

MARZEC - KWIECIEŃ 2023

ISSN 1426-6210

ZIELONA PLANETA



Dwumiesięcznik
Dolnośląskiego Klubu Ekologicznego

KOLEGIUM REDAKCYJNE:

Włodzimierz Brząkała
Krystyna Haladyn - redaktor naczelna
Maria Kuźniarz
Aureliusz Mikłaszewski
Maria Przybylska-Wojtyszyn
Bogusław Wojtyszyn

KOREKTA:

Maria Przybylska-Wojtyszyn

OPRACOWANIE GRAFICZNE:

Bogusław Wojtyszyn

TYPOGRAFA I SKŁAD:

MAYDAY Wojciech Ziółkowski
www.mayday-mayday.pl
biuro@mayday-mayday.pl

WYDAWCA:

Dolnośląski Klub Ekologiczny
ul. Marszałka J. Piłsudskiego 74
50-020 Wrocław

ADRES REDAKCJI:

51-168 Wrocław
ul. Sołtysowicka 19b, pok. 006
www.ekoklub.wroclaw.pl
e-mail: ekoklub.wroc@gmail.com
tel. +48 71 347 14 44

KONTO BANKOWE:

62 1940 1076 3116 0562 0000 0000
Credit Agricole Bank Polska SA

WERSJA INTERNETOWA CZASOPISMA:

www.ekoklub.wroclaw.pl

Redakcja zastrzega sobie prawo wprowadzania skrótów w tekstach autorskich.

Za zawartość merytoryczną tekstów odpowiadają autorzy.

Przedruk lub inny sposób wykorzystania materiałów możliwy tylko za wiedzą i zgodą redakcji.

SPIS TREŚCI NUMERU

FORUM EKOLOGICZNE

Przez węgiel i gaz do OZE <i>Aureliusz Mikłaszewski</i>	3
Miasto bez samochodu – utopia czy konieczność <i>Tadeusz Kopta</i>	6
Lasy węglowe <i>Michał Śliwiński</i>	9
Czy związki bioorganiczne mogą selektywnie uśmiercać komórki nowotworowe? <i>Andrzej Teisseyre</i>	14
Środowisko miejskie a zdrowie <i>Krystyna Pawlas</i>	17

SPOTKANIA Z PRZYRODĄ

Spotkania z przyrodą. Cz. 17. Wiosna <i>Zbigniew Jakubiec</i>	19
--	----

PREZENTACJE

Grzyby makroskopijne wrocławskich pól irygacyjnych <i>Marek Halama</i>	21
---	----

EKO FELIETON

Homo sapiens <i>Aureliusz Mikłaszewski</i>	26
---	----

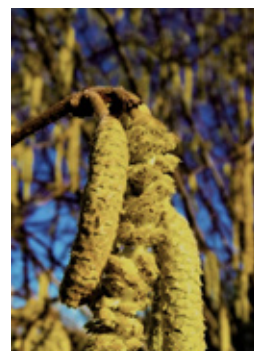
Naszą działalność możesz wspomóc,
przekazując 1,5 % podatku na Dolnośląski Klub Ekologiczny:
KRS nr 0000439192

Kod QR



Zeskanuj kod oraz czytaj najnowsze i archiwalne numery Zielonej Planety

Okładka:



Kwitnąca leszczyna (*Corylus avellana*)
Fot. Aureliusz Mikłaszewski



Publikacja współfinansowana ze środków
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu

Poglądy autorów i treści zawarte w publikacji nie zawsze
odzwierciedlają stanowisko WFOŚiGW we Wrocławiu.



PRZEZ WĘGIEL KAMIENNY I GAZ DO OZE

Aureliusz Mikłaszewski

POLSKA WĘGLEM STAŁA

Węgiel kamienny miał „od zawsze” szczególne znaczenie dla polskiej gospodarki. Nazywany był „czarnym złotem”, bo jego eksport w PRL-u dostarczał dewiz. Pod koniec lat siedemdziesiątych XX w. wydobywano w Polsce wg doniesień prasowych prawie 200 mln ton węgla rocznie, dokładnie było to 198 mln ton. Ale wysokie wydobywanie było dla władz miarą sukcesu. Polska rosła w siłę, a ludziom (niektórym) żyło się dostatnio. Górnicy byli grupą uprzywilejowaną, należy dodać – za ciężką pracę tych zatrudnionych przy wydobyciu na dole. Były wysokie pensje, różne dodatki finansowe i przywileje w dostępie do reglamentowanych towarów, tzw. talony na pralki, lodówki, samochody przydzielane przez kopalnie. W górnictwie pracowało w okresie najwyższego zatrudnienia 437 tys. osób (1987 r.). Cała energetyka była oparta na spalaniu węgla. O skażeniu środowiska nie było prawie żadnych informacji – nie pozwalała na to cenzura. Brak informacji o zagrożeniach i przywileje zapewniały spokój, a nawet poparcie dla rządzących. Węgiel był powszechnie dostępny i względnie tani. Gdyby ktoś wtedy powiedział, że w Polsce węgla może brakować, to spotkałby się z niedowierzaniem.

A JEDNAK...

Pod koniec roku 2022 rzeczywiście zarysowała się taka możliwość, jak informowały niektóre publikatory, że w zimie będziemy marzli z powodu braku węgla. Jeszcze w roku 2000 wydobywano ok. 102 mln ton węgla, a w 2010 r. – 76 mln ton,

wydobywanie spadało, by w roku 2022 osiągnąć 52,8 mln ton, co nie pokrywało potrzeb. Malowało też zatrudnienie w górnictwie i w roku 2022 wynosiło 75,5 tys. osób.

Spadek wydobywania węgla kamiennego to skutek dążeń wielu państw na świecie, w tym Unii Europejskiej i Polski, do jego eliminacji z gospodarki. Chodzi głównie o jego wysoką emisyjność i zagrożenia środowiskowe. Emisyjność elektrowni węglowych jest stopniowo ograniczana przez regulacje prawne i ekonomikę. W dalszej perspektywie rozwój energetyki i ciepłownictwa oparty na węglu nie ma przyszłości, gdyż ograniczone zasoby węgla zostaną w niedalekiej przyszłości wyczerpane.

NA JAK DŁUGO WYSTARCZY?

Nie znaczy to jednak, że wyeksploatowaliśmy prawie wszystko. Zasoby geologiczne węgla, w tym zalegające bardzo głęboko, w trudnych warunkach eksploatacyjnych, dzielone przez średnie wydobywanie dałyby jeszcze wiele lat eksploatacji, około 100-120 lat, jak mówili o węglu niektórzy decydenci. Ale tak nie wolno liczyć i planować wydobywania, gdyż całych zasobów z przyczyn technicznych i ekonomicznych (przy obecnym stanie techniki) nie da się wyeksploatować. To są zasoby wg klasyfikacji ONZ tzw. *resources*, które z przyczyn technicznych i ekonomicz-



Fot. 1. Gazociąg Baltic Pipe, w r. 2020 jeszcze w planach, oddany do użytku w październiku 2022. Źródło: TVP 1

nych nie mogą być wydobywane. Są słabo udokumentowane, możliwe do wydobywania w przyszłości, ale nie stanowią podstawy do planowania inwestycji górniczych. Do obliczeń na jak długo jeszcze wystarczy węgla, można brać jedynie zasoby *reserves* – operatywne. Nazwa *reserves* odpowiada polskimi zasobom operacyjnym, możliwym do uzasadnionej technicznie i ekonomicznie eksploatacji przy obecnych cenach i dostępnych sposobach eksploatacji. Wg M. Wilczyńskiego (2016 r.) wystarczy ich jedynie na ok. 18 lat, a przy mniejszym wydobywaniu – na dłużej.

WOJNA, CENY, PROBLEMY

Zanim to jednak nastąpi, konieczne jest zastąpienie węgla przez inne źródło energii w sposób niezagrażający przerwaniem dostaw prądu oraz ciepła dla gospodarki i ludności. Do tego zmierza europejska i polska polityka energetyczna. Ale wojna na Ukrainie zmieniła ten proces. Na pierwszy plan wysunęło się bezpieczeń-



Fot. 2. Węgiel opałowy dla gospodarstw domowych, już nie z Rosji. Fot. Aureliusz Mikłaszewski

stwo energetyczne, ciągłość i pewność dostaw prądu i ciepła. Zapewnia je energetyka oparta na węglu, niezależnie od pogody i warunków klimatycznych. Po rezygnacji z dostaw rosyjskiego węgla (kwiecień 2022 r.), wobec spadającego (planowo) wydobycia, wobec spadającego (planowo) wydobycia, konieczny stał się import węgla do Polski.

Wg Agencji Rozwoju Przemysłu (ARP) w roku 2021 polskie kopalnie wydobły 55 mln ton węgla, a w roku 2022 wydobycie wyniosło 52,8 mln ton. Ten spadek wydobycia, został zrekomensowany rekordowo wysokim importem węgla, dla gospodarki i ludności, który w roku 2022 osiągnął wielkość 19,4 mln ton, z czego 15,7 mln ton to węgiel energetyczny. Ceny węgla były wysokie (350-380 dolarów za tonę), gdyż jesienią 2022 r. wiele krajów sprowadzało węgiel w obawie przed nadchodzącą zimą i w obliczu malejących dostaw węglowodórów z Rosji, m.in. z powodu sankcji nałożonych na Rosję przez Unię Europejską.

Węgiel podróżował też znacznie w Polsce, w grudniu 2022 r. cena węgla dla energetyki wyniosła 535,13 zł/tonę. W porównaniu z ceną węgla z grudnia 2021 r. jest to wzrost o 100%. Węgiel dla ciepłownictwa w grudniu 2022 r. kosztował 1193,24 zł/tonę, to jest ok. 200% więcej niż w grudniu 2021 r. Na import węgla, głównie energetycznego, wydano w 2022 r. ok. 20 mld zł, zapewniając pokrycie potrzeb energetyki, ciepłownictwa i gospodarstw domowych. Uspokojono też nastroje społeczne i obawy, że węgla może braknąć, jak ostrzegali niektóre media. Nie zabrakło, a samorządy dało się przekonać do dystrybucji węgla.

Wzrosły też zapasy węgla na składach. W sierpniu 2022 r. było to ok. 1 mln ton, w grudniu 2022 r. – 2,2 mln ton, a w lutym 2023 r. przy elektrowniach systemowych było 3,5 mln ton i nadal rosła. Nadmiar własnego i sprowadzonego węgla w Europie spowodował, że jego cena na rynkach światowych spada, a w Polsce kłopot związany z niedoborem węgla zastąpił znacznie mniejszy kłopot związany

z jego nadmiarem.

W UE WĘGIEL „NA CHWILĘ”

Zagrożenie niedoborem węglowodórów importowanych z Rosji spowodowało zmianę priorytetów w gospodarce Unii Europejskiej. Na pierwszy plan wysunęło się bezpieczeństwo energetyczne, dostępność paliw i surowców. Emisyjność i pogorszenie stanu środowiska znalazły się na dalszym planie. Nie powinno to trwać zbyt długo, gdyż skażone emisjami środowisko powoduje negatywne skutki zdrowotne i pogorszenie jakości życia. Wiceprzewodniczący Komisji Europejskiej (4 III 2022) oświadczył, że „spalanie węgla, jako alternatywy dla rosyjskiego gazu, jest zgodne z celami klimatycznymi UE”. To próba usprawiedliwienia wzrostu zużycia węgla i zapotrzebowania na ten surowiec na rynkach światowych. Dodał też, że „musimy do węgla na chwilę powrócić”. Ale kopalni nie buduje się „na chwilę”. Zwiększenie wydobycia o parę milionów ton wymaga miliardowych nakładów i czasu – na roboty przygotowawcze, udostępniające, których nie da się przyspieszyć. Otwarcie nowych ścian wydobywczych w kopalni wymaga czasu od 6 miesięcy do paru lat i pewności, że zainwestowane w roboty górnicze miliardy złotych się zamortyzują. Popyt na węgiel w zimie 2022/2023 udało się zaspokoić importem, ale nadal pozostaje problem – zainwestować czy importować węgiel do Polski?

IMPORT Z ROSJI

W latach 2021, 2022 węgiel kamienny z Rosji sprowadzały wyłącznie przedsiębiorstwa prywatne dla gospodarstw indywidualnych i lokalnych kotłowni na wschodzie Polski. W roku 2021 Polska importowała z Rosji ok. 14% węgla w stosunku do zużycia krajowego. Łącznie z Rosji planowano w roku 2022 import 9,4 mln ton, z czego przed embargiem (kwiecień 2022) wjechało do Polski ok. 3 mln ton. Oszczędzanie i termomodernizacja zmniejszyły potrzeby i wg Ministerstwa Klimatu brakowało ok. 5,5 mln ton, które pokryto węglem z importu z różnych kierunków, głównie z Australii, Kolumbii, RPA, Indonezji. Na początku zimy węgiel na składach podróżował do 3500 zł/tonę i był reglamentowany. Rosnący import i rozwiązanie logistyki transportu węgla z portów do poszczególnych miejscowości w krótkim czasie spowodowały spadek jego cen:

- ◆ samorządy mogły kupować po cenie 1500 zł/tonę
- ◆ sprzedawać mogły w cenie do 2000 zł/tonę:
 - do 3 ton na gospodarstwo w roku 2022,
 - do 3 ton na gospodarstwo w roku 2023.

Średnia cena sprzedaży ustabilizowała się na poziomie 1850 zł/tonę. Obecnie węgiel zalega w portach i składach w wielu miejscowościach. Łagodna zima przyczyniła się do spadku zapotrzebowania, a składy węglowe nastawione na okazjonalny zysk musiały obniżyć jego



Fot. 3. Tankowiec Lech Kaczyński - pierwszy polski statek do transportu skroplonego gazu LNG. Źródło: TVP 1

cenę do poziomu sprzedaży węgla z importu. Różnicę cen między importem a sprzedażą pokrył Skarb Państwa, chroniąc w ten sposób obywateli przed skutkami wzrostu cen wywołanych agresją Rosji na Ukrainę.

Tej zimy rozwiązanie awaryjne zdało egzamin, ale na przyszłość powtarzanie go będzie nieekonomiczne i nie rozwiąże problemu braku energii elektrycznej i ciepła.

UMOWA SPOŁECZNA

28 maja 2021 r. została zawarta umowa społeczna z górnictwem związkami zawodowymi obejmująca planowe, uzgodnione wychodzenie z węgla i likwidację wydobywania do roku 2049. Umowa nie została jeszcze notyfikowana w UE. Ale dzisiaj, wobec konieczności przyspieszenia z przyczyn politycznych i ekonomicznych wychodzenia z węgla powstały nowe, niezależne od nas warunki. Do tego dochodzi planowane (ale jeszcze nieprzyjęte) na rok 2027 wejście w życie dyrektywy metanowej, obejmującej węgiel kamienny, a w roku 2031 węgiel koksujący. Te warunki skłaniają do renegotjowania ustaleń zapisanych w zupełnie innych realiach. Ważne jest jednak, by odbyło się to z poszanowaniem potrzeb zatrudnionych w górnictwie i przemysłach towarzyszących oraz koniecznością dostosowania się do warunków, jakie stworzyła nowa sytuacja polityczna, tj. wojna na Ukrainie i związane z nią warunki ekonomiczne. Przykład zamykania kopalni w Zagłębiu Ruhry w Niemczech pokazał, że jest to możliwe. Ostatnie kopalnie zamknięto w roku 2018 bez protestów społecznych.



Fot. 4. Farm fotowoltaicznych przybywa w szybkim tempie. Fot. Aureliusz Mikłaszewski

Wtedy nie było wojny w Europie, ale sposób zapewnienia ochrony dla zwalnianych pracowników zasługuje na uwagę.

OZE – ROZWIĄZANIE NA DŁUŻSZĄ METĘ

Dyrektor Międzynarodowej Agencji Energii (MAE) Faith Birol uważa, że środki nadzwyczajne podjęte przez kraje europejskie w celu zmniejszenia zapotrzebowania na gaz ziemny, jak „uruchomienie elektrowni węglowych były uzasadnione, mimo obaw o wzrost emisji dwutlenku węgla”. Uważa również, że wzrost zużycia węgla ma charakter „przejściowy” i pomoże zachować dostawy gazu do ogrzewania, a dodatkowe emisje CO₂ związane ze spalaniem węgla będą zrekompensowane przyspieszeniem planów UE w zakresie zmniejszenia zależności od importu paliw kopalnych, a szczególnie przez rozbudowę różnych sposobów pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych. Wobec niedoboru gazu związanego z embargiem na gaz z Rosji nie będzie on mógł pełnić, tak jak było planowane przed 24.02.2022 r., roli paliwa pomocowego pomiędzy węglem kamiennym, brunatnym a OZE. Gazu będzie mniej, będzie droższy i to właśnie przemawia za przyspieszeniem rozwoju OZE, energetyki prosumenckiej czy elektroprosumeryzmu.

TO SIĘ UDAŁO

Co do gazu, to Polska jest w wyjątkowo dobrej sytuacji. Łączne możliwości pozyskania gazu plus magazynowanie przekraczają potrzeby, które dzięki oszczędzaniu zmalały z 20,6 mld m³ w 2020 r. do ok. 18 mld m³ w 2022 r. Bilans tych możliwości wygląda następująco:

- ◆ ok. 4 mld m³ wydobyć krajowe,
- ◆ nieco ponad 3 mld m³ zapasy w magazynach, przepustowość gazoportu w Świnoujściu 8,3 mld m³ do 10 mld m³ (LNG z wielu krajów),
- ◆ gazociąg Baltic Pipe do 10 mld m³ (gaz ze złóż polskich i norweskich).

Do tego dochodzą przepustowości interkonektorów z Niemcami, Słowacją, Litwą – łącznie ponad 12 mld m³, a w przyszłości pływający terminal w Gdańsku – ok. 6,1 mld m³.

Dzięki decyzjom politycznym udało się import gazu z Rosji, który w roku 2020 wynosił 55% całkowitego importu gazu, ograniczyć do zera w roku 2022. Perspektywa nadwyżki gazu w Polsce może sprawić, że nasz kraj z importera zależnego od Rosji stanie się tzw. hubem gazowym w Europie.

PRZEZ BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE, SOCJALNE DO OZE

Dobre perspektywy gazowe w Polsce nie powinny spowalniać reformowania gospodarki, a szczególnie energetyki, w kierunku bezemisyjnym opartym o energię ze źródeł odnawialnych. Zyskają na tym środowisko i zdrowie obywateli, gdy chwilowy wzrost zużycia emisyjnego węgla zostanie szybko zastąpiony przez o połowę mniej emisyjny gaz, ale nie dłużej niż to potrzebne, by przejść do OZE.

Ten proces powinien jednak odbywać się z zachowaniem dwóch warunków:

- ◆ zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego na każdym etapie. Pewność dostaw prądu i ciepła warunkuje stabilność gospodarki. Rozwojowi OZE muszą towarzyszyć magazyny energii, poprawa efektywności energetycznej i oszczędzanie energii, by obniżając jej zużycie przyspieszyć zbudowanie gospodarki opartej na OZE;
- ◆ również na każdym etapie transformacji energetycznej konieczne jest, by nie odbywała się ona zbyt wysokim kosztem społecznym, szczególnie najbardziej wrażliwych gospodarstw domowych i obywateli. Zastosowane, wobec niedawnych skokowych podwyżek cen elektryczności, gazu i węgla, tarcze ochronne zdały egzamin (choć zaburzają rynek) i pozwalają na uniknięcie problemów socjalnych. To bardzo ważny warunek, by transformacja nie odbywała się kosztem najuboższych, lecz z pomocą państwa, które dba o obywateli, uzyskując w ten sposób akceptację społeczną dla trudnych, ale uzasadnionych przedsięwzięć.

dr inż. Aureliusz Mikłaszewski

MIASTO BEZ SAMOCHODU

Utopia czy konieczność?

Część 1.

Tadeusz Kopta

NAJPIERW SMOK, POTEM SAMOCHÓD...

1 marca 1903 roku miało miejsce wydarzenie, które dramatycznie zmieniło historię spokojnego dotąd Krakowa. Na Rynek wjechał, hałasując i dymiąc pierwszy samochód. Oj, nie spodobał się krakowianom ten wynalazek. W krakowskiej gazecie „Czas” napisano: „przelatywał szalonym pędem automobil przez ulice bez względu na ruch w mieście i niebezpieczeństwo przejeżdżania ludzi i dzieci. Na widok pędzącego automobilu koń dorożkarski gwałtownie się spłoszył, łamiąc dyszel i tłukąc latarnię”.

MOTORYZACJA, ZAGROŻENIA, NORMY

W ślad za USA, na przełomie lat 60/70 XX wieku odbywał się w Europie Zachodniej burzliwy rozwój motoryzacji. W konsekwencji wzrastały zagrożenia motoryzacyjne w postaci: zanieczyszczenia środowiska, nadmiernego hałasu i wibracji, wzrostu wypadkowości, a przede wszystkim ogromnego zajęcia przestrzeni przez infrastrukturę dla samochodu. Te niekorzystne zjawiska wywołały falę protestów społecznych, co uaktywniło społeczeństwo w zakładaniu organizacji ekologicznych. „Stop de kindermord - nie zabijajcie dzieci”, „50 is teveel – 50 km/h to zbyt wiele” zakrzyknęło społeczeństwo Holandii. Na ten społeczny krzyk musiał zareagować świat nauki. Wtedy to właśnie odpowiedzią ekspertów holenderskich były prekursorskie propozycje w postaci Woonerfu (strefa mieszkaniowa) i mniej

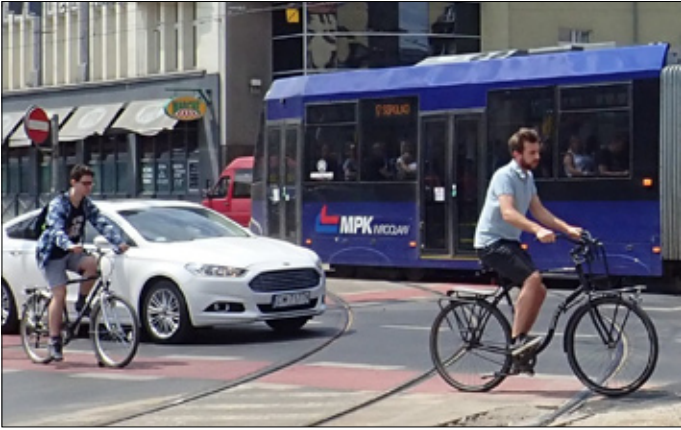
znanego obecnie Winkelerfu (strefa sklepową). Te prekursorskie propozycje to nic innego jak obecnie znane strefy ruchu uspokojonego. W ślad za Holandią poszły inne kraje (Niemcy, Dania, Szwecja), które zaczęły wdrażać rozwinięte i udoskonalone formy uspokojenia w postaci: TEMPO 30, TEMPO 20, TEMPO 10.

Równoległe do tych działań Komisja Europejska zaczęła narzucać na przemysł motoryzacyjny coraz bardziej restrykcyjne normy emisji spalin. Najpierw wprowadzono normę Euro 1/I, a następnie w kolejnych latach wprowadzano coraz bardziej restrykcyjne normy, dochodząc do obecnej Euro 6/VI. Norma Euro 1 obowiązywała od 1993 roku i aby ją spełnić, producenci samochodów zaczęli korzystać z katalizatora spalin. Euro 2/II obowiązywała od 1997 roku. Od normy Euro 3/III przepisy Unii Europejskiej (UE) wprowadzają różne limity emisji dla pojazdów z silnikami wysokoprężnymi i benzynowymi. Diesle mają bardziej surowe normy emisji CO, ale dopuszcza się wyższą emisję NO_x. Euro 4/IV obowiązywała od 2006 roku, Euro 5/V od 2011 roku, a Euro 6/VI obowiązuje od 2014 roku. W związku z manipulowaniem producentów testami i słynną aferą Volkswagena wprowadzono Euro 6D zalecającą zmianę sposobu wykonywania testów. Wprowadzeniu nowych norm zawsze sprzeciwiali się producenci samochodów.

Problemem jest zbyt wysoka emisja dwutlenku węgla (CO₂) samochodów benzynowych. Aktualna norma dopuszcza emisję 95 g CO₂/km, podczas gdy

samochody jeszcze w 2019 roku mogły emitować 130 g/km. Rozwiązaniem znacznie obniżającym emisję jest dodanie silnika elektrycznego i akumulatorów, i wprowadzenie do sprzedaży aut hybrydowych. Dopuszczalną emisję tlenku węgla (CO) w samochodach benzynowych zmniejszono z 2,72 g/km w przypadku normy Euro 1 do 1 g/km w normie Euro 6. Emisja węglowodorów (HC) w samochodach benzynowych zmniejszona została z 0,2 g/km w przypadku normy Euro 3 do 0,1 g/km w normie Euro 6. Emisję tlenków azotu (NO_x) w samochodach benzynowych ograniczono z 0,15 g/km wg normy Euro 3 do 0,06 g/km w normie Euro 6. Jeszcze większy postęp dokonał się w normach dla samochodów z silnikiem Diesla. Emisję tlenku węgla (CO) w samochodach Diesla zmniejszono z 2,72 g/km w przypadku normy Euro 1 do 0,5 g/km w normie Euro 6. Emisja tlenków azotu (NO_x) w samochodach Diesla zmniejszona została z 0,5 g/km w przypadku normy Euro 3 do 0,08 g/km w normie Euro 6.

Wszystkie te działania, wydające się radykalnymi, okazały się jednak za mało skuteczne. W ślad za wprowadzaniem na rynek coraz mniej zanieczyszczających powietrze samochodów nie następowała adekwatna poprawa czystości powietrza. Wciąż przekraczane są dopuszczalne europejskie normy zanieczyszczenia powietrza, nie mówiąc o normach WHO, które są jeszcze bardziej restrykcyjne. Dzieje się tak między innymi z powodu wzrostu



Fot. 1. Tylko rowerzyści mają zerowy ślad węglowy. Fot. Aureliusz Mikłaszewski

roku samodzielnego. Postęp technologiczny jest zaprzeczany masowością samochodu jako środka transportu. Nie pomagają akcje promocji transportu zbiorowego i rowerowego, ani organizowane dni bez samochodu. Wygoda, jaką zapewnia samochód, dominuje nad rozsądkiem oraz troską o własne zdrowie i środowisko. Z tej racji UE doszła do przekonania, że skoro dotychczasowe środki nie przyniosły oczekiwanych rezultatów, to należy wprowadzić samochody bezemisyjne, czyli przejście motoryzacji z ery silnika spalinowego do ery silnika elektrycznego. Elektromobilność ma uspokoić sumienia samochodowych truciel. To działanie ogranicza ekstremalne zanieczyszczenia, ale nie likwiduje przyczyn zagrożeń motoryzacyjnych, a przede wszystkim – braku przestrzeni dla motoryzacyjnego molocha.

MIASTO BEZ SAMOCHODU

Coraz bardziej światli ludzie zrozumieli, że nie da się rozwiązać problemów transportowych miast przy pomocy samochodu i zwołali do Amsterdamu (24-25 marca 1994) konferencję poświęconą „miastu bez samochodu”, czyli miastu uwolnionego od samochodu. W czerwcu 1992 r. Carlo Ripa di Meana, ówczesny członek Komisji Europejskiej, przedstawił na konferencji prasowej propozycję stworzenia sieci miast bez samochodu. W wyniku konferencji powołano Europejski Klub Miast bez Samochodu, do

którego przystąpiło wtedy 35 miast. Cele zostały sformułowane w Europejskiej Karcie Miast bez Samochodu, która zapowiadała dążenie do maksymalnego ograniczenia ruchu samochodowego i osiągnięcia stanu braku potrzeby użytkowania samochodu osobowego. W ślad za ustaleniami konferencji powstało w europejskich miastach wiele osiedli, których mieszkańcy zrezygnowali z posiadania samochodu. Niestety, takie osiedla nie powstały w polskich miastach, bo Polacy zachłysłni się motoryzacją i nie ma nacisku społecznego na budowę takich osiedli. Głos Polskiego Klubu Ekologicznego w tej sprawie okazał się głosem wołającym na puszczy.

Idealnym miastem było miasto średniowieczne, w którym dominował ruch pieszy. Takim miastem był Kraków ograniczony murami obronnymi, po których pozostał ślad w postaci plant. I dzisiaj w pewnym sensie ta średniowieczna część Krakowa została uwolniona z ruchu samochodowego. Rynek i sąsiednie ulice to strefa ruchu pieszego i rowerowego, a samochód stanowi wyjątek. Wprowadzenie tej zasady nie było łatwe, gdyż wielu ludzi nie wyobraża sobie życia bez samochodu. Jeszcze w 1978 roku krakowski Rynek był głównym węzłem komunikacyjnym miasta i regionu. Z Rynku rozchodziły się drogi we wszystkich kierunkach. Rynek był też wielkim parkingiem dla samochodów. Ruch samochodowy zagrażał tam nie tylko mieszkańcom, ale także zabytkom. W 1979 roku władze miasta podjęły bardzo odważną decyzję o zamknięciu krakowskiego Rynku dla ruchu samochodowego. Popełniono jednak przy tym poważny błąd, a mianowicie usunięto także z Rynku rowery. Trzeba było potem długo czekać, aby pozwolono rowerzystom korzystać z Rynku. Przeznaczenie jednego

z największych w Europie placów pieszym i rowerzystom dało przykład innym miastom, że centrum miasta powinno być jego salonem.

Obszar średniowiecznego Krakowa to wzorzec dla współczesnej idei „miasta 15-minutowego”¹. W takim mieście struktura przestrzenna jednostek osadniczych eliminuje i redukuje zbędne podróże, skracając ich długości w taki sposób, aby wszystkie cele podróży mogły być zrealizowane pieszo, rowerem lub transportem zbiorowym. Wiele miast zachodnioeuropejskich taki model już od lat realizuje, a Berlin jest tego najlepszym przykładem. Niestety, polskie miasta wciąż znajdują się na przeciwnym biegunie, kierując się polityką przestrzenną, sprzyjającą rozproszonemu osadnictwu, która uzależnia społeczeństwo od samochodu. Za etap w dążeniu do miasta bez samochodu należy uznać ideę zrównoważonego transportu.

TRANSPORT ZRÓWNOWAŻONY

Pierwszą próbę zdefiniowania zrównoważonego transportu podjął J.G.A. Al w referacie wygłoszonym na konferencji OECD w Berlinie w 1991 r. Według Ala „tylko taki system transportowy jest zrównoważony, który z pokolenia na pokolenie może w pełni funkcjonować przy przemieszczaniu osób i ładunków bez zawłaszczania materiałów, źródeł energii, środowiska należnych każdemu pokoleniu”. Aby spełnić warunki powyższej definicji, Al zwraca uwagę na to, że „komunikacja zbiorowa powinna odgrywać rolę dominującą szczególnie na dalekich odległościach i w codziennych podróżach. W zachowaniach komunikacyjnych muszą zajść rewolucyjne zmiany, rola samochodów powinna ograniczyć się do realizacji rzadkich podróży lub podróży do miejsc rozproszonych. Rowery stałyby się tym samym jedynymi środkami dla odbywania krótkich podróży”.

Z kolei grupa robocza OECD definiuje to zagadnienie w następujący sposób:

¹ Koncepcja 15-minutowych miast, po raz pierwszy przedstawiona w 2016 r. przez prof. Carlosa Moreno z Paryża, polega na zapewnieniu mieszkańcom dostępu do podstawowych usług w ciągu 15-min. dojścia pieszego. Stanowi podwaliny miasta kompaktowego, z wielofunkcyjnymi dzielnicami.

„zrównoważony system transportowy to taki, który nie zagraża zdrowiu społeczeństw i ekosystemom, a równocześnie zapewnia potrzeby mobilności, zużywając odnawialne zasoby na poziomie ich odtworzenia, a nieodnawialne zasoby na poziomie zastąpienia ich odnawialnymi substytutami”. Eksperti Komisji Europejskiej zdefiniowali owo zagadnienie w następujący sposób: „zrównoważony system transportowy to taki, który zapewnia dostępność celów komunikacyjnych w sposób bezpieczny, niezagrażający zdrowiu ludzi i środowisku w sposób równy dla obecnej i następnych generacji, pozwala funkcjonować efektywnie, oferować możliwość wyboru środka transportowego i podtrzymywać gospodarkę oraz rozwój regionalny, ogranicza emisje i odpady w ramach możliwości zaabsorbowania ich przez ziemię, zużywa odnawialne zasoby w ilościach możliwych do ich odtworzenia, zużywa nieodnawialne zasoby w ilościach możliwych do ich zastąpienia przez odnawialne substytuty, przy minimalizowaniu zajęcia terenu i hałasu”.

Komisja Europejska wydała szereg dokumentów tworzących politykę transportową państw unijnych. Biała księga UE jest podstawowym dokumentem polityki transportowej wymagającym usunięcia z miast do 2050 r. wszystkich samochodów spalinowych. Według źródeł unijnych 30% podróży samochodowych w krajach UE nie przekracza 3 km, a 50% - 5 km. Wszystkie te podróże może i powinien przejąć rower. Celem UE było to, by do 2020 r. 15% podróży w miastach realizowano na rowerze (Deklaracja brukselska). W niektórych miastach europejskich jest wyższy udział podróży rowerowych. Niestety, polskie miasta zachłyśnięte się masową motoryzacją i daleko nam do tego poziomu.

STREFY CZYSTEGO TRANSPORTU

Jedną z ostatnich idei jest koncepcja stref czystego transportu zrealizowana już w wielu miastach zachodnioeuropejskich. Wg raportu² w Europie istnieje 260 Stref Czystego Transportu (SCT). To jest publikacja z 2018 roku i nie ulega wątpliwości, że takich stref jest obecnie znacznie więcej. Także w tej dziedzinie pozostajemy „brudną plamą” na mapie Europy.

2 A. H. Amundsen, „Low emission zones in Europe”. Institute of Transport Economics. Report 1666/2018.

W Polsce wcześniej nie podjęto działań, by takie strefy wprowadzać.

Dopiero teraz słychać w mediach larum jak to możliwe, że Krajowy Plan Odbudowy, wymuszony kamieniami milowymi UE, nakłada na Polskę obowiązek wprowadzenia SCT. Strefy Czystego Transportu mają powstać obowiązkowo we wszystkich miastach powyżej 100 000 mieszkańców w pierwszym kwartale 2025 roku. Czy to możliwe, pytają niektórzy, skoro tylko Kraków do tego zadania poważnie się przygotowuje, a Warszawa i Wrocław zaczynają dyskutować i już wywołują protesty automaniaków? W Krakowie, z racji trudności, jakie się z tym wiąże, przesunięto termin wprowadzenia SCT z 2023 roku na rok 2024! Niewątpliwą zaletą jest fakt, że SCT ma objąć całe miasto, a nie tylko fragment, co pozwoli częściowo ograniczyć wjazd do miasta samochodów ruchu zewnętrznego. Wrocław i Warszawa chcą popełnić ten sam błąd, który wcześniej popełnił Kraków organizując SCT na skrawku miasta zamiast na całym jego obszarze.

Władze Krakowa muszą być zdeterminowane, gdyż samochodowi truciele już protestują. W proteście do Wojewody samochodowi truciele napisali list zawierający dużo półprawd, przeinaczeń i kłamstw. Oto przykład: „Wielokrotnie dowiedziono bowiem, że specyfika zanieczyszczeń powietrza w Krakowie wynika z dominujących w smogu wysokich stężeń pyłów zawieszonych PM10 oraz PM2.5, których głównym źródłem emisji nie są pojazdy spalinowe”. Aby udowodnić, że jest to nierzetelne stwierdzenie, wystarczy przeanalizować stężenia tych zanieczyszczeń w okresie letnim, gdy nie ma zanieczyszczeń sezonu grzewczego. Analiza stężenia pyłu PM10 w okresie grzewczym³ i letnim⁴ na stacji monitoringu w al. Krasieńskiego – wskazuje, że średnie stężenie PM10 w okresie letnim, gdy

3 przyjęto miesiące: I-V i IX-XII

4 przyjęto miesiące: VI-VIII



Fot. 2. Proekologiczna komunikacja zbiorowa i rower to preferowane środki transportu w mieście. Fot. Aureliusz Miklaszewski

nie ma emisji z pieców, wynosiło 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a w okresie grzewczym wzrastało do 74,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Zatem udział emisji samochodowej w ogólnym stężeniu PM10 wynosił 42%, czyli nie jest co prawda dominujący, ale nie można sugerować, że jest bez znaczenia.

Wojewoda nie przyjął tej argumentacji i zajął prawidłowe stanowisko, lecz automaniacy nie rezygnują i sprawę przekazali do sądu. Wadą proponowanych w Krakowie rozwiązań SCT jest dopuszczenie wjazdu samochodów o dużej emisji spalin, co nie przyniesie radykalnej poprawy czystości powietrza. Z doświadczeń europejskich wynika, że dopuszczenie do ruchu samochodów z emisją spełniającą normy Euro 5/V i niższej jest niewystarczające. Okazało się, że tylko samochody spełniające normę Euro 6/VI, elektryczne, hybrydowe, wodorowe są w stanie zapewnić wymagane normy czystości powietrza. Podobnie mało wymagające, jak dla Krakowa, są propozycje dla Wrocławia i Warszawy, ale Warszawa chce co dwa lata zaostrezzać wymagania.

Inną formą ratowania samochodowego szaleństwa są prace nad samochodami autonomicznymi. Z jednej strony chodzi o lepsze wykorzystanie gigantycznej przestrzeni zajmowanej przez samochody, a z drugiej – o poprawę Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego. Prace prowadzone są od wielu lat, ale jak na razie nie ma widocznego postępu. Natomiast pewną nadzieją może być ta technologia wykorzystana przez kolejnictwo i transport zbiorowy. W Krakowie były prowadzone doświadczenia z autonomicznym tramwajem.

dr inż. Tadeusz Kopta

LASY WĘGLOWE

Michał Śliwiński

Węgiel nie ma przed nami tajemnic. Ten wydobywany z polskiej ziemi surowiec, od XVII w. jest kluczowym surowcem energetycznym dla krajowego przemysłu i gospodarstw domowych. Ludzie potrafią go używać, ale czy wiedzą co wrzucają do pieca? Z czego powstał węgiel, kiedy i w jaki sposób? Wielu czytelników pewnie słyszało o karbonie, ale obecnie to słowo ma wiele znaczeń. Jedno z nich związane jest z florą tropikalnych lasów dawnej Polski.

WĘGLE KOPALNE

Węgle są dobrze znanym paliwem kopalnym, powstałym ze szczątków obumarłych roślin. Są skałami osadowymi, kruchymi, różnie zabarwionymi, o zawartości pierwiastka C w zakresie 65-97%. Najwyższą wartość energetyczną mają antracyt i szungit – te czarne i najbardziej błyszczące odmiany węgla kamiennego zawierają go ponad 92%, inne charakteryzują się zawartością 75-92%. W węglu brunatnym – bardziej wilgotnym, szarobrazowej barwy jest go od 65 do 75%. Jeszcze niższa zawartość węgla charakteryzuje torf – ciemnobrązową, miękką skałę z udziałem tego pierwiastka mniejszym niż 60% (PIG 2023). Wyżej wymienione paliwa kopalne charakteryzują się tym, że przechodzą jedno w drugie – przeobrażają się na drodze wzrostu ciśnienia powodowanego przez zwiększający się nadkład osadów, temperatury i warunków beztlenowych. Węgiel kamienny powstaje z brunatnego, natomiast węgiel brunatny z torfu, który jest najmłodszym substratem. Wniosek – mało oczywisty ze względu na sposób i miejsce pozyskiwania – że węgiel jest paliwem pochodzenia roślinnego, chociaż traktowany jest jako surowiec nieodnawialny, ze względu na długi czas genezy. Podobnie jak torf, mimo iż w sprzyjających warunkach powstaje w czasie od kilku do kilkunastu lat, w torfowiskach – miejscach mocno uwodnionych, znajdujących się

w bezodpływowych zagłębieniach terenu. W Polsce jest około 50 tysięcy takich miejsc, w których ciągle trwa proces węglotwórczy, jednak ze względu na ich niewielkie rozmiary i porastającą je roślinność, trudno wyobrazić sobie, że w przyszłości będą stanowić istotne źródło węgla kamiennego. Rozległe pokłady węgla kamiennego na Śląsku i Lubelszczyźnie oraz węgla brunatnego powstały w zupełnie innych warunkach geograficznych i klimatycznych – na obszarze dawnej prowincji euroamerykańskiej, w ciepłym i wilgotnym klimacie subtropikalnym karbonu.

KARBON

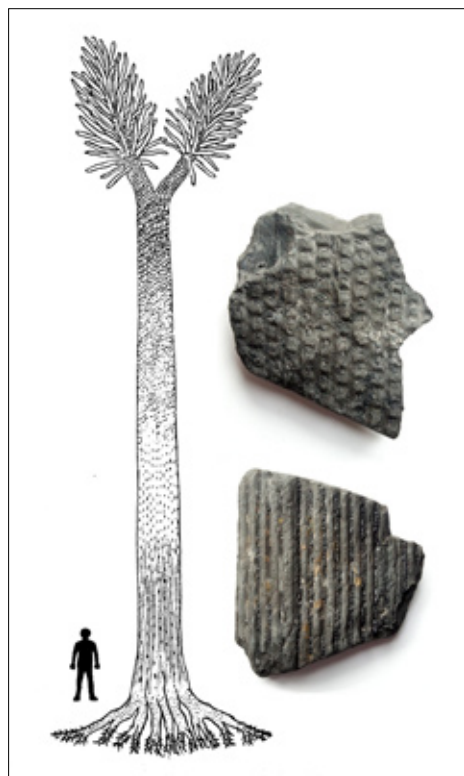
Jest to piąty, przedostatni okres ery paleozoicznej, który rozpoczął się 360 mln lat temu. W wyniku kolizji Eurameryki i Gondwany powstał ogromny kontynent Pangea, a w miejscu zderzenia wypiętrzył się wysoki łańcuch górski, którego część stanowiła dzisiejsza Polska – znajdująca się wówczas w strefie klimatu równikowego. Po ustąpieniu morza na skutek silnych ruchów górotwórczych dochodziło do intensywnego rozwoju roślinności lądowej, porastających rozległe obniżenia terenu i szerokie doliny rzek (Żywa Planeta 2021). Cały obszar dzisiejszej Polski został pokryty lasami. W wielu miejscach występowały bujne zbiorowiska roślinne, tworzone głównie przez przedstawicieli organizmów zarodnikowych – widłaków,

skrzypów i paproci, z udziałem pierwszych roślin wytwarzających nasiona – paproci nasiennych oraz pierwotnych nagozalążkowych. Ich cykle życiowe przebiegały szybko, a gdy organizmy glebowe nie nadążały z rozkładem ich szczątków, rozpoczął się proces węglotwórczy (Woźniak 2012). Biomasa, przykrywana kolejnymi warstwami osadów, znalazła się w wilgotnych, beztlenowych warunkach i na drodze fermentacji beztlenowej przechodziła w torf. Długotrwałe zalewanie wodą i odkładanie się kolejnych warstw obumarłych roślin spowodowało wzrost akumulacji torfu, który na przestrzeni milionów lat, pod wpływem zwiększającego się ciśnienia i temperatury przekształcił się w węgiel brunatny, a po upływie kolejnych kilku dziesięciu milionów – w węgiel kamienny (Frużyński 2012). Nawet w miejscach sprzyjających odkładaniu się biomasy była ona nierównomierna, czego efektem jest różna miąższość pokładów węgla – od 5 do 90 m (Woźniak 2012). Przez gwałtowny rozwój karbońskiej roślinności zmienił się skład atmosfery całej kuli ziemskiej. W ciągu 60 milionów lat ilość tlenu wzrosła 2-krotnie, kosztem dwutlenku węgla, którego ilość w porównaniu do poprzedniego dewonu spadła niemal 3-krotnie. Węgiel atmosferyczny był pobierany przez rośliny i został w ogromnych ilościach związany w rozległych torfowiskach. W efekcie doszło do ochłodzenia i osusze-

nia się klimatu, co było przyczyną stopniowego ustępowania charakterystycznej dla tego okresu flory. Koniec karbonu jest datowany na ok. 300-290 mln lat temu, a ponieważ jego warstwy geologiczne niekiedy trudno odróżnić od osadów następnego okresu – permu, ten przejściowy czas nosi nazwę permokarbonu.

FLORA

W opracowaniach dotyczących tego okresu często można odnaleźć termin „las karboński” lub „las węglowy”, który zresztą przywołano w tytule artykułu. To hasło nie do końca odpowiada rzeczywistości, ponieważ w ówczesnych ekosystemach nie było jeszcze drzew, jakie znamy dzisiaj. Zdrewniałych tkanek można doszukiwać się u pierwszych nagozalążkowych wielkolistnych lub późnokarbońskich nagozalążkowych drobnolistnych, do których należały np. kordaity lub lebachia. Pozostałe gatunki, należące do panujących w tym okresie kopalnych widłaków, skrzypów i paproci, były wciąż bylinami, których łodygi drewniały tylko w niewielkim stopniu – Konopka (1955) podaje, że tylko w 16%. Wybrane gatunki osiągały znaczne wyso-

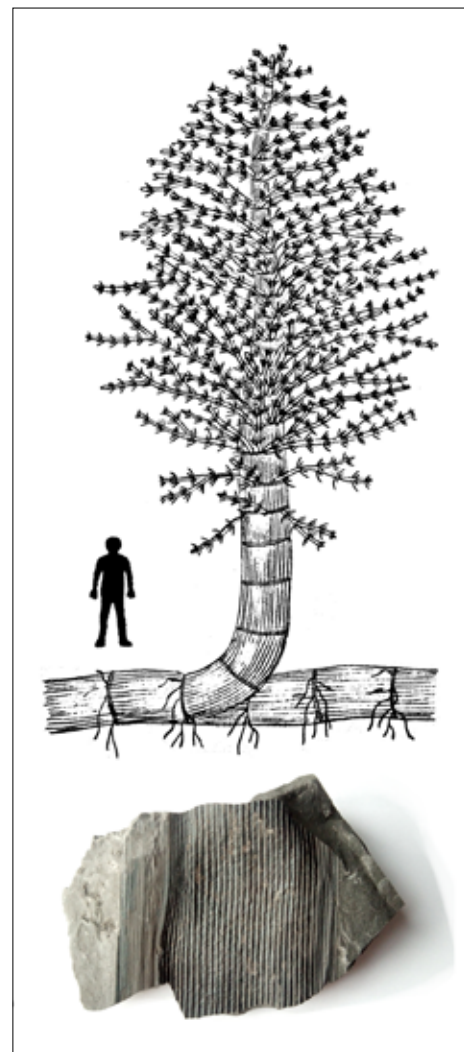


Ryc. 1. Sygilaria - pokrój rośliny i odciski pędu.
Źródło: szkic i zbiory autora

kości i średnice pni, lecz grubość drewna nie przekraczała kilkunastu centymetrów, przy tym nie wykształcały zdrewniałej kory. Jej tkanka była żywa, a sztywność pni wynikała ze zgrubień ścian komórkowych lub korzeni przybyszowych gęsto oplatających łodygi. U wielu gatunków „pnie” były w środku puste – posiadały kanał powietrzny, a rośliny wyrastały z kłaczy. Do grupy roślinnych gigantów, osiągających ponad 30 m należały m.in. lepidodendrony, sygilarie i kordaity. Wysokość od kilku do kilkunastu metrów osiągały lebachie, kalamity, aneurofytom, strzelichowe i kalymatoteka. Niższymi roślinami zielnymi typowymi dla tego okresu były np. pleuroromeja, klinolisty oraz liczne staropaprocie, długoszowce, paprotkowce, paprocie zarodnikowe i nasienne, widłaki i skrzypy. Już w XIX w. podejrzewano, że mimo niewątpliwiej bujności, flora karbonu była mało zróżnicowana pod względem formy. Roślinność całego globu opierała się głównie na roślinach zarodnikujących. Nie było roślin kwiatowych, a drzewa iglaste odgrywały podrzędną rolę (Meyers Konversationslexikon 1880). Szata roślinna była dość jednorodna – fitocenozy o podobnym składzie i strukturze prawdopodobnie występowały na znacznym obszarze kontynentów, czego dowodzą porównania flory karbonu różnych części globu (Zdanowski 2007). W klimacie tropikalnym, w zagłębieniach terenu dominowały rośliny bagienne, a tereny wyniesione i mniej wilgotne były porośnięte przez paprocie nasienne i kordaity, które tworzyły rozległe lasy. W chłodniejszych rejonach Gondwany, ciepło- i wilgociolubne układy widłaków i skrzypów ustępowały miejsca jeszcze mniej zróżnicowanym gatunkowo zadrzewieniom lub zaroślom zimnolubnych paproci nasiennych, opisywanych jako „flora glossopterysowa” (Woroncowa-Marcinowska 2014).

WIDŁAKI I SKRZYPY

Dominacja roślin należących do tych grup systematycznych jest typowa dla okresu karbonu – w żadnym innym okresie widłaki i skrzypy nie osiągały takich rozmiarów i nie pełniły tak ważnej roli w ekosystemach lądowych. Tworzyły duże



Ryc. 2. Kalamit - pokrój rośliny i odcisk pędu.
Źródło: szkic i zbiory autora

ilości biomasy, która dała początek pokładom kopalnych paliw oraz wytwarzały tlen, tak potrzebny dla życia innych organizmów. Z grupy widłaków, szczególną uwagę warto poświęcić lepidodendronom *Lepidodendron* i sygiliariom *Sigillaria* – bylinom osiągających około 30 m wysokości o średnicy pni do 2 m. Rośliny te miały wspólnego przodka, jakim była dewońska prasygilaria *Archaeosigillaria primaeva*, osiągająca znaczną jak na roślinę zielną wysokość 5 m, która jako pierwsza tworzyła zbiorowiska o strukturze lasów. Karbońskie widłaki miały dychotomicznie (dwudzielnie) rozgałęzione korony i dolne partie łodyg, czasem również ich górne części (u sygilarii bardzo rzadko). Przyrost na grubość i sztywność pędów zawdzięczały zgrubieniom ścian komórkowych. Były jednak bylinami, gdyż na pustych

w środku łodygach znajdowano aparaty szparkowe. Ich liście były igłowe lub równowąskie. We wczesnym stadium rozwoju tych roślin, w dolnych częściach pędów tworzyły się liczne rozgałęzienia – stygmarię, zawierające kanały przewietrzające, porośnięte licznymi korzeniami przybyszowymi (Krajewska 2014). Ponieważ produkowały zarodniki, tworzyły gęste, kłosokształtne sporoflostany – strobile. Sygilarie były nieco niższe, z pniem prostym, zakończonym pióropuszem długich na metr, płaskich liści, wśród których na krótkich szypułkach tworzyły się szyszki zarodniowe (Szweykowska, Szweykowski 1979; Krajewska 2014). Pnie tych roślin pokrywały charakterystyczne blizny powstałe po odpadnięciu liści, dzięki czemu lepidodendrony nazwano łuskodrzewami, a sygilarie – drzewami pieczęciowymi (Konopka 1955). Rośliny te były jednymi z najważniejszych przedstawicieli karbonu – to głównie z ich biomasy powstały złoża węgla kamiennego w Europie i Ameryce Północnej. Lepidodendrony wymarły z końcem okresu węglowego, sygilarie występowały jeszcze w permie. Z karbonu znane są również formy załączkowe widłaków, np. miademsia. Pojawiły się i wymarły w tym okresie (Szweykowska, Szweykowski 1979).

Dużymi roślinami tych czasów były również skrzypy. Ich przodkiem była występująca w dewonie hienia *Hyenia elegans*, której to zawdzięczają dwudzielnie rozgałęziona łodygi oraz prymitywne liście ułożone w okółki. W dolnym karbonie pojawiły się asterokalamity *Asterocalamitaceae*, które miały dychotomicznie rozgałęziona liście, jednak samym pokrojem przypominały kalamity *Calamitaceae* – wielkie skrzypy karbonu, osiągające 10–20 m wysokości na pniach o średnicy 1 m (Krajewska 2014), co było możliwe dzięki przyrostowi łodygi na grubość, chociaż wyrastały z kłaczka jak inne byliny. Dzięki tak dużej średnicy pędów tworzyły wiele liści, nawet do 60 w jednym okółku. Ich listki były drobne, całobrzegie i zrastały się u nasady węzłów, tworząc wokół nich pochewkę. Kalamity



Ryc. 3. Odcisk blaszki liściowej paproci nasiennej *Mariopteris* sp. Źródło: zbiory autora

były roślinami silnie zróżnicowanymi – o różnej morfologii i sposobach rozmnażania się – odnaleziono gatunki jednozardnikowe i różnozardnikowe, a kalamokarpon *Calamocarpon insignis* wytwarzał tylko jedną makrospore, przypominającą załazek. Kalamity były roślinami terenów podmokłych i bagiennych (Woźniak 2012), przetrwały karbon i perm – wymarły dopiero w triasie, 250–200 mln lat temu. Ważnymi przedstawicielami skrzypów późnego dewonu i karbonu były też klinolisty *Sphenophyllales*, które osiągały niewielkie rozmiary, ze względu na niewielki przyrost na grubość. Ich łodygi miały 1 cm grubości, a wysokość roślin nie przekraczała 1 m. Pędy były podzielone na węzły i międzywęzła, ale blaszki liściowe były wydłużone, o klinowatym kształcie – prawdopodobnie były wiotkie i opierały się na innych roślinach, mogły mieć zatem charakter pnączy. Klinolisty były roślinami podszytu lasów węglowych i podobnie jak kalamity, wymarły na początku ery mezozoicznej (Szweykowska, Szweykowski 1979).

PAPROCI I NAGOZALĄŻKOWE

Z okresem karbonu wiąże się duże bogactwo różnych form roślin paproci-

wych, będących nie tylko ważnym składnikiem lasów węglowych, ale tworzących też własne formacje roślinne. Znanych jest przynajmniej kilka różnych grup systematycznych paproci. Staropaprocie *Coenopterididae* były niewysokimi roślinami zwykle niewykazującymi przyrostu na grubość, pochodzące w prostej linii od psylofitów. Ich liście były duże i miały miotlasty wygląd. Była to grupa bardzo zróżnicowana i liczna, przez co stanowiła ważny składnik zarośli karbońskich lasów. Szczątki ostatnich staropaproci odnaleziono w osadach z okresu permu. Przez udoskonalenie budowy łodygi i pędu, na początku karbonu wykształciły się z nich strzelichowe *Marattiidae* – paprocie osiągające wysokość do kilkunastu metrów, mimo iż ich łodygi nie wykazywały przyrostu na grubość. U niektórych gatunków zwiększenie ich średnicy następowało w rezultacie tworzenia korzeni

przybyszowych, tworzących okrywę do 30 cm grubości, dzięki czemu średnica pnia osiągała ok. 3/4 metra. U strzelichowych, na szczycie łodygi znajdował się pióropusz pierzasto podzielonych liści, osiągających znaczne rozmiary – od metra (np. u *Angiopteris erecta*) do kilku metrów długości (u *Asterotheca arborescens*). W okresie karbonu, z przodków strzelichowych wykształciły się pierwsze paprocie cienkozardnikowe należące do długoszowców *Osmundales*, posiadające wiele cech pierwotnych paproci, np. duże, długo żyjące gametofity oraz pochodzące od nich pierwsze paprotkowce *Filicales*. Z tego okresu znane są paprocie z rodzin szparnikowatych *Schizaeaceae* – o prymitywnej budowie zarodni oraz glajcheniowatych *Gleicheniaceae* – o pnących liściach i zarodniach zebranych w kupki. Różnych przedstawicieli paproci odnajdywano w osadach karbonu, razem z kopalnymi widłakami i skrzypami (Szweykowska, Szweykowski 1979), w rzeczywistości preferowały jednak bardziej suche tereny (Woźniak 2012). Był to okres gwałtownej ewolucji paproci, w której osiągnęły swój szczyt rozwoju – w ciągu 60 milionów z organizmów nawiązują-

cych do psylofitów wytworzyły się rośliny w dużej mierze przypominające współczesne gatunki. Dla identyfikacji ich kopalnych szczątków utworzono klasyfikację paproci zarodnikowych opierającą się o morfologię ich liści, tworząc rodzaje: *Alloiopteris*, *Pecopteris*, *Sphenopteris* i *Lobatopteris* (Krajewska 2014).

W karbonie pojawiły się pierwsze rośliny zalążkowe. Były to nagozalążkowe wielkolistne *Cycadophytina*, reprezentowane przez paprocie nasienne *Pteridospermopsida*. Nie były jednak spokrewnione z paprociami zarodnikowymi – łączył je z nimi paprociowy kształt i wielkość liści, jednak ich blaszka miała inny typ budowy, przypisywany dla rodzajów: *Mariopteris*, *Lonchopteris*, *Aneimtes*, *Linopteris*, *Odontopteris*, *Megalopteris* i in. (Krajewska 2014). Przodkiem tych roślin były archeopterysy *Archaeopterididae* – pranagozalążkowe, od których różniły się udoskonalonymi liśćmi i osłoniętymi makrosporangiami. Paprocie nasienne tworzyły w tym okresie dużą i zróżnicowaną grupę organizmów. Najlepiej poznany jest kalymatotekowce *Lyginopteridales*, reprezentowane przez gatunek kalymatoteka *Calymmatotetca*. Była to roślina o kilkumetrowych, cienkich łodygach osiagających do 4 cm średnicy, z których wyrastały korzenie przybyszowe. Ich przyrost na grubość był nieznaczny, a charakterystycznymi cechami były aparaty szparkowe zagłębione w epidermie oraz zalążki rozwijające się na trzoneczkach, w miejsce niektórych listków. Do paproci nasiennych należały również medulozowate *Medullosaceae*, której przedstawicielem była osiagająca 10 m wysokości *Medullosa* o łodydze opatrzonej pióropuszcami dużych, wielokrotnie podzielonych dwudzielnie liści (Krajewska 2014) i glosopterysy *Glossopteridales*. Te drugie były rozpowszechnione głównie na półkuli południowej, posiadały siatkowato unerwione, niepodzielone liście sięgające metra długości z wyraźnym nerwem głównym. Najprawdopodobniej miały formę drzew lub krzewów, jednak nie odnaleziono pozostałości całych roślin, a jedynie liście przytwierdzone do fragmentów gałęzi (Fossil Museum 2022). Stąd też teoria, że liście glosopterysów mogły w kępach wyrastać nad ziemię

z podziemnych kłączy. Liczebność i mnogość form paproci nasiennych sprawiła, że były ważnym składnikiem karbońskiej flory całego globu (Szweykowska, Szweykowski 1979).

Niezależnie od paproci zalążkowych, w późnym karbonie wykształciły się nagozalążkowe drobnioliste – drzewa wysokości do 40 m i pniach 1-metrowej średnicy należące do kordaitowych *Cordaitopsida*. Podobnie jak paprocie nasienne, również one mogły pochodzić od archeopterysów, ze względu na intensywny przyrost na grubość i zbliżoną budowę drewna. Liście kordaitów były metrowej długości, równowąskie i skórzaste, a u ich nasady znajdowały się kwiaty męskie i żeńskie w podobnych do siebie kotkowatych kwiatostanach. Lasy kordaitowe były ważnym składnikiem szaty roślinnej tego okresu – porastały tereny mniej wilgotne niemal całej kuli ziemskiej (Szweykowska, Szweykowski 1979). Przyjmuje się, że to kordaity dały początek drzewom iglastym – już w późnym karbonie rosły podobne do nich, pierwsze niskie drzewa szpilkowe z szyszkami, zaliczone do rodziny lebachioiwatych *Lebachiaceae*, będące przodkami współcześnie występujących gatunków iglastych.

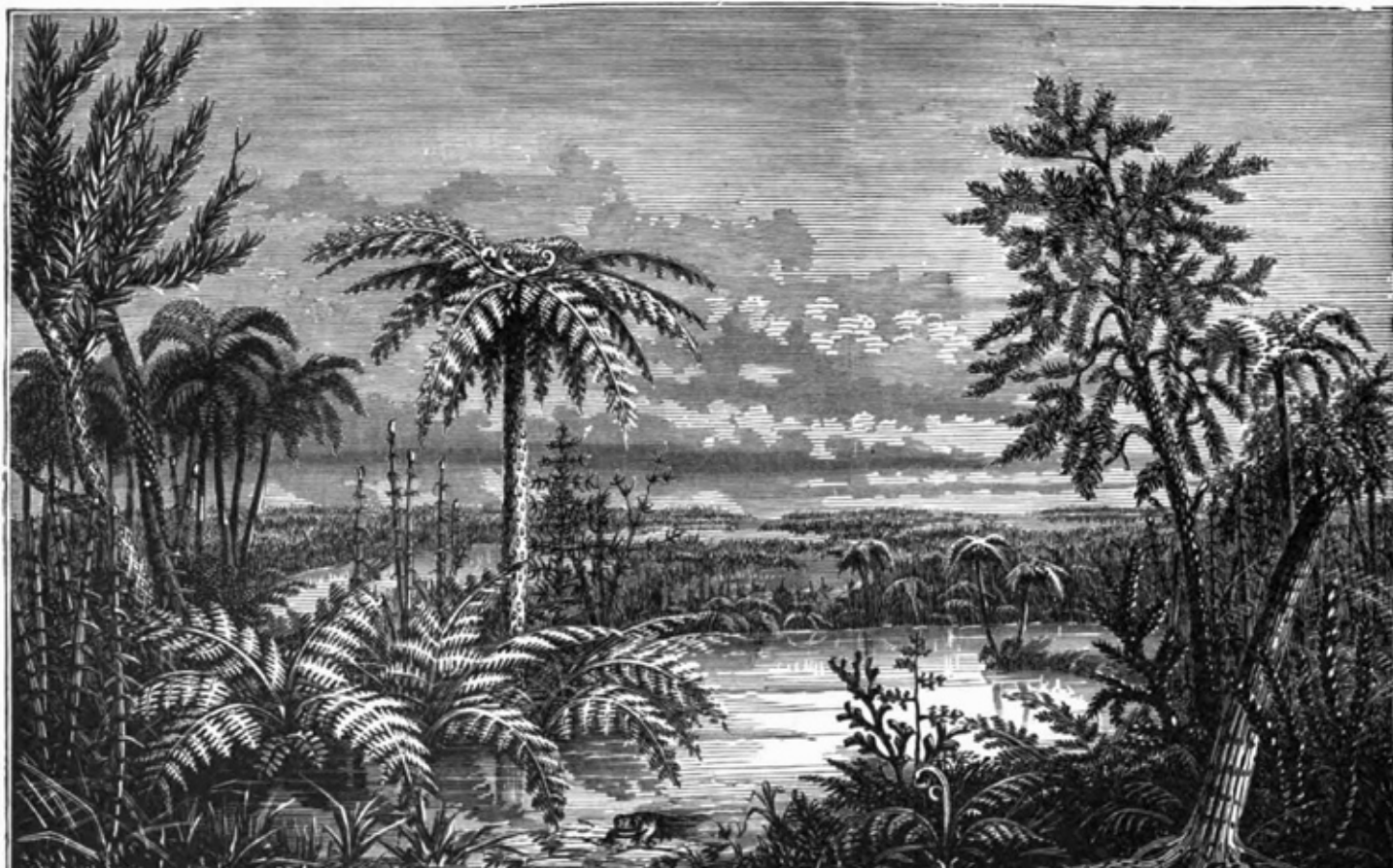
POLSKIE DZIEDZICTWO KARBONU

Znaczenie karbonu w dziejach Polski jest bardzo ważne. Znaczne zasoby węgla kamiennego kraj zawdzięcza swojej lokalizacji, jaką był euramerykański łańcuch górski, gdzie w sprzyjającym klimacie, przy odpowiednim ukształtowaniu terenu i wysokiej wilgotności, mogła wykształcić się bujna roślinność. Polska jest jednym z 10 państw, które łącznie dysponują 88% światowych zasobów węgla, przy czym udział naszego kraju to 2,6%. Początki górnictwa w Polsce nie zostały dobrze udokumentowane. Pierwsze sygnały o wydobyciu węgla z Nowej Rudy i Wałbrzycha pochodzą już z przełomu XIV



Ryc. 4. Roślinność karbonu. Źródło: Lucien Marcus Underwood after James Dwight Dana, Public domain, via Wikimedia Commons (authors of the books, illustrators not listed)

i XV w., lecz używanie tego kopalnego paliwa stało się powszechne dopiero w XVII w., gdy zaczęło brakować drewna po wielkoskalowej wycince lasów (Frużyński 2012). Obecnie, każdego roku do domów trafia ciepło ze spalanej skały organicznej, powstałej ze szczątków ogromnych widłaków, skrzypów i paproci. W zasadzie każdy piec na węgiel jest piecem na biomasę – sprasowaną, odwodnioną i skamieniałą. Jej krajowe zasoby szybko się zmniejszają – zwęglonych roślin okresu karbonu nie wystarczy Polsce na długo – jaki to będzie czas, jest przedmiotem dyskusji ekspertów, lecz najprawdopodobniej nie będzie to więcej, niż 100 lat. Przy tym rosną koszty ich eksploatacji, a polityka klimatyczna UE i innych państw świata nieustannie zmierza do obniżenia emisji gazów cieplarnianych. W ubiegłej dekadzie wydobycie polskiego węgla było nadal najwyższe w Europie. W 2020 r. wyniosło 1,68 mln ton - 30%



Ryc. 5. Las węglowy. Źródło: Bibliographisches Institut, Public domain, via Wikimedia Commons

węgla pozyskanego w tej części świata (Statistical Review of World Energy 2021).

Do najczęściej spotykanych w Polsce skamieniałości roślin karbońskich należą odciski powierzchni pni lub stygmarii lepidodendronów i sygilarii, wewnętrzne odlewy pni kalamitów oraz odciski liści roślin paprociowych (Krajewska 2014). Już w XIX w. zróżnicowaną florę kopalną ogniotrwałych gliniek krakowskich opisał Raciborski (1894). W latach 40. XX w. w osadach okresu dolnego karbonu (tzw. kulmie) odsłoniętym w Radlinie w woj. świętokrzyskim odnaleziono szczątki kalamitów i strobili lepidodendronów, opisywanych pod łacińską nazwą *Lepidostrobus* (Czarnocki 1948). Szczególnie zasobny w rośliny karbonu jest rejon Jaworzna, gdzie w 8 pokładach węgla odnaleziono 47 ich gatunków i rodzajów, głównie paprociolistnych *Sphenopteris*, *Mariopteris*, *Pecopteris*, *Alethopteris* i *Neuropteris* (Migier 1963). Dla porównania, na całym Pomorzu do 1986 r. odnaleziono tylko

23 rodzaje i gatunki kopalnych roślin – w tym liczne *Calamites*, *Asterophyllites*, *Anularia* i *Stigmaria* (Kuchciński 1986). Również w odwiertach prowadzonych w rejonie Kocka i Olkusza odnaleziono pozostałości kalamitów, kordaitów, lepidodendronów i kopalnych paproci (Korejwo, Teller 1972; Majewski 1972). Na obszarze Dolnego Śląska, pozostałością ruchów górotwórczych karbonu są Karkonosze – większa część tego masywu jest zbudowana z karbońskich granitów (Żywa Planeta 2021). Również z tego regionu znane są różne skamieniałości – ośródki, odciski lub uwęglone szczątki, które przetrwały w osadach towarzyszącym pokładom węgla kamiennego (Muzeum Ziemi). Wiedza na temat flory karbonu nadal nie jest pełna ze względu na braki w materiale kopalnym. Wciąż nie odnaleziono niektórych fragmentów niektórych gatunków roślin, jak również ich kompletnych przedstawicieli, co rodzi wątpliwości na temat ich rzeczywistych rozmiarów. Czasem rekonstrukcje różnią

się od siebie, a niektóre cechy i właściwości tych roślin pozostają tajemnicą.

Gatunki te systematycznie związane z florą okresu karbonu przetrwały do dzisiaj. Reliktowy charakter mają przede wszystkim widłaki i skrzypy – dzisiaj są to jednak niepozorne rośliny, przypominające wymarłe olbrzymy tylko pod względem niektórych cech morfologicznych i anatomicznych. W ich grupie wyróżnia się skrzyp olbrzymi *Equisetum telmateia*, rosnący w miejscach błotnistych i dobrze uwodnionych, o pędach wysokich na ponad 1,5 m – pod tym względem, jego skupienia mogą przypominać zarośla dawnych lasów węglowych. Gatunkiem paproci, przypominającym kopalne gatunki długoszowców może być długosz królewski *Osmunda regalis* o długowiecznym gametoficie i cechach paproci strzelichowych, rosnący na wilgotnych, torfowych podłożach. Współcześnie żyjące widłaki i długosz królewski są w Polsce zagrożone wymarciem i objęte ścisłą ochroną prawną.

dr Michał Śliwiński

Literatura dostępna w Redakcji

CZY ZWIĄZKI BIOORGANICZNE MOGĄ SELEKTYWNIIE UŚMIERCAĆ KOMÓRKI NOWOTWOROWE?

Andrzej Teisseyre

Niniejszy artykuł jest kontynuacją artykułu pt.: „Wpływ statyn, flawonoidów i chalkonów na komórki nowotworowe”, opublikowanego w Zielonej Planecie nr 1(166)/2023. Zawiera wyniki badań pozwalających przypuszczać, że odpowiedź na postawione w tytule pytanie może być twierdząca.

WYNIKI BADAŃ

Z punktu widzenia potencjalnego zastosowania przebadanych związków w leczeniu niektórych typów nowotworów, odpowiedź na powyższe pytanie ma zasadnicze znaczenie. Tylko odpowiedź twierdząca jest zadowalająca. Gdyby okazało się, że związki te uśmiercają komórki normalne na równi z nowotworowymi, wtedy ich stosowanie w leczeniu raka nie ma sensu. Cóż bowiem z tego, że nowotwór zostanie uśmiercony, jeżeli przy okazji umrze także chory?

W dniu dzisiejszym nie można jeszcze jednoznacznie odpowiedzieć TAK na to pytanie. Można jednak przypuszczać, na podstawie wyników badań przeprowadzonych w ostatnich latach, że odpowiedź może być twierdząca.

Istnieją dowody naukowe, że niektóre inhibitory (substancje blokujące) kanałów Kv1.3 mogą selektywnie uśmiercać komórki nowotworowe, w których występują kanały Kv1.3, nie uśmiercając przy tym komórek normalnych. Inhibitory te muszą spełnić dwa warunki:

- ◆ muszą blokować kanały Kv1.3 występujące w komórkach nowotworowych i to nie tylko kanały Kv1.3 w błonie cytoplazmatycznej, lecz również kanały w wewnętrznej błonie

mitochondrialnej, nazywane kanałami mitoKv1.3.

- ◆ inhibitory kanałów Kv1.3 muszą mieć charakter lipofilowy, tzn. muszą mieć zdolność do przechodzenia przez błonę komórki. Tylko wtedy mogą one dotrzeć do kanałów mitoKv1.3 w komórkach nowotworowych i zablokować je, co jest konieczne dla uśmiercenia tych komórek przez doprowadzenie ich do zaprogramowanej śmierci (apoptozy).

Większość inhibitorów kanałów Kv1.3 nie jest dostatecznie lipofilowa, a tylko nieliczne inhibitory z grupy związków organicznych wykazują taką zdolność. Najwcześniej odkrytymi inhibitorami tych kanałów, które mogą selektywnie uśmiercać komórki nowotworowe, przez blokadę kanałów mitoKv1.3, są: 5-(4-fenoksybutoksy)psoralen (zwyczajowa nazwa – PAP-1), 5-(4-fenylbutoksy)psoralen (zwyczajowa nazwa – Psora-4) i N,5-bis(4-chlorofenyl)-3-(1-metyletylimino)-5H-fenazyno-2-amina (zwyczajowa nazwa – kłofazymina) (Teisseyre i współpr. 2019). Są to związki organiczne o charakterze silnie lipofilowym. Nie są to związki pochodzenia roślinnego.

PAP-1 i Psora-4 mogą potencjalnie znaleźć zastosowanie w leczeniu niektórych

chorób autoimmunologicznych, takich jak np. stwardnienie rozsiane czy łuszczyca. Kłofazymina stosowana jest od lat 60-tych XX wieku w leczeniu m.in. trądu.

Zdolność do selektywnego uśmiercania komórek nowotworowych wykazują również niedawno zsyntezowane pochodne PAP-1 o zwyczajowych nazwach: PAPTP, PCARBTP i PCTP (Teisseyre i współpr. 2019). Pochodne PAP-1 zawierają w swoich cząsteczkach grupy trifenylofosfoniowe (TPP+) obdarzone elementarnym ładunkiem dodatnim.

Związki te są silnie lipofilowe, dzięki temu mogą łatwo przenikać przez błonę komórki. Ponadto, dzięki ładunkowi dodatniemu wykazują silne powinowactwo do wewnętrznej błony mitochondrialnej, na której istnieje silnie ujemna różnica potencjałów elektrycznych, wynosząca ok. -180 mV (miliwoltów). Dlatego, związki te nazwano „mitochondriotropowymi”. Mogą one selektywnie blokować kanały mitoKv1.3 (Teisseyre i współpr. 2019).

Dlaczego zablokowanie kanałów mitoKv1.3 może prowadzić do zaprogramowanej śmierci (apoptozy) komórki?

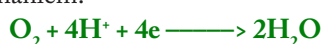
Aby odpowiedzieć na to pytanie, należałoby najpierw wyjaśnić, w jaki sposób działają te kanały. Badania wykazały, że otwarcie kanałów potasowych

powoduje przepływ jonów potasowych przez błonę komórki, a kierunek tego przepływu zależy od stężenia jonów potasowych po obu stronach błony i wartości potencjału błonowego (Teisseyre 2021). W przypadku kanałów mitoKv1.3, ich otwarcie prowadzi do napływu jonów potasowych do wnętrza mitochondrium. Zablokowanie kanałów mitoKv1.3 hamuje ten napływ, co powoduje, że różnica potencjałów elektrycznych w poprzek wewnętrznej błony mitochondrialnej staje się bardziej ujemna – następuje tzw. hiperpolaryzacja tej błony. Badania z użyciem znaczników fluorescencyjnych wykazały, że taka hiperpolaryzacja po zablokowaniu kanałów mitoKv1.3 rzeczywiście ma miejsce (Teisseyre i współpr. 2019).

Hiperpolaryzacja ma istotne znaczenie dla funkcjonowania mitochondriów. Mitochondria są wewnątrzkomórkowymi organellami, które pełnią rolę, m.in. „siłowni” komórki. Są one otoczone podwójną błoną komórkową, składającą się z błony zewnętrznej i błony wewnętrznej. Błona wewnętrzna jest silnie pofałdowana, co znacznie zwiększa jej powierzchnię. Kanały mitoKv1.3 występują w dużej liczbie, w wewnętrznej błonie mitochondrialnej w niektórych typach komórek normalnych i nowotworowych (Teisseyre 2023).

W mitochondriach ulegają spalaniu niektóre końcowe produkty przemiany materii. Dzieje się to w cyklu reakcji biochemicznych, nazywanym cyklem kwasów trójkarboksylowych lub cyklem Krebsa. W efekcie powstaje dwutlenek węgla (CO₂), który jest usuwany w procesie oddychania. Związki organiczne, które uczestniczą w regulacji cyklu Krebsa, ulegają następnie utlenieniu w procesie tzw. fosforylacji oksydacyjnej. Wtedy też wytwarzana jest największa część niezbędnej komórce energii.

Reakcji utlenienia musi towarzyszyć reakcja redukcji. W procesie fosforylacji oksydacyjnej redukcji, w ostateczności podlega tlen, pobrany w procesie oddychania. Produktem redukcji tlenu może być woda. Reakcja taka zachodzi zgodnie z równaniem:



Produktem redukcji jednej cząsteczki tlenu są dwie cząsteczki wody. Potrzebne do tego są cztery jony wodorowe i cztery elektrony, a także katalizator. W procesie fosforylacji oksydacyjnej rolę biokatalizatora pełni enzym, tzw. oksydaza cytochromu c.

Nie zawsze jednak produktem redukcji tlenu musi być woda. Kiedy liczba jonów wodorowych i elektronów uczestniczących w reakcji, przypadających na jedną cząsteczkę tlenu, jest mniejsza niż cztery, wtedy dochodzi do niepełnej redukcji tlenu. Redukcja taka może zachodzić na trzy sposoby:

1. jeżeli na jedną cząsteczkę tlenu przypada jeden jon wodorowy i jeden elektron – powstaje rodnik wodoronadtlenkowy HO₂,
2. jeżeli na jedną cząsteczkę tlenu przypadają dwa jony wodorowe i dwa elektrony – wtedy powstaje nadtlenek wodoru H₂O₂,
3. jeżeli na jedną cząsteczkę tlenu przypadają trzy jony wodorowe i trzy elektrony – wtedy powstaje rodnik hydroksylowy OH.

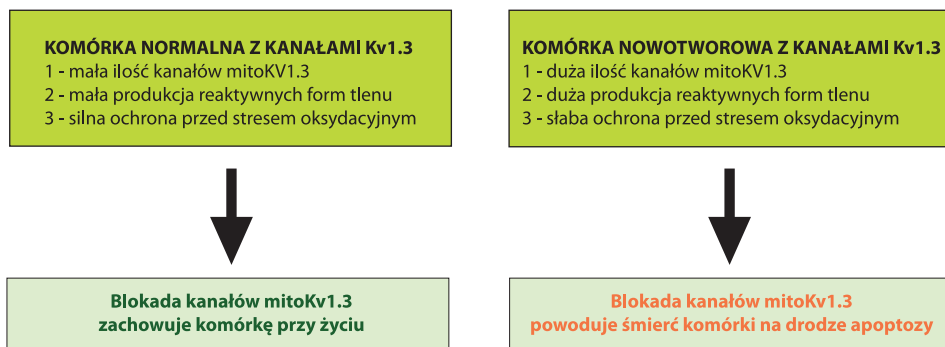
Zarówno wolne rodniki, jak i nadtlenek wodoru są chemicznie bardziej reaktywne niż tlen i woda. Dlatego, związki te noszą nazwę reaktywnych form tlenu. Reaktywne formy tlenu są produktami ubocznymi redukcji tlenu w mitochondriach. W ich powstaniu uczestniczą biokatalizatory – enzymy zaangażowane w proces fosforylacji oksydacyjnej.

Wszystkie żywe komórki wytwarzają reaktywne formy tlenu. Związki te współuczestniczą, m.in. w regulacji procesu starzenia się komórek. Ich ilość musi być jednak ściśle ograniczona, gdyż nadmiar prowadzi do tzw. stresu oksydacyjnego, który jest dla komórek niszczący. Szczególnie groźny jest rodnik wodoronadtlenkowy, który wykazuje dużą reaktywność chemiczną.

Normalne komórki mają dobrze rozwinięty system obrony przed stresem oksydacyjnym. Najważniejszą rolę odgrywają w nim enzymy: dyzmutaza nadtlenkowa i katalaza. Ostatecznymi produktami rozkładu reaktywnych form tlenu są tlen i woda.

Komórki nowotworowe potrzebują większą ilość reaktywnych form tlenu, dlatego ich mitochondria produkują te związki w zwiększonej ilości. Niedotlenienie, które często występuje w tkankach nowotworowych, sprzyja produkcji reaktywnych form tlenu. Rolę biokatalizatora pełni enzym oksydoreduktaza Q – cytochrom c, który uczestniczy w procesie fosforylacji oksydacyjnej. Reaktywne formy tlenu, które w normalnych mitochondriach są produktami ubocznymi, w mitochondriach komórek nowotworowych stają się głównymi produktami redukcji tlenu. Komórki nowotworowe mają też słabszą obronę przed stresem oksydacyjnym. Jest to wynikiem rozregulowania mitochondriów, do którego dochodzi w komórkach nowotworowych. Można stwierdzić, że komórki nowotworowe wytwarzają więcej reaktywnych form tlenu niż komórki zdrowe i równocześnie są mało odporne na stres oksydacyjny (Sabharwal, Schumacker 2014). Jest to, niewątpliwie, słabość komórek nowotworowych, którą można wykorzystać do walki z nimi.

Hiperpolaryzacja wewnętrznej błony mitochondrialnej, będącej wynikiem zablokowania kanałów mitoKv1.3, powoduje, że mitochondria zwiększają produkcję reaktywnych form tlenu, w szczególności groźnego dla komórek rodnika wodoronadtlenkowego. Sytuacja taka ma miejsce zarówno w komórkach normalnych, jak i nowotworowych. Ten wzrost jest znaczący i raptowny. Enzymy rozkładające reaktywne formy tlenu nie są już w stanie obronić komórki przed stresem oksydacyjnym. Reaktywne formy tlenu wchodzi w reakcje chemiczne z białkami wewnętrznej i zewnętrznej błony mitochondrialnej. Efektem tego jest m.in. otwarcie tzw. megakanala jonowego, przez który wypływa na zewnątrz zawartość wnętrza mitochondrium. Różnica potencjałów elektrycznych w poprzek wewnętrznej błony mitochondrialnej zanika do zera – następuje depolaryzacja tej błony. Ulegają aktywacji proapoptotyczne (inicjujące proces zaprogramowanej śmierci komórki) enzymy z grupy kaspaz. Dochodzi do apoptozy komórki. Nic już nie może zatrzymać tego procesu.



Rys. 1. Schemat działania inhibitorów kanałów mitoKv1.3, z grupy związków organicznych o charakterze lipofilowym, na komórki normalne i nowotworowe z kanałami Kv1.3.

Badania wykazały, że do apoptozy komórek nowotworowych Jurkat T dochodzi podczas podawania inhibitorów kanałów Kv1.3, z grupy biologicznie aktywnych związków organicznych pochodzenia roślinnego: statyn i flawonoidów, zarówno osobno, jak i w kombinacji. Dowodem na to jest zarówno zachodząca wtedy depolaryzacja wewnętrznej błony mitochondrialnej, jak również aktywacja enzymu proapoptotycznego- kaspazy3 (Teisseyre i współpr. 2022, 2023). Podobne zjawisko zachodzi w przypadku podawania związków wymienionych w niniejszym artykule (Teisseyre i współpr. 2019).

Powyższe wyjaśnienie nie tłumaczy, dlaczego wyżej wspomniane związki działają selektywnie na komórki nowotworowe. Odpowiedź na to pytanie nie jest prosta. Wiadomo, że w komórkach normalnych także występują kanały mitoKv1.3, których zablokowanie prowadzi do apoptozy tych komórek. Sytuacja taka ma miejsce, na przykład, podczas apoptozy komórek normalnych, zachodzącej podczas działania białka proapoptotycznego (inicjującego proces zaprogramowanej śmierci komórki) typu Bax. Białko to jest silnym inhibitorem kanałów mitoKv1.3. Ponadto, komórki normalne także wytwarzają reaktywne formy tlenu (Teisseyre i współpr. 2019). Mechanizm apoptozy komórek normalnych jest taki sam, jak w przypadku komórek nowotworowych. Dlaczego zatem wspomniane związki działają wybiórczo na komórki nowotworowe, oszczędzając przy tym komórki normalne?

Jak wykazały badania, wspomniane związki mogą powodować apoptozę komórek, jednak wymaga to spełnienia dwóch warunków:

1. w komórkach muszą występować w zwiększonej ilości kanały mitoKv1.3,
2. komórki muszą wytwarzać duże ilości reaktywnych form tlenu i być mało odporne na stres oksydacyjny.

Co ważne, obydwa te warunki muszą być spełnione równocześnie. Spełnienie tylko jednego z nich nie wystarczy do tego, żeby doszło do apoptozy komórek.

W praktyce tylko niektóre typy komórek nowotworowych są w stanie spełnić obydwa powyższe warunki. Są to komórki, w których występują w zwiększonej ilości kanały Kv1.3, w tym również kanały mitoKv1.3. Należą do nich, m.in. komórki czerniaka, szpiczaka mnogiego, raka piersi, trzustki, okrężnicy, mięśni, węzłów chłonnych i komórki neoplastyczne przewlekłej białaczki limfocytowej B-komórkowej (Teisseyre i współpr. 2023).

Komórki normalne, w większości wypadków, nie są w stanie spełnić żadnego z tych warunków. Zbyt mało jest w nich kanałów mitoKv1.3, zbyt mała jest produkcja reaktywnych form tlenu, zbyt silna jest ochrona przed stresem oksydacyjnym. Niektóre komórki normalne mogą znacznie zwiększyć ilość kanałów mitoKv1.3. Dzieje się tak np. w aktywnych limfocytach T, z grupy tzw. komórek pamięci efektorowej (Teisseyre i współpr. 2019). Ale nawet wtedy zbyt mało jest w tych komórkach reaktywnych form tlenu i zbyt silna jest w nich ochrona przed stresem oksydacyjnym, żeby mogło dojść do apoptozy.

Schemat wyjaśniający selektywność działania wspomnianych inhibitorów kanałów mitoKv1.3 na niektóre komórki nowotworowe przedstawia rysunek 1.

Czy biologicznie aktywne związki organiczne z grupy statyn i flawonoidów mogą wykazać się podobną selektywnością w stosunku do komórek nowotworowych, jak związki wymienione w niniejszym artykule? Nie ma jeszcze dowodów naukowych, pozwalających odpowiedzieć twierdząco na to pytanie. Aby uzyskać te dowody, należałoby zbadać czy związki te, podane w tych samych stężeniach, osobno i w kombinacji, mogą powodować apoptozę komórek normalnych, w których występują kanały Kv1.3, na przykład, np. limfocytów T. Biorąc pod uwagę niską toksyczność tych związków, można jednak przypuszczać, że nie uśmiercają one komórek normalnych.

PODSUMOWANIE

W niniejszym artykule wykazano, że niektóre inhibitory kanałów Kv1.3 z grupy związków organicznych o charakterze lipofilowym mogą selektywnie uśmiercać komórki nowotworowe, w których występuje zwiększona ilość kanałów Kv1.3, zachowując przy życiu komórki normalne. Uśmiercenie komórek nowotworowych zachodzi na drodze zaprogramowanej śmierci (apoptozy). Selektywna śmierć komórek nowotworowych jest wynikiem nie tylko występowania większej ilości kanałów Kv1.3 w niektórych typach komórek nowotworowych, ale również zwiększonej produkcji reaktywnych form tlenu i obniżonej odporności tych komórek na stres oksydacyjny. Komórki normalne, nawet te, w których występuje zwiększona ilość kanałów Kv1.3, nie ulegają apoptozie, z powodu małej produkcji reaktywnych form tlenu i dużej odporności na stres oksydacyjny.

Wyniki badań pozwalają przypuszczać, że również inhibitory kanałów Kv1.3, z grupy biologicznie aktywnych związków organicznych pochodzenia roślinnego: statyn i flawonoidów, podawanych osobno i w kombinacji, mogą selektywnie eliminować wyżej wspomniane komórki nowotworowe bez uśmiercania komórek normalnych.

dr hab. inż. Andrzej Teisseyre

Literatura dostępna w Redakcji

ŚRODOWISKO MIEJSKIE A ZDROWIE

Krystyna Pawlas

Według Banku Światowego obecnie już blisko 60% populacji światowej żyje w miastach. Pierwsze miasta powstały w starożytności, ale masowa przeprowadzka ludności do miast zaczęła się w XIX i XX w. Postępujący rozwój miast oraz coraz większa koncentracja ludności w dużych skupiskach miejskich ułatwia znalezienie zatrudnienia i umożliwia podjęcie nauki, dostęp do kultury i wiele innych korzyści, ale funkcjonowanie w dużej zabudowanej społeczności ma także swoje negatywne skutki. Urbanizacja wprowadziła także wiele zmian ekologicznych związanych z zanieczyszczeniem, powietrza, wody czy gleby. Do tego dochodzi powszechny hałas, problem z odpadami i ściekami, a także silniejsze oddziaływanie ocieplenia klimatu związane z tzw. wyspami ciepła typowymi dla miast.

ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA

Zanieczyszczenie powietrza jest główną przyczyną zachorowalności i umieralności wynikającą ze stanu środowiska, w szczególności w krajach rozwijających się, gdzie powietrze w miastach jest najbardziej zanieczyszczone. Szacuje się, że ponad 90% populacji mieszkającej w miastach jest ekspozowana na nadmiernie zanieczyszczone powietrze, co prowadzi do większej chorobowości i śmiertelności. Pyły i szkodliwe gazy pochodzą głównie:

1. ze spalania paliw na potrzeb ogrzewania domostw i ciepłej wody użytkowej, gotowania, zwłaszcza z małych osiedlowych kotłowni;
2. z komunikacji samochodowej;
3. z przemysłu.

Produktami spalania paliw są głównie gazy: dwutlenek węgla CO_2 , tlenek węgla CO , dwutlenek siarki SO_2 , tlenki azotu NO_x , wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, np. benzo(a)piren oraz dioksyny, a także metale ciężkie (ołów, arsen, nikiel, kadm) i pyły zawieszone PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ (Rehfuess 2006). Pojazdy samochodowe są największym źródłem skażenia środowiska, obciążając go ponad 15 tysiącami związków chemicznych. Transport, szczególnie pojazdy z silnikami Diesla, ma bardzo istotny udział w emisji tlenków azotu. Silniki spalinowe mają też znaczący (do kilkunastu procent) udział w emisji pyłu zawieszonego, a także emisji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Jest to cała grupa związków z najbardziej znanym

i toksycznym benzo(a)pirenem. W dużych miastach to właśnie toksyczne spaliny mają znaczący wpływ na liczbę przedwczesnych śmierci. Substancje zawarte w spalinach pojazdów są dużo bardziej szkodliwe niż zanieczyszczenia pochodzące z przemysłu ze względu na to, że rozprzestrzeniają się w bezpośrednim sąsiedztwie ludzi, w wysokich stężeniach oraz na niewielkich wysokościach, tzw. niska emisja. W wielu miastach, zwłaszcza w okręgach przemysłowych, także zakłady przemysłowe są źródłem zanieczyszczeń powietrza, m.in. pyłu zawieszonego, WWA, tlenków azotu i siarki, arsenu oraz metali ciężkich, takich jak rtęć, kadm czy ołów.

W określonych warunkach atmosferyczne, przy braku występowania wiatru oraz dużej wilgotności powietrza w miastach powstaje smog. Największy epizod smogowy w historii wystąpił w Londynie, tzw. wielki smog londyński, w dniach 5 do 9 grudnia 1952 r. - pojawiła się toksyczna mgła. Towarzyszył jej gwałtowny spadek temperatury, przez co mieszkańcy Londynu zaczęli intensywnie palić w swoich piecach. W dniach smogowych odnotowano 4000 zgonów wywołanych „kompliakcjami oddechowymi”. Ofiar śmiertelnych przybywało w kolejnych dniach, a szacowana całkowita liczba ofiar śmiertelnych wynosiła 12000 osób (Davis 2002).

Ekspozycja na zanieczyszczenia powietrza wiąże się ze zwiększoną umieralnością i skróceniem oczekiwanej długości życia. Około 4,2 mln przedwczesnych zgonów rocznie na świecie,

w tym około 0,5 mln w krajach Unii Europejskiej jest spowodowane zanieczyszczonym powietrzem. Oblicza się, że w Polsce z powodu zanieczyszczenia powietrza rocznie umiera przedwcześnie ok. 45 000 osób.

Badania pokazują istnienie związków pomiędzy ekspozycją na zanieczyszczenia powietrza a występowaniem różnych efektów zdrowotnych. Szczególnie podatne na wpływ zanieczyszczeń są dzieci (w tym także w okresie życia płodowego), osoby z istniejącymi chorobami układu krążenia i układu oddechowego, z cukrzycą, otyłością, a także osoby o niskim statusie socjoekonomicznym i ludzie starsi. Obserwuje się podrażnienie błon śluzowych oczu i nosa, problemy z oddychaniem, zaostrzenie astmy, chorób układu krążenia i oddechowego, i wiele innych.

Zanieczyszczenia powietrza wpływają szkodliwie także na zwierzęta i ekosystem roślinny.

ZMIANY KLIMATU

Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego wpływa na zmiany klimatu, a konkretnie jego ocieplenie. Udział w tym mają także miasta. Obserwowane w ostatnich dziesięcioleciach zmiany klimatu szczególnie dotkliwe są dla mieszkańców miast. Wiąże się to ze zjawiskiem miejskich wysp ciepła. Miejska wyspa ciepła (MWC) to zjawisko klimatyczne polegające na występowaniu wyższej temperatury powietrza w mieście, w porównaniu z terenami otaczającymi miasto. Powodem tego jest gęsta i wysoka zabudowa osłabiająca

lub wręcz uniemożliwiająca przewietrzanie, nagromadzenia powierzchni sztucznych takich jak beton, asfalt, niewielki udział terenów zieleni miejskiej. Beton, asfalt czy cegła pochłaniają więcej promieni słonecznych, niż ich odbijają, a następnie oddają energię, podwyższając temperaturę w otoczeniu. W miastach stres termiczny odczuwany przez mieszkańców jest jeszcze silniejszy właśnie poprzez działanie miejskich wysp ciepła. W przypadku wysokich temperatur, a zwłaszcza fal upałów, efektem jest zwiększenie częstości występowania przypadków udaru cieplnego, sprzyja zaostrzeniu przewlekłych chorób układu oddechowego i krążenia. Wpływ ten dotyczy w szczególności osób starszych, niepełnosprawnych i wykluczonych społecznie. W 2022 r. według fundacji World Weather Attribution, fale upałów w Hiszpanii, we Francji, w Niemczech i Wielkiej Brytanii doprowadziły do ponad 20 tysięcy nadmiarowych zgonów, głównie w miastach.

Oslabienie zjawiska miejskich wysp ciepła można uzyskać przez zwiększanie terenów zieleni miejskiej, które złagodzi warunki termiczne i zmniejszą stres cieplny mieszkańców. Zachowanie otwartych i zadrzewionych terenów w miastach oraz ich otoczeniu sprzyja także regeneracji powietrza w mieście. Jest to jedno z działań na rzecz ograniczenia negatywnych skutków upałów i wzrostu bezpieczeństwa zdrowotnego mieszkańców miast.

HAŁAS

Hałas stanowi kolejny poważny problem środowiskowy w miastach, a jest on wytwarzany przez transport samochodowy, przemysł i ludzką aktywność, zwierzęta oraz transport kolejowy i lotniczy. W nocy problemem są bary, restauracje i dyskoteki. Hałas jest niepożądanym dźwiękiem. Zanieczyszczenie hałasem można zdefiniować jako nadmierne narażenie na dźwięki o natężeniu powyżej 65 decybeli (dB) w ciągu dnia. Poziom ten Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) ustaliła jako próg, powyżej którego pojawiają się wywołane przez hałas zaburzenia zdrowotne. Z reguły im większa powierzchnia miasta, tym wyższy poziom generowanego hałasu. Najgłośniejsze miasta świata to Guangzhou w Chinach, New Delhi w Indiach, Kair w Egipcie, a w Europie — Barcelona i Paryż. Dwadzieścia procent ludności Europy, tj. ponad 100 mln osób, jest narażonych na długotrwałe, szkodliwe dla zdro-

wia poziomy hałas. Wiele osób może nie zdaje sobie sprawy z tego, że hałas stanowi ryzyko dla ich zdrowia i przedwczesnych zgonów.

Długotrwała ekspozycja na hałas wywołuje różne problemy zdrowotne począwszy od wywołania stresu, przez znużenie, zaburzenie w odbiorze sygnałów akustycznych i utrudnienie rozmów, zaburzeń snu, aż do chorób układu sercowo-naczyniowego i zgonów. Dźwięki o poziomie powyżej 30 dB utrudniają sen. Hałas w środowisku każdego roku przyczynia się do rozwoju 48 tys. nowych przypadków choroby niedokrwiennej serca (w tym zawały serca i udary mózgu), a także do 12 tys. przedwczesnych zgonów. Szacuje się również, że 22 mln osób cierpi z powodu przewlekłej drażliwości, a 6,5 mln osób — przewlekłych, poważnych zakłóceń snu. Szacuje się, że w Europie hałas jest przyczyną ok. 16,6 tys. przedwczesnych zgonów i 72 tys. hospitalizacji każdego roku. (WHO2011).

O ile poziom zanieczyszczeń powietrza w Europie obniża się, to natężenie hałasu w środowisku rośnie. Hałas niekorzystnie oddziałuje na świat zwierząt.

ODPADY

Odpady stale stanowią główny problem środowiskowy w miastach. W 2012 r. ilość odpadów komunalnych wygenerowanych w 33 krajach europejskich wg. Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) wyniosła 481 kg/osobę. W 2021 roku ilość odpadów komunalnych zawierała się od 302 kg/mieszkańca w Rumunii do 834 kg/mieszkańca w Austrii. W Polsce ilość generowanych odpadów wynosiła 362 kg/mieszkańca.

W ciągu ostatnich 25 lat ilość generowanych odpadów stale rośnie np. w Polsce od 265 kg/mieszkańca w 1995 roku do 362 kg w 2021 roku. Masa odpadów rośnie wraz z rozwojem gospodarczym, wzrostem dobrobytu społeczeństwa i, co oczywiste, także wraz ze wzrostem liczby ludności, stanowiąc olbrzymi problem zagrożenia dla zdrowia i środowiska. Gospodarka odpadami obejmuje wiele czynności związanych z postępowaniem z odpadami, począwszy od ich wytwarzania po zagospodarowanie poprzez odzysk surowców wtórnych po bezpieczne dla środowiska i człowieka unieszkodliwianie. Najgorszym wyborem jest składowanie odpadów (Lar 2013, EEA 2013). Niewłaściwa gospodarka odpadami przyczynia się do zmian klimatu i zanieczyszczenia powietrza, bezpośrednio wpływa na

wiele ekosystemów i gatunków. Ze składowisk odpadów, uważanych za ostateczność w hierarchii postępowania z odpadami, uwalniania się metan — bardzo silny gaz cieplarniany, przyczyniający się do powstawania zmian klimatycznych. Metan powstaje w związku z obecnością na składowiskach mikroorganizmów i odpadów biodegradowalnych, takich jak żywność, papier i odpady zanieczyszczenia gleby i wody.

Drugą grupą są odpady płynne, czyli ścieki komunalne. Ścieki komunalne to ścieki bytowe lub mieszanina ścieków bytowych ze ściekami przemysłowymi, albo wodami opadowymi lub roztopowymi. Nieoczyszczone ścieki, gdy trafią bezpośrednio do środowiska, są ogromnym zagrożeniem dla ludzi i zwierząt, ponieważ zanieczyszczają wody powierzchniowe i podziemne, które są często źródłem wody do picia. Ścieki wydzielają nieprzyjemne zapachy, w tym toksyczne gazy. Ścieki stanowią zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt, ponieważ w ich skład wchodzi m.in. niebezpieczne mikroorganizmy chorobotwórcze czy jaja pasożytów, ale i różnorodne związki chemiczne stosowane przez ludzi (m.in.: detergenty, leki, narkotyki, pestycydy, metale ciężkie itd.) (Michalak 2012).

PODSUMOWANIE

Rozmieszczenie zagrożeń środowiskowych i ich wpływ na zdrowie ludzi ściśle odzwierciedlają różnice w poziomie dochodów, bezrobocia i wykształcenia. Ze 100 miast na świecie najbardziej narażonych na zagrożenia środowiskowe, aż 99 znajduje się w Azji. Podobne zjawisko obserwujemy w Europie (Satterthwaite 1993; WHO 2023). Z jednej strony urbanizacja sprzyja podnoszeniu standardu życia, dostępu do edukacji, pracy i ochrony zdrowia, ale z drugiej związana jest ze zmianą środowiska, w którym wiele czynników stanowi zagrożenia dla zdrowia takie jak zanieczyszczenie powietrza, miejskie wyspy ciepła, hałas czy odpady. Wiąże się to z rozwojem przede wszystkim chorób przewlekłych, m.in. choroby układu sercowo-naczyniowego i oddechowego, zaburzenia psychoneurologiczne, choroby nowotworowe czy coraz powszechniejsze zaburzenia reprodukcyjne. W najbliższej perspektywie czasowej proces urbanizacji będzie postępował; przewiduje się, że najpóźniej w 2050 roku 75% populacji będzie zamieszkiwało w miastach (Moore 2003).

prof. dr hab. n. med. Krystyna Pawlas
Literatura dostępna w Redakcji

SPOTKANIA Z PRZYRODĄ

Część 17. Wiosna

Zbigniew Jakubiec

IDZIE WIOSNA

Każdego roku z radością oczekuję nadejścia wiosny. Najpierw wzruszenie budzą pierwsze listki i kwiatki na dnie parku, przy ziemi, a więc te rośliny, które starają się wykorzystać dopływające tu światło przed pojawieniem się liści drzew. Nieco później widać nabrzmiałe pąki drzew i w końcu pierwsze, miękkie, jasnozielone listki. Oczywiście drzewa rokrocznie przyoblekają swe wiosenne stroje w ustalonej kolejności. Brzozy są pierwsze, a dęby ostatnie. Jednak także wśród brzoź, klonów, czy dębów panuje ustalona hierarchia. Są drzewa, które niemal natychmiast oblekają się liśćmi, a inne zwlekają bardzo długo. Ma to głęboki sens. Jeżeli wiosna jest wczesna, bez późnych przymrozków lub nawrotów zimy, ci niecierpliwi osiągną szybko korzyści i obficie owocują, jeżeli jednak dojdzie do przemarznięcia wcześniej rozwiniętych liści lub kwiatów, sukces przypada tym ostrożnym, długo zwlekającym z rozpoczęciem wiosennego rozwoju.

MODRASZKI

Z drogi słyhać melodyjny śpiew modraszki. I rzeczywiście para ptaków kręci się na pobliskiej olszy, przy ułamanym konarze. Od spodu widać brązowe, spróchniałe wnętrza, a z góry wystający sęk tworzy daszek. Jeden z ptaków siedzi na dolnej krawędzi ułamanej gałęzi i wyrzuca za siebie kawałki próchna. Próchno jest miękkie jak wata i bez trudu sikora odrywa spore kawałki, wyciąga je na zewnątrz i zrzuca w dół. Drugi ptak nerwowo skacze wokół, co jakiś czas cicho się odzywa. Jest wyraźnie zaaferowany tym, co się w pobliżu dzieje. Wszystko wskazuje, że trwa właśnie drażnienie dziupli i przysposa-



Fot. 1. Modraszka zwyczajna, czyli sikora modra *Cyanistes caeruleus*. Fot. Ryszard Adamiec

bianie miejsca na gniazdo. Dla tych małych ptaków jest to trudne zadanie i ciężka praca. Czego się jednak nie robi, aby mieć własny dach nad głową.

PTASIA STOŁÓWKA

Połowa marca, a jeszcze kilka dni temu wokół leżał śnieg. Wiosna w tym roku trochę się spóźnia. Patrząc na ogromne topole obrosnięte kłębami jemoiły i nagle widzę, że panuje tam ożywiony ruch, jakby rój pszczełi krążył wokół ula. Dopiero przez lornetkę można sprawdzić, że jest to duże stado jemoiłek. Ptaki zawisają w powietrzu, krążą między kulistymi krzewami, ale tylko na niektórych z nich lśnią jasne jagody. Po chwili część jemoiłek przelatuje na szczyt sąsiedniej topoli. Stroszą czubki. Zaczynają odzywać się miękkiemi, lekko

terkoczącymi głosami i jest to chórny występ. Jemoiuszki stale krążą między jemoiłą a szczytem topoli.

Niżej wśród gęstwiny jemoiłowycy krzewów odzywają się inni amatorzy przysmaku – kwiczoły. Kilka z nich raz po raz skrzekliwym głosem manifestuje swoją obecność. Jeden z nich z głośnym, ostrzegawczym alarmem siada pośród jemoiłek, a one natychmiast przelatują dalej. Na topolach panuje ruch i śpiew. Takie obrosłe jemoiłą drzewa to ptasia stołówka w trudnym zimowym czasie.

POŻEGNANIE

Czekam wcześniej rano na peronie na pociąg, którym pojadę na kolejną wiosenną wyprawę do lasu. Na sąsiednim peronie i na pobliskim trawniku chodzi kilkanaście gaw-

ronów. To takie ranne żerowanie, aby zaspokoić głód po nocy. W pewnym momencie przez stację niemal bezgłośnie przejeżdża ekspres. Ptaki podrywają się w powietrze, ale jeden z nich zostaje potrącony przez pędzący pociąg. Leży teraz martwy na peronie, a czarne pióra skrzydeł i ogona raz po raz podnoszone są przez wiatr. Na widok martwego pobratymca dramatycznie reagują pozostałe gawrony. Krążą nad peronem, kraczą i na różne sposoby manifestują swój strach, tragedię, może chęć pomocy?

Taka reakcja na śmierć współplemieńca nie jest częsta u zwierząt, większość z nich obojętnie mija martwe ciało. Tylko u niektórych z nich opisano emocje, pewne ceremonie i prawdopodobny strach. Zachowania takie są znane u słoni, szympanсів, ale zachowanie krukowatych jest wyjątkiem wśród ptaków.

BUDOWA GNIAZDA

Srocze gniazdo to skomplikowana konstrukcja; oprócz czary stanowiącej dolną część i podstawę, są jeszcze ściany boczne, a na szczycie zadaszenie, uniemożliwiające zajrzenie do wnętrza. Para „moich” srok już ponad miesiąc pracowicie buduje gniazdo na szczycie klonu. W połowie stycznia poświęcały tej pracy niewiele czasu, ale już po miesiącu zajmuje im to kilka porannych godzin. Sytuację miały o tyle ułatwioną, że jest to remont zeszlórocznej konstrukcji. Najpierw siadały na szczycie gniazda, potem zadaszenie zapadło się do wnętrza i można było wchodzić tam z góry. Jednak we wczesnym stadium widać było niemal całego ptaka, potem zaczęło się dobudowywanie ścian bocznych i widać było tylko ruszający się ogon, a obecnie na obecność gospodarza wskazują ruchy za ażurową ścianą.

Sroki łamią patyki w pobliżu gniazda, choć niekiedy przylatują z daleka z gałązką w dziobie. Zdobycie materiału nie jest proste, jeżeli gałązkę odrywa się, ciągnąc w dół, czynność przynosi efekt, jeżeli ciągnie się w bok lub w górę, to pomimo wielu prób, a nawet zawieszania się na gałązce trzeba szukać innego patyka. Mając już w dziobie patyk, ptaki siadają na brzegu i usiłują wepchać kolejny budulec w konstrukcję,



Fot. 2. Gołąb grzywacz *Columba palumbus* w lutym na gnieździe. Fot. Ryszard Adamiec

popychając patykiem i potrząsając głową. Niekiedy jest to praca zespołowa, jeden ptak z góry wsuwa pręt, a drugi z dołu wypycha go w upatrzone miejsce. Nie przeszkadza im to, że na wietrze drzewo się kołysze, że gniazdo wychyla się ponad metr, to w prawo, to w lewo. Jedna ze srok przyniosła długi, prosty patyk, znacznie dłuższy niż całe jej ciało i próbowało go wbudować w gniazdo. Drugi ptak przyłączył się również do pracy, ale pręt przebił całą konstrukcję i wystawał z drugiej strony. To nie mieściło się w sroczej estetyce, więc patyk został wyciągnięty, a cała praca rozpoczęła się od nowa. Te zmagania z długą gałązką trwały wiele dni, raz wtykała ją jedna sroka, innym razem pracowały dwa ptaki. Budowa kosztuje sporo wysiłku i zajmuje dużo czasu, ale wśród cienkich szczytowych gałęzi klonu powstaje konstrukcja, która wytrzyma podmuchy silnego wiatru.

GRZYWACZE NA PARAPECIE

Grzywacze wprowadziły się do naszych miast zaledwie kilkadziesiąt lat temu. Dawniej były to typowe ptaki leśne, żyjące w sporym rozproszeniu i tylko gruchaniem i lotami godowymi nad lasem potwierdzały swe prawa do kilkunastu hektarów leśnych ostępów. Po zasiedleniu miast trzeba było przystosować się do bliskiej obecności sąsia-

dów, na jednym drzewie gnieździło się nawet kilka par. Gniazda były budowane najpierw koło budynków. Potem gdy brakło miejsca na drzewach, zaczęły się próby zakładania gniazd na budynkach. W zupełnie innych warunkach.

Pod moim oknem, na blaszanym parapacie, za rynną para grzywaczy pracowicie znosi patyki i próbuje zbudować gniazdo. W przypadku tego gatunku gniazdo zbudowane jest z niewielkiej liczby drobnych patyków. Jednak to miejsce całkowicie odkryte i ptaki są z daleka widoczne. Wątpię, aby tego gniazda nie splądrowały sroki. Lokatorzy nie są jednak zachwyceni obecnością gołębi i patyki są codziennie usuwane. Zupełnie to nie zraża pary grzywaczy i przez kilka dni gniazdo jest odbudowywane, a jeden ptak cały czas pilnuje obranego miejsca. Nie doszło jednak do złożenia jaj, a także został przełamany opór ptaków i w końcu miejsce pozostało puste.

ŚPIEW

Czekam na tramwaj na placu, w ruchliwym centrum miasta i nagle przez warkot aut, przez hałas ulicy, dobiega słaby śpiew sikory bogatki. Rozglądam się i w końcu spostrzegam ptaka na przewodach przy słupie nad przystankiem. Wokół ruch, hałas i pogoń za uciekającym czasem, toczy się zwykle miejskie życie i ten śpiew w tym miejscu jest czymś zaskakującym, brzmi obco i może tylko dziwić. Przypomniałem sobie jednak, że koledzy prowadzący badania w Puszczy Białowieskiej skarżą się na hałas pasażerskich odrzutowców, które akurat tam zmieniają pułap lotu i podczas wznoszenia się z kilku na jedenaście kilometrów huczą tak, że nie słychać zupełnie ptaków.

Hałas dociera więc wszędzie i trudno sobie uzmysłowić, że jeszcze niedawno dominował w otoczeniu człowieka szum wiatru, śpiew ptaków i niekiedy grzmoty burzy. Ludzie zmienili świat. Jednak za wygodę, za komfort trzeba płacić sporą cenę. Niewiele z nas zdaje sobie sprawę, że cisza, chwile samotności, podobnie jak czysta źródłana woda i kilka innych zwykłych dóbr, stały się dzisiaj towarami luksusowymi.

dr hab. Zbigniew Jakubiec

GRZYBY MAKROSKOPIJNE WROCŁAWSKICH PÓL IRYGACYJNYCH

Marek Halama

ilustracje na str. 28

WSTĘP

Gdziekolwiek znajduje się coś do skomsumowania i rozłożenia, tam można znaleźć grzyby (Marren 2018). Choć grzyby zwykle żyją „w ukryciu”, to stanowią bardzo istotny element każdej biocenozy. Poprzez procesy rozkładu materii organicznej i jej mineralizacji oraz z powodu mutualistycznych i antagonicznych interakcji z innymi elementami świata ożywionego, grzyby decydują o trwaniu i dynamice większości zespołów biotycznych, w tym także urbicenozy (Adamczyk i Ławrynowicz 1991; Wrzosek 2020). Klasyfikacja grzybów wykorzystuje zróżnicowane kryteria morfologiczne, cytologiczne, chemiczne, fizjologiczne, ekologiczne i genetyczne. Jednymi z podstawowych, powszechnie stosowanymi dawniej i obecnie, są kryteria morfologiczne – odnoszące się głównie do charakterystyki zarodników i budowy elementów, w których lub na których zarodniki powstają (Grzywacz 2010). Część grzybów, na pewnym etapie cyklu życiowego, manifestuje swoją tożsamość i zarazem bardziej zauważalną obecność, wytwarzaniem różnego rodzaju tworów, zwanych owocnikami. Same owocniki służą wytwarzaniu, jak również dyspersji zarodników i mogą cechować się niedużymi rozmiarami. W przypadku tzw. grzybów makroskopijnych, nazywanych także grzybami wielkoowocnikowymi lub grzybami dużymi (macromycetes), twory te osiągają średnicę nie mniejszą niż 2–5 mm, a w skrajnych przypadkach mogą dorastać nawet do 10 m długości i osiągać wagę nawet 500 kg (Dai i Cui 2011). Choć definicja grzybów makroskopijnych nie jest jednolita to znakomita większość autorów do grupy tej włącza nielicznych reprezentantów *Ascomycota* i przeważającą część przedstawicieli *Basidiomycota* (Arnolds 1981; Kirk i in. 2008).



Fot. 1. Lejkówka jadowita *Clitocybe rivulosa*. Fot. Marek Halama

W Polsce znanych jest blisko 4800 gatunków grzybów makroskopijnych. Wśród nich, 117 jest objętych ochroną prawną, zaś 963 uznano za zagrożone w naszym kraju (Wojewoda i Ławrynowicz 2006; Kujawa 2021).

DOTYCHCZASOWE BADANIA

Pod względem mykologicznym Wrocław jest jednym z najlepiej zbadanych miast w Polsce (Ławrynowicz i Adamczyk 1988 (1991)). Grzyby makroskopijne są notowane na tym terenie od około 250 lat przez ponad 50 autorów, a łączna liczba podanych dotychczas gatunków przekracza 1000. Niestety, z powodu znaczących zmian przyrodniczych, duża część informacji na temat występowania określonych grup grzybów makroskopijnych na tym obszarze ma już charakter historyczny i/lub wymaga potwierdzenia. W szczególności dotyczy to obecności w obrębie miejskich obiektów zieleni wielu gatunków grzybów chronionych i zagrożonych w Polsce (Halama 2013, mat. npbl.).

Mykobiota macromycetes Wrocławia, choć rozmieszczona nierównomiernie, jest bogata i zróżnicowana pod względem bioekologicznym. Do najcenniejszych siedlisk występowania tej grupy grzybów w mieście, zaliczyć należy przede wszystkim lasy miejskie i większe obiekty zieleni o charakterze parkowym. Dla funkcjonowania określonych grup macromycetes istotne są jednak również inne siedliska, w tym cmentarze i ogrody, ale także pasy zieleni ulicznej, trawniki i zbiorowiska łąkowe oraz niewielkie skwery i rabaty (np. Schröter 1885–1889; Schröter 1908; Dittrich 1931, 1932a, b; Halama 2009, 2016). Z punktu widzenia dotychczas zrealizowanych badań i obserwacji, bardzo niewiele wiemy natomiast na temat różnorodności taksonomicznej oraz dynamiki zmian grzybów w odniesieniu do pól irygacyjnych Wrocławia, które przez bardzo długi okres czasu były niedostępne dla przyrodników (por. Śliwiński 2022), w tym również mykologów. Tereny te pełniły przez przeszło 120 lat

funkcję oczyszczalni ścieków wrocławskiej aglomeracji miejskiej. W początkowym okresie funkcjonowania, tj. w latach 80. XIX wieku, ich powierzchnia zajmowała około 560 ha. Z czasem obszar ten ulegał systematycznemu powiększaniu, by w szczytowym momencie użytkowania osiągnąć przeszło 1100 ha (Łyczko 2018; Orłowski i in. 2019). Wieloletnie użytkowanie pól irygacyjnych doprowadziło do powstania w ich obrębie specyficznych warunków glebowych, mających bezpośredni wpływ na zróżnicowanie i charakter biocenotyczny tego obszaru (Łapczyńska-Pieprz 2012). Teren ten cechuje się obecnością zróżnicowanego kompleksu zbiorowisk roślinnych, z dominującą rolą siedlisk półnaturalnych i antropogenicznych, miejscami mocno zdegradowanych i zarazem dynamicznych (Wójcicka-Rosińska i in. 2021). Nie odnaleziono żadnych danych XIX i XX-wiecznych na temat występowania macromycetes na polach irygacyjnych. Zakres przeprowadzonych w roku 2001 i 2009 inwentaryzacji przyrodniczych tego terenu (Hildebrand i in. 2001; Proćków i in. 2001; Maślak i in. 2009; Proćków 2009) nie obejmował tematycznie grzybów makroskopijnych, a zebrane wówczas przygodne dane na temat stanowisk grzybów, dotyczą kilku lokalizacji umiejscowionych poza obszarem pól irygacyjnych, tj. na terenie Lasu Osobowickiego (Proćków i in. 2001) i Lasu Lesickiego (Hildebrand i in. 2001). Dopiero w latach 2020-2021, w ramach kolejnej inwentaryzacji związanej z aktualizacją danych



Fot. 2. Pieczareczka różowoblaszkowa *Leucoagaricus leucothites*. Fot. Marek Halama

na temat zróżnicowania fitosocjologicznego pól irygacyjnych oraz ich flory i fauny (Wójcicka-Rosińska i in. 2021), a także oceną perspektyw objęcia tego obszaru ochroną, uwzględniono w pracach inwentaryzacyjnych grzyby lichenizowane (por. Kossowska 2022) oraz grzyby makroskopijne.

ZAKRES PRAC

Inwentaryzacja mykologiczna pól irygacyjnych Wrocławia stanowi jeden z kilku elementów składowych dokumentacji przyrodniczej tego terenu (por. Furmankiewicz 2022; Kossowska 2022; Sztwiertnia 2022; Śliwiński 2022). Głównym celem podjętych przeze mnie działań było oszacowanie aktualnego stanu różnorodności macromycetes, w szczególności zaś, rozpoznanie zasobów

grzybów chronionych (Rozporządzenie Ministra Środowiska 2014) i zagrożonych w Polsce (Wojewoda i Ławrynowicz 2006).

Badania środowiskowe grzybów makroskopijnych napotykają na znaczne trudności, które wynikają głównie ze specyficznej biologii i morfologii tych organizmów. Główne „ciało” grzybów, tj. grzybnia (*mycelium*) – ukryta jest najczęściej w podłożu (np. próchnicy lub drewnie). W ten sposób dla potencjalnego obserwatora grzybnia nie bierze bezpośredniego udziału w kształtowaniu struktury analizowanego zbiorowiska. Mimo rozwoju w ostatnich latach nowoczesnych metod molekularnych, opierających się przykładowo na analizie DNA środowiskowego (eDNA) – izolowanego bezpośrednio z próbek środowiskowych (np. gleby, drewna lub odchodów) i wykorzystujących techniki sekwencjonowania NGS (np. Tedersoo i in. 2014), podstawowe badania nad występowaniem macromycetes, opierają się głównie na rejestrowaniu okresowo pojawiających się i przeważnie efemerycznych owocników i podkładek grzybów. Na tej podstawie stwierdzamy obecność grzybów oraz określamy ich przynależność taksonomiczną. Jest to w dalszym ciągu najczęściej stosowana metoda próbkowania i monitorowania macromycetes, pozwalająca na określenie składu gatunkowego oraz umożliwiającą analizę rozmieszczenia tych organizmów. Metodę tę wykorzystano również przy inwentaryzacji grzybów makroskopijnych na obszarze pól irygacyjnych Wrocławia.



Fot. 3. Twardzioszek przydrożny *Marasmius oreades*. Fot. Marek Halama

W trakcie gromadzenia danych na temat stanowisk grzybów zastosowano metodę marszrutową. Szczegółowe poszukiwania macromycetes prowadzono w kilkunastu wytypowanych wcześniej rejonach obszaru inwentaryzacji, obejmujących możliwe szerokie spektrum siedlisk. Ze względu na periodyczność owocnikowania i zależność pojawu owocników od warunków meteorologicznych oraz ze względu na ustalone ramy czasowe realizacji projektu, możliwy do przeprowadzenia schemat pracy terenowej został ograniczony do dwudziestokrotnej eksploracji obszaru inwentaryzacji w czasie sprzyjających okresów miesięcy letnich, jesiennych i wiosennych. W okresie od lipca 2020 do czerwca 2021 roku grzyby zostały poddane kartowaniu z wykorzystaniem odbiornika GPS, szczegółowo skatalogowane, z określeniem charakteru podłoża i innych istotnych parametrów siedliskowych i w większości udokumentowane fotograficznie oraz w formie zebranych i zasuszonych okazów (eksykatów). Analizę taksonomiczną zgromadzonych materiałów przeprowadzono klasycznymi metodami taksonomii mykologicznej z użyciem określonych odczynników chemicznych i barwników (Cléménçon 2009). Do identyfikacji grzybów wykorzystano przede wszystkim opracowania Hansen i Knudsen (1992, 1997) oraz Knudsen i Vesterholta (2008, 2012). W uzasadnionych przypadkach korzystano również z innych kluczy i monografii.



Fot. 4. Grzybówka trawiasta *Mycena aetites*. Fot. Marek Halama

BOGACTWO GRZYBÓW, UDZIAŁ I CHARAKTERYSTYKA GATUNKÓW CENNYCH

Zróżnicowanie siedliskowe i współczesny charakter pól irygacyjnych oraz obecność na tym terenie zbiorowisk o wyjątkowo silnej antropopresji, predestynuje ten obszar do obiektów zieleni miejskiej cechujących się ubogą, choć jednocześnie specyficzną mykobiotą. W trakcie sondazowych badań odnaleziono ogółem 95 taksonów grzybów makroskopijnych, w tym 93 gatunki i 2 taksony, które wstępnie przyporządkowano do rangi rodzaju (2 *Ascomycota* i 93 *Basidiomycota*). Stanowi to około 9,5% przedstawicieli *macromycetes* odnalezionych dotychczas na terenie Wrocławia

i blisko 2% grzybów makroskopijnych znanych z Polski. Wśród odnotowanych taksonów – 7 to gatunki określone jako cenne ze względu na ich krajowy status ochronny i/lub zagrożenie.

Na nielicznych stanowiskach stwierdzono tu ozorka dębowego (*Fistulina hepatica*), który jest grzybem podlegającym częściowej ochronie prawnej i jednocześnie mającym status gatunku rzadkiego w Polsce (kategoria zagrożenia – R). Kilka owocników ozorka obserwowano na dojrzałych dębach zlokalizowanych w obrębie zieleni przydrożnej przy ul. Ćwiczebnej, w południowej części badanego obszaru. Gatunek ten jest współcześnie grzybem szeroko rozpowszechnionym w Polsce, zasiedlającym w naszym kraju prawie wyłącznie drewno dębów (Szczepkowski 2020). Bardzo rzadko, szczególnie w Europie Południowej, ozorek spotykany jest również na kasztanie jadalnym, zaś zupełnie wyjątkowo notowany jest na klonach, olszach, brzozech, bukach, jesionach, lipach, wiązach, grabach i leszczynach. Owocniki ozorka pojawiają się na korzeniach, pniach, pniakach, wywrotach, nierzadko na drzewach będących pomnikami przyrody. Niekiedy gatunek ten spotykany jest także na drewnie użytkowym. Grzyb ten jest słabym pasożytem i saprotrofem, powodującym z reguły bardzo powolną, brunatną zgniliznę drewna (Schwarze i in. 2004; Bernicchia 2005; Ryvarden i in. 2017; Bernicchia i Gorjón 2020).



Fot. 5. Czubajeczka liliowa *Lepiota lilacea*. Fot. Marek Halama

Reprezentująca kategorię grzybów wymarłych (Ex) czubajeczka liliowa (*Lepiota lilacea*), odnaleziona została na pojedynczym stanowisku – na trawiastym poboczu drogi, w północnej części pól irygacyjnych. Jest to saprotrof zasiedlający próchnicę, o niewystarczająco rozpoznanym rozmieszczeniu w Polsce. Przez pewien czas gatunek ten uważany był za wymarły w naszym kraju (Wojewoda 2003; Wojewoda i Ławrynówicz 2006), gdzie znany jest z nielicznych, zróżnicowanych siedliskowo stanowisk. Grzyb ten przeważnie rozwija się na glebach zasobnych, żyznych i pojawia się przede wszystkim w zbiorowiskach leśnych i zaroślowych. Znany jest jednak także z zieleni parkowej i upraw szklarniowych (Neuhoff 1933; Kujawa 2009; Gierczyk i in. 2011; Szczepkowski i in. 2014; Szczepkowski 2016; Gierczyk i Ślusarczyk 2020).

Pokryte kobiercami mchów pobocza dróg i ścieżek towarzyszących kanałom odpływowym, stanowią sprzyjające biocenozy dla purchawki wrzosowiskowej (*Lycoperdon ericaeum*), która reprezentuje kategorię grzybów wymierających (E). Grzyb ten zasiedla zróżnicowane typy siedlisk, choć najczęściej pojawia się na glebach piaszczystych i kwaśnych, przeważnie w zbiorowiskach leśnych i na brzegach lasów. Pojawia się również na terenach otwartych, tj. łąkach, wrzosowiskach i przydrożach (Calonge 1998; Wojewoda 2003). W Polsce gatunek ten sygnalizowano dotychczas z kilkunastu stanowisk (Ginko 1987; Ławrynówicz 1998, 2000; Adamczyk i in. 2004; Adamczyk i Kucharski 2005; Adamczyk 2009; Kałucka 2009; Adamczyk 2011a, b; Friedrich 2011). Na badanym terenie purchawka wrzosowiskowa wydaje się być gatunkiem nierzadkim, choć występującym w rozproszeniu.

Kategorię grzybów rzadkich (R) reprezentują z kolei: grzybówka oliwkowoostrowa (*Mycena olivaceomarginata*), zmiennoporek szklisty (*Physisporinus vitreus*) i skórniczek szarobrazowy (*Porostereum spadiceum*). Wymienione gatunki są w Polsce obecnie szeroko rozpowszechnione, zaś na polach irygacyjnych obserwowano je z wyraźnie różną częstością. Grzybówka oliwkowoostrowa rozwija się przeważnie na szczątkach roślinności zielonej, przede wszystkim w zbiorowiskach trawiastych, rzadziej spotykana jest na ściółce iglastej, liściastej lub miesza-



Fot. 6. Pierścieniak kruchaweczkowaty *Stropharia inuncta*. Fot. Marek Halama

nej w obrębie zbiorowisk leśnych i zaroślowych (Maas Geesteranus 1992; Emmett i in. 2008). Na analizowanym terenie gatunek ten obserwowano ogółem na prawie trzydziestu stanowiskach, przeważnie na rozdrobnionych szczątkach traw (trzcinnika, wyczyńca, kłosówki, kostrzewy i życicy). Z kolei zmiennoporek szklisty rozwija się przeważnie jako saprotrof na różnych elementach kory i martwego drewna (pniaki, kłody, drewno użytkowe), powodując białą zgniliznę drewna drzew iglastych (jodła, świerk, sosna) i liściastych (brzoza, buk, dąb, jesion, olsza, topola, wierzba). Czasem gatunek ten wytwarza owocniki bezpośrednio na ziemi, lecz wówczas w bliskim sąsiedztwie substratu drzewnego. Niekiedy pojawia się także na korze i drewnie żywych, przeważnie wówczas osłabionych drzew (Ryvarden i Gilbertson 1994; Wojewoda 2003; Bernicchia 2005; Ryvarden i in. 2017; Bernicchia i Gorjón 2020). Na polach irygacyjnych występowanie zmiennoporka szklistego stwierdzono na jednym stanowisku – w okolicy ul. Lipskiej, w obrębie zbiorowiska zdominowanego przez trzcinnika piaskowego, na leżącej kłodzie czeremchy amerykańskiej. Skórniczek szarobrazowy jest saprotrofem powodującym również białą zgniliznę drewna. Rozwija się na martwych pniach, kłodach, konarach i gałęziach wielu rodzajów i gatunków drzew i krzewów, zarówno rodzimego, jak i obcego pochodzenia. Gatunek ten najczęściej spotykany jest na drewnie buków, dębów, klonów i olsz (Jahn 1971; Eriksson i Ryvarden 1976; Kotłaba 1986; Wojewoda 2003; Bernicchia

i Gorjón 2010). W obrębie pól irygacyjnych grzyba tego stwierdzono na dwóch stanowiskach, na martwej kłodzie czeremchy amerykańskiej i leżących gałęziach śliwy tarniny, w niewielkich zaroślach otoczonych zbiorowiskami z przewagą perzu właściwego, stokłosa bezostnej i trzcinnika piaskowego, zlokalizowanych w okolicy ul. Zapotoczce.

Ostatnim z zagrożonych gatunków stwierdzonych w trakcie prac inwentaryzacyjnych jest bocznik łyżkowaty (*Pleurotus pulmonarius*). Reprezentuje on kategorię grzybów narażonych na wymarcie (V). Jest gatunkiem rozpowszechnionym w Polsce, choć nieczęsto notowanym, występującym w różnych typach zbiorowisk leśnych i zaroślowych, ale także spotykanym w układach zieleni parkowej oraz w zbiorowiskach otwartych, cechujących się nielicznym udziałem drzew (Wojewoda 2003; Kujawa 2021). Owocniki bocznika łyżkowatego rozwijają się na żywych, jak i martwych pniach i pniakach drzew liściastych, najczęściej brzozy, olsz, jarzębów, topól i wierzb (Wojewoda 2003; Elborne 2008). Na polach irygacyjnych gatunek ten odnotowano na jednym stanowisku – w okolicy ul. Lipskiej, w przerzedzonych zaroślach z trzcinnikiem piaskowym, u podstawy martwego pnia brzozy brodawkowatej.

ZRÓŻNICOWANIE BIOEKOLOGICZNE MYKOBIOTY, SIEDLISKA CENNE DLA GRZYBÓW

Spśród odnotowanych na polach irygacyjnych głównych grup bioekologicznych grzybów, najliczniejszy zbiór stanowią saprotrofy

(88,4% taksonów), przed grzybami patogennymi (7,4% taksonów) oraz grzybami mykoryzowymi (4,2% taksonów). Wśród saprotrofów przeważają grzyby nadrewnowe (49 taksonów). Znaczącym udziałem cechują się w tym przypadku również grzyby rozwijające się na szczątkach roślin zielnych (28 taksonów) i grzyby związane z próchnicą (20 taksonów). Niewielkim zaś udziałem charakteryzują się grzyby saprotroficzne zasiedlające ściółkę drzew i krzewów (3 taksony). Do najczęściej notowanych saprotrofów nadrewnowych na polach irygacyjnych można zaliczyć m.in. powłocznicę popielatą (*Peniophora cinerea*), kisielnicę kędzierzawą (*Exidia nigricans*), woskownika pozrastanego (*Radulomyces confluens*), uszaka bżowego (*Auricularia auricula-judae*), skórnik szorstkiego (*Stereum hirsutum*), skórnik aksamitnego (*Stereum subtomentosum*) i wrośniaka różnobarwnego (*Trametes versicolor*). W przypadku saprotrofów związanych ze szczątkami roślin zielnych najczęściej notowano grzybówkę oliwkowostrzową, lejkówkę jadowitą (*Clitocybe rivulosa*) i grzybówkę trawistą (*Mycena aetites*), zaś wśród grzybów napróchnicznych – pieczareczkę różowoblaszkową (*Leucoagaricus leucothites*), lejkówkę jadowitą i gąsówkę dwubarwną (*Lepista saeva*). Do grona grzybów saprotroficznych należy kilka gatunków uważanych za koprofilne. Można zaliczyć tutaj m.in. gnojankę żółtawą (*Bolbitius titubans*) i lejkówkę gorzkawą (*Clitocybe amarescens*). Z kolei grzyby patogennicne reprezentowane są przez pasożyty drzew i krzewów (np. ozorek dębowy, żółciak siarkowy *Laeetiporus sulphureus* i łuskwiak cytrynowy *Pholiotia limonella*), pasożyty roślin zielnych (twardzioszek przydrożny *Marasmius oreades*), niektóre grzyby bryofilne (np. spinka pomarańczowa *Rickenella fibula*) oraz gatunki rozwijające się na owocnikach innych grzybów (pieniązek drobniutki *Collybia cirrata*). Grupę grzybów mykoryzowych tworzą symbionty ektomykoryzowe notowane na polach irygacyjnych wyłącznie w towarzystwie drzew liściastych. Należy tutaj m.in. muchomor czerwony (*Amanita muscaria*), włośnianka brunatna (*Hebeloma mesophaeum*) i krowiak podwinięty (*Paxillus involutus*).

Z punktu widzenia różnorodności taksonomicznej i zróżnicowania bioekologicznego grzybów, najcenniejszymi typami siedlisk pól irygacyjnych są:

1. trawiaste pobocza dróg,
2. kompleksy użytków zielonych, tj. łąk kośnych w polderach pól irygacyjnych (zbiorowiska *Elymus repens-Bromus inermis*, *Elymus repens-Phalaris arundinacea*, *Elymus repens-Urtica dioica*, zbiorowiska z klas: *Artemisietea vulgaris* i *Stellarietea mediae*, zbiorowiska z rzędu *Arrhenatheretalia elatioris*) oraz zbiorowisk z udziałem *Calamagrostis epigejos* i zbiorowisk *Phragmites australis-Urtica dioica*, oraz
3. zróżnicowane zbiorowiska zaroślowe i leśne z udziałem drzew i krzewów (ze związków: *Sambuco-Salicion*, *Ulmion minoris* i *Carpinion betuli*, z klasy *Rhamno-Prunetea* i *Salicetea purpureae* oraz z rzędu *Prunetalia spinosae*).

Wymienione typy siedlisk cechują się porównywalnym udziałem całkowitej liczby notowań grzybów oraz niejednorodnym udziałem całkowitego zróżnicowania taksonomicznego macromycetes (kolejno 28,4, 21,1 i 57,9%). Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, iż wyróżnione kategorie siedlisk cechują się wyraźnie urozmaiconym udziałem powierzchniowym, co dodatkowo podkreśla szczególne znaczenie zwykle drobnowierzchniowych zarośli i zadrzewień w kształtowaniu różnorodności grzybów dyskutowanego obszaru.

Zebrane dane sugerują, iż duża część pól irygacyjnych Wrocławia stanowi teren o przeciętnej wartości z punktu widzenia generowania i zachowania różnorodności grzybów makroskopijnych. W szczególności dotyczy to obszarów otwartych, które cechują się dominacją roślinności trawiastej i zielonej, ponadprzeciętną wilgotnością i żyznością oraz brakiem lub niewielkim udziałem drzew i krzewów. Widoczny jest zauważalny wzrost różnorodności macromycetes w lokalizacjach cechujących się obecnością określonych składników dendroflory, szczególnie w sytuacji obecności starszych okazów drzew i krzewów oraz większego nagromadzenia się różnych elementów martwego drewna. Nie bez znaczenia dla pozytywnego kształtowania różnorodności grzybów jest również

w tym przypadku mozaikowy charakter wielu fitocenoz, który sprzyja wzrostowi lokalnego zróżnicowania mykobioty poprzez możliwość współwystępowania określonych gatunków i grup gatunków grzybów charakterystycznych zwykle dla różnych stadiów sukcesyjnych, odmiennych warunków wilgotnościowo-glebowych, czy różnic wynikających z żyzności podłoża. Warto jednocześnie zwrócić uwagę, iż użytki zielone pól irygacyjnych Wrocławia stanowią specyficzną kategorię siedlisk, która umożliwia przede wszystkim realizację strategii życiowej gatunkom grzybów szeroko rozumianych terenów otwartych (łąki, murawy, pastwiska, wrzosowiska, pobocza dróg). W ten sposób obszar ten stanowi dla grzybów uzupełniający i w konsekwencji wartościowy rezerwuariat siedlisk, zwiększający potencjał różnorodności tej grup organizmów w skali całej urbenoży.

UWAGI KOŃCOWE

Z powodu krótkiego okresu realizacji prac terenowych, zebrany materiał nie wyczerpuje pełnej listy gatunków grzybów makroskopijnych występujących na polach irygacyjnych. Ze względu na periodyczność pojawu i fluktuacje owocowań, grzyby należy traktować jako grupę wybitnie dynamiczną. Zróżnicowanie mykobioty zmienia się stosownie do dynamiki procesów abiotycznych i biotycznych w środowisku, stąd obserwacje grzybów powinny być prowadzone przynajmniej przez kilka lat, najlepiej w systemie wielokrotnie monitorowanych powierzchni, celem właściwej aktualizacji danych na temat rzeczywistego zróżnicowania mykobioty (Arnolds 1981; Ławrynowicz 2012). Z pewnością możliwość realizacji ukierunkowanych badań mykologicznych w dłuższym okresie sprzyjających warunków meteorologicznych, pozwoliłaby odnaleźć większą liczbę gatunków grzybów na tym terenie, co w szczególności dotyczy wielu drobnych grzybów workowych, a także sporej grupy grzybów podstawkowych – przede wszystkim gatunków cechujących się delikatnością owocników oraz efemerycznością pojawień.

dr Marek Halama

Literatura dostępna w Redakcji.

HOMO SAPIENS

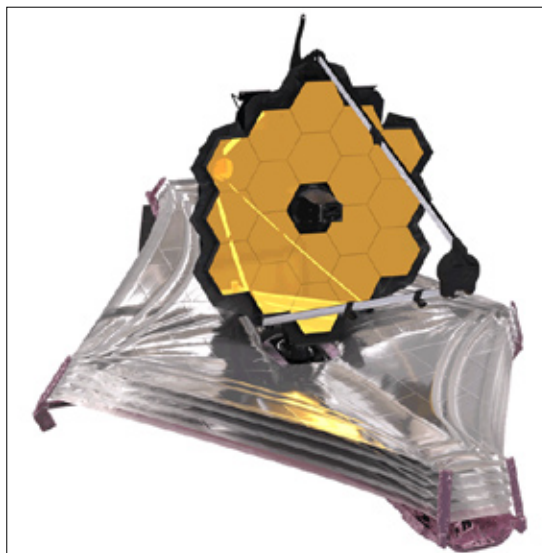
Aureliusz Mikłaszewski

Niedawno rozpoczął pracę kosmiczny Teleskop Jamesa Webba przeznaczony do obserwacji przestrzeni kosmicznej w podczerwieni. Krąży po orbicie oddalonej od Ziemi o ok. 1,5 mln km, w pozbawionej atmosfery pustce przestrzeni kosmicznej i przesyła fotografie gwiazd, galaktyk, obszarów gwiazdnych oddalonych o miliony, a nawet miliardy lat świetlnych. Przyzwyczajeni do ziemskich odległości i miar nie ogarniamy tych odległości.

By je wyliczyć, trzeba pomnożyć prędkości światła (ok. 300 tys. km/sekundę) przez ilość sekund w roku i przez ilość lat świetlnych. Teleskop Webba pozwolił zajrzeć na krańce naszej galaktyki i zobaczyć, co jest dalej. Dalej są następne galaktyki..., a jeszcze dalej – następne galaktyki/obszary gwiazdne... Nie udało się zobaczyć ich końca. Ten Wszechświat nie ma końca? Stawiamy takie pytanie i (na razie) pozostaje ono bez odpowiedzi. Mamy też świadomość, że to, co dociera do nas w postaci obrazu, może już nie istnieje, gdyż odbieramy promieniowanie wysyłane miliony/miliardy lat temu, a obiekty gwiazdne, które je wysłały, może już nie istnieją. A jeśli nie istnieją, to co się z nimi stało? Materia przeszła w energię? Więcej pytań niż odpowiedzi. Teleskop Webba poszerzył wiedzę, ale pytań dołożył.

Jeśli spojrzeć z perspektywy ogromu Kosmosu, to nasz układ słoneczny w tej proporcji jest grupą pyłków mknących przez pustą/pełną przestrzeń kosmiczną. Pustą, bo odległości w kosmosie olbrzymie, a pełną – bo teleskop Webba ukazał w niej niezliczone obiekty. Ale w tej grupie pyłków, jednym z nich jest nasza Ziemia. Na niej jest życie w formie, jaką znamy – organicznej. Znamy formę, nadal nie zna-

my przyczyny – dlaczego z atomów węgla, wodoru, azotu, tlenu i innych nie udaje się „zsyntetyzować” bakterii, wirusów, roślin, zwierząt, człowieka. A przecież to wszystko na Ziemi istnieje i trwa od wielu milionów lat. Od ilu? Tego też dokładnie nie wiemy, a wiek Ziemi szacuje się na ok. 4,5 miliarda lat.



Fot. 1. Teleskop Jamesa Webba. Źródło: NASA, Public domain, via Wikimedia Commons

Na tej Ziemi istnieje gatunek ludzki, który wyraźnie odróżnia się od innych żywych organizmów. Rozwijają się, tworząc cywilizację i korzystając ze środowiska, w którym żyje i przekształca je dla swoich potrzeb. Skala tych potrzeb (mieszkania, transport, rolnictwo, hodowla i inne) stale rośnie, ludzi przybywa i cywilizacja człowieka zaczyna zagrażać środowisku Ziemi. Jeszcze go wystarcza, ale opracowania naukowe mówią już o kończących się zasobach surowców, paliw kopalnych, malejących możliwościach produkcyjnych rolnictwa.

Przyzwyczailiśmy się, że rozwój oznacza wzrost. Ilościowy, jakościowy, zaspokajający potrzeby społeczeństwa. Ale w miarę tego rozwoju wzrost nie może trwać bez końca, gdyż zasoby Ziemi po prostu się wyczerpią. Nie znaczy to, że ich w ogóle zabraknie, ale że zostaną wyeksploatowane te, które przy obecnym stanie techniki opłaca się wydobywać. Wydaje się, że najbardziej palącym (nomen omen) problemem jest wyczerpywanie się zasobów paliw energetycznych węgla, ropy i gazu. Świat zużywa ich coraz więcej, zasoby są skończone i można wyliczyć czas, na jaki wystarczą. Scenariusze końca ich wybierania nie wyglądają zachęcająco: w miarę ich wyczerpywania się będą drożały, nie starczy ich dla wszystkich, będą napięcia związane z konkurencją i (być może) walką o dostęp... Nie można więc czekać, aż ich zaczną brakować, trzeba je zastąpić innymi źródłami energii.

Jest jeszcze jeden ważny argument, by zaprzestać spalania węgla, ropy i gazu – efekt cieplarniany. Raporty IPCC i kolejne COP-y pokazują, że nie można dłużej czekać i emitując dwutlenek węgla ze spalania paliw kopalnych przyspieszać ocieplenie klimatu Ziemi. W Paryżu w roku 2015 na COP 21 postanowiono, że powinniśmy w połowie obecnego stulecia osiągnąć emisyjną neutralność klimatyczną. Wtedy część zasobów węgla, ropy i gazu zostanie w ziemi częściowo dla innych gałęzi przemysłu, a energia będzie pośrednio i bezpośrednio pozyskiwana od innego „pyłku” układu słonecznego – od Słońca. Pod warunkiem, że Homo okaże się Sapiens.

dr inż. Aureliusz Mikłaszewski

To już wiosna!



Zdjęcia: Krystyna Haladyn



DOLNOŚLĄSKI KLUB EKOLOGICZNY

ul. Marszałka J. Piłsudskiego 74
50-020 Wrocław
tel. +48 71 347 14 44
e-mail: ekoklub.wroc@gmail.com
www.ekoklub.wroclaw.pl

ZARZĄD

Prezes

dr hab. inż. Włodzimierz Brząkała
tel. 663 261 317
e-mail: wlodzimierz.brzakala@pwr.edu.pl

Wiceprezes

dr inż. Aureliusz Miklaszewski
e-mail: aureliusz.miklaszewski@wp.pl
tel. 71 347 14 44

Sekretarz

dr Barbara Teisseyre
tel. 606 103 740
e-mail: bmteiss@wp.pl

Skarbnik

mgr Krystyna Haladyn
tel. 71 783 15 75
e-mail: krystyna.haladyn@wp.pl

Członek Zarządu

dr Michał Śliwiński
tel. 663 326 899
e-mail: michal.sliwinski@o2.pl

KOMISJA REWIZYJNA

Przewodniczący

dr hab. inż. arch. Bogusław Wojtyszyn
tel. 605 620 208
e-mail: wojtyszyn_b@wp.pl

Członek Komisji Rewizyjnej

mgr inż. Krystyna Piosik
tel. 600 021 672
e-mail: krystynapiosik@gmail.com

Członek Komisji Rewizyjnej

dr inż. Zdzisław Matyniak
tel. 604 811 305
e-mail: zmatyniak@gmail.com

BIURO ZARZĄDU

51-168 Wrocław
ul. Sołtysowicka 19b, pok. 006

Czynne we wtorki
w godzinach od 10:30 do 13:30



Fot. 1. Lejkówka jadowita



Fot. 2. Ozorek dębowy



Fot. 3. Grzybówka oliwkowostrzowa



Fot. 4. Lejkówka gorzkawa

GRZYBY MAKROSKOPIJNE WROCLAWSKICH PÓL IRYGACYJNYCH



Fot. 5. Dzwonkówka jedwabista



Fot. 6. Skórniczek szarobrązowy



Fot. 7. Grzybówka żółtobiała



Fot. 8. Gąsówka dwubarwna



Fot. 9. Purchawka wrzosowiskowa