide VGVAPG on Matrix Metalloprotease-2 and -9 and the Tissue Inhibitor of Metalloproteinase-1, -2, -3 and -4 mRNA Expression in Mouse Cortical Glial Cells In Vitro, *Neurotox. Res.* 35:100–110.
22. Tzvetanov P., Nicoloff G., Rousseff R., Christova P. (2008). Increased levels of elastin-derived peptides in cerebrospinal fluid of patients with lacunar stroke, *Clin. Neurol. Neurosurg.* 110:239–244.

Początki obrazowania medycznego

The beginnings of medical imaging

Ryszard Tadeusiewicz (Kraków)

Streszczenie

Obecnie lekarze i naukowcy mają do dyspozycji ogromną liczbę różnych metod i związanych z nimi aparatów pozwalających obserwować – bez zakłócania procesów życiowych – wnętrze żywych organizmów. Metody te zostały przedstawione zbiorczo na początku tego artykułu, żeby pokazać, jak bardzo zróżnicowane są współcześnie techniki obrazowania medycznego. Jednak trzeba zdać sobie sprawę, że dopiero od 126 lat potrafimy naszą techniką obrazować narządy wewnętrzne człowieka i śledzić zachodzące w nich procesy. Przez kilka tysięcy lat medycyna rozwijała się na wiele sposobów, ale penetracja lekarza, zmierzającego do postawienia diagnozy, zatrzymywała się na powierzchni ciała pacjenta. Wszystkie metody zmierzające do sięgnięcia w głąb były mocno inwazyjne i trudne do akceptacji nawet w przypadku eksperymentów prowadzonych na zwierzętach, a w przypadku ludzi stosowane wyłącznie w wyjątkowych przypadkach.

Potem jednak nastąpiło odkrycie Wilhelma Roentgena i medycyna zyskała możliwość „zaglądania” do wnętrza ciała pacjenta w sposób bezinwazyjny. Rozpoczęła się era szybko rozwijanej i stale doskonalonej radiologii. Artykuł opisuje, jak to się zaczęło.

Abstract

Currently, doctors and scientists have at their disposal a huge number of different methods and related devices to observe - without disturbing the life processes - the interior of living organisms. These methods are presented collectively at the beginning of this article to show how diverse medical imaging techniques are today. However, it is necessary to realize that only for 126 years we have been able to visualize the internal organs of a human with our technique and follow the processes taking place in them. Over the course of several millennia, medicine has developed in many ways, but the doctor's penetration in making a diagnosis has stopped on the surface of the patient's body. All methods of delving into depth were highly invasive and difficult to accept, even in animal experiments, and in the case of humans used only in exceptional cases.

Then, however, the discovery of Wilhelm Rontgen took place and medicine gained the ability to “look” inside the patient's body in a non-invasive manner. The era of rapidly developed and constantly improved radiology began. The article describes how it started.

Wprowadzenie

Obrazowanie medyczne jest dziś podstawą diagnostyki dla ogromnej części chorób zwalczanych przez współczesną medycynę. Jeszcze 127 lat temu było to nieosiągalne. Lekarze marzyli, by można było zajrzeć do wnętrza ciała pacjenta i zobaczyć, co się tam dzieje i co sprawia, że pacjent choruje, ale przez całe wieki było to niemożliwe zarówno podczas życia pacjenta, jak i po jego śmierci.

W XVI wieku sekcje zwłok stały się możliwe, między innymi za sprawą pioniera tej techniki, Andreasa Vesalusa, który po zebraniu danych anatomicznych wydał w 1543 roku dzieło *De humani corporis fabrica*, gdzie w 7 księgach i przy wykorzystaniu około 700 rycin objaśniał budowę ciała człowieka. Vasalus miał ponad 500 uczniów, którzy z XVI wieku przeprowadzali sekcje zwłok dla studentów studiów medycznych. Działo się to w specjalnie budowanych silnie amfiteatralnie spiętrzonych i okrągłych audytoriach zwanych Theatrum Anatomicum, które rozpowszechniły się w całej Europie, co spowodowało ogromny rozwój anatomii i naukowej medycyny. Jako ciekawostkę warto odnotować, że w Polsce pierwszą sekcję przeprowadził Joachim Oelhaf w dniu 27.02.1613 roku.

Tak więc morfologię wnętrza martwego człowieka poznano dość dokładnie i dość dawno. Zwierząt oczywiście znacznie wcześniej.

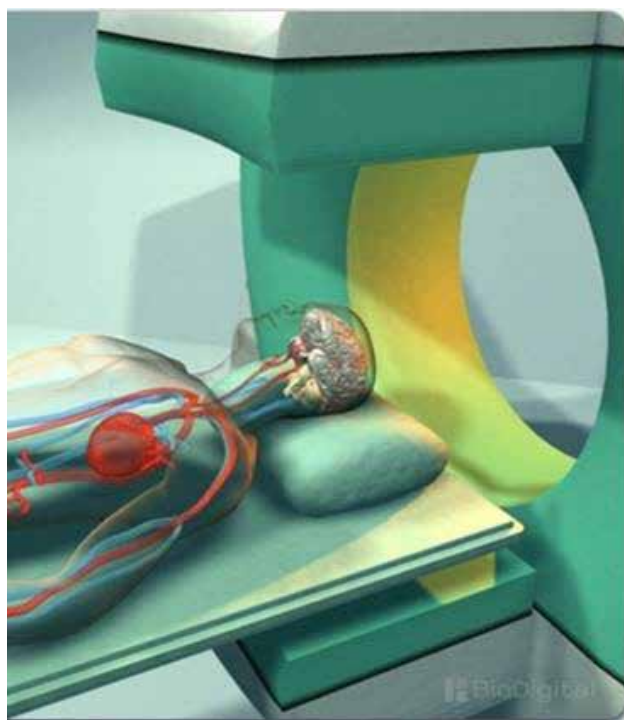
Ale w przypadku żywych organizmów nadal strukturę i funkcjonowanie narządów można było oglądać wyłącznie podczas operacji (u ludzi) i tak zwanych wiwisekcji (u zwierząt). Te ostatnie były praktyką haniebną, związaną z ogromnymi cierpieniami owych zwierząt i obecnie są zakazane – ale trzeba sobie zdawać sprawę, że ogromne zasoby wykorzystywanej do dziś wiedzy biologicznej i medycznej zostały zdobyte właśnie w ten sposób.

U normalnie funkcjonującego człowieka obserwacja budowy i działania jego narządów wewnętrznych zdarzało się niezwykle rzadko. W XIX wieku sensacją naukową był przypadek Ślązaczki, Catherine Serafin (Ryc. 1), u której widać było pracujące serce, ponieważ w następstwie choroby nowotworowej jej lekarz, Hugo Von Ziemssen, zmuszony był usunąć spory fragment ściany klatki piersiowej, pozostawiając cienką i przezroczystą powłokę skórną. Dzięki temu można było obserwować aktywność oddechowąż płuc i pracę serca [3].

Wybrane informacje na temat trudnej drogi, jaka wiodła do współczesnej wiedzy anatomicznej o wnętrzu ciała człowieka, zawarłem w rozdziale pod żartobliwym tytułem „Zgadnij kotku, co mam w środku”,



Ryc. 1. Zdjęcie pierwszej osoby, u której możliwe było obserwowanie funkcjonowania narządów wewnętrznych podczas normalnej aktywności życiowej.



Ryc. 2. Metafora „człowieka przezroczystego” – współczesne metody obrazowania medycznego pozwalają bez ograniczeń obserwować wewnętrzne narządy.

będącym wstępem do książki o inżynierii biomedycznej adresowanej do uczniów szkół średnich,

a wydanej w 2008 roku [4]. Stamtąd pochodzi też Rycina 2, sugerująca, że przy obecnej aparaturze do obrazowania medycznego można obserwować wnętrze ciała człowieka tak, jakby był on całkiem przezroczysty.

Artykuł opisuje, jak do tego doszło.

Żeby jeden mógł uzyskać sukces – wielu musiało się natrudzić

W większości opracowań (także moich [4]) pisze się, że Wilhelm Roentgen dokonał odkrycia promieni X i możliwości ich przenikania przez ciało człowieka przypadkiem, badając zupełnie inne zjawisko, tak zwane promienie katodowe. Jest to jednak tylko część prawdy. Bowiem dla uzyskania tego odkrycia Roentgen musiał zgromadzić w swoim przydomowym laboratorium sporą ilość bardzo awangardowej w jego czasach i trudnej do zbudowania aparatury. Oczywiście urządzenia wykorzystywane przez Roentgena, zanim znalazły się w jego pracowni, przebyły długą drogę: były wynajdywane oraz doskonalone przez wielu wcześniejszych badaczy. Jest powiedzenie: „Sięgam wysoko, bo stoję na ramionach olbrzymów”. Roentgen osiągnął to, co wślawiło jego imię i przyniosło mu Nagrodę Nobla, bo jego odkrycie poprzedziły prace wielu poprzedników. Poznajmy ich nazwiska i dzieła, bo w większości są oni mało znani – a niesłusznie!

Pod koniec XIX wieku wielu fizyków interesowało się wyładowaniami elektrycznymi w rozrzedzonych gazach. Zapoczątkował to **Heinrich Geissler**, z zawodu szklarz, który w 1857 roku zaprezentował rurkę z rozrzedzonym gazem, na której końcach umieszczone były elektrody. Zaslugą Geisslera było wynalezienie metody uzyskiwania i zachowywania wewnątrz rurki niskiego ciśnienia gazu [1]. Nie była to jeszcze próżnia, ale Geissler był w stanie obniżyć ciśnienie w swojej rurce do około 100 Paskali (Pa). Było ono tysiąc razy mniejsze niż typowe ciśnienie atmosferyczne, więc był to nie lada wyczyn! Geissler osiągał to za pomocą skonstruowanej przez siebie pompy rtęciowej (na korbę) i dzięki dużej zręczności w operowaniu roztopionym szkłem.

Rurki Geisslera wykorzystał **Julius Plücker**, fizyk z uniwersytetu w Bonn, który w 1847 roku w swoich eksperymentach powodował, że między elektrodami w rurce Geisslera powstawało wyładowanie elektryczne, pobudzające zawarte w rurce resztki gazu do świecenia [5]. Co więcej, badając świecenie gazu w rurce Geisslera, Plücker zauważył, że świeci nie tylko gaz, ale także szkło na końcu rurki w pobliżu elektrody mającej dodatki potencjału. To świecenie

miało kolor zielonkawy, całkiem inny od światła powstającego w gazie (zwykle koloru lawendowego). To świecenie szkła po stronie przeciwnej w stosunku do elektrody ujemnej (katody), która wyraźnie była źródłem całego zjawiska, nazwano promieniowaniem katodowym. Opisanym przez Plückera fenomenem zainteresował się **William Crookes**, który zbudował rurę podobną do rurek Geisslera, ale nastawioną na to, żeby uzyskać szczególnie duży obszar, w którym występuje promieniowanie katodowe. Widok rury Crookesa przedstawiono na rycinie 3.



Ryc. 3. Widok rury Crookesa.

W ten sposób powstał pierwszy przyrząd, z którego wywodziła się później lampa wytwarzająca promieniowanie Roentgena. Roentgen używał rury Crookesa, ale najlepsze efekty przy badaniu swojego promieniowania uzyskiwał stosując jej udoskonaloną wersję opracowaną przez Philippa von Lenarda, w której promienie katodowe mogły być wypuszczane na zewnątrz rury.

Warto dodać tytułem ciekawostki, że za badania nad promieniowaniem katodowym Lenard w 1905 roku dostał Nagrodę Nobla, zaś z rurek Geisslera wywodzą się późniejsze (rok 1910) neony - kolorowo świeące lampy (kolor zależy od rodzaju gazu wypełniającego rurkę), z których do dziś montuje się różne napisy reklamowe. Ale ten wątek tu pominiemy, bo zmierzamy do odkrycia Wilhelma Roentgena.

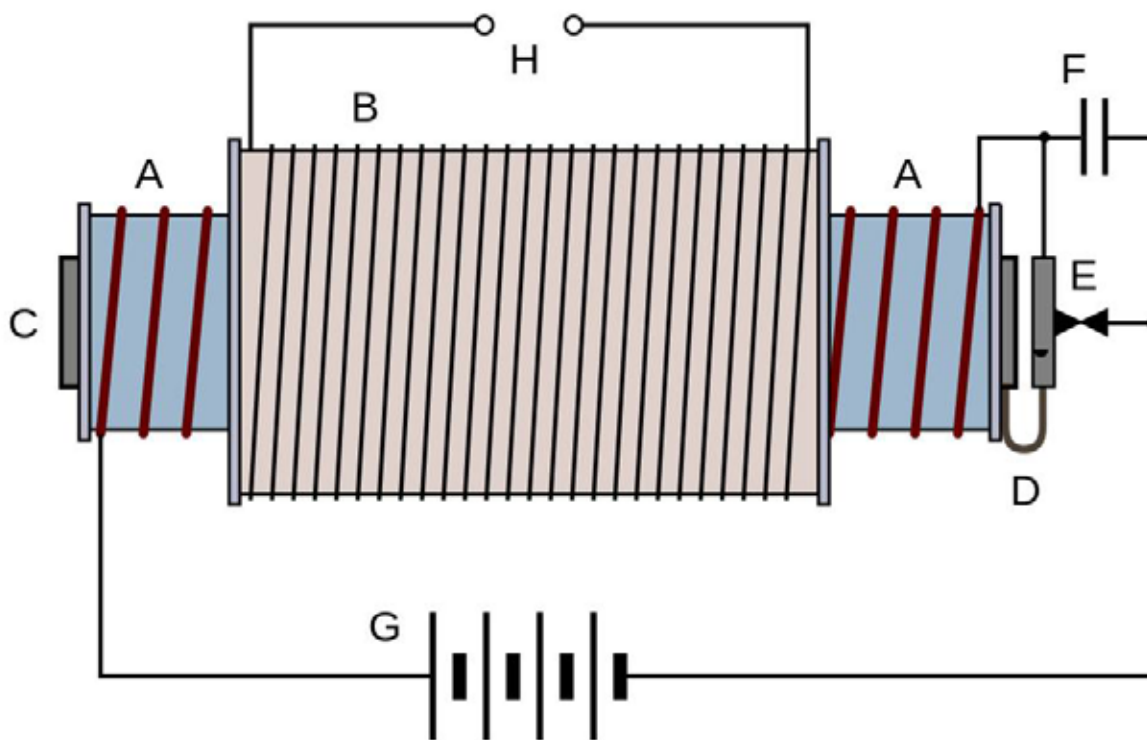
Zanim do niego przejdziemy, trzeba wspomnieć o sposobie pokonania jeszcze jednego problemu.

Skąd wziąć wysokie napięcie?

Żeby wywołać w rurce Geisslera (a także Crookesa i Lenarda) wyładowanie elektryczne, do elektrod trzeba było przyłożyć wysokie napięcie, co najmniej 2 000 V. Obecnie, gdy mamy dostęp do prądu

zmiennego, uzyskanie takiego napięcia nie przedstawia żadnej trudności. Wystarczy użyć transformatora. Ale w XIX wieku prądu zmiennego nie było, więc źródłem takiego napięcia mógł być tylko indukto skonструowany w 1850 roku przez **Heinricha Daniela Ruhmkorffa**. Nie jest to właściwe miejsce do omawiania jego budowy i zasady działania, ale trzeba podkreślić, że było to bardzo pomysłowe urządzenie: dwie cewki o wyraźnie różnej liczbie zwojów umieszczone na wspólnym żelaznym rdzeniu i przerywacz prądu podobny do używanego w dzwonekch elektrycznych – to wystarczało, żeby zamienić prąd z baterii o napięciu kilku woltów na napięcie impulsowo osiągaające do 50 tysięcy woltów. Takie napięcie nie tylko pozwalało na uzyskanie świecenia gazu i promieniowania katodowego w rurkach Geisslera, Crookesa i Lenarda, ale dawało też efektowne wyładowania (małe pioruny!) w specjalnym iskrowniku, za pomocą którego można było regulować wielkość uzyskiwanego napięcia (Ryc. 4).

kę Lenarda, a także jedyne urządzenie, jakie wtedy znano dla ujawniania niewidzialnego promieniowania – fluoroskop, wynaleziony w lutym 1894 roku przez Enrico Salvioniego. Był to – w laboratorium Roentgena – karton pokryty tetracyjanoplatinianem baru, który świecił, gdy docierało do niego niewidoczne dla oka promieniowanie (na przykład ultrafiolet). Włączając cewkę Ruhmkorffa i zasilając z niej rurkę Lenarda Roentgen zauważył, że rozjaśnił się fluoroskop, który był oddalony od rurki Lenarda o ponad 2 m. To było zdumiewające, ponieważ z prac innych badaczy wiadomo było, że promienie katodowe w powietrzu atmosferycznym mają zasięg najwyżej 2,5 cm. Roentgen natychmiast zrozumiał, że jego rurka wytwarza także jakieś inne promieniowanie, niż badane i opisywane przez wielu fizyków promieniowanie katodowe. Zrozumiał, że odkrył coś, o czym w tym momencie wiedział tylko on. On jeden na całym świecie!



Ryc. 4. Cewka Ruhmkorffa.

Gdyby nie to osiągnięcie w dziedzinie elektrotechniki, promienie Roentgena nigdy by nie powstały.

Kluczowe odkrycie

Roentgen zaciekawiony publikacjami na temat promieni katodowych postanowił je zbadać. W tym celu zgromadził aparaturę: cewkę Ruhmkorffa i rur-

Dokładnie wiemy, kiedy to nastąpiło: 8 listopada 1895 roku.

Odkryte promieniowanie miało tę zadziwiającą właściwość, że przenikało przez przeszkody dla normalnego światła nieprzeźroczyste, na przykład zaczerniło klisze fotograficzne zawinięte w czarny papier i schowane w szufladzie biurka (Roentgen amatorsko bawił się fotografią). Było ono tak tajemnicze

i dziwne, że sam twórca nazwał je promieniowaniem X – i pod tą nazwą funkcjonuje ono w większości krajów świata (w szczególności w całej anglojęzycznej literaturze). My, w Polsce, nazywamy je jednak promieniowaniem rentgenowskim, oddając tym samym hołd odkrywcy.

Krok w kierunku medycyny

Dość szybko Roentgen domyślił się, że owo promieniowanie przenikające przez różne substancje, będzie przenikać także przez tkanki ludzkiego ciała, więc być może ujawni, co się kryje w jego wnętrzu. Pierwszego prześwietlenia (jak dziś mówimy) dokonał 22 grudnia 1895 roku, uwidaczniając na historycznym zdjęciu szkielet dłoni swojej żony Berty wraz z pierścieniem, który nosiła na palcu (Ryc. 5).



Ryc. 5. Wynik pierwszego prześwietlenia.

Żona Roentgena była przerażona, gdy zobaczyła to zdjęcie i elementy swojego szkieletu. *Zobaczyłam moją śmierć!* – tak podobno powiedziała. W rzeczywistości zobaczyła nieśmiertelność sławy swojego męża!

Roentgen zdał sobie sprawę z tego, że musi się pośpieszyć z opublikowaniem swoich odkryć, zanim go ktoś inny ubiegnie. Swoje doświadczenia i ich wyniki opisał 28 grudnia 1895 roku w artykule „*O nowym rodzaju promieni*”. Jego eksperymenty natychmiast powtórzyli liczni fizycy na całym świecie, w tym między innymi, już w styczniu 1896 roku, Karol Olzowski na Uniwersytecie Jagiellońskim [2].

Roentgen celowo swojego odkrycia nie opatentował, w wyniku czego w krótkim czasie zbudowano wiele aparatów do prześwietleń i zaczęto je stosować w szpitalach.

W 1901 roku Wilhelm Roentgen otrzymał za swoje odkrycie Nagrodę Nobla, pierwszą w dziejach fizyki!

Urządzenia rentgenowskie doskonalono przez dziesiątki lat, rozwijając całą gałąź medycyny nazywaną radiologią i ratując zdrowie i życie tysięcy ludzi. Aparat rentgenowski uratował życie licznym żołnierzom na froncie, ale w jeszcze większym stopniu przyczynił się polepszenia diagnostyki medycznej po wojnie. Między innymi dzięki postępom radiologii udało się opanować epidemię gruźlicy, która w latach 20 i 30 poważnie zagrażała całej Europie. Dzięki aparaturze rentgenowskiej można było udzielać skutecznej pomocy ofiarom różnych wypadków.

Niestety nie zadawano sobie początkowo sprawy z tego, że promieniowanie rentgenowskie jest szkodliwe także dla korzystających z tej aparatury lekarzy. Wielu ucierpiało na skutek tego, że wykonując wiele prześwietleń kumulowali w swoich ciałach dawki promieniowania. Pacjent był ekspozycja na szkodliwe promieniowanie raz. Lekarz – ustawicznie. Dlatego dość często zdarzały się przypadki wywołanego przez promieniowanie raka ręki, w której lekarz trzymał fluoroskop. Kończyło się to często amputacją, więc fluoroskopy porzucono i obrazy prześwietleń rejestrowano na kliszach fotograficznych. Spowalniało to proces diagnostyczny (klisze trzeba było wywoływać chemicznie i suszyć, co dość długo trwało), a lekarzy nie chroniło całkowicie, bo rozproszone promieniowanie rentgenowskie penetrowało ich ciała wywołując między innymi białaczkę.

Dzisiejsi radiolodzy są świadomi tego zagrożenia i potrafią się przed nim skutecznie bronić, ale na początku niestety nie obyło się bez ofiar...

Bibliografia

1. Davis, H.B.O. (1981). Technologie elektryczne i elektroniczne: chronologia wydarzeń i wynalazców do 1900 roku. Metuchen, N.J.: Scarecrow Press
2. Leszczyński S. (2000). Historia radiologii polskiej na tle radiologii światowej. PWM, Kraków, ISBN: 83-8809-207-3
3. Mahapatra S. (2009). History of Cardiac Pacing. Springer-Verlag. doi:10.1007/978-0-387-79403-7_1.
4. Tadeusiewicz R. (2008). Wprowadzenie: „Zgadnij kotku, co mam w środku”. W: Inżynieria Biomedyczna. R. Tadeusiewicz, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo Dydaktyczne AGH, Kraków, str. 21 – 24

Źródła internetowe

5. <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Plucker/> dostęp 09.12.2021

CYPRYSIK CZY CYPRYS – JAK ODRÓŻNIĆ DWA RODZAJE MINIATUROWYCH CHOINEK?

W ostatnich latach w Polsce coraz większą popularnością cieszą się miniaturowe odmiany uprawne drzew i krzewów iglastych, wykorzystywane jako żywe choinki. Wysokość takich odmian zwykle nie przekracza 1 m po 10 latach uprawy.



Ryc. 1. Pokrój ogólny popularnych w Polsce odmian miniaturowych choinek (od lewej do prawej): cyprys wielkoszyszkowy 'Goldcrest Wilma', cyprysik żywotnikowaty 'Top Point', cyprysik Lawsons 'Snow White', cyprysik Lawsons 'Ellwoodii'. Fot. Artur Pliszko.

W bogatej ofercie ogrodniczej możemy spotkać mini-choinkowe cyprysy, cyprysiki, jałowce, jodły, sosny i świerki. Jak się okazuje potoczna nazwa „cyprysik” nie zawsze odnosi się do jednego rodzaju taksonomicznego i bywa nadużywana w przypadku miniaturowych odmian cyprysów. Choć słowo „cyprysik” brzmi jak zdrobnienie od słowa „cyprys”, w nazewnictwie taksonomicznym powinniśmy unikać pomyłek. Polska nazwa taksonomiczna „cyprysik” odnosi się przede wszystkim do łacińskiej nazwy

rodzaju *Chamaecyparis* Spach, jak również do rodzaju *Callitropsis* Oerst., natomiast polska nazwa taksonomiczna „cyprys” odnosi się do łacińskich nazw rodzajów *Cupressus* L. i *Hesperocyparis* Bartel & R. A. Price. Wymienione rodzaje należą do rodziny cyprysowatych (Cupressaceae). Są to drzewa lub krzewy nagozależkowe o liściach w postaci igieł lub łusek. Cyprysiki występują naturalnie w Ameryce Północnej i Azji Wschodniej, natomiast naturalny zasięg geograficzny cyprysów obejmuje Amerykę Północną

i Środkową, Europę Południowo-Wschodnią, Afrykę Północną i Azję. Do najbardziej popularnych w Polsce minichoinkowych cyprysików należą cyprysik Lawsona (*Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray bis) Parl.) w odmianach 'Ellwoodii' i 'Snow White'

podczas gdy zapach liści cyprysików przy potarciu jest żywiczny, zwłaszcza w przypadku cyprysika żywotnikowatego. Przedstawiane minichoinki różnią się również wielkością liści, które mają postać krótkich igieł. Liście cyprysa wielkoszyszkowego 'Gold-



Ryc. 2. Liście i gałązki popularnych w Polsce odmian miniaturowych choinek: A – cyprys wielkoszyszkowy 'Goldcrest Wilma', B – cyprysik żywotnikowaty 'Top Point', C – cyprysik Lawsona 'Snow White', D – cyprysik Lawsona 'Ellwoodii'. Fot. Artur Pliszko.

oraz cyprysik żywotnikowaty (*Chamaecyparis thyoides* (L.) Britton, Sterns & Poggenb.) w odmianie 'Top Point' (Ryc. 1 i 2). Miniaturowym cyprysem, błędnie określanym jako „cyprysik”, jest cyprys wielkoszyszkowy (*Hesperocyparis macrocarpa* (Hartw.) Bartel, syn. *Cupressus macrocarpa* Hartw.) w odmianie 'Goldcrest Wilma' (Ryc. 1 i 2). Cechą, która na pierwszy rzut oka pozwala odróżnić cyprysa wielkoszyszkowego 'Goldcrest Wilma' od wymienionych wyżej cyprysików jest jasnozielona barwa liści i młodych gałązek (Ryc. 2). Liście i młode gałązki przedstawianych cyprysików są ciemnozielone, jedynie na szczycie górnych gałązek cyprysika Lawsona 'Snow White' barwa liści jest biało- lub żółtawo-zielona (Ryc. 2C). Cyprys wielkoszyszkowy 'Goldcrest Wilma' ma wyraźnie dłuższe gałązki boczne u nasady korony, co nadaje mu szeroko-stożkowaty kształt, w przeciwieństwie do wymienionych cyprysików, które są wąsko-stożkowate lub kolumnowe (Ryc. 1). Zapach liści cyprysa wielkoszyszkowego 'Goldcrest Wilma' przy potarciu jest wyraźnie cytrynowy,

podczas gdy zapach liści cyprysików przy potarciu jest żywiczny, zwłaszcza w przypadku cyprysika żywotnikowatego. Przedstawiane minichoinki różnią się również wielkością liści, które mają postać krótkich igieł. Liście cyprysa wielkoszyszkowego 'Goldcrest Wilma' na starszych i młodszych gałązkach mają zbliżone do siebie rozmiary, tj. około 2–3 mm długości i 0,6–1,0 mm szerokości. Z kolei liście cyprysików na starszych gałązkach są wyraźnie większe niż na młodszych. U cyprysika żywotnikowatego 'Top Point' mają długość 11–15 mm i szerokość 2 mm na starszych gałązkach oraz długość 5–7 mm i szerokość 1 mm na młodszych gałązkach, natomiast u cyprysika Lawsona (w odmianach 'Ellwoodii' i 'Snow White') mają długość 9 mm i szerokość do 1,5 mm na starszych gałązkach oraz długość 3–6 mm i szerokość 0,5 mm na młodszych gałązkach. Rozmiary liści podano na podstawie obserwacji okazów przedstawionych na fotografiach.

Artur Pliszko,
Zakład Taksonomii, Fitogeografii i Paleobotaniki, Instytut Botaniki, Wydział Biologii
Uniwersytetu Jagiellońskiego,
e-mail: artur.pliszko@uj.edu.pl
ORCID: 0000-0003-3620-6695

KOLOROWE PODSADKI GWIAZDY BETLEJEMSKIEJ

Gwiazda betlejemka to potoczna nazwa wilczomleczka nadobnego (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch), określanego również jako poinsecja, będącego jedną z najbardziej popularnych roślin ozdobnych na świecie, zwłaszcza w okresie Świąt Bożego Narodzenia. Roślina ta jest krzewem lub niskim drzewem (do 4 m wysokości) z rodziny wilczomleczowatych (Euphorbiaceae), występującym naturalnie w suchych lasach tropikalnych Meksyku i Gwatemali.



Ryc. 1. Doniczkowy okaz gwiazdy betlejemskiej z kolorowymi podsadkami. Fot. Alina Stachurska-Swakoń.

W odróżnieniu od form dzikich, udomowione formy gwiazdy betlejemskiej są niskie (zwykle do 0,5 m wysokości), rozgałęzione, mają krótkie międzywęzła (przez co liście są położone blisko siebie), ich liście

przykwiatowe są szerokie i zbliżone wielkością lub nawet większe od właściwych liści asymilacyjnych, a kwiaty są mniej liczne i mniejsze [2]. Największym walorem dekoracyjnym gwiazdy betlejemskiej są jej

barwne liście przykwiatowe, występujące głównie w ciemnym lub jasnym odcieniu czerwieni, czy też w kolorze różowym, kremowym, żółtym, białym lub biało-zielonym (Ryc. 1). Liście przykwiatowe, nazywane również przykwiatkami, to liście wyrastające w pobliżu kwiatostanów lub kwiatów, które zwykle wyraźnie różnią się wielkością, kształtem i barwą od właściwych liści asymilacyjnych. Mogą pełnić funkcję ochronną (osłaniającą) lub odtrzymującą względem kwiatów, kwiatostanów oraz owoców, a także służyć jako powabnia (barwny element zwabiający zapylacze), czy też brać udział w wytwarzaniu owoców pozornych i owocostanów. Wśród liści przykwiatowych wyróżnia się: podsadkę (liść wyrastający z tego samego węzła co kwiatostan), przysadkę (liść wyrastający z tego samego węzła co kwiat) i podkwiatek (liść wyrastający na szypułce kwiatowej). Odpowiedź na pytanie, którym rodzajem liści przykwiatowych są barwne liście u gwiazdy betlejemskiej, nie jest prosta ze względu na specyficzną budowę kwiatów. Generalnie kwiaty wilczomleczy są zgrupowane w charakterystyczne obupłciowe nibykwiaty określane jako cyjacja (łac. *cyathia*). Pojedyncze cyjacje (łac. *cyathium*) składa się z jednego szczytowego kwiatu żeńskiego, osadzonego na długiej szypułce i pozbawionego okwiatu, który jest otoczony licznymi jednoprzecikowymi kwiatami męskimi, również pozbawionymi okwiatu. Cały taki nibykwiat, a właściwie kwiatostan, otoczony jest okrywą z łuskowatych liści (zmodyfikowane podsadki), w obrębie której występują również miodniki produkujące nektar. U gwiazdy betlejemskiej okrywa cyjacji jest jasnozielona, na obrzeżu występuje zwykle jeden zielono-żółty miodnik, przęciki mają czerwoną barwę, a załącznia jest ukryta wewnątrz cyjacji. Cyjacja wyrastają po kilka na wspólnych szypułkach, u nasady których wyrastają okazałe barwne liście, będące dodatkowymi podsadkami. Podsadki te służą za powabnię (u form dzikich są wąskie i wyraźnie mniejsze od liści właściwych) i na pierwszy rzut oka wyglądają jak duże płatki okwiatu. Ich zadaniem jest zwabianie ptaków i owadów w celu zapylenia kwiatów. Ułożenie

liści przykwiatowych poinsecji kojarzy się z kształtem gwiazdy, stąd też popularność rośliny w okresie Świąt Bożego Narodzenia i nawiązanie do biblijnej gwiazdy betlejemskiej.

Nazwa poinsecja pochodzi od nazwiska Joela Roberta Poinsetta, amerykańskiego męża stanu, pierwszego ambasadora Stanów Zjednoczonych w Meksyku, który „odkrył” tę roślinę dla świata zachodniego. Podczas ekspedycji Amerykańskiego Towarzystwa Filozoficznego w 1828 roku J.R. Poinsett przesłał zebrane okazy wilczomlecza do Ogrodu Botanicznego Bartrama w Filadelfii. W lipcu 1829 roku gatunek był eksponowany dla publiczności. W 1834 roku roślina ta znalazła się w Europie dzięki ogrodnikowi Robertowi Buistowi. On to przekazał jej okazy do Królewskich Ogrodów w Edynburgu [2]. Nazwę zwyczajową upamiętniającą odkrywcę gatunku nadał amerykański historyk i ogrodnik William H. Prescott w swoim dziele „Conquest of Mexico” (1843), w którym szczegółowo opisał odkrycie rośliny przez J.R. Poinsetta.

Poinsecja, znana i ceniona w Meksyku już przed podbojem hiszpańskim, dla Indian była symbolem czystości. W XVI wieku stała się jednym z symboli Bożego Narodzenia, dzięki legendzie o darze złożonym narodzonemu Jezusowi z przydrożnych kwiatów, które rozjarzyły się czerwienią. W XVII wieku franciszkanie w Meksyku zaczęli wykorzystywać poinsecję do ozdabiania ołtarzy podczas Świąt Bożego Narodzenia [1].

Artur Pliszko, Zakład Taksonomii, Fitogeografii
i Paleobotaniki, Instytut Botaniki,
Wydział Biologii UJ, Kraków.
E-mail: artur.pliszko@uj.edu.pl,
ORCID: 0000-0003-3620-6695

Alina Stachurska-Swakoń, Zakład Ekologii Roślin
Instytut Botaniki, Wydział Biologii UJ, Kraków.
E-mail: alina.stachurska-swakon@uj.edu.pl,
ORCID: 0000-0003-0381-4520

Bibliografia:

1. Benson D.M., Hall J.L., Moorman G.W., Daughtrey M.L., Chase A.R., Lamour K.H. (2002). *The history and diseases of Poinsettia, the Christmas Flower*. Plant Health Progress. DOI: 10.1094/PHP-2002-0212-01-R
2. Trejo L, Feria Arroyo TP, Olsen KM, et al.. (2012). *Poinsettia's wild ancestor in the Mexican dry tropics: Historical, genetic, and environmental evidence*. American Journal of Botany 99 (7): 1146–1157. DOI: 10.3732/ajb.1200072



W

wejście do Jaskini Łokietka w Ojcowskim Parku Narodowym; widoczne tzw. chłopki lodowe oraz lodowe stalaktyty u wejścia do jaskini.
Zdjęcie wykonane w lutym 2021r. Fot. Paweł Głowacki.

ZIMA I JESIEŃ W OJCOWSKIM PARKU NARODOWYM I BESKIDZIE NISKIM



Ojcowski Park Narodowy; widok na Dolinę Prądnika z Góry Koronnej. Na fotografii widoczna skała Rękawica oraz Brama Krakowska. Zdjęcie wykonano w styczniu 2014 r. Fot. Paweł Głowacki.



P

odkowiec mały /*Rhinolopus hipposideros*/ w jaskini Białej w Ojcowskim Parku Narodowym. Zdjęcie wykonano w październiku 2021r.
Fot. Paweł Głowacki.

W TYK AMERYKAŃSKI *LEPTOGLOSSUS OCCIDENTALIS* HEIDEMANN 1910 (HEMIPTERA: COREIDAE) ZAGROŻENIEM DLA DRZEW IGLASTYCH W POLSCE

Praca omawia biologię, znaczenie gospodarcze oraz inwazję wtyka amerykańskiego *Leptoglossus occidentalis* Heidemann 1910 (Hemiptera: Coreidae) w Europie i Polsce.



Ryc. 1. Wtyk amerykański *Leptoglossus occidentalis* Heidemann 1910. fot. M. Kosibowicz

Rozpoznawanie

Wtyk amerykański (Ryc. 1) mierzy od 15 do 20 mm długości, ciało pokryte ma delikatnymi, jasnymi włoskami, dłuższymi w przedniej części przedplecza i na tarczce. Przez głowę przebiegają trzy podłużne pasy, dwa żółte z jej boku i jeden czerwony przez środek. Czułki są długie i cienkie, a aparat kłujący ssący mierzy $\frac{3}{4}$ długości ciała. Przedplecze ma kształt trapezu i jest wyraźnie rozszerzone w części tylnej, z dwoma żółtymi plamkami. Znajdująca się u nasady przedplecza tarczka jest brązowa lub czarna, w części szczytowej jaśniejsza, żółtobrązowa. Odnóża są wydłużone, okryte silnie odstającymi włosami, a ich stopy są żółtobrązowe z czarnym pazurkami. Charakterystyczną cechą są golenie trzeciej pary odnóży, z szerokim grubym rozszerzeniem ubarwionym żółtawo, z ciemnobrązowymi lub brązowo-czerwonymi nieregularnymi plamami, zaopatrzone w kilka drobnych kolców na tylnej krawędzi. Nasadowe części półpokryw są żółtawe, z charakterystycznym rysunkiem przypominającym literę H. Odwłok od spodu ma barwę żółto-czerwoną z drobnymi, czarnymi plamkami. Postać doskonała jest barwy brązowo-czerwono-żółtej. [3].

Historia inwazji

Wtyk amerykański został po raz pierwszy opisany w 1910 roku w Kalifornii [6]. Do niedawna jego występowanie ograniczone było tylko do południowej Kanady, zachodnich rejonów Stanów Zjednoczonych i Meksyku, gdzie już wtedy znany był jako szkodnik drzew iglastych. W latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku jego zasięg na obszarze USA zaczął się rozszerzać. Gatunek opanował Arizone, Nowy Meksyk i Teksas oraz północno-wschodnie rejony stanu Iowa. Następnie, w latach siedemdziesiątych, pluskwiak ten pojawia się w stanach Wisconsin i Illinois, a w latach 80. notowany była także w Minnesocie, Michigan i Ontario. W 1990 roku dotarł już do stanu Nowy Jork, a dwa lata później do Pensylwanii. Niedawno pojawił się także na Kostaryce, w Argentynie, Chile i Brazylii oraz na obszarach państw Bliskiego Wschodu, Azji i Afryki, takich jak: Algieria, Liban, Izrael, Palestyna, Iran, Tunezja, Maroko, Turcja, Gruzja i Kazachstan. W Europie pojawił się po raz pierwszy w 1999 roku w północnych rejonach Włoch (Vicenza), gdzie został zawleczony prawdopodobnie z transportem sadzonek drzew iglastych. Następnie szybko rozprzestrzenił się w południowych, zachodnich i północnych rejonach kontynentu (Słowenia, Chorwacja, Czarnogóra, Węgry, Bośnia

i Hercegowina, Rumunia, Szwajcaria, Austria, Niemcy, Francja, Portugalia, Słowacja, Republika Czeska, Belgia, Dania, Holandia, Ukraina oraz Wyspy Brytyjskie, Norwegia i Szwecja). W Polsce został po raz pierwszy stwierdzony w 2007 roku we Wrocławiu i Miechowie. Obecnie występuje już niemal na całym obszarze kraju [1,3,4,5,7,9,10]. Ciągła inwazja tego gatunku trwa również w krajach azjatyckich, gdzie wykazywano go z Korei Południowej, Chin i Japonii [11]. Głównym czynnikiem ułatwiającym tak rozległą inwazję tego gatunku na świecie jest transport towarów, w których znajdują się jego stadia rozwojowe (jaja, larwy, poczwarki, a także owady dorosłe).

Rośliny żywicielskie

Leptoglossus occidentalis był dotychczas stwierdzany z około 40 gatunków drzew iglastych, głównie sosen: *Pinus coulteri*, *P. halepensis*, *P. jeffreyi*, *P. lambertiana*, *P. monticola*, *P. mugo*, *P. nigra*, *P. pinea*, *P. ponderosa*, *P. radiata*, *P. resinosa*, *P. sabiniana*, *P. strobus*, i *P. sylvestris*, z daglezi: *Pseudotsuga menziesii*, *P. macrocarpa*, choin: *Tsuga canadensis*, *T. mertensiana*, a także: cedrzyńca kalifornijskiego, *Calocedrus decurrens* oraz jodeł: *Abies concolor*, *A. magnifica*, świerków: *Picea glauca*, *P. sylvestris*, cyprysu wiecznie zielonego, *Cupressus sempervirens* i różnych gatunków modrzewi: *Larix* ssp. Znanie są też przypadki uszkodzenia drzew liściastych. Wtyk amerykański powoduje także szkody na plantacjach drzew pistacjowych: pistacji kleistej, *Pistacia lentiscus* (w Hiszpanii) i właściwej, *Pistacia vera* (w USA – Kalifornia) oraz migdałowca pospolitego, *Amygdalus communis*.

Rozwój

Po przezimowaniu dorosłe osobniki rozpoczynają żerowanie na roślinach żywicielskich, zwykle ma to miejsce na przełomie maja i czerwca. Potem samce i samice rozpoczynają rójkę, która kończy się składaniem przez samice jaj (od 30 do 80), z których po około 10-15 dniach wydostają się nimfy (stadia larwalne podobne do dorosłych, z niewykształconymi jeszcze skrzydłami), które rozwijają się w ciągu 35 - 40 dni, liniejąc pięciokrotnie w tym okresie. Podobnie jak postacie dorosłe, nimfy wysysają sok z igieł i niedojrzałych szyszek. Pod koniec lipca, po ostatnim linieniu nimf, formują się w pełni uskrzydłone postacie dorosłe. Dorosłe osobniki pierwszego pokolenia pojawiają się pod koniec lipca i żerują aż do przejścia w stan zimowania. Często bywają w otoczeniu ludzi, żerując na roślinach iglastych rosnących

w zieleni przydomowej. Jesienią pluskwiaki poszukują miejsc do prezimowania. W środowisku naturalnym wykorzystują do tego celu różne zaciszne zakamarki i szczeliny, a osobniki żyjące w pobliżu siedzib ludzkich w poszukiwaniu zimowisk kierują się do budynków, w których chcą spędzić zimę. W klimacie umiarkowanym pluskwiaki mają zwykle jedno pokolenie. Jeśli pojawia się druga generacja, to przeważnie nie kończy się jej cykl rozwojowy w danym roku. Natomiast w cieplejszym klimacie, jak np. w Meksyku, obserwuje się trzy pokolenia rocznie, zaś w północnych stanach Ameryki dwa.

Znaczenie gospodarcze

Stale zwiększający się zasięg gatunku i jego populacji, masowo rozwijających się na nowych obszarach inwazji, prowadzi czasem do znaczących strat w gospodarce leśnej. W Libanie stwierdza się obecnie olbrzymie straty np. na plantacjach orzeszków piniowych. W warunkach naturalnych wtyk amerykański uszkadza nawet ok. 80% nasion sosny zachodniej, *Pinus monticola* i do 50% nasion daglezi zielonej, *Pseudotsuga menziesii*. Natomiast szyszki na kanadyjskich plantacjach tego gatunku daglezi oraz sosny wydmowej, *Pinus contorta* var. *latifolia* są uszkadzane poniżej 25%, co wg tamtejszych norm nie kwalifikuje do podjęcia zwalczania tego owada. Większym problemem wydaje się być możliwość zakażenia sosen patogenicznym grzybem *Sphaeropsis sapinea*, który wtyk amerykański może roznosić. Objawami choroby drzew szpilkowych wywoływanymi przez ten gatunek grzyba jest zamieranie wierzchołków pędów.

Znaczenie dla człowieka

Podczas poszukiwania miejsca do zimowania masowo gromadzące się dorosłe osobniki w pomieszczeniach ludzkich mogą być uciążliwe dla ich właścicieli. Dla przykładu, w kanadyjskiej fabryce w Kolumbii Brytyjskiej opisano przypadek masowego zimowania ok. 2000 osobników. Są jednak niegroźne bezpośrednio dla ludzi, nie wykazują agresji. Niepokojone, np. poprzez dotykanie, wydzielają ostrą woń i uciekają. Aczkolwiek znane jest jedno doniesienie literaturowe z Węgier o ukłuciu człowieka przez tego owada. Zdarzenie to miało miejsce w godzinach wieczornych w końcu lipca 2016 r. w Budapeszcie, kiedy dorosły wtyk siadł na przedramieniu kobiety siedzącej na balkonie i wbił jej w skórę swoją kłujkę (aparat gębowy pluskwiaka). Ukłucie to spowodowało miejscowe zaczerwienienie o średnicy 2,5 cm,

które po 48 godzinach minęło [8]. Natomiast w U.S.A. odnotowano uszkodzenia rur wodnych wykonanych z tworzyw sztucznych typu PEX w budynkach mieszkalnych, gdzie licznie zimujące w ścianach domów szkieletowych postacie doskonale kłujkami wykonywały mikrootwory, przyczyniając się do awarii sieci wodnych w gospodarstwach domowych [2]. Obecnie w kraju powstają firmy zajmujące się oczyszczaniem budynków z zimujących owadów. Pojawy wtyka amerykańskiego w domostwach są zjawiskiem sezonowym i kończą się po kilku tygodniach.

Wrogowie naturalni

Na obszarach inwazyjnych wtyk amerykański nie ma jeszcze wrogów naturalnych. W Ameryce Północnej, gdzie jest jego rodzima populacja, jego liczebność jest ograniczana przez niewielką błonkówkę *Gryon pennsylvanicum* (Hymenoptera: Scelionidae), która jest parazytoidem jaj większości pluskwiaków z rodziny Coreidae (wtykowate). Obecnie we Włoszech hoduje się ten gatunek błonkówki w celu walki biologicznej ze szkodliwym pluskwiakiem. Testuje się również entomofilne grzyby stosowane do zwalczania biologicznego, takie jak: *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* i *Metarhizium anisopliae*. W krajach śródziemnomorskich nadzieję daje również rodzimy parazytoid porażający jaja motyla *Ooencyrtus pityocampae* z rodziny korowódkowatych (Hymenoptera: Encyrtidae), który także atakuje jaja wtyka.

Na plantacjach cennych gatunków gospodarczych w początkowych stadiach ich rozwoju próbuje się zabezpieczać szyszki metodami mechanicznymi za pomocą specjalnych osłonek wykonywanych z siatki.

Mieczysław Kosibowicz
Zakład Lasów Górskich w Krakowie
M.Kosibowicz@ibles.waw.pl

Bibliografia

1. Adamska I., Dzięgielewska M. 2021. Can the western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heidemmann, 1910) threaten coniferous forests in Poland? *Ecological Questions* 32: 1–12.
 2. Bates, Sarah L. 2005. Damage to common plumbing materials caused by overwintering *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae). *The Canadian Entomologist*, Vol. 137, Issue. 4, p. 492.
 3. Gierlasiński G., Taszakowski A. 2013-2019. Pluskwiaki różnoskrzydłe (Hemiptera: Heteroptera) Polski. <http://www.heteroptera.us.edu.pl>.
 4. Gwardjan M.. 2017. Stwierdzenie wtyka amerykańskiego *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) w Górach Świętokrzyskich. *Naturalia* 5: 145–146.10
 5. Hebda G., Dziabaszewski A. & Kupczyk M., 2010. Nowe stanowiska wtyka amerykańskiego *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) w Polsce. *Heteroptera Poloniae, Acta Faunistica* 2: 15–18.
 6. Heidemann O. 1910. New species of *Leptoglossus* from North America. [Hemiptera; Coreidae]. *Proc Entomol Soc Wash* 12: 191-197.
 7. Holly M., 2012, Inwazyjny wtyk amerykański *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) – pierwsze stwierdzenie w Bieszczadzkim Parku Narodowym]. *Roczniki Bieszczadzkie* 20: 384–387.
 8. Hornok S., Kotschan J. 2017. The Western Conifer Seed Bug (Hemiptera: Coreidae) Has the Potential to Bite Humans. *Journal of Medical Entomology*, 2017, 1–3
 9. Kadej M., Smolis A. 2017. Nowe stanowisko wtyka amerykańskiego *Leptoglossus occidentalis* HEIDEMANN, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) na Dolnym Śląsku. *Przyroda Sudetów*, 20: 167-168.
 10. Kowalczyk J.K. & Senn P. 2016. Nowe stanowisko wtyka amerykańskiego *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) w północnej Polsce. *Acta Faunistica* 10: 1–2.
 11. Yoon C-S., Kim H-G., Park J.D., Choi W-Y., Choi H-J., Cheong S-W. 2012. First Record of the Western Conifer Seed Bug, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) in Korea. *Journal of the Environmental Sciences*, 1009–1013.
-

Wszechświat 1883

BADANIA JASKIŃ OJCOWSKICH pod względem geologiczno-antropologicznym w r. 1883 przez G. Ossowskiego.

Poruszając kwestyję tegorocznych badań jaskiń ojcowskich pod względem geologiczno-antropologicznym, winniśmy czytelnikom naszego pisma objaśnić naprzód powody i cel tych badań.

Przed kilku jeszcze laty Akademija Umiejętności w Krakowie powzięła myśl przeprowadzenia systematycznych badań w jaskiniach, znajdujących się wogóle na ziemiach dawnej Polski. Myśl ta podjęta i gorąco popierana przez prezesa tej Akademii, D-ra J. Majera, tembardziej była na czasie, że już w wielu krajach zagranicą badania takie zrobiły znaczne postępy, a wypadki z nich otrzymane przyniosły doniosłe dla nauki korzyści. Może ze wszystkich zabytków, jakie nam w spuściźnie po czasach przedhistorycznych pozostały, najważniejszemi okażą się jaskinie. Badania tych zabytków obejmują i łączą w sobie podwójny cel naukowy: geologiczny i antropologiczny. Z natury swego powstania i utworzenia się, jaskinie, stawszy się naturalnym zbiornikiem napłyniętych do ich wnętrza kości kopalnych, dostarczają z siebie nader obfitego materiału do rozpoznania fauny zaginionej; z drugiej zaś strony, służąc za miejsce mniej lub więcej długiego pobytu w nich człowieka przedhistorycznego, zawierają w sobie tego rodzaju po nim pozostałości, jakich w żadnych innych dotychczas znanych i badanych zabytkach przedhistorycznych, jakimi są cmentarzyska, osady, mogiły kamienne, kurhany i t. p. inne, wcale znajdować nie możemy. Jaskinie tedy tak licznie w rozmaitych okolicach ziem dawnej Polski występujące, przedstawiają w sobie dla współczesnych nam prac archeologicznych nader bogate i wdzięczne pole. Systematyczne zatem ich badanie staje się przedmiotem pierwszorzędowego naukowego znaczenia, a tem pożądanyszem jest dziś dla nas, że już pierwsze początkowe próby takowych badań, przed dziesiętkiem blisko lat dokonane przez p. J. Zawiszę, wskazały nam, iż w jaskiniach naszych znajduje się niemała ilość złożonego w nich materiału tak geologicznego, jakoteż i antropologicznego. Komisya tedy antropologiczna, dokonawszy pierwszej próby zbadania legiendowej jaskini Smoka na Wawelu, postanowiła rozpocząć ogólne badanie jaskiń krajowych i wykonanie tego przedsięwzięcia autorowi niniejszego artykułu polecił.

Pierwszym z porządku obszarem, na którym badania owe rozpoczęte być musiały, był obszar krakowski, jako najbliższy stałego siedliska Akademii położony i zajmujący punkt środkowy tych przestrzeni, na których się najliczniej jaskinie nasze rozwinęły.

Po czteroletnim badaniu jaskiń owego obszaru pokazało się, że wykopaliska z nich zdobyte były tak obfite, że przeszły wszelkie możliwe oczekiwania. Wypadki, osiągnięte z tych badań, ogłaszane były każdorocznie w osobnych sprawozdaniach naszych, zamieszczanych w wydawnictwie Komisji antropologicznej Akademii umiejętności: „Zbiór wiadomości do antropologii krajowej” ¹⁾. Doniosłość naukowa tych wypadków wywołała powszechne w Europie tym przedmiotem zainteresowanie się i zyskała uznanie wysokiej ich wartości. Mnogość jednakże zdobytego materiału wykopaliskowego i jego rozmaitość potrzebuje pewnego jeszcze czasu, zanim wszystko to, wystudyjowane wszechstronnie i ujęte w pewny system, oraz zaopatrzone licznymi potrzebnymi do tego tablicami objaśniającymi, wyjść będzie mogło w opisie przedmiot ten dokładnie wyczerpującym. Tymczasowo zaś, wobec tak ważnych osiągniętych już wyników, dalsze badania jaskiń ustać nie mogły. Pozostało tylko, po ukończeniu obszaru krakowskiego, przenieść działalność w okolice inne, najlepiej celowi odpowiadające. Do obszarów zaś tego rodzaju należą z jednej strony Tatry, leżące na południe od obszaru krakowskiego i przedzielone od niego szerokiem pasmem Karpat, które jaskiń wcale nie mają; z drugiej zaś strony kraina, na północ od okręgu krakowskiego leżąca, ciągnąca się od Ojcowa aż po Częstochowę i bezpośrednio do niego przylegająca, w której od dawna znane są nader liczne jaskinie. Ze względu, że ta ostatnia przestrzeń, dotycząc bezpośrednio zbadanego już obszaru krakowskiego jaskiń, jest jego naturalnym ciągiem dalszym, częścią niejako jednej z nim całości fizjograficznej, badania dalsze skierowane zostały w te właśnie strony. Przyczyniła się niemało do tego wyboru jeszcze i ta okoliczność, że niektóre jaskinie tej przestrzeni, mianowicie jaskinie okolic Ojcowa, jak wiadomo, zostały przed kilku laty zrabowane przez uczonych i nieuczonych Prusaków, którzy ciągnęli z nich korzyści gospodarcze przez eksploatacją zawierającego się w nich guana nietoperzowego, a przedmioty naukowego znaczenia usuwając na plan ostatni, pozostawili bez należytego wyzyskania dla nauki. Podczas ubiegłego zatem lata, badania na tej przestrzeni rozpoczęte zostały od południowego końca wąwozu ojcowskiego, gdzie zbadana już została pierwsza

tych stron jaskinia, leżąca na gruntach wsi Maszyc.

Jaskinia Maszycka znajduje się w lesie tej wsi, leżącym na lewym wybrzeżu rzeczulki Prądnika i występuje u szczytu wysoko podniesionej góry w skale wapienia białojurajskiego, w miejscowości, zwanej Lisie-jamy. Z wielkości swej jaskinia ta należy nietylko wogóle do rzędu jaskiń małych, lecz nawet i pomiędzy jaskiniami ojcowskimi zalicza się do pomniejszych. Cała długość jej wnętrza wynosi 20 metrów, a szerokość metrów 10. W połowie tej długości wewnątrz jaskini znacznie się zwęża, wskutek czego tworzą się dwie prawie równej wielkości komory: przednia i tylna.

Pomimo tak niewielkich rozmiarów tej jaskini, zbadanie jej namuliska doprowadziło do nader interesujących wyników.

Już sama stratygraficzna budowa tego namuliska okazała się w wysokim stopniu interesującą. Trzechmetrowej grubości pokład namuliskowy składał się z dwu wyraźnie od siebie różnych warstw, leżących na sobie bezpośrednio w kierunku poziomym w nader słabym pochyleniu ku wyjściu z jaskini. Warstwa wierzchnia tego pokładu, przeszło 1 metr gruba, złożona była z czarnoziemiu, a raczej z próchnicy, miejscami prawie czystej, a miejscami znacznie gliniastej, napęlnionej gruzowiskiem skalnym; warstwę zaś dolną, na 1/2 metra grubą, stanowiła jasno-żółta glina z domieszką ziemi roślinnej, napęlniona także gruzowiskiem skalnym, w dolnych częściach warstwy mocno zleżałem i ściśłem.

W dwu tych warstwach, tak wielce różniących się od siebie swym składem petrograficznym, zawierały się też zupełnie od siebie różne wykopaliska.

W warstwie wierzchniej (czarnoziemnej), na samym jej wierzchu i przed wejściem do jaskini znajdowało się kilkanaście wyrobów żelaznych, mocno uszkodzonych i rdzą przetrawionych, które, jak sądzić można z kształtów ocalałych ich części, należą do zbroi prawdopodobnie XII-XIV-go wieku. Nieco jednak głębiej leżały tu w wielkiej ilości kości zwierzęce łupane, narzucone przeważnie na kilkumetrowej przestrzeni przedjaskiniowej i po całej komorze przedniej samej jaskini. Pomiędzy temi kośćmi znajdowało się wielkie mnóstwo narzędzi, odlupków i klocków krzemiennych, tudzież ułamane narzędzia kamienne (siekiery, młoty, kliny) szlifowane, oselka piaskowcowa, płyty kamienne z jednej strony gładzone, młoty i im podobne narzędzia z rogu jeleniego, narzędzia kościane (szydelka) i wyroby ozdobne (wisiorki?) z kładzika, a na koniec wielka ilość skorup od naczyń glinianych i paciorki gliniane. Ze wszystkich tych pozostałości kunsztu

przedhistorycznego, najliczniejsze były przedmioty krzemienne. Samych nożyków krzemiennych znaleziono tu około 300 i wielką ilość nader kształtnych klocków. Niemniej liczne były także skorupy gliniane. Mnóstwo tych kawałków należy conajmniej do 150 rozmaitych naczyń ręcznej roboty, grubych i delikatnych, gładkich i zdobionych. Wiele ułamków tych naczyń już przy pobieżnym ich przeglądzie dają się złożyć, co podaje nadzieję osiągnięcia z nich conajmniej kilkunastu naczyń odbudowanych albo w zupełnej całości, albo w stanie takim, z którego można będzie mieć pojęcie o kształtach ówczesnych naczyń ceramicznych²⁾.

Wszystkie te zabytki, pomieszane z sobą i z łupaniami kośćmi zwierzęcymi zajmowały w głąb całą metrową grubość tej warstwy, a wewnątrz jaskini sięgały aż do jej komory tylnej, t. j. zajmowały przeszło 12-metrową przestrzeń wzdłuż jaskini.

Rozpatrując skład całego wykopaliska tej warstwy, widać najwyraźniej, że wszystkie te wyroby (wyluczając nieobchodzące nas wyroby żelazne, znalezione z wierzchu) należą do okresu neolitycznego, t. j. kamienia gładzonego. Zupełnie też zgodnie odpowiada temu okresowi i sama fauna, z wykopaliskiem tem połączona, która, chociaż szczegółowo nie jest jeszcze oznaczona, to wszakże z ogólnego obejrzenia wydobytych jej szczątków daje się nader wyraźnie określić. Gatunki, wchodzące i w jej skład, stanowią przeważnie: jeleni, łosi, koń, wół, dzik, sarna i gatunki psie. Pewna część gatunków tej fauny (łoś, jeleni i dzik) wypłoszona już została przez ludzi i albo zupełnie opuściła te strony (łoś i jeleni), albo też rzadko się tu pojawia; część zaś jej większa jeszcze dziś zamieszkuje te strony.

W warstwie dolnej (gliniastej), leżącej bezpośrednio pod warstwą poprzednią i spoczywającej na skalnym dnie jaskini, na całej jej długości, w obu komorach jaskini, znajdowały się uwięzione w zleżałym gruzowisku skalnym części kościste gatunków zwierzęcych kopalnych: mamuta, nosorożca, hijeny, konia, żubra, łosia, jelenia, rena, antylopy i t. p. zwierząt zaginionych. Opis szczegółowy tych gatunków potrzebuje jeszcze pewnego czasu dłuższego, potrzebnego do bliższego rozpatrzenia się w mnóstwie zdobytych i w większej części uszkodzonych ich szczątków, oraz dokładnego ich oznaczenia. W stanie albowiem całkowitym, lub mało uszkodzonym, kości takich wydobyto, jak zwykle, niewiele. Do najlepiej zachowanych części należy czaszka antylopy z rożkami i łeb z rogami żubra. Ogólnym atoli wyrazem paleontologicznej całości tej warstwy jest najwyraźniej miejscowa fauna dyluwialna.

Z wyrobów ręki ludzkiej w dolnej tej warstwie znajdowały się przedmioty zupełnie odmienne od pozostałości tegoż rodzaju, znalezionych w warstwie poprzedniej. Były to po większej części narzędzia nader oryginalne, wyrobione przeważnie z rozpiłowanych i rozłupanych żeber zwierzęcych, a niekiedy i z innych części kościstych, na podobieństwo rzymskiego stylusa. Mają one zwykle mniej więcej 20–25 cm. dług. (wyjątkowo znacznie dłuższe), stosunkowo są cienkie i zakończone z jednej strony w kształcie mocnej łopatki płaskiej, a z drugiej zaostrome na podobieństwo rylca. Stylusów czyli rylców takich³⁾ znaleziono około 30 sztuk. Oprócz tych wielce oryginalnych, a dotychczas skądinąd wcale nieznanach wyrobów, znajdowały się jeszcze szerokie, cienkie i płaskie łopatki, wyrobione w kształcie dzisiejszych noży kościanych, znacznie rozszerzonych. Jedne z nich były z obu stron zupełnie gładkie, inne przyozdobione naciętaniami na brzegach regularnymi karbikami. Jeszcze inne, podobne tymże narzędzia, kształtu także łopatkowatego, wyrobione były z kawałków kości okrągłych, przez środek wzdłuż przepiłowanych, wskutek czego otrzymały one kształt żłobkowaty. Najmniej liczne z wyrobów kościanych były szydła, z których jeden tylko znaleziono okaz dość wielki (około 30 cm. długi), a kilka drobnych, po kilka lub kilkanaście centymetrów długości. Szczególniejszą nakoniec uwagę zwraca jeden przedmiot, wyrobiony z rogu rena, kształtu nieokreślonego, mającego podobieństwo do kluki około 30 cm. długiej, z przewierconą w nim dziurą okrągłą. Zagadkowy wyrób ten, użytku zupełnie nam niewiadomego, odznacza się szczególnie starannym obrobieniem powierzchni i gustownym jej przyozdobieniem.

Oprócz wymienionych wyrobów kościanych wykończonych, znajdowało się tu także немало przedmiotów takich, które były albo dopiero rozpoczęte, albo też, przed ostatecznym ich wykończeniem, uszkodzone. Były to po większej części kawałki opiłowanych, pociętych i narzynanych kości, z których często wyraźnego zamiaru i celu roboty odgadnąć nie można. Spomiędzy takich przedmiotów wyszczególnia się jeden kawał słoniowej kości (kła mamuta), mniej więcej 30 cm. długi, obrobiony w kształcie czworobocznego słupa, około 8 cm. w przekroju krzyżowym. Kawał ten kła mamutowego jest prawdopodobnie klockiem, przysposobionym do wyrobu z niego rozmaitych przedmiotów. Podobnych jemu kawałków takiejże kości, lecz znacznie od niego cieńszych (3–6 cm. średnicy) było kilka.

Z wyrobów kamiennych znajdowały się tu dwie niewielkie bryłki stoczkowe (otoczaki) czerwonego

kwarcytu, ogładzone z jednej strony okrągławo i bardzo starannie, oraz jeden gładki granitowy, z jednej strony wygładzony wkłęsło.

Nakoniec było także немало narzędzi i klocków krzemiennych. Samych narzędzi wydobyto przeszło 100 sztuk. Odznaczają się one pewnym właściwym sobie kształtem i odłupaniem, a klocki znaczną wielkością.

Pomiędzy temi wszystkimi wyrobami i na tejsze samej niewielkiej przestrzeni rozrzucone były liczne kawałki czaszki i jedna dolna szczęka ludzka. Według orzeczenia znanego kranjologa naszego, D-ra J. Kopernickiego, kawałki te należały do trzech czaszek ludzkich, z których żadna nie jest kompletną. Jak ułamki czaszki, tak i czaszka pod względem swego zachowania są w stanie kopalnym.

Wszystkie wyżej wymienione zabytki kunsztu przedhistorycznego tej dolnej warstwy, nie tylko że się różnią od zabytków, znalezionych w warstwie poprzedniej, jak to już wiemy, swym kształtem, lecz nadto różnią się one od nich jeszcze i sposobem technicznym swego obrobienia. W wyrobach kościanych ta odrębność obrobienia uwydatnia się naprzód w tem, że wszystkie one, niewykluczając i wyrobów najprostszych, jakimi są np. szydła, są przed ostatecznym ich obrobieniem wpród opiłowane, co najprostszemu wyrobowi nadaje charakter mozolnie opracowanego przedmiotu. Następnie podpada uwadze to, że na powierzchni wyrobów widać ślady dość głębokich i bardzo wyszczególniających się nacięć. Nacięcia takie są niekiedy rozmieszczone dość regularnie, wskutek czego zdaje się, że służą one niejako dla przyozdobienia wyrobu. Niekiedy jednakże przechodzą one w nader wyraźne, regularne, gęste karbiki i wówczas tworzą niewątpliwą ornamentykę karbikową. Wyrobów, w ten sposób przyozdobionych, było kilkanaście, mianowicie rylce i płaskie łopatki. Na niektórych wyrobach było także przyozdobienie wyrobione wypukło, a niekiedy i wkłęsło. Oba te ostatnie rodzaje ornamentyki, stosunkowo do przyozdobień kartkowanych są bardzo rzadkie. Co się zaś tyczy wyrobów krzemiennych, to charakterystyczna odrębność ich obrobienia uwydatnia się w ogólnej nawet ich masie. Są one wogóle znacznie cięższe, aniżeli także narzędzia, pochodzące z warstwy poprzedniej. Wielkość noży dochodzi tu do 30 cm.; w odłamywaniu ich widać pewną staranność, dążącą do nadania odłupkowi pewnego kształtu pożądanego, a ostrza ich są po większej części starannie otłukiwane.

Zdobycze, osiągnięte z badań jaskini Maszyckiej, wzięte z obu warstw razem, już co do samej swej

ilości tak są obfite, że mogłyby odrębnie nawet stanowić same dość poważny zbiór osobny, zawierający w sobie liczne wyroby wielce ciekawe i dotychczas, tak ze swych kształtów, jakoteż i z przeznaczenia w użytku, wcale nieznane. Przyczyniają się one zatem немало do wzrostu dalszego i uzupełnienia owych ogromnych wykopalisk jaskiniowych Muzeum Akademii umiejętności, zdobytych poprzednio z jaskiń okręgu krakowskiego. Najwyższa atoli wartość tego ostatniego wykopaliska leży w naukowym jego znaczeniu, osiągniętem z samych badań jaskini.

Jeżeli rozpatrzmy się w wyżej opisanym składzie i budowie całego namuliska jaskini Maszyckiej, to nietrudno spostrzedz, że składowe jego warstwy są pod względem petrograficznym najzupełniej identyczne z temi warstwami, które w namuliskach jaskiń obszaru krakowskiego oznaczyliśmy przez b i c. Warstwa wierzchnia tej jaskini, czarnoziemna, odpowiada pierwszej z nich, a warstwa dolna, gliniasta - ostatniej. Obie też te warstwy leżą, podobnie do tamtych, bezpośrednio jedna na drugiej i w tymże samym porządku ⁴⁾. Nadto, widzimy także, że wierzchnia warstwa maszycka zawiera w sobie i wykopaliska zupełnie podobne do tych, jakie znajdowaliśmy w odpowiadającej jej warstwie jaskiń krakowskich (b), a szczególnie w jaskiniach pasu północnego tego obszaru, jak np. w schronisku Wilczy-Skok w Podskalanach, w jaskiniach Pod Słupami i Zdaminowej w Kobylanach, oraz w dolnych, najgłębszych częściach tejże warstwy w jaskini Na Łopankach I, znajdującej się w pasie środkowym tegoż obszaru (w Mnikowie). Charakteryzują się te wykopaliska ogromną ilością zwierzęcych kości łupanych fauny aluwialnej, nam prawie współczesnej, przy których grupę zabytków ówczesnego kunsztu człowieka, stanowią młoty i im podobne narzędzia z rogu jeleniego i rena, niewielka ilość dobrze obrobionych szydeł, bardzo szczupła ilość wyrobów ozdobnych (wisiorów i t. p.) z kości, młoty, siekiery, kliny i t. p. wyroby szlifowane z kamienia, oraz mnóstwo lekkich, niewielkich narzędzi łupanych krzemiennych, a nakoniec ogromna, górująca nad tem wszystkim ilość skorup najrozmaitszych naczyń glinianych w ręku lepionych, grubych i delikatnych, gładkich i zdobionych. Przedmioty kościane tej grupy, wyrobione są w części z kości kopalnych, a w części zwierząt fauny aluwialnej. Co się zaś tyczy wykopalisk warstwy c, to tych w żadnej ze zbadanych dotychczas jaskiń obszaru krakowskiego jeszcześmy wcale nie znajdowali. W jaskini dopiero Maszyckiej natrafiamy poraz pierwszy na zabytki ręki ludzkiej, leżące w tej najgłębszej warstwie. Ta właśnie okoliczność podnosi niezmiernie znaczenie

naukowe jaskini Maszyckiej. Znajdując w warstwach jej namuliska, leżących bezpośrednio jedna na drugiej, zabytki przedhistoryczne tego okresu, który poprzedził znane już nam wykopaliska z jaskiń innych, zdobywamy w nich niemaloważny fakt, oparty na stratygrafii warstw namuliskowych, a służący tern samem za podstawę niezbitą do pierwszych zarysów chronologii archeologicznej wykopalisk, pochodzących z naszych jaskiń krajowych. Opierając się tedy na tej zasadzie geologicznej w ocenieniu starożytności dotychczas zdobytych wykopalisk jaskiniowych, widzimy, że najstarsze z nich spoczywają w warstwie G jaskini Maszyckiej. Grupę tych najstarszych wyrobów stanowią przedmioty kościane, krzemienne i kamienne. Pierwsze z nich wyrobione są wszystkie z kości kopalnych, przeważnie z żeber zwierząt wielkich (mamuta, nosorożca i t. p.) i z kła mamutowego. Kształty tych wyrobów, oraz ich rodzaje, są, jak dotychczas, bardzo nieliczne. Najcharakterystyczniejszym z narzędzi tej grupy jest rylec z grubą, mocną łopatką na jego końcu przeciwnym, tudzież łopatki płaskie, szerokie, stosunkowo krótkie i cienkie, oraz łopatki kształtu żłobkowatego. Znajdują się przy tem w małej ilości szydła i wyroby kształtu nieoznaczonego. Obrobienie wszystkich tych przedmiotów jest widocznie bardzo mozolne, dokonane naprzód przez ciężkie piłowanie kości krzemieniem i przez głębokie, a wielce charakterystyczne nacinanie. Ornamentykę tych wyrobów stanowią przyzdobienia najprostsze, złożone z kresek, układających się w rzędy karbikowate. Występuje jednakże na niektórych wyrobach i ornamentyka, wyrobiona wypukło i wklęsło. Narzędzia krzemienne są ciężkie, wyszczególniające się wielkością i pewnym pożądanym kształtem w odlupywaniu, oraz otlukiwaniem ostrza. Ślady napotkanych między temi wyrobami przedmiotów z kamienia gładzonego, świadczą najwyraźniej, że i ta grupa wyrobów należy już do okresu także neolitycznego; jest ona najdawniejszą z dotychczas znanych i stanowi prawdopodobnie jego początek.

Po tych dopiero najdawniejszych zabytkach neolitycznych następuje wyżej scharakteryzowany nowszy po nim dział zabytków neolitycznych późniejszych, zawierający owe młoty z rogu jeleniego, narzędzia kamienne szlifowane, mnóstwo zwierzęcych kości łupanych i ogromną ilość szczątków ceramicznych, a który rozwinął się najbardziej w jaskiniach pasu północnego obszaru krakowskiego. Wszystkie zatem wykopaliska z jaskiń pasu środkowego tegoż obszaru, mianowicie zdobyte z jaskiń Mnikowskich, odnoszą się widocznie do czasów neolitycznych najpóźniejszych. Charakteryzują się

one owem nieprzebranem mnóstwem najrozmaitszych wyrobów kościanych, przepelnionych wielką ilością szydeł, iglic i ozdób, oraz wyrobów fantastycznych i zagadkowych, wyobrażających niekiedy kształty ludzkie, zwierzęce i ptasie.

W tej ogólnej klasyfikacji chronologicznej wykopalisk z naszych jaskiń, mogą być i są jeszcze niewątpliwie wielkie luki. Badania jednak dalsze mogą tylko wykryć ogniwa, pośredniczące pomiędzy temi, które tu z badań naszych zaznaczamy. Spodziewać się należy, że namuliska jaskiń naszych, które się dotychczas tak bogatemi w wykopaliska okazały, zawierają jeszcze w sobie i tego rodzaju materiały wykopaliskowy, który owe luki chronologiczne w przyszłości dostatecznie wypełni.

1) Ob. t. IV-VII (r. 18 79-82) tego pisma.

2) Odbudowania takich naczyń z ułamków, wydobytych z jaskiń, niejednokrotnie się już nam dawały. Tym sposobem otrzymaliby całkowite kształty kilku naczyń, pochodzących z jaskiń pasu północnego obszaru krakowskiego, mianowicie z jaskiń: Zdaminowej, Pod Słupami i Przechodniej w Kobylanach, oraz z Pieczary Borsuczej w Podskalanach. Odbudowane te naczynia znajdują się w Muzeum Akademii umiejętności w Krakowie, w dziale I-ym (wykopaliska jaskiniowe) i są obok innych przedmiotów z tychże jaskiń zdobytych.

3) Robotnicy nazywali je w swej mowie ludowej szpicakami

4) Warstwy tedy oznaczonej w namuliskach jaskiń krakowskich, przez a, w jaskini Maszyckiej nie było wcale. Przyczyna tego leży w tem, że jaskinia ta była widocznie od bardzo dawnych czasów zupełnie sucha. Dlatego nie wytworzyła ona w sobie osadów najnowszych, stanowiących w wielu innych jaskiniach powierzchnię ich namuliska.

Wszechświat, luty 1896, Tom XV, nr 7, str. 97-99

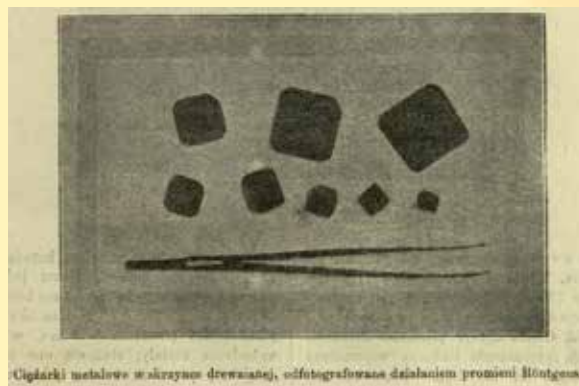
Co uczeni wiedzieli o promieniowaniu Roentgena 125 lat temu.

Promienie Roentgena.

Nowy rodzaj promieni niewidzialnych, odkryty przez prof. Roentgena, stanowi wciąż jeszcze przedmiot powszechnego zajęcia, a zaciekawienie budzą zarówno osobliwe fotogramy, przez działanie ich otrzymywane, jak i zagadkowa ich natura.

Jakkolwiek Roentgen uważa promienie swe za objaw odrębny od promieni katodalnych, niektórzy fizycy sądzą, że oba te rodzaje promieni do wspólnej kategorii zaliczyć można. Widzieliśmy, że główny argument, świadczący o odrębności promieni nowych od promieni katodalnych, polega na tem,

że pierwsze nie ulegają wpływowi pola magnetycznego, gdy drugie pod wpływem magnesu zmieniają kierunek swego biegu. Według p. Broca wszakże, wyróżnienie to nie jest może tak stanowczem, Lenard bowiem obserwować mógł zboczenie promieni katodalnych w tym tylko razie, gdy ciśnienie powietrza, w którym się rozchodziły, nie przenosiło 33 cm słupa rtęci; skoro ciśnienie wzmagą się poza tę granicę, gaz zachowuje się jak środek mętny, promienie katodalne ulegają rozpraszaniu i objawy wspomniane dostrzegać się nie dają. Ponieważ zaś Roentgen promienie swe badał w powietrzu pod normalnem ciśnieniem atmosferycznem, wpływ magnesu mógł pozostać również skutkiem podobnego rozpraszania utajonym.



Drugą różnicę stanowi łatwiejsza przenikliwość promieni Rontgena, - powietrze i inne ciała są dla nich w ogólności silniej przezroczyste, aniżeli dla promieni katodalnych, słabiej je pochłaniają. Hertz jednakże i Lenard wykazali, że promienie katodalne okazują pewne różnice, zależne od stopnia rozrzedzenia powietrza w rurze, w której wzbudzone zostały; stanowią one niejako całą skalę promieni, tworzą jakby widmo, odpowiadające widmu powstającemu przez rozszczepienie zwykłych promieni świetlnych, a przez działanie magnesu można w samej rzeczy takie ich rozszczepienie wywołać. Znaczą to, że istnieją promienie katodalne o różnej długości fal; być więc może, że promienie Rontgena, stanowiąc jednorodny z promieniami katodalnemi objaw, wyróżniają się od nich jedynie ilościowo, różną długością fal swoich. Różnica zaś ta mogłaby już wystarczyć do zdania sobie sprawy z rozmaitego ich zachowywania się względem różnych substancyj, wiemy bowiem, że i zwykłe promienie świetlne, jak również jednorodne z niemi promienie ciepłikowe i chemiczne, w różnej bardzo mierze są przez różne środki pochłaniane. Różni zresztą badacze do wywołania promieni katodalnych używali przyrządów niejednakowej potęgi, a przy zastosowaniu silniejszej cewy Ruhmkorffa

wzbudzają się może i promienie znaczniejszego natężenia. P. Swinton przekonał się, że najlepsze rezultaty wydaje użycie aparatów Tesli, przy których prąd daleko częstszemu ulega przerywaniu, aniżeli w zwykłych przyrządach indukcyjnych.

Prof. Rontgen, jak wiemy, wyraża domysł, czy odkryte przez niego promienie nie są może objawem drgań podłużnych eteru. Takż sam charakter przypisują niektórzy badacze i promieniom katodalnym, a niedawno właśnie p. Jaumann rozwinął teorię matematyczną takich falowań podłużnych, która zwróciła na siebie uwagę i jest obecnie przedmiotem dyskusji. Odrębność promieni Roentgena od zwykłych promieni świetlnych wyraża się w tem głównie, że nie ulegają odbiciu prawidłowemu, nie załamują się wyraźnie w środkach, przez które przechodzą, nie okazują też objawów interferencji, ale to nie może jeszcze bynajmniej być dowodem falowań podłużnych, głos bowiem w powietrzu rozchodzi się w postaci fal podłużnych, a przecież fale głosowe odbijają się, załamują i interferują. Sam więc domysł drgań podłużnych nie usuwa nastroczających się tu trudności i nie wydaje się lepiej uzasadnionym, aniżeli dawniejsze przypuszczenie Wiedemanna, że promienie katodalne są to promienie o drganiach poprzecznych bardzo znacznej częstotliwości, czyli bardzo drobnej długości fal. Według tego promienie katodalne, a wraz z nimi i promienie



Fotogram nogi człowieka żyjącego.

Roentgena, stanowiłyby dalsze przedłużenie znanego nam widma po stronie pozafioletowej do granic, których dotąd oznaczyć nie umiemy, ale dosyć dalekich, by znaczna różnica ilościowa powodować mogła objawy, nowością swą uderzające. Są to wszakże domysły zupełnie luźne, a potrącamy o nie dlatego tylko, że wszyscy pytają, czem są nowe te

promienie, które tak osobiwe wywierają działanie.

Jako obraz tych działań załączamy tu reprodukcje dwu fotogramów, otrzymanych w pracowni prof. Exnera w Wiedniu, a łaskawie nadesłanych nam przez współpracownika naszego pisma, p. W. Heinricha. Jeden z tych fotogramów odsłania nam ciężarki metalowe wraz z ciężkami, które były zamknięte w skrzynce drewnianej; promienie Roentgena przedzierają się przez drzewo i padają na płytę fotograficzną, gdy nieprzenikliwe dla nich blaszki metalowe cień na płytę tę rzucają. Rysunek drugi przedstawia fotogram stopy człowieka żyjącego; rozpoznajemy wyraźnie jej szkielet i dostrzegamy w nim nawet uderzającą anormalność, członki bowiem końcowy palca wielkiego posiada kość zdwojoną. Ujawnianie właśnie podobnych zboczeń chorobowych zapowiada promieniom Roentgena ważne w przyszłości znaczenie dla chirurgii i dla medycyny wogóle.

S.K.

Wszechświat styczeń 1896, Tom 15, nr 4, str. 49-53

Co wiedzieliśmy o promieniach katodalnych 125 lat temu.

Z powodu odkrycia Roentgena.

PROMIENIE KATODALNE i nowe ich pochodne.

W zeszłym numerze pisma naszego podaliśmy wiadomość o odkryciu przez prof. Roentgena z Wurzburga nowego rodzaju promieni, dotąd nieznanych. Promienie te wybiegają nazewnątr z tych punktów rur Crookesa, które fluoryzują pod wpływem padających na nie promieni katodalnych; wzbudziły zaś powszechne zaciekawienie osobiwą swą własnością, że pozwalają otrzymywać obrazy fotograficzne przedmiotów, osłoniętych przegrodami, dla światła zwykłego nieprzeźroczystymi. Natura tych promieni jest zupełnie zagadkowa, a Roentgen oznacza je krótko nazwą „promieni x”; ponieważ wszakże pozostają one prawdopodobnie w ścisłym związku z promieniami katodalnymi, a w każdym razie niewątpliwie z nich powstają, wypada nam przeto opis doświadczeń, które do odkrycia ich doprowadziły, poprzedzić przypomnieniem własności promieni katodalnych, zwłaszcza, że właśnie teraz kilka nowych i ważnych badań ukazało się w tym przedmiocie.

Objawy świetlne, jakie występują przy wyladowaniach elektrycznych w gazach rozrzedzonych, powszechnie są znane. Do doświadczeń tych, zamiast dawnego jajka elektrycznego, służą najdogodniej rury Geisslera, czyli naczynia szklane rozmaitej postaci, dla urozmaicenia zjawisk często

w osobliwy sposób skrócone, które w dwu końcach lub w jakichkolwiek innych punktach swych ścian posiadają szczelnie wtopione dwa druciki czyli elektrody, platynowe albo glinowe, do doprowadzania prądu służące. Glin jest materiałem na elektrody najodpowiedniejszym, lepiej bowiem, aniżeli wszystkie inne metale, opiera się rozpylaniu przez wyładowania elektryczne powodowane; do połączenia wszakże elektrodów z drutami doprowadzającymi prąd w każdym razie konieczne są druciki platynowe, przylutowane do glinowych i sięgające aż do szkła, inaczej bowiem nie byłoby zapewnione szczelne zamknięcie rury, gdyż platyna tylko posiada współczynnik rozszerzalności jednaki ze szkłem. Do opróżniania rur z powietrza służy pompa rtęciowa.

Gdy rura Geisslera połączoną zostaje z biegunami maszyny elektrycznej influencyjnej lub też cewy indukcyjnej Ruhmkorffa, przebiegają przez nią wyładowania elektryczne, ale objawy w znacznej mierze zależą od stopnia rozrzedzenia w niej powietrza. Dla zbadania tej zależności Wullner przeprowadził w r. 1874 doświadczenia, z których się okazało, że dopóki ciśnienie przenosiło 250 mm, przez rurę przebiegały tylko iskry; przy obniżeniu ciśnienia wraz z iskrami wystąpiło i światło przy biegunie dodatnim, a gdy ciśnienie było mniejsze od 150 mm iskry ustąpiły, a pozostało światło skupione w kierunku osi rury i ciągnące się prawie aż do elektrodu ujemnego czyli katodu. Przy dalszym zmniejszaniu ciśnienia wąska smuga światła dodatniego rozszerzała się coraz bardziej i przy ciśnieniu 4 mm wypełniła wreszcie blaskiem jednostajnym całe przecięcie rury. Przy jeszcze niższym dopiero ciśnieniu w świetle tem wystąpiło uwarstwowanie, a im ciśnienie stawało się mniejszem, tem bardziej oddalały się między sobą warstwy oddzielne. Przytoczono tu zresztą liczby nie mają znaczenia ogólnego i dają jakościowy tylko obraz przebiegu tych zjawisk, postać bowiem rury wywiera na nie również wpływ znaczny.

Prąd światła, wybiegającego z elektrodu dodatniego, czyli z anodu, posiada barwę różną, która przedewszystkiem zawisła od rodzaju gazu, wypełniającego rurę w stanie rozrzedzonym, ale pozostaje w zależności i od średnicy rury; tak np. w wąskiej części rury wypełnionej wodorem prąd światła jest purpurowy, w szerszych zaś jej odcinkach staje się zielono-niebieskawym. Barwa nadto ulega przeinaczeniu wraz ze zmianą natężenia prądu.

Warstwy światła dodatniego, poprzedzielane ciemnymi smugami, ulegają bezustannie widocznemu drżeniu, jestto wszakże następstwem jedynie

tego, że przebieg elektryczności czyli jej wyładowanie następuje w sposób przerywany. Gdy zamiast maszyny elektrycznej lub cewy indukcyjnej używa się stosu galwanicznego o znacznej sile elektrowzbudzącej, gdy zatem przez rurę przebiega prąd stateczny, warstwy utrzymują się w położeniu niezmiennem i drżenia nie okazują. W każdym razie uwarstwowanie to jest wybitną cechą światła dodatniego; starano się oddawna wytłumaczyć je przez przypuszczenie, że gaz w rurce układa się w warstwy rozmaitej gęstości, a tem samem posiadające różną zdolność przewodnictwa elektryczności. Wiedemann przyjmuje, że wstrząśnienie cząstek gazu, spowodowane przy anodzie przez przebieg elektryczności, wywołuje ruch, który ulega odbiciu w sąsiedztwie katodu, co w dalszym ciągu sprowadza objawy interferencji, skąd w rurce powstają naprzemian miejsca, w których ruch ten jest najsilniejszy i najslabszy; świecenie ma więc miejsce tylko w pierwszych, drugie zaś pozostają ciemnymi.

Nas wszakże obchodzą teraz raczej zjawiska, występujące przy elektrodzie ujemnym, przy katodzie, które z początku skromne i niepozorne, okazują charakter wybitniejszy przy dalszem jeszcze rozrzedzeniu gazu w rurce. Opisał je po raz pierwszy Hittorf w r. 1869, następnie badał je Goldstein, a doświadczenia Crookesa w r. 1879 nadały im znaczny rozgłos.

Już i przy ciśnieniu normalnem w rurce, gdy przy wyładowaniu elektrycznem przebiegają ją iskry tylko, występuje przy katodzie połysk niebieskawy, który rozpościera się na nim coraz szerzej w miarę, jak rozrzedzenie coraz dalej postępuje, a zwłaszcza, skoro ciśnienie opada poniżej 2 mm. Następnie połysk ten skupia się coraz bardziej na zewnętrznej, ku anodowi zwróconej stronie katodu, idąca za nią przestrzeń ciemna coraz się dalej rozprzestrzenia, a w tejże samej mierze i uwarstwowane światło dodatnie cofa się ku anodowi. Przy najsilniejszym wreszcie rozrzedzeniu, jakie zapomocą pomp rtęciowych osiągnąć można, występuje smuga światła, wybiegająca ze środkowych punktów katodu i przedzierająca się przez otaczający go połysk niebieskawy, przez przestrzeń ciemną, a nawet i przez światło dodatnie. Ta właśnie wąska smuga światła ma nazwę „promieni katodalnych”.

Szczególność, charakterystyczną właściwością tych promieni katodalnych jest ich przebieg prostoliniowy; gdy katod opatrzony jest płytką, rozchodzą się w kierunku do niej prawie prostopadłym i dążą po liniach prostych, nietroszcząc się zgoła o położenie anodu. Właściwość tę światła ujemnego wykazał wyraźnie Hittorf zapomocą rury prostokątnej

zgiętej, bca (fig. 1), posiadającej elektrody w końcach a i b. Przy rozrzedzeniu słabym, gdy połysk niebieskawy katodu nieznacznie się rozpościera, iskra przechodzi przez zgięcie od jednego elektrodu do drugiego. Gdy wszakże przy rozrzedzeniu silniejszym światło ujemne rozpościera się dalej, a elektrod a jest katodem, promienie światła tego przebiegają tylko od a do c, nigdy się niezaginając i nieprzechodząc do dłuższego ramienia rury; jeżeli, natomiast, elektrodem ujemnym jest drucik b, światło ujemne zajmuje tylko ramię dłuższe, a nie przedostaje się do krótszego.

W punktach, gdzie promienie katodalne uderzają w szklaną ścianę rury, wywołują jej świecenie, fosforescencją czyli raczej fluorescencją, barwa zaś tego światła zależy od składu chemicznego szkła. Szkło zwykle świeci barwą żółto-zieloną, szkło ołowiane niebieską. Gdy promienie katodalne padają na związki siarkowe metali ziemnych, pobudzają je do silnego i długotrwałego świecenia. Spat wapienny błyszczy również długo barwą żółto-czerwoną. Ciała te świecą wprawdzie i pod działaniem promieni słonecznych, ale pobudzone przez nie światło fluorescencyjne jest słabsze, chociaż widmo w obu razach jest jednakie.

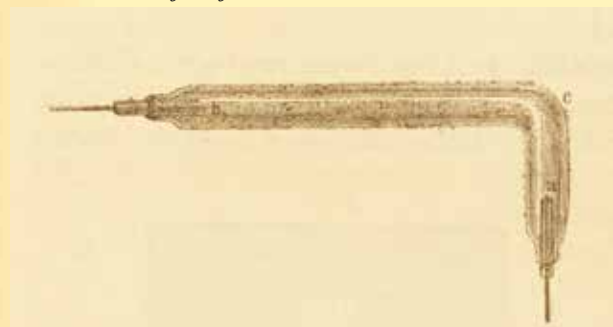


Fig. 1. Przyrząd, służący do wykazania prostoliniowego rozchodzenia się promieni katodowych.

Crookes zbadał starannie fluorescencją różnych ciał pod wpływem promieni katodowych. Według niego czysta glina wydaje światło rubinowo-czerwone, prawie zupełnie jednorodne, to jest posiadające widmo z jednej tylko linii złożone. Ziemia berylowa błyszczy światłem jasno-niebieskim, ziemia itrowa ciemno-zielonym, magnezya fioletowym, kwas tytanowy ciemno-brunatnym; cyanki podwójne platyny i magnezu, oraz platyny i wapnia fosforują bardzo silnie.

Wzbudzanie fluorescencji przez promienie katodalne nastręcza najdogodniejszą sposobność wykazania prostoliniowego kierunku ich drogi. Pięknem zwłaszcza doświadczeniem okazał to Crookes. W rurce postaci jajowatej (fig. 2) znajduje się krzyż,

z płytki mikowej albo glinowej wycięty i tak na zawiasie osadzony, że przez pochylanie rury można go na kierunku promieni ustawiać, lub też z obszaru ich działalności wytrącać. Elektrod ujemny a opa-

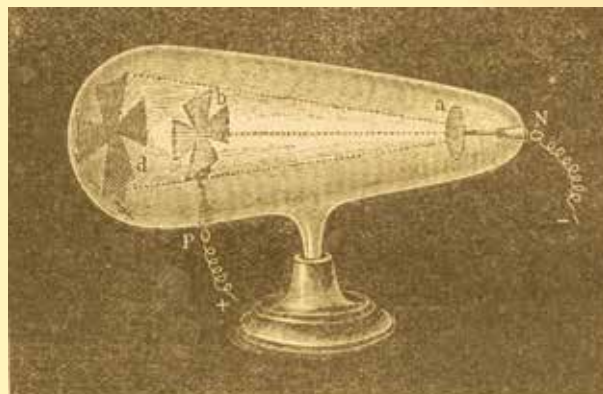


Fig. 2. Cień na tle fluorescencji, działaniem promieni katodowych wzbudzonej.

trzony jest płaskim krążkiem, elektrod dodatni wtopiony jest w którymkolwiek miejscu rury, albo, jak to widzimy na rycinie, z samymże krzyżem połączony. Ponieważ promienie z katodu płaskiego wybiegają w kierunkach do niego prawie prostopadłych, dochodzą przeto do punktów przeciwległych ścian z wyjątkiem miejsca, przegrodzonego krzyżem; na ścianie tedy rysuje się cień wyraźny na tle zielonawo fluoryzującym. Jeżeli po pewnym przeciągu czasu krzyż uchylonym zostaje, na ścianie rury, w miejscu poprzednio przez cień zajętem, występuje krzyż jasny, otoczony tłem słabiej świecącym, przez dłuższe bowiem wystawienie na wpływ promieni szkło traci na swej zdolności świecenia; ulega ono zmęczeniu, jak siatkówka oka.

Zapomocą przyrządu, przedstawionego na fig. 3, dał Crookes dowód, że promienie katodalne wywierają mogą i działania mechaniczne. Na prętach czyli szynach szklanych toczy się oś wiatraczka, złożonego z lekkich skrzydeł mikowych. Na końcach rury, w górną jej ścianę wtopione są elektrody

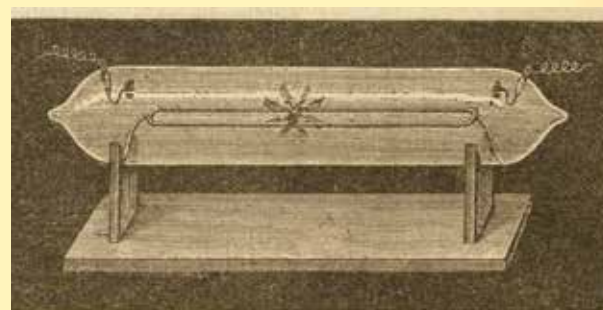


Fig. 3. Działanie mechaniczne promieni katodowych.

glinowe, a skoro połączone zostają z biegunami cewy indukcyjnej, promienie katodálne uderzają o wyżej przypadającą połowę wiatraczka i pędzą go w stronę elektrodu dodatniego.

Gdzie promienie katodálne ulegają skupieniu, jakby w ognisku, wzbudzają ciepło i powodują silne nawet rozgrzanie ciał na działanie to wystawionych. Do okazania tego służy inny przyrząd Crookesa (fig. 4). Elektrod ujemny *a* ma postać zwierciadła wklęsłego, *P* jest elektrodem dodatnim, *b* zaś prążkiem platynowym, którego koniec przypada w ognisku zwierciadła wklęsłego; gdy przyrząd indukcyjny dostatecznie jest silny, platyna rozżarza się do białości.



Fig. 4. Działanie cieplikowe promieni katodalnych.

Doświadczenia te miały przed kilkunastu laty rozgłos znaczny, ale niemniej głośną była i teoria, którą Crookes wyjaśnić chciał badane przez siebie zjawiska. Przyjął on, mianowicie, że objawy fosforescencji wzniecane są przez bezpośrednie uderzanie, jakby przez bombardowanie cząstek materialnych, które od katodu odrzucane są czyli odpychane i w przestrzeni, gazami rozrzedzonymi zajętej, biegną po drogach prostoliniowych. Według hipotezy Crookesa w rozrzedzeniu tak znacznym materia nie jest już gazem zwykłym, ale pozostaje w pewnym stanie „ultragazowym”, który obok stanu stałego, ciekłego i lotnego tworzy jeszcze dalszy, czwarty stan skupienia, a dla prostoliniowego właśnie rozbiegania się cząsteczek Crookes oznaczył stan ten nazwą „materii promienistej”. Poza granicami Anglii pogląd Crookesa nie zyskał wszakże zgody stronników; fizycy niemieccy rozwiązania zagadki promieni katodalnych na innej szukali drodze.

Sądono pierwotnie, że promienie katodálne wskazują kierunek prądu elektrycznego; zbliżony bowiem magnes odchyła je tak, jak gdybyśmy tu mieli do czynienia z przewodnikiem sprężystym, przez prąd przebieganym, którego jeden koniec jest do katodu przytwierdzony, drugi zaś swobodny. Hertz wszakże przekonywającymi doświadczeniami wykazał, że bieg promieni katodalnych od kierunku, w jakim prąd przebiega, zgoda nie zależy; w niektórych miejscach promienie te są do linii prądu prawie prostopadłe, a oddzielne części rury mogą być silnie nawet przez promienie rozjaśnione, chociaż w tych miejscach natężenie prądu jest bardzo słabe. Według tego niewątpliwie niema żadnej łączności między promieniami katodálnymi a kierunkiem prądu.

Promienie te nadto same przez się nie świecą zgoda; w powietrzu wprowadzie są niebieskie, ale przy znaczniejszem rozrzedzeniu posiadają blask nader słaby, a w ogólności dostrzegać się dają jedynie skutkiem wywołanej przez nie fosforescencji. Wykazał to Hertz doświadczeniem bezpośrednim, gdy w rurze, w pobliżu końca fluoryzującego, umieścił kroplę rtęci; gdy kropla ta rozgrzana została, część rury wypełniła się światłem blado-różowym, współcześnie zaś zielona fluorescencya szkła osłabła i ustąpiła zupełnie, skoro się warstwa pary rtęciowej dostatecznie rozszerzyła. Gdy za pośrednictwem magnesu wskazano promieniom katodálnym inną drogę, tak że nie przebiegały już przez parę, świecenie jej ustalo, a zamiast tego zajaśniała znowu szklana ściana rury. Gdy przy dalszem ogrzewaniu rtęci para jej rozpostarła się w znaczniejszej części rury, świeciła już tylko warstwa grubości 5 do 6 cm, pozostała zaś przestrzeń rury była ciemną. Świadczy to wyraźnie, że promienie katodálne wzniecają świecenie w tych tylko warstwach danego środka, do których najpierwej dobiegają, ulegając w nich pochłonięciu. Do pochłonięcia takiego wystarcza już nader cienka warstwa ciała stałego, w gazach zaś potrzeba warstwy znacznej grubości; im gaz jest gęstszy, tym krótszą drogę przebyć w nim mogą promienie katodálne; dlatego to zapewne przy słabem rozrzedzeniu powietrza w rurze światło katodálne ograniczone jest do bezpośredniego tylko sąsiedztwa katodu.

I inne zresztą zjawiska przemawiają za tem, że promienie katodálne są zupełnie od właściwego wyładowania elektrycznego niezależne; przytoczyć zwłaszcza można, że przechodzą one bez przeszkody przez gęstą siatkę drucianą, która tworzy anod i ze wszech stron katod otacza. Hertz nadto wykazał, że promienie katodálne nie ulegają wpływowi zewnętrznych sił elektrostatycznych, ani też działań

takich w sąsiedztwie swem nie wywołują.

Hertz poprzestał na takim uzasadnieniu odrębności promieni katodalnych od objawów zachodzącego w rurze wyładowania elektrycznego, ale Wiedemann użył doświadczeń tych za podstawę do teorii promieni katodalnych, według której mają one być falami, rozchodzącymi się w eterze. Wiedemann przyjmuje mianowicie, że promienie katodalne są to promienie światła o bardzo znacznej częstotliwości drgań, które w nich, jak w zwykłym świetle, dokonywają się w kierunku poprzecznym względem drogi promieni. Są to więc promienie o falach krótszych aniżeli znane w widmie słonecznym fale pozafioletowe czyli chemiczne. Na poparcie poglądów swych Wiedemann nie znalazł wszakże dowodów dostatecznych, a jakkolwiek i nowe badania, o których opowiedzieć jeszcze mamy, przemawiają za tem, że promienie katodalne są raczej objawem ruchu falowego aniżeli rozchodzeniem się cząstek materialnych, co do rodzaju wszakże tego ruchu falowego pole domysłów jest jeszcze swobodnie otwarte.

Dokończenie (Fragment)

Wszechświat, luty 1896, tom 15, str. 69-72.

W doświadczeniach, o których dotychczas mówiliśmy, promienie katodalne pozostawały uwięzione w rurze szklanej, w której źródło swe u elektrodu ujemnego brały, słabo zaledwie do badań dostępne i zamknięte innemi objawami, które tam wspólnie z nimi występują. Ograniczenie takie obecnie już nie istnieje, p. Lenard bowiem, uczeń i preparator

Hertza, zdołał je z zamknięcia tego wyswobodzić, dając im dostęp swobodny do przestrzeni otaczającej, zajętej przez powietrze, albo też przeprowadzając je do rur czyli do kamer odpowiednich, w których próbom dokładnym poddawane być mogą.

Promienie katodalne łatwo wprowadzić ulegają pochłanianiu w ciałach stałych, przez dostatecznie wszakże cienkie ich warstwy przechodzić mogą swobodnie, a na tej właśnie zasadzie zbudowany jest przyrząd Lenarda, na załączonej rycinie (fig. 1) przedstawiony. Katod C, złożony z płytki glinowej, umieszczony jest na osi rury, anodem zaś jest wydrążony walec mosiężny, do jej ścian przylegający. Przewód boczny D prowadzi do pompy, koniec zaś rury, względem elektrodów przeciwny, zamknięty jest osadą metalową, przewierconą pośrodku okienkiem okrągłym F o średnicy 1,7 mm. Drobnny ten otwór zakryty jest płytką glinową, mającą zaledwie 0,003 mm grubości, która wystarcza do szczelnego zamknięcia rury, promienie wszakże katodalne mogą się przez nią z zupełną swobodą przedzierać i wydobywać w przestrzeń otaczającą. Druty, idące od obu elektrodów prowadzą do biegunów cewy indukcyjnej Ruhmkorffa.

Aby doświadczenia swe ustrzedz od ubocznych wpływów elektrycznych, Lenard otoczył przyrząd cały walcowym płaszczem metalowym G, komunikującym z ziemią i połączonym z anodem jakoteż z okienkiem, które nadto od strony wewnętrznej opatrzone jest przegrodą z niewielkim otworkiem, jak to widzimy na dodatkowym rysunku fig. 1.

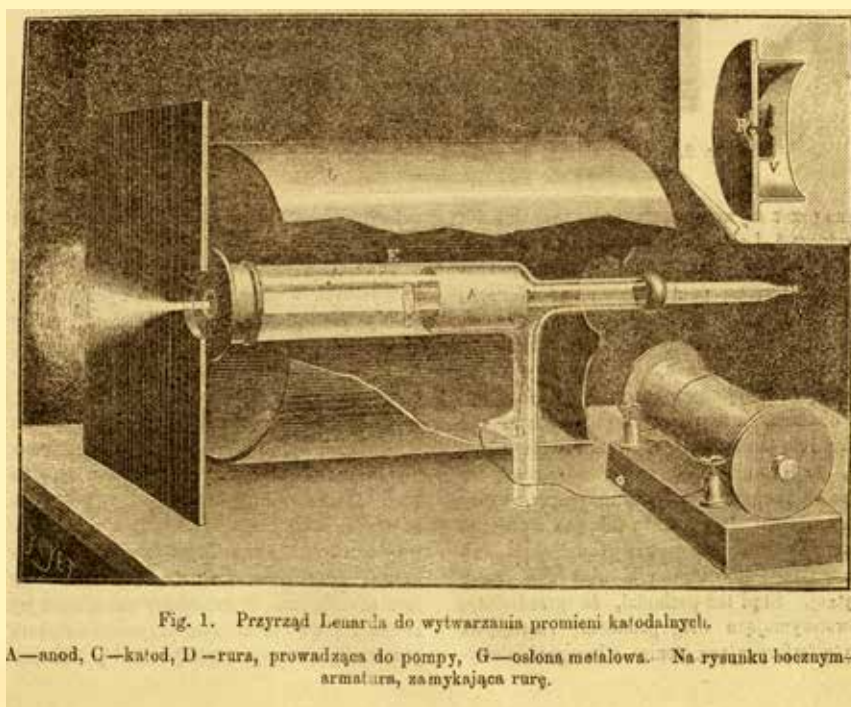


Fig. 1. Przyrząd Lenarda do wytwarzania promieni katodalnych.

A—anod, C—katod, D—rura, prowadząca do pompy, G—osłona metalowa. Na rysunku bocznym—armatura, zamykająca rurę.

Jak już wiemy, promienie katodalne są same przez się niewidzialne; aby przebieg ich uwidocznić, Lenard umieszcza na ich drodze kartkę papieru jedwabnego, napojonego roztworem acetonu pentadecylo-paratolilowego, który fosforyzuje silnie światłem zielonym. Ustawiając przegrodę tę pod różnymi kątami względem okienka, otrzymujemy różne przecięcia zajętego przez promienie katodalne obszaru, a tem samem pełną ich wiązkę dokładnie śledzić można. Dostrzegamy wtedy, że promienie te rozprzestrzeniają się w powietrzu, jakby w środku mętym, który je rozprasza; dzieje się tu tak, jak z promieniami światła w powietrzu zapyłonym, lub też w mleku albo w jakiegokolwiek innej cieczy mętnej. Stąd też pochodzi, że przedmioty, powstrzymujące bieg promieni, rzucają na płytę fosforyzującą cienie o brzegach niewyraźnych, geometryczne bowiem odgraniczenie tych cieni zatartem zostaje skutkiem rozpraszania. Na skórę nie wywierają promienie katodalne żadnego zgoła wpływu; posiadać mają wprawdzie pewien smak właściwy, działanie ich wszakże na język, podobnie jak i rozpościerająca się dokoła nich woń, zależy zapewne od wytwarzającego się ozonu.

Na płytę fotograficzną promienie katodalne działają bardzo energicznie, a w pobliżu okienka czernią ją również prawie szybko jak słońce chmurami przysłonięte. Można więc do fotografii, korzystniej nawet aniżeli do fosforencji, odwołać się przy badaniu przezroczystości różnych ciał względem tych promieni, gdy bowiem przed płytą fotograficzną umieszczane są płyty różnych substancji, stopień jej uczernienia jest różny.

Dla badań nad zachowaniem się promieni katodalnych w próżni lub w różnych gazach, należy

je wpuszczać do oddzielnej kamery obserwacyjnej, czyli rury szklanej B (fig. 2), którą wprowadza się w zetknięcie z okienkiem. W rurce tej znajdują się elektrody, mogą one być przydatne do pewnych badań; a z rodzaju wyładowań elektrycznych między niemi przebiegających ocenić można stopień rozrzedzenia w rurce powietrza. Gdy więc rura ta umieszczona jest w zetknięciu z okienkiem rury pierwotnej, w której wzbudzone są promienie katodalne, a elektrod jej opatrzone jest otworkiem, dostrzegamy na drugim jej końcu T płamę jaśniejącą, przyczem zarazem gaz w niej zawarty okazuje słabą fosforescencją. Jeżeli wszakże zapomocą pompy rura obserwacyjna B coraz się bardziej z gazu opróżnia, promienie bledną i stają się wreszcie niewidzialnymi zupełnie, gdy współcześnie fosforescencja w końcu T żywszego nabiera blasku. Daje to więc dalszy dowód, że promienie katodalne rozchodzą się bez udziału bezpośredniego materji ważkiej i że należy je tedy uważać za objaw pewnego falowania, rozprzestrzeniającego się w eterze.

Wiemy już, że promienie katodalne ulegają zбочnieniu, czyli odchylają się od swej drogi pod wpływem magnesu. Do badań tych Lenard używa również rury obserwacyjnej (fig. 3), do której przybywają promienie przez okienko rury pierwotnej E. W rurce obserwacyjnej promienie przechodzą najpierw przez przegrodę z otworkiem drobnym, a po załamaniu przez magnes rysują na pobliskim ekranie T kółko fosforyzujące, którego położenie daje miarę odchylenia promieni. Doświadczenia przekonały, że odchylenie to nie zależy zgoła od rodzaju gazu znajdującego się w rurce, czyli od natury środka, w którym się promienie rozchodzą, co może być również uważanem za argument przeciw materialnej

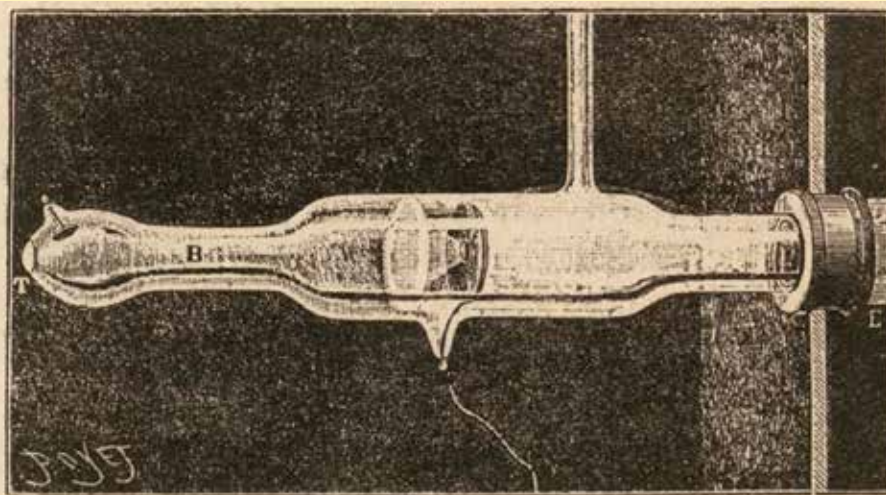


Fig. 2. Rura, służąca do obserwacji promieni katodalnych w próżni.

ich teorii, natomiast wszakże występuje pewna różnica, zawisła od stopnia rozrzedzenia powietrza w rurce pierwotnej E. Upoważnia to do wniosku, że wszelkie promienie katodálne nie są zupełnie identyczne, ale że rodzaj ich zależy w pewnej mierze od ciśnienia gazu w rurce, w której wzbudzone zostają, a domysł ten popierają badania Lenarda nad pochłanianiem promieni katodalnych w różnych substancjach.

Przedewszystkiem Lenard zajął się oznaczeniem zdolności pochłaniania powietrza atmosferycznego i wodoru. W tym celu napelniał rurę obserwacyj-

fosforescencyi, a po wystawieniu ich na działanie promieni na odwrotnej stronie ekranu wystąpiły cienie różnego natężenia; obok słabego cienia glinu występował cień wyraźniejszy gęstszej miedzi; czarniejszy był cień srebra, złoto zaś, posiadające gęstość największą, dawało też cień zupełnie czarny. Gdy znów w innem doświadczeniu płytki metalowe dobrano tak, że w miejsce jednakiej grubości miały przy równej powierzchni ciężar jednaki, cieni rozróżnić nie można już było, okazywały natężenie jednakie zupełnie. Podobnie zachowują się i ciała tak od metali odrębne, jak papier, szkło, kolody-

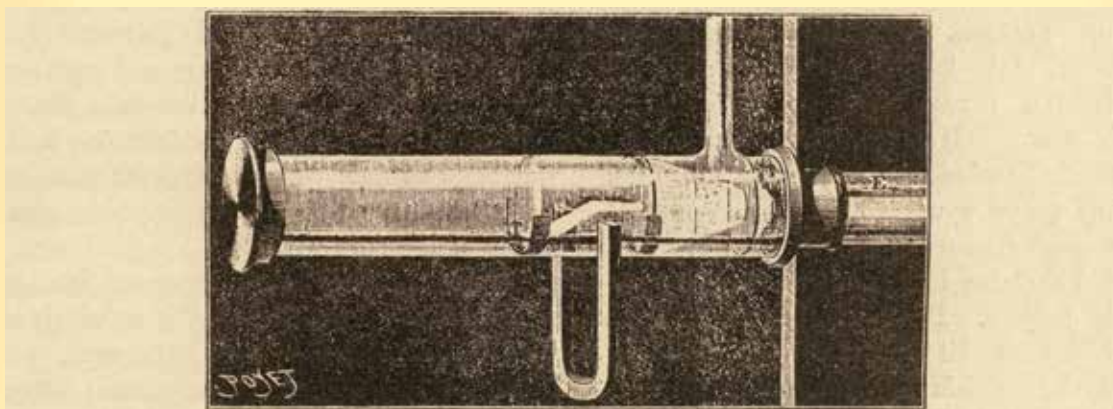


Fig. 3. Przyrząd, służący do badań nad zbacaniem promieni katodalnych na polu magnetycznem

ną gazem badanym pod oznaczonem ciśnieniem i szukał takiego położenia ekranu fosforyzującego, w którym promienie katodálne wzbudzały najslabsze, ale wyraźne jeszcze jego świecenie; po jak-najzupełniejszym zaś opróżnieniu rury znowu oznaczał podobną odległość graniczną, a z zestawienia obu tych rezultatów otrzymywał zdolność pochłaniania powietrza pod danem ciśnieniem. W takiż sam sposób przeprowadzone zostały doświadczenia z wodorem, co do innych zaś gazów, zdolność ich pochłaniania wyprowadzoną została przez porównanie z powietrzem. Ogólny zaś rezultat wszystkich tych poszukiwań wykazał, że zdolność pochłaniania różnych gazów względem promieni zależy tylko od ich gęstości, jakoś zaś gazu wpływu nie wywiera żadnego; gaz każdy pochłania promienie katodálne tem lepiej im jest gęstszy, a pochłanianie to wzmacnia się wraz z ciśnieniem, pod jakim gaz zostaje.

Prawidłowość ta wszakże nie ogranicza się do gazów tylko, ale obejmuje też i ciała stałe. Glin, który posiada gęstość 2 200 razy większą, aniżeli powietrze, przewyższa je 2090 razy zdolnością pochłaniania promieni katodalnych; nieznaczne ustępstwo tłumaczy okoliczności uboczne. Cztery prążki jednakiej grubości, z glinu, miedzi, srebra i złota, umieszczone zostały na ekranie zdolnym do

um, mika. Tak samo zatem, jak to ma miejsce co do gazów, jednakie masy ciał stałych pochłaniają jednakie ilości promieni katodalnych, zdolność pochłaniania proporcjonalna jest do gęstości. Jak bezwzględność więc i ciężkość, tak też i pochłanianie promieni katodalnych przez różne ciała jest objawem od ich masy jedynie zależnym; jakościowe ich różnice i budowa wewnętrzna, które tak wybitny wpływ wywierają na przezroczystość ciał względem promieni świetlnych, gdy o promienie katodálne idzie, mają znaczenie podrzędne jedynie. Pewną różnicę natomiast sprowadza różność samych promieni katodalnych, zawisła od różności ciśnienia, przy jakim wzbudzone zostają; promienie, wytwarzane przy słabszym rozrzedzeniu gazu w rurce są silniej pochłaniane.

Znajomość więc naszej promieni katodalnych prace Lenarda znacznie posunęły; niektórzy fizycy angielscy pragną wprawdzie ocalić jeszcze hipotezę materii promienistej Crookesa, badania ich nie przyczyniły się wszakże do rozjaśnienia tej rzeczy, możemy je tu przeto pominąć, by zwrócić się do rozgłośnego odkrycia Rontgena.

S.K.

**Wszechświat, styczeń 1891, Tom 10, nr 2, str. 30-31
ROZMAITOŚCI**

Najazd wiewiórek. Prawdziwie osobiwy najazd całej armii wiewiórek na kraj zaludniony miał miejsce w roku 1889, w Stanach Zjednoczonych Ameryki północnej. Corocznie, wiewiórki zamieszkujące lasy północno-wschodnich stron Stanów Zjednoczonych odbywają wielką wycieczkę ku południu zachodowi, przechodząc stany Nowego Yorku, Pensylwanii, Wirginii, aż do okolic wschodnich Tennessee, gdzie napotykają na całej tej drodze obfite pożywienie w olbrzymich lasach. Myśliwi oczekują chwili ukazywania się ich w każdej okolicy; w Pensylwanii polowanie to trwa od początku Września do końca Grudnia. Nigdy wszakże wiewiórki nie wystąpiły tak licznie, jak w roku 1889. W końcu Sierpnia przeszły one w nieprzeliczonej ilości przez zachodnią część stanu Nowego Yorku, kierując się na południo-zachód, a w pierwszych dniach Września zajęły miasto Renovo w Pensylwanii, zamieszkałe głównie przez drwali i kupców drzewa, a położone nad ramieniem zachodnim Susquehanny. Najazd miał miejsce wieczorem; wiewiórki wszelkich barw, szare, czarne, brunatne, płowe, nagromadziły się jakby zbitą masą na ulicach i placach miasta, zdobyły dziedzińce i ogrody, osiadły drzewa parków i bulwarów, wdarły się nawet do mieszkań. Po pierwszej chwili zdumienia mieszkańcy zajęli się wypieraniem nieprzyjaciela. Uzbrojono się kijami, szczotkami, lub kamieniami, mordowano wiewiórki, usuwano je z pokoi sypialnych, z kuchni, ze stodół. Strzelcy zabijali ich po dziesięć lub dwanaście jednym wystrzałem. Wieczorem wiewiórka figurowała na stołach wszystkich obywateli Renowo. Rzeź ta trwała przez cztery dni, a pomimo to zastęp napastników zgola się nie zmniejszał. Dowiedziano się następnie, że stanowiły one kolumnę długą na 100, a szeroką na 50 kilometrów, a armia ta przez cztery dni sunęła przez miasto.

W niejakej odległości od Renovo, pierwsze szeregi kolumny napotkały ramię zachodnie Susquehanny; drwale, którzy się tam znajdowali, widzieli, że wiewiórki rzucały się odważnie w wodę i wpław zdobywały drugi brzeg rzeki, skąd zwróciły się ku pasmu Alleghanów wschodnich. W osiem dni później przebyły strumień Moshannon, gdzie oczekiwali ich myśliwi z okolic. Stąd dotarły do stóp gór Muncy, w odległości 65 kilometrów od Renovo i przeszły przez miasto Muncy w hrabstwie Cambria. W okolicy tej napotkały bujną roślinność leśną i zatrzymały się tam przez tydzień, żywiąc się owocami drzew leśnych. Po wypoczynku, puściły

się w dalszą drogę, przeszły dolinę Buffalo - Run, gdzie spustoszyły zupełnie pola i folwarki; zabito ich przeszło trzy tysiące na przestrzeni kilku kilometrów. Było to w drugiej połowie Października. Po opuszczeniu doliny Buffalo - Run, armia wiewiórek rozproszyła się w górach; następnie widziano ją już znacznie uszczuploną w hrabstwach Huntingdon i Blair, a potem w zachodniej stronie hrabstwa Bedford, w Pensylwanii.

Zbliżając się wtedy do granic Wirginii, przebyły wiewiórki przeszło 300 kilometrów od chwili opuszczenia stanu Nowego Yorku. Dalszych wiadomości o ich podróży nie otrzymano; prawdopodobnie wszakże, przebiegłszy 1600 kilometrów, dosięgły wreszcie celu swej wyprawy, to jest urodzajnych równin we wschodnich stronach stanu Tennessee.

**Wszechświat 1891, tom 10, nr 8, str. 127
ROZMAITOŚCI**

Zagłada wilków we Francji dokonywa się szybko, jak to okazują następne liczby. W 1883 r. zabito ich 1316, w 1884 r. - 1035, w 1886 r. - 900 w 1886 r. - 760, w 1887 r. - 701, w 1888 r. - 505, w 1889 r. - 515. Tępienie to jest następstwem prawa z r. 1882, przyznającego nagrodę 100 fr. za zabitego wilka, 150 fr. za wilczycę ciężarną, 40 fr. za wilczkę, ważącego mniej niż 8 kilogramów. Podobne nagrody udzielano już od czasów Henryka IV, ale następnie wysokość wynagrodzenia znacznie obniżono; szkody wszakże, jakie wilki zrzędziły w czasie zimy 1879-80 r. pobudziły administrację do podwyższenia znów płacy za ich tępienie. Anglija, jak wiadomo, dawno się już pozbyła tych zwierząt drapieżnych; ostatniego wilka zabito w Szkocji w r. 1680, w Irlandyi w r. 1710. Zagładzie wilków w Wielkiej Brytanii sprzyjało oczywiście położenie jej wyspiarskie.

*Teksty wybrały i przygotowały Katarzyna Stachowicz, Krystyna Ossowska i Maria Śmiałowska.
Pomoc techniczna Monika Szczerba-Kolasa.*

ZIMOWE SPACERY

Maria Olszowska (Mrągowo)

W ubiegłym roku zima była „normalna”. Cieszyliśmy się z tego powodu, bo przez ostatnie lata nie doświadczaliśmy prawdziwych zim. A prawdziwa zima czaruje swą magią. Obdarza hojnością śniegu i lodu na jeziorach. Wszystko wokół okrywa śniegową kołdrą. Mróz sprawia, że pod butami skrzypi zamrożony śnieg, a na drzewach zamarzają krople wody ze stopionego śniegu, tworząc malownicze sople (Ryc. 1).



Ryc. 1. Sople na gałązkach brzozy. Fot. M. Olszowska.

Na uschniętych chwastach błyszczą w słońcu lodowe kryształki (Ryc. 2). Obfitość śniegu gwarantuje odpowiednią retencję glebową, bo masy powoli topniejącego śniegu skutecznie zasilają glebę w wodę. Gleba zaś może tę wodę równie skutecznie w sobie zatrzymywać. Zmniejsza to możliwość wystąpienia suszy w okresie wegetacji. Dzięki zimie przyroda może odpoczywać w uśpieniu. Jednak to nie oznacza, że w przyrodzie o tej porze roku nic się nie dzieje. Spacerując drogami wśród pól i lasów w czasie zimo-

wych miesięcy zauważymy, że nie cała przyroda tkwi w letargu. Zimową ciszę przerywa gwizdzący śpiew sikor, skrzeczenie srok i krzyki zaniepokojonych sójek. Odgłosów jest znacznie więcej.

Gdzieś między drzewami usłyszałam donośne bębnienie dzięcioła czarnego (*Dryocopus martius*) (Ryc. 3). Ostrożnie, aby go nie spłoszyć, podeszłam bliżej i schowana za sosną obserwowałam, jak samiec rozkuwa obumarły pień zasypany śniegiem i swoim mocnym dziobem wydłubuje z niego pokarmowe



Ryc. 2. Lodowe kryształy na badyłach. Fot. M. Olszowska.



Ryc. 3. Dzięcioł czarny - samiec. Fot. M. Olszowska.

delicje. To największy z naszych dzięciołów (długość ciała: 45–50 cm). Samiec ma na głowie czerwoną czapeczkę, zaś samica czerwoną plamę na potylicy. Ptak wyprowadza jeden lęg w roku. Samica w kwietniu lub maju składa do wykutej dziupli zwykle 4 do 5 białych jaj, które wysiaduje zarówno samiec, jak i samica przez 12–14 dni. Rodzice także wspólnie karmią pisklęta. Młode opuszczają gniazdo po 23–28 dniach.

Nieopodal na wierzbie rozległo się nagle krótkie bębnienie dzięciołka, czyli dzięcioła małego (*Dryobates minor*). To nasz najmniejszy z dzięciołów. Ma wielkość wróbla (długość ciała 14–16 cm). Jest częściowo wędrowny i nieliczny. Ze względu na słaby dziób preferuje drzewa o miękkim lub zbutwiałym drewnie, często penetruje cienkie gałęzie w koronach drzew. Nie szuka pokarmu w pniach. Zimą zobaczymy go nawet na grubszych łodygach chwastów. Jego ubarwienie jest pstrokate. Wierzchnia część ciała ma poprzeczne pręgi, ogon jest czarny, z białymi bocznymi sterówkami. Spód ciała kremowy, drobny, kreskowany, bez czerwonego podogonia, co odróżnia go od innych pstrych dzięciołów. Samiec ma na głowie krótką czerwoną czapeczkę, której nie posia-

da samica (Ryc. 4). Dzięciołek jest monogamiczny. Okres gniazdowy tego gatunku przypada na kwiecień i maj. Daje się zauważyć ścisłą współpracę samca i samicy w tym czasie. Para wspólnie wykuwa dziuplę w miękkim, spróchniałym pniu drzewa, w której samica składa 5 do 6 białych jaj. Później para wspólnie wysiaduje jaja przez dwa tygodnie. Wspólnie też karmi pisklęta gąsienicami i mszycami. Młode opuszczają gniazdo po około 3 tygodniach od wyklucia. W zimie dzięciołek żywi się larwami chrząszczy, pajęczakami i nasionami.

Na skraju lasu na uschnięte nawłocie przyleciało niewielkie stado niezwykle ruchliwych i hałaśliwych czeczotek zwyczajnych (*Acanthis flammea*) z rodziny łuszczakowatych. Czeczotka zamieszkuje północne rejony Euroazji i Ameryki Północnej oraz góry Europy Środkowej. Najczęściej możemy obserwować ptaki zimujące u nas lub będące w czasie przelotów od września do grudnia albo w marcu i kwietniu. Ptak jest nieco mniejszy od wróbla i bardzo podobny do makolągwy. Posiada ciało o brązowo-szarym upierzeniu, z podłużnym kreskowaniem, żółty, krótki dziób, poniżej którego widnieje czarna plamka. Na skrzydłach widoczne są dwa białe lub płowe paski.



Ryc. 4. Dzięcioł mały – samiec. Fot. M. Olszowska.

Charakterystyczna jest czerwona plamka na czole i różowo-czerwona plama na piersi (Ryc. 5), szczególnie jaskrawa u samców w sezonie lęgowym. Ptak migruje stadami w poszukiwaniu pokarmu. Zdara się, że zostaje na całą zimę. W Polsce gniazdu-

zagięty dziób, prosty u nasady i skierowany ku przodowi (Ryc. 6). Dzięki stosunkowo krótkim i szerokim skrzydłom oraz długiemu ogonowi jastrząb w locie jest bardzo zwrotny. Silne palce zakończone są ostrymi, długimi szponami, którymi przecina skórę ofiary



Ryc. 5. Czeczotka zwyczajna. Fot. M. Olszowska.

je niewiele par lęgowych. Pary są monogamiczne. Wyprowadzają rocznie najczęściej dwa lęgi, w maju i czerwcu. Samica składa 5–6 jaj w dobrze ukrytym gnieździe w niewysokich drzewach i krzewach. Jaja wysiadywane są przez samicę w okresie 10–12 dni. Zaraz po wykluciu samica nadal ogrzewa je swoim ciałem. Młode karmione są przez rodziców owadami oraz nasionami i opuszczają gniazdo po maksymalnie dwóch tygodniach.

Zimą aktywne są ptaki drapieżne. Udało mi się zauważyć i sfotografować jastrzębia gołębiarza (*Accipiter gentilis*) z rodziny jastrzębiowatych. To duży ptak drapieżny o masie 0,6–1,4 kg, a długości ciała 55–61 cm. Czatował na brzozie na otwartym terenie. W Polsce zwykle widuje się go pojedynczo. Dorosłe osobniki mają wierzch ciała szaropopielaty, a spód jasny w charakterystyczne dla niego poprzeczne, szare faliste prążki. Pręgowane podogonie ma jasną plamę u nasady. Sterówki gołębiarza są wachlarzowate. Nad okiem widać szeroką, białą brew, tęczówka jest jaskrawożółta do pomarańczowej lub czerwonej, ciemniejsza u samców niż u samic. Ptak posiada



Ryc. 6. Jastrząb gołębiarz. Fot. M. Olszowska.

i uśmierca ją, wbijając się głęboko w jej ciało. Jastrząb jest wszechstronnym drapieżnikiem. Poluje samotnie na gołębie i inne ptaki średniej wielkości, także na wiewiórki, zające, króliki i drobne gryzonie. Złowioną zdobycz zjada w ukryciu, wcześniej obskubując ją z pierza albo z sierści. Niestrawiony pokarm zwraca

w formie wypłuwek. Jastrzębie tworzą monogamiczne pary przywiązane do swojego rewiru. Jastrząb zaczyna toki na przełomie stycznia i lutego i wyprowadza jeden lęg w roku. Gniazdo buduje głównie samica i jest ono wykorzystywane przez wiele lat. To płaska platforma w koronie drzewa, zwykle na skraju lasu. W marcu i kwietniu samica składa najczęściej 3 jaja, które na zmianę wysiadują rodzice przez okres 35–40 dni. Pisklęta wykluwają się stopniowo. W okresie lęgowym karmieniem samicy zajmuje się samiec, ale to matka karmi młode przyniesionym mięsem, które rozrywa na mniejsze kawałki. Pisklęta opuszczają

gatunku występuje wyraźny dymorfizm płciowy. U samca rzucają się w oczy jaskrawoczerwone policzki i pierś oraz niebieskawopopielaty grzbiet. Pierś samicy jest brązowo-różowa, a grzbiet brązowoszary (Ryc. 7). Zimą niewielkie stada gili przemieszczają się w poszukiwaniu pokarmu, głównie nasion drzew i krzewów. Zobaczymy je wówczas w różnych siedliskach, nawet w okolicy ludzkich domostw. Natomiast w okresie lęgowym ptak prowadzi skryte życie. Gil wyprowadza 2 lęgi w ciągu roku, od maja do lipca. Gniazdo w formie czarki utkanej z traw buduje w rozwidleniu bocznej gałęzi drzewa iglastego, zwłaszcza



Ryc. 7. Gil zwyczajny – samiec, w tle samica. Fot. M. Olszowska.

gniazdo po kolejnych 41–43 dniach. Młode są nadzorowane i karmione przez rodziców do 70. dnia życia, a płciową dojrzałość uzyskują po 10 miesiącach.

Zimą mamy okazję napatrzyć się na efektownie ubarwione gile zwyczajne (*Pyrrhula pyrrhula*) z rodziny łuszczakowatych. Są to goście z północy i wschodu kontynentu. Wiosenna migracja tego gatunku odbywa się w marcu i kwietniu, a jesienna w październiku i listopadzie. Gil jest większy od wróbla. Ma krępą sylwetkę o dużej głowie, czarny, gruby, krótki i stożkowaty dziób. U obu płci czarny jest wierzch głowy, biały kuper i długi, niebiesko-czarny ogon. Skrzydła są długie, czarne, ze skośną białą pręgą. Brązowe są tęczęwki oczu i nogi. U tego

świerkowego. Od kwietnia do maja samica składa 4–5 niebieskawych nakrapianych jaj, które wysiaduje 12–14 dni. Pisklęta karmione są przez okres dwóch tygodni przez rodziców, a po tym czasie młode opuszczają gniazdo. Poza okresem lęgowym gil poszukuje owoców różnych drzew, z których wyjada jedynie nasiona.

Innymi zimowymi gośćmi są kolorowe jemiołuszki zwyczajne (*Bombycilla garrulus*), które regularnie w zimie (od listopada do marca, a nawet do kwietnia) zatrzymują się w Europie Środkowej i Zachodniej w czasie swoich przelotów ze Skandynawii i Rosji. Zalatują do nas ze względu na łatwość zdobycia pokarmu i łagodniejsze zimy. Odwiedzają nawet nasze

miasta i wtedy słyszeć ich świergotliwy, wibrujący głos. W czasie przelotów nawołują się swoim delikatnym „sri cir”. Zjadają owoce jarzębiny, ligustru, berberysu, rokitnika i nibyjagody jemioli. Jemiołuszki to przepięknie ubarwione ptaki wielkości szpaka (długość ciała 19–21 cm). Mają krępa budowę, z krótkim ogonem i dużym sterczącym czubem na głowie. W locie widać zaostrome skrzydła, jak u szpaka. Ubarwienie jemiołuszki jest ogólnie szarobrazowe, z czarnymi plamami na podgardlu i wokół oczu. Na skrzydłach występują żółte, czerwone i białe plamki oraz kreski, zaś koniec ogona zdobi żółty pasek

Boki ciała są płowe. Ptak ma dużą głowę i grubą szyję. Charakterystyczną, dobrze widoczną cechą jej ubarwienia jest matowo-czarna czapeczka na głowie, sięgająca aż za kark. Policzki czarnogłówki są białe. Na podgardlu widoczny jest czarny, szeroki „śliniak” o rozmytych brzegach. Na skrzydle występuje biała wstawka i białawe ubarwienie zewnętrznych chorygiewek drugorzędowych lotek, które przy złożonym skrzydle tworzą podłużny jasny pasek na brązowo-szarym tle. Obie płcie ubarwione są identycznie. Czarnogłówka wydaje nosowy, ostry głos „spici detet da dee” czy „dej-dej” albo „sju sju sju”. Pary są



Ryc. 8. Jemiołuszki zwyczajne. Fot. M. Olszowska.

(Ryc. 8). W przeciwieństwie do gili nie gniazdują w Polsce.

Koło ludzkich domostw warto się rozejrzeć, bo ludzie często dokarmiają ptaki instalując karmniki albo wysypując różne nasiona wprost na ziemię. Zwolenników zimowej karmy wśród ptaków nie brakuje. Na jednym z zimowych spacerów zobaczyłam skromnie ubarwioną sikorę czarnogłówkę (*Poecile montanus*) żerującą wśród niełupek słonecznika (Ryc. 9). W okresie lęgowym jest jednak mięsożerna, poluje na owady, gąsienice motyli i pająki. Zdziwiłam się, że ją widzę blisko domostwa, bo jest nieufna wobec człowieka. Długość jej ciała waha się od 11,5 cm do 13 cm. Wierzch ma brązowoszary, a spód beżowobiały.

monogamiczne. Sikora czarnogłowa wyprowadza w ciągu roku jeden lęg. Samica w dziupli w martwym drzewie, wykutej przez siebie lub opuszczonej przez sikorę bogatkę, składa w kwietniu lub maju 7 do 9 białawych jaj w czerwono-brązowe plamy. Wysiaduje je przez 13–15 dni. Nieodłączne pisklęta są dokarmiane przez rodziców. Młode opuszczają gniazdo po 17–19 dniach. Jesienią czarnogłówka gromadzi zapasy na zimę. Są to pająki, owady i nasiona, które wciska w zakamarki kory drzew.

Nad zamrożonym jeziorem, tuż przy brzegu, wśród przyziemnych ośnieżonych gałązek krzewów buszował strzyżyk zwyczajny (*Troglodytes troglodytes*) z rodziny strzyżyków, jeden z najmniejszych

ptaków europejskich. Spotkać go można wśród niskich krzewów nad rzeką, jeziorem lub dowolnym mokradłem. Widywałam go wcześniej właśnie na za-

młodsze samce. Samica znosi 5 do 7 jaj, wysiaduje je przez 16 dni, a po wykluciu pisklęta przebywają w gnieździe przez kolejne 15 do 19 dni razem ze



Ryc. 9. Sikora czarnogłówna. Fot. M. Olszowska.

bagnionym obszarze jeziornego rozlewiska. W jego upierzeniu widać mieszaninę różnych odcieni brązu, przeplatających się z bielą i czernią. Na skrzydłach i na krótkim, zadartym zawadiacko do góry ogonie ciemnobrązowe paski są poprzecinane jaśniejszymi paskami. Jaśniejsze od reszty upierzenia jest także podgardle. Nad okiem widoczna jest kremowo-brązowa brew (Ryc. 10). W sytuacji zagrożenia ptak zgina swoje ciało w dół, a ogon maksymalnie zadziera i macha nim raz w górę, raz w dół, szezebiocząc „cik, cik, terr”. Miałam okazję wiosną kilka razy słyszeć jego przepiękny śpiew i uważam, że to jeden z najpiękniejszych koncertów w lesie. Oczywiście koncertów dla samicy. Samiec śpiewa, aby ją zwabić do pobliskiego gniazda, które sam wybudował. To zielona kula z dużym otworem pośrodku, utkana ze źdźbeł traw oraz mchu z piórkami i przykryta liśćmi paproci. Gniazda są dobrze zamaskowane, bo budowane w wykrotach, kępach i krzakach. Starszy doświadczony samiec jest sprytny. W swoim rewirze zakłada kilka gniazd i do każdego zwabia następną samicę. To zwiększa jego sukces rozrodczy. Najsilniejsze samce zostają nawet na zimę. To wyjaśniałoby, dlaczego są w stanie odpowiednio szybko zająć najlepsze siedliska w danej okolicy zanim pojawią się w nich

swoją matką. Dzielny samiec dokarmia samice i pisklęta we wszystkich swoich gniazdach. Strzyżyk wyprowadza w ciągu sezonu nawet do trzech lęgów.



Ryc. 10. Strzyżyk zwyczajny. Fot. M. Olszowska.

Co ciekawe, gniazda służą strzyżynom nie tylko w okresie lęgowym, ale i później, jako bezpieczne schronienie.

W lutym w słoneczny i wietrzny dzień zauważyłam na śniegu kilka skrzydłaków sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*), które wypadły z szyszki. Cykl rozwojowy tego pięknego drzewa trwa aż trzy lata.

nasiona. Na każdej zdrewniałej łusce nasiennej szyszki znajdują się dwa nasiona ze skrzydełkami. Nasiona są niemal owalne, z jednej strony nieco spłaszczone, z drugiej wypukłe, na jednym końcu zaokrąglone. Są czarnobrzązowe i mają długość do 5 mm. Każde nasionko zaopatrzone jest w długie błoniaste skrzydełko o ostrym wierzchołku i jednym brzegu prostym,



Ryc. 11. Nasiona sosny na śniegu. Fot. M. Olszowska.



Ryc. 12. Zimien chłodolub. Fot. M. Olszowska.

Szyszki żeńskie (kwiatostany żeńskie) sosny osiągają w pierwszym roku po zapyleniu wielkość ziarna grochu i są szarobrzązowe. Dopiero wiosną drugiego roku po zapłodnieniu przyjmują barwę zieloną i rosną, osiągając w lipcu ostateczną długość 3–8 cm, zaś jesienią drewnieją, przybierając barwę szarą, ceglastobrzązową lub brązowożółtą. Właśnie te szyszki otwierają się wiosną trzeciego roku, uwalniając

a drugim owalnym (Ryc. 11). Wiosną przy wyższej temperaturze szyszki otwierają się na drzewach i nasiona wypadają na ziemię albo na śnieg. Jeśli zachowują zdolność kiełkowania, to wyrosną z nich kolejne piękne sosny.

Tego samego dnia na śniegu zaobserwowałam zimien chłodoluba (*Trichocera hiemalis*) z ochotkowatych. To przedstawiciel krioentomofauny (owady

występujące zimą). Zimień ma delikatną budowę i podobny jest do komara (ma zaledwie 0,5 cm długości), ale krwio pijcą nie jest (Ryc. 12). Wykazuje aktywność późną jesienią, wczesną wiosną i zimą w słoneczne dni. Czasami w locie tworzy roje latające koło świecących lamp. Jest sporo owadów, które wybrały życie w chłodzie. Wbrew pozorom wybór takiego życia to doskonała strategia. W tym okresie „chłodoluby” nie mają wielu naturalnych wrogów, co

i odżywiające się szczątkami organicznymi. Dorosłe zimienie giną po złożeniu jaj.

W drodze powrotnej z jednego z zimowych spacerów zauważyłam na przydrożnym polu uprawnym niewielkie stado saren europejskich (*Capreolus capreolus*), które próbowało wydobyć spod śniegu oziminę (Ryc. 13). Natura wyposażyla te ssaki w system wczesnego ostrzegania, posiadają bowiem dobry wzrok, słuch i węch. Są czujne, uważne, ostrożne,



Ryc. 13. Sarny europejskie. Fot. M. Olszowska.

już zwiększa ich szanse na przetrwanie. Jednak zimowe warunki wymagają od nich bezwzględnej odporności na niskie temperatury oraz zachowania surowego postu. Owady „chłodolubne” wykazują specjalne przystosowania do życia w tych trudnych warunkach. Są niewielkie, posiadają małą powierzchnię ciała, co zabezpiecza je przed niebezpieczną utratą ciepła. W ich krwi (hemolimfie) występują substancje zapobiegające jej zamarzaniu. Dorosłe owady nie pobierają pokarmu, żyją więc krótko, korzystając z pokarmowych zapasów zgromadzonych w okresie larwalnym. Zimień rozmnaża się jesienią, łącząc się w pary podczas lotów godowych. Samice składają jaja do ziemi, tam rozwijają się robakowate larwy zaopatrzone na obydwu końcach ciała w przetchlinki oddechowe

szybkie i sprawne. W Europie oprócz populacji leśnej (ekotyp sarna leśna) występuje populacja polna (ekotyp sarna polna), która przystosowała się do życia na otwartych terenach uprawnych, łąkach, a nawet w ogrodach w pobliżu ludzkich osiedli.

Przyroda zachwyca w każdej porze roku. Chodźmy jak najczęściej nawet na krótkie spacery po najbliższej okolicy. Dla zdrowia oraz po to, aby odpocząć i zaspokoić ciekawość świata. Nie trzeba wyjeżdżać w daleką podróż. Wystarczy spacerować innymi niż dotychczas drogami i otworzyć się na odkrywanie nowego...

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

PRZYRODA W DZIECIĘCYCH WSPOMNIENIACH

Maria Olszowska (Mrągowo)

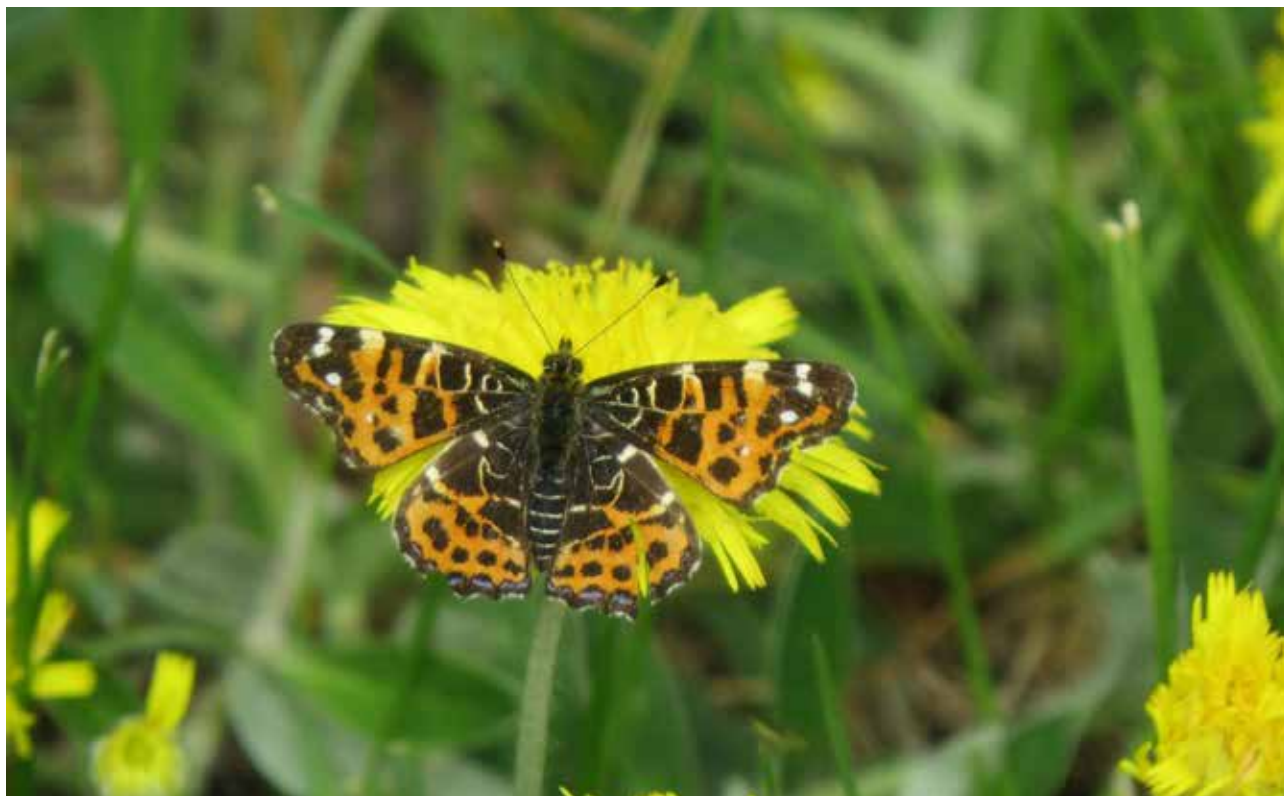
Czas szybko mija. Nie potrafimy go cofnąć, ale możemy zatrzymać w swojej pamięci. Jako osoba w wieku dojrzałym wracam często do okresu beztroskiego dzieciństwa, w którym nie było komputerów, nawet telewizja „raczkowała”. Było oglądanie książeczek, zabawy na podwórku, na łące albo wycieczki do lasu. Świat zapamiętany z dzieciństwa już się zmienił, ale w każdej chwili mogę wrócić do niego w moich wspomnieniach, które we mnie wciąż trwają.



Ryc. 1. Bzyg prądkowany. Fot. M. Olszowska.

Często przywołuję wspomnienie wiosny, najpiękniejszej dla mnie pory roku, najbardziej „kwiecistej”. Łąka i leżące na kocu dwie 6-letnie dziewczynki z warkoczami i kokardami – oto ja i moja najbliższa przyjaciółka. Leżałyśmy i patrzyłyśmy w niebo, obserwując przesuwające się chmury. Każda z nas opowiadała, z czym kojarzy się jej chmura. Nasza dzie-

cięca wyobraźnia podsuwała różne zwierzęta znane z książeczek. Z czasem nauczyłyśmy się z pomocą chmur przewidywać zbliżającą się burzę. A po niej z radością taplałyśmy się boso w błocie. Lubiliśmy też obserwować, co działo się na łące wokół nas, a nasze oczy „nagrywały” film przyrodniczy na trwale zapisywany w dziecięcej pamięci. W tamtych



Ryc. 2. Rusałka kratkowiec – forma wiosenna. Fot. M. Olszowska.



Ryc. 3. Rusałka kratkowiec – forma letnia. Fot. M. Olszowska.

czasach nikt nie słyszał o kamerze, fotograficznych aparatach cyfrowych i komórkowych telefonach z funkcją filmowania i fotografowania. Pamiętam doskonale pochylające się nad naszymi głowami kwiat-

ki białe, żółte, niebieskie i fioletowe... A na kwiatkach buczące trzmiele, bzyczące pszczoły i osy. Bałyśmy się tych owadów, bo rodzice mówili, że mogą użądlić. Ładny bzyg prążkowany (*Episyrrhus balteatus*),

wyglądający podobnie jak osa, też był dla bezpieczeństwa oglądany z pewnej odległości. Dopiero później moja przyrodnicza wiedza się wzbogaciła i dowiedziałam się, że bzyg jest niegroźny. A podobieństwo barwne osy i bzyga nie jest przypadkowe. Oba owady wysyłają sygnał zniechęcający drapieżniki do ich konsumpcji. Bezbronny bzyg naśladuje groźną osę, ratując w ten sposób swoje życie (Ryc. 1).

Genialne, choć proste rozwiązanie natury. Na łąkowych kwiatach siadały różnobarwne, piękne motyle. Dzisiaj wiem, jakie motyle wówczas podziwiałam i zapamiętałam. Rusalka kratkowiec (*Araschnia levana*) należy do motyli, u których występuje barwna dwupostaciowość sezonowa. Oznacza to, że forma wiosenna wygląda inaczej niż forma letnia. Wierzch skrzydeł kratkowca na wiosnę jest jaskrawy, ceglasty



Ryc. 4. Lazurek – modraszek ikar. Fot. M. Olszowska.



Ryc. 5. Czerwończyk dukacik – samiec. Fot. M. Olszowska.

z czarnym deseniem (Ryc. 2), zaś w lecie ciemno-brązowy, nawet czarny, z żółtawo-białą przepaską zewnętrzną (Ryc. 3). Bardzo nam się podobał modraszek ikar (*Polyommatus icarus*). Samce mają górną powierzchnię skrzydeł intensywnie błękitną, o fioletowym odcieniu, z ciemnym brzegiem i jasnymi strzępinami (Ryc. 4). Bodaj najpiękniejszym z zapamiętanych pozostał czerwонецzyk dukacik (*Lycæna virgaureæ*), bo po rozłożeniu skrzydeł przypominał kokardę, jaką miałyśmy we włosach. Kolor skrzydeł motyla kontrastował z otoczeniem i rzucał się w oczy. Wierzch skrzydeł samców tego gatunku jest czerwono-pomarańczowy i metalicznie połyskuje, a brzeg otoczony jest czarną obwódką (Ryc. 5).

Wspominam z rozrzwinięciem zabawy z dzieciństwa związane z pięknymi roślinami, które zapadły mi w pamięć. Jako małe dziewczynki nie mogłyśmy wiedzieć, że dywany kwitnących roślin są dla owadów „szwedzkim stołem” obfitującym we wszelkie dania do wyboru i do koloru. Owady zapylające kwiaty pełnią rolę kurierów przenoszących pyłek z jednych kwiatów na drugie między roślinami tego samego gatunku. Pamięć podsuwa mi obraz kącika polnego i chabra bławatka. Kącik polny (*Agrostemma githago*) rósł wtedy pospolicie, zwłaszcza w uprawach



Ryc. 6. Kącik polny. Fot. M. Olszowska.



Ryc. 7. Chaber bławatek. Fot. M. Olszowska.

ozimego żyta. Rwało się jego fioletowe kwiatki i pło-
tło z nich wianki na głowę, a nawet robiło bukieciki.
Dzisiaj kąkol dziko nie występuje. Jako chwast zo-
stał wytępiony stosowanymi przez lata herbicydami.
Pojedyncze osobniki można jeszcze spotkać spora-
dycznie na terenach porolniczych. Kąkol posiada
wzniesioną, owłosioną łodygę, rozgałęziającą się,

jowo modrakami, gdyż mają koszyczki niebieskie lub
białasami, gdy wytwarzają koszyczki białe (Ryc. 7).
W ich kwiatostanach występują tylko kwiaty jęczycz-
kowe, przy czym brzeżne są większe i postrzępione.
Interesującym jest fakt, że owoce chabrow rozsiewa
wiatr i mrówki.



Ryc. 8. Przetacznik ożankowy. Fot. M. Olszowska.

osiągającą wysokość do 90 cm. Na szczycie każdej
łodyżki wyrasta pojedynczy liliowy kwiat, złożony
z pięciu płatków korony w otoczeniu pięciu zielo-
nych, długich i owłosionych działek kielicha (Ryc. 6).

Która z dziewcząt chciała mieć bardziej kolorowy
wianek, rwała kąkol i błękitne chabry bławatki, bo
rosły w zbożu obok siebie. Chaber bławatek (*Centaurea cyanus*) osiąga, jak kąkol, wysokość do 90 cm,
ma łodyżkę lekko zeberkowaną, pajęczynowato
owłosioną, rozgałęzioną. Bławatki zwane są zwyczaj-

Wśród gęstych wysokich traw na łące kryła się
błękitna piękność. Miss urody delikatnej i nieszablo-
nowej. To przetacznik ożankowy (*Veronica chamae-
edrys*). Przetacznik posiada kwiaty w luźnych gronach,
wyrastających po dwa z kątów górnych liści. Korona
4-płatkowa jest z bardzo krótką rurką, do której
dostęp jest zamknięty wieńcem włosków. Nawet bez
lupy zobaczyć można wystające z rurki dwa pręciki
i długą szyjkę słupka (Ryc. 8). Roślina ta, jak wiele
innych, otwiera kwiatki z rana, witając wschodzące



Ryc. 9. Knieć błotna. Fot. M. Olszowska.



Ryc. 10. Niezapominajka polna. Fot. M. Olszowska.

słońce. Jest to zjawisko fotonastii, ruchowej reakcji rośliny na zmianę intensywności oświetlenia. Przejawia się ona w otwieraniu kwiatów rano w słoneczny dzień i zamykaniu wieczorem, gdy zachodzi słońce. Chodziłyśmy też na pobliską podmokłą łąkę, bo tam nad rowem z płynącym bystro małym strumykiem rosły przepiękne żółte kaczence (*Caltha palustris*), czyli kniec błotna (Ryc. 9). Roślina ta posiada grube kłącze, na którym jesienią tworzą się pąki będące zawiązkami pędów wiosennych. Łodyga ma około 50 cm długości, jest wzniesiona lub lekko się pokładająca, gruba, rozgałęziona, pusta i naga. Liście kaczence są błyszczące, nerkowate, lekko karbowane. Kwiaty posiadają pięć żółtych płatków i średnicę do 4 cm, bardzo liczne pręciki i 5 do 8 słupków. Ta trująca, miiododajna roślina kwitnie od marca do maja, czasem dłużej. Rwałyśmy tę roślinę zachłannie, ale w końcu zaniechałyśmy, bo roślinki szybko więdły. Nawet gdy doniosłyśmy je do domu i szybko wstawiłyśmy do wazonika, to i tak na drugi dzień płatki kwiatów odpadały. Dłużej utrzymywały się w wazonie niebieskie niezapominajki polne (*Myosotis arvensis*), kwiaty z bajki, kwiaty z wiersza Marii Konopnickiej, które patrzą rybim oczkiem i szepczą skromnie „nie zapomnij o mnie” (Ryc. 10). Jakże można było zapomnieć o tak ślicznych błękitnych

kwiatkach? Ogarniał nas smutek, gdy łąka została skoszona, a nasze kwiatki leżały pokotem. O niezapominajkach pisałam w czasopiśmie Wszechświat (t. 122, 4–6/2021). Na skoszonej łące często pojawiały się bociany białe (*Ciconia ciconia*), dostojnie brodzące na swoich szczudłowatych czerwonych nogach. Zastanawialiśmy się, ile żabek uda się każdemu z nich złowić i zjeść. Wiele lat później dowiedziałam się, że wbrew obiegowym opiniom, bocian wcale nie jest zaciętym eksterminatorem żab. W jego karcie dań są również krety, norniki, myszy, ryby, gady, mięczaki, chrząszcze oraz dżdżownice.

W lesie też się nie nudziłyśmy, bo w tym środowisku rośnie dużo rodzimego niecierpka pospolitego (*Impatiens noli-tangere*) i niecierpka drobnokwiatowego (*Impatiens parviflora*), bardzo do niego podobnego, ale mającego azjatyckie pochodzenie. Jeden i drugi wytwarza żółte kwiatki. Ale nas interesowały tylko owoce tej rośliny. Mają one postać podługnych torebek, które gdy dojrzeją, gwałtownie pękają przy dotknięciu lub potrąceniu, wyrzucając nasiona nawet na odległość 7 m (Ryc. 11). Ta roślina ma w nadanej nazwie prośbę „nie dotykaj mnie”, jakby nie cierpiała dotykania i przyciskania. Nasz kontakt z niecierpkim polegał na wymyślonej konkurencji, której zwycięzcą zostawał ten, kto przez dotykanie „wystrzelił”



Ryc. 11. Niecierpek pospolity z owocami. Fot. M. Olszowska.

najwięcej owoców w określonym czasie. Inną rośliną naszych zabaw była śnieguliczka biała (*Symphoricarpos albus*). Jest to krzew z rodziny przewiertniowatych, wytwarzający białe, okrągłe pestkowce podobne do jagód (Ryc. 12). Deptane „trzaskają”. Ileż radości przy tym było.

Bawiliśmy się też liśćmi i owocami łopianu większego (*Arctium lappa*) z rodziny astrowatych. Ta dwuletnia roślina w pierwszym roku wytwarza wielkie, sercowate liście. Kwitnie i owocuje dopiero

Z kasztanów w przedszkolu i potem w szkole podstawowej robiliśmy rozmaite zwierzątka i ludziki. „Kasztany” to nasiona kasztanowca (*Aesculus hippocastanum*): duże, ciemnobrązowe, gładziutkie i przyjemne w dotyku, z kolistym znaczkiem. Dojrzwiają w kolczastej zielonej torebce, rozpadającej się po dojrzeniu na trzy części. Do dzisiaj dzieci je zbierają i robią z nich zabawki.

Dziecięce zachwyty nad pięknem otaczającej nas przyrody wpłynęły na nasze późniejsze życie. Mie-



Ryc. 12. Śnieguliczka biała z owocami. Fot. M. Olszowska.

w drugim roku. Fioletowo-różowe kwiaty są zebrane w koszyczki wyrastające na długich szypułkach, na górnej części łodygi tworząc wiechę. Charakterystyczną cechą jest to, że okrywy koszyczków mają od zewnątrz zielone, haczykowate łuski (Ryc. 13). Owoce-nielupki, zwane rzepami lub dziadami, dzięki małym haczykom mogą być rozsiewane przez zwierzęta, bo przyczepiają się do ich sierści lub do naszych ubrań. Urządzałyśmy konkursy, rzucając w siebie rzepami. Liczyłyśmy, kto przyczepił przeciwnikowi więcej dziadów. Z wielkich liści łopianu robiliśmy sobie parasole, chroniące nas przed deszczem i nadmiernym słońcem. Liście służyły chłopcom za dach budowanego z patyków namiotu nazywanego domem. Dziewczynki gotowały w nim zupki z rozmaitych listków i kwiatków.

sce naszego zamieszkania: na obrzeżu dużego miasta, w rolniczym krajobrazie, umożliwiało bezpośredni kontakt z przyrodą, jej kolorami i zapachami. Z koleżanką z łukowego koca chodziłyśmy do tej samej klasy szkoły podstawowej i tej samej klasy licealnej. Ukończyłyśmy nawet tę samą uczelnię. Ona została geografem, a ja biologiem. Zabawy, spacer, wypady na łękę uwrażliwiły nas na piękno przyrody, rozwinęły naszą spostrzegawczość, otworzyły nam oczy na wcześniej niedostrzegalny świat, który był przecież tak bliski... Utrwaliły w nas dziecięcą ciekawość, nauczyły uważnej obserwacji i odkrywania tajemnic przyrody. Wszak świat do odkrycia jest w każdym miejscu. Odkrywam go do dziś...

Z tamtych szczenięcych lat pozostała we mnie przemożna chęć podglądania przyrody. Także jej



Ryc. 13. Łopian większy z koszyczkami kwiatowymi. Fot. M. Olszowska.

fotografowania, obecnie ułatwionego dzięki aparatom cyfrowym. Jestem do dziś zakochana w roślinach z tamtej dziecięcej łąki. Roślinach wytwarzających piękne kwiatostany koszyczkowe. Lubię je fotografować i nadal robię z nich sezonowe bukiety. W maju zawsze przynoszę do wazonu złocienie właściwe (*Leucanthemum vulgare*) i stawiam w zasięgu wzroku. Typowy kwiatowy koszyczek, np. złocienia, sprawia wrażenie pojedynczego kwiatu. Kwiaty w koszyczku wyrastają z wspólnego zielonawego osadnika. Środek koszyczka zajmują płodne żółte kwiaty rurkowe, zaś na jego brzegu znajdują się płonne białe kwiaty języczkowe, stanowiące jedynie powabnię dla owadów (Ryc. 14). Gdy przeprowadziłam się z południa Polski na Mazury, moją uwagę od razu zwróciły rośliny podobne do złocienia właściwych. Miały jednak całe żółte koszyczki (Ryc. 15). Takich roślin dotąd nie widziałam. Okazało się, że jest to rumian żółty (*Cota tinctoria*), rzadki na południu kraju, a pospolity na północy. To roślina z rodziny astrowatych. Osiąga wysokość ok. 60 cm. Ma łodygę szarozieloną, krótko owłosioną. Liście są pierzastosieczne. Owocem jest niewielka niełupka długości 2 mm, ze szczątkowym kielichem. Rumian żółty porasta suche zbocza, przydroża, torowiska, nasypy kolejowe i tereny ruderalne.



Ryc. 14. Koszyczki złocienia właściwego. Fot. M. Olszowska.

Wiosna od dzieciństwa pozostała moją ulubioną porą roku, którą podziwiam niezmiennie od wielu, wielu lat, na nowo odkrywając jej piękno. W maju, jak w żadnym innym miesiącu, natura prezentuje stworzoną przez siebie bioróżnorodność, widoczną w wielu gatunkach roślin i zwierząt, w feerii barw, kształtów i zapachów.

Przebywanie na łonie natury działa na człowieka relaksująco i pozytywnie nastraja do życia. Bezpośredniego kontaktu z przyrodą nic nie zastąpi, nawet najpiękniejsze książki i przyrodnicze filmy. Dla do-

nasze wnuki to już pokolenie cyfrowe, które dorasta w otoczeniu informatycznym. Trzeba dzieciom pokazywać, że poza komputerem, tabletem i smartfonem istnieje prawdziwy świat, nie wirtualny. Ich wrodzona ciekawość pozwoli na samodzielne odkrywanie świata przyrody. Uczmy młode pokolenie nieegoistycznego podejścia do całej natury. Tłumaczmy, że biblijne „czyńcie sobie ziemię poddaną” nie oznacza, iż możemy z nią robić co chcemy. Trzeba tak pokierować młodymi ludźmi, aby troska o Ziemię i Przyrodę stała się dla nich czymś naturalnym.



Ryc. 15. Rumian żółty. Fot. M. Olszowska.

rośnych, którzy osiągnęli wiek, kiedy wspomnienia dominują nad marzeniami, obserwowanie i podziwianie przyrody jest jak odkrywanie nowych wartości w szkolnych lekturach. Austriacka pisarka Marie von Ebner-Eschenbach słusznie uważała, że „W młodości uczymy się, ale na starość rozumiemy. Pozostaniemy młodymi, dokąd będziemy mogli uczyć się nowych przyzwyczajęń i znosić przeciwności...”

Dzisiaj powiedzielibyśmy, że nasze dawne rozrywki to były edukacyjne zabawy płynące z dziecięcych odkryć. Jeszcze nasze najstarsze córki, gdy miały kilka lat, z zadowoleniem plotły wianki na głowę, ale

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

WSZECHŚWIAT FINALISTĄ KONKURSU POPULARYZATOR NAUKI 2021

Maria Śmiałowska (Kraków), Michał Kozakiewicz (Warszawa)

Miło mi poinformować czytelników i autorów *Wszechświata* że zespół redakcyjny naszego czasopisma został finalistą konkursu Popularyzator Nauki 2021 w kategorii Media. Konkurs Popularyzator Nauki organizowany jest od 2005 roku przez serwis Nauka w Polsce, Polskiej Agencji Prasowej we współpracy z Ministerstwem Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Jest to najbardziej prestiżowy w Polsce konkurs w którym nagradzani są uczeni, popularyzatorzy, ludzie mediów i społecznicy, których pasją jest odświeżanie tajemnic współczesnej nauki osobom niezwiązanym ze środowiskami akademickimi.



Ryc. 1. Dyplom dla Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*.

Wszechświat pismo przyrodnicze jest najdłużej wydawanym czasopismem popularno-naukowym w Polsce, działa bowiem od 1882 roku. Obecny zespół redakcyjny liczący czternastu naukowców polskich uczelni oraz instytucji badawczych przystąpił do konkursu po raz pierwszy. Jako Redaktor Naczelna



Ryc. 2. Dyplom dla ś.p. prof. Jerzego Vetulaniego.

Wszechświata pragnę podziękować Wam, drodzy czytelnicy, za Wasze pragnienie pogłębiania wiedzy i głód poznawania przyrody, dzięki którym możemy do Was pisać.

Na marginesie sukcesu, jakim było wyróżnienie *Wszechświata* w kategorii „Media” w 17-tej edycji konkursu Popularyzator Nauki warto wspomnieć, że wyróżnienia w tym konkursie trafiały już wcześniej do członków naszej redakcji w kategoriach indywidualnych. Pierwszą nagrodę tego rodzaju zdobył w 2012 roku śp. prof. Jerzy Vetulani, profesor Instytutu Farmakologii Polskiej Akademii Nauk, redaktor naczelny *Wszechświata* w latach 1981–2002; przewodniczący Rady Redakcyjnej w okresie 2003–2011, a w ostatnich latach życia jej wiceprzewodniczący. Była to Nagroda specjalna za całokształt działalności popularyzatorskiej. Fotografia „trofeum” zdobytego przez nieżyjącego już obecnie Profesora Vetulaniego przedstawiona jest na ryc. 2. Prezes Polskiej Akademii Nauk i przewodniczący jury konkursu, prof. Michał Kleiber powiedział, że wyróżniony jest nie tylko wybitnym farmakologiem, ale również człowiekiem, który ma wręcz obsesję popularyzowania.

W następnym roku (2013) nagroda główna w kategorii Naukowiec przypadła innemu członkowi i wiceprzewodniczącemu naszej Rady Redakcyjnej, profesorowi Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Ryszardowi Tadeusiewiczowi, który potem powtórzył ten sukces w 2018 roku uzyskując nagrodę główną i tytuł Popularyzatora Nauki. Na rycinie przedstawione są obie statuetki „Popularyzatora Nauki” uzyskane przez prof. Tadeusiewicza.

Maria Śmiałowska
Redaktor Naczelna *Wszechświata*



Ryc. 3. Nagrody prof. Ryszarda Tadeusiewicza.



Ryc. 4. Pamiątkowy termos.

W roku bieżącym, 3 grudnia 2021 o godz 12.00, w siedzibie PAP w Warszawie, ul.Bracka 6/8 odbyła się gala finałowa konkursu Popularyzator Nauki.

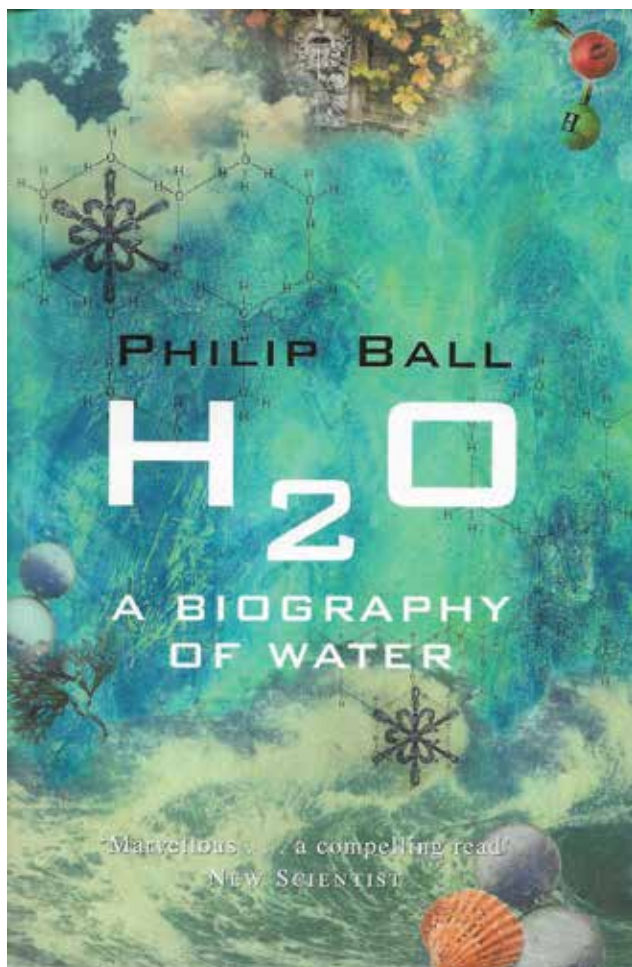
W gali uczestniczył wieloletni członek Rady Redakcyjnej *Wszechświata* Profesor Michał Kozakiewicz, z Wydziału Biologii i Badań Biomedycznych Uniwersytetu Warszawskiego, który reprezentował Zespół Redakcyjny naszego pisma na tej uroczystości.

Profesor Michał Kozakiewicz, specjalnie dla czytelników *Wszechświata*, relacjonuje to wydarzenie:

Uroczysta gala wieńcząca tegoroczną, siedemnastą już edycję konkursu Popularyzator Nauki odbyła się w dniu 3 grudnia 2021 r. w warszawskiej siedzibie PAP. Konkurs organizowany jest przez serwis Polskiej Agencji Prasowej o nazwie *Nauka w Polsce* we współpracy z Ministerstwem Edukacji i Nauki. Galę, oprócz finalistów i laureatów konkursu, zaszczyliły swoją obecnością osoby zaangażowane bezpośrednio lub pośrednio w jego realizację, wśród których wymienić należy pana profesora Michała Kleibera – przewodniczącego jury, pana Wojciecha Surmacza – prezesa Polskiej Agencji Prasowej oraz reprezentującego Ministerstwo pana Radosława Brzózki – szefa gabinetu politycznego ministra. Do tegorocznej edycji tego prestiżowego konkursu zgłoszonych zostało aż 80 wniosków zgrupowanych w 5 kategoriach: Naukowiec, Animator, Zespół, Instytucja oraz Media. Ogromnie miło jest mi poinformować, że w kategorii Media finalistą konkursu zostało czasopismo *Wszechświat*, a niżej podpisany miał przyjemność odebrać dyplom i nagrodę w imieniu całego Zespołu Redakcyjnego. W krótkich wystąpieniach większość laureatów, a także prof. Kleiber, podkreślali niezwykle ważną rolę popularyzacji nauki zwracając szczególną uwagę na jej wyjątkowe znaczenie w dzisiejszej rzeczywistości, w której mamy do czynienia z tak poważnymi problemami, jak pandemia koronawirusa czy kryzys klimatyczny. Zwracano uwagę na fakt, że dobra popularyzacja nauki, szczególnie wśród młodzieży szkolnej, nie może ograniczać się tylko do przekazywania informacji, lecz przede wszystkim powinna uczyć krytycznego i twórczego myślenia oraz podejmowania dobrych decyzji opartych na rzetelnej wiedzy. Taką misję *Wszechświat* spełnia z powodzeniem od niemal 140 lat. Należy tylko wyrazić głęboką nadzieję, że wszystkim osobom i instytucjom zaangażowanym w popularyzację prawdziwej nauki i rzetelnej wiedzy o świecie nigdy nie zabraknie zapału i odwagi. Warto w tym miejscu przytoczyć słowa dra hab. Piotra Rzymskiego – laureata Głównej Nagrody w konkursie: „Popularyzacja nauki to lepsze dziś i spokojniejsze jutro”.

Michał Kozakiewicz

Philip Ball: H_2O A Biography of Water. Wydawca Phoenix; Orion Publishing Co, 387 stron, oprawa miękka, język Angielski, cena 52 zł



Wodę tworzącą morza i oceany można wielokrotnie porcjować do coraz mniejszych fragmentów, aż uzyska się najmniejszą niepodzielną cząstkę wody złożoną z dwóch atomów wodoru i jednego atomu tlenu. Dalszy podział wody nie jest już możliwy, gdyż uzyskamy wtedy pojedyncze atomy wodoru oraz tlen, ale nie wodę. W taki sposób autor rozpoczyna swoją opowieść o wodzie. „Biografia wody” składa się z czterech części podzielonych na 11 rozdziałów i epilog. Część I „Cosmic Juice” opowiada skąd się wzięła woda we wszechświecie, gdy jeszcze nie było – od „Big Bang-u” po utworzenie się mórz i oceanów. Zaskoczeniem dla czytelnika będzie pochylenie się autora w tym rozdziale nad obiegiem wody na ziemi, omawia on precyzyjnie prądy ciepłe i zimne w oceanach, źródła podziemne, jak i obieg wody w przyrodzie, czyli tzw. cykl hydrologiczny. W tym rozdziale poruszony jest również problem czy istnieje woda w kosmosie, np. na Marsie. Część II „Two Hands,

Two Feet” omawia rozwój myśli filozoficznej – jak zrodziła się myśl, że woda może być porcją – cząstką, aż po próby zrozumienia jej budowy atomowej, a więc badania Lavoisier’a, Daltona i Liebiga. Kolejno omówiona jest budowa chemiczna i własności fizyko-chemiczne wody. Na końcu tej części książki omówiona jest budowa płatków śniegu oraz własności wody w różnych temperaturach. Część III „Life’s Matrix” omawia wodę w kompartmentach komórkowych organizmów żywych, zarówno roślinnych, jak i zwierzęcych, jej rolę w budowaniu kwasów nukleinowych i białek. Tłumaczy dlaczego krew zwierząt żyjących w zimnych arktycznych oceanach nie zamarza. Część IV „Strange Brew” przewrotnie opowiada, jak naukowcy mogą się wplątać w wieloletnie badania nad istotą wody, które po latach okazują się nieprawdą; omawia również badania prowadzące do wykorzystania wody jako źródła wodoru i wytwarzania energii oraz mit „pamięci wody”.

Książka jest napisana przez znanego autora wielu naukowych pozycji i redaktora Nature. Pozycja zawiera liczne ryciny i fotografie. Książka jest godna polecenia osobom pragnącym zgłębić tajniki funkcjonowania wszechświata, od kosmosu po komórki organizmów żywych. Ponieważ książka wydana została w 2000 roku, niektóre zagadnienia fizyko-chemiczne omawiane w pozycji zostały wyjaśnione lub zmodyfikowano sposób myślenia, stąd doskonałym uzupełnieniem książki są wykłady Philipa Balla dostępne w Internecie – polecam.

Katarzyna Stachowicz,
e-mail: stachow@if-pan.krakow.pl



Ojcowski
Park Narodowy

M

onетка bukowa /*Oudemansiella mucida*/ na konarze buka w Ojcowskim Parku Narodowym. Zdjęcie wykonano w październiku 2021r.
Fot. Paweł Głowacki.

