

vol. 6(2)/2021

# Tutoring Gedanensis

Czasopismo Tutees i Tutorów



ISSN 2451-1862

## Tutoring Gedanensis Czasopismo Tutees i Tutorów

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny  
*dr Ewa Szymczak (WOiG)*

*dr hab. Lucyna Przybylska, prof. UG (WNS)*  
*dr Beata Karpińska-Musiak (WF)*

Projekt okładki i znaku graficznego  
*Agata Janas*

Recenzenci

*prof. dr hab. Małgorzata Kozieradzka-Kiszkurno*  
*dr hab. Joanna Fac-Beneda, prof. UG*  
*dr Emilia Brzezicka*  
*dr Jakub Idczak*  
*dr Adrianna Kilikowska*  
*dr Mirosława Malinowska*  
*dr Anna Toruńska-Sitarz*  
*dr Natalia Wiśniewska*

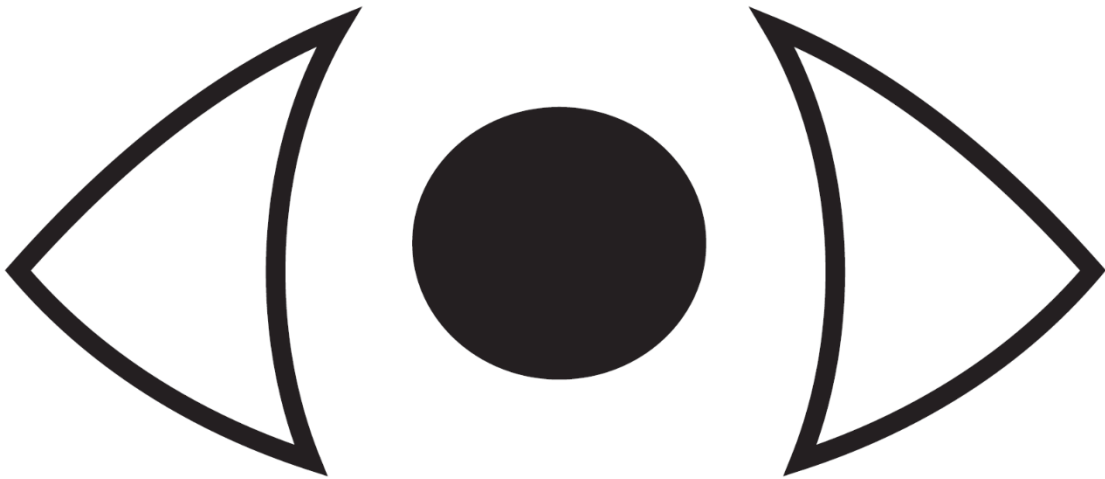
Kontakt

Wydział Oceanografii i Geografii  
al. Marszałka Piłsudskiego 46  
81-378 Gdynia  
e-mail: [tutee@ug.edu.pl](mailto:tutee@ug.edu.pl)  
[www.tutee.ug.edu.pl](http://www.tutee.ug.edu.pl)  
<https://cddit.ug.edu.pl/zeszyt/>

© Copyrights by Wydział Oceanografii i Geografii, Uniwersytet Gdański

## Spis treści

Nowa moda czy konieczność? - kilka słów o diecie bezglutenowej Marta Piechota.....	4
Storczyk <i>Phalaenopsis lowii</i> - kosmopolita w naszym domu? Michał Wójs-Ziarko .....	12
Ukryta „siła” - o bogactwie roślin Wiktoria Klasa.....	18
Jaki potencjał naukowy drzemie w badaniach składu i struktury wosków powierzchniowych roślin z rodzaju <i>Nepenthes</i> ? Aleksandra Maria Kowalska .....	26
Mikroskopia trójwymiarowych struktur komórkowych – od mikroskopu świetlnego do konfokalnego Izabela Łaska.....	33
Życie na nieznanym planecie – o tym jak 80% światowego oceanu pozostaje niezbadane Iga Orłowska.....	39
Morska apteka Magdalena Socha .....	46
Przegląd metod zwiększania zasobów wodnych na obszarach z jej deficytem Joanna Jasińska.....	54
Czy XXI wiek jest wiekiem nowej wody? Mariusz Szydłowski.....	59
Generacji Z sposoby na inwestowanie Mikołaj Waszczeniuk.....	66
How does the decrease in the number of tourists as a result of Covid-19 affect the tourism sector in Italy? Kinga Stolczyk .....	73



## Nowa moda czy konieczność? - kilka słów o diecie bezglutenowej

Marta Piechota

*Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii  
E-mail: mp.marta.piechota@gmail.com*

tutor: dr hab. Agnieszka Kowalkowska, prof. UG  
*Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii, Katedra Cytologii i Embriologii Roślin*

*Słowa kluczowe: gluten, dieta, celiakia, dieta bezglutenowa, produkty bezglutenowe*

Dieta bezglutenowa należy do jednych z najbardziej popularnych diet na świecie. Niewiele osób jednak wie, jak trudne jest ułożenie zbilansowanego planu żywieniowego dla kogoś, kto ze względów zdrowotnych powinien unikać glutenu. Pieczywo, ciastka lub kasze to produkty, które zawierają go najwięcej. Czy wiedziałeś, że gluten można znaleźć także w budyniu, majonezie lub twarożku? Dla osób, które mają zamiar rozpocząć swoje wyzwanie z ograniczaniem produktów zawierających gluten, będzie to bez wątpienia niełatwe zadanie. Stosowanie diety bezglutenowej może być jednak poddyktowane również znaczeniem glutenu w patomechanizmie wielu chorób. Z tego względu warto wyróżnić kilka powodów, dla których stosowanie produktów bezglutenowych jest tak ważne.

### Zacznijmy jednak od początku

Gluten to ogólny termin na określenie białek zapasowych pszenicy, żyta, owsa lub jęczmienia (Guerdrum i in., 2011). Dokładniej, jest to mieszanina białek roślinnych - gliadyny i gluteiny. W 1932 roku pediatra William Dicke po raz pierwszy zauważył, że zaburzenia wchłaniania u chorych na celiakię są spowodowane przez frakcje białek zbóż rozpuszczalnych w alkoholu (Paradowski, 2013). Aby potwierdzić swoje przypuszczenia, że to właśnie one mogą być „sprawcami” problemów zdrowotnych jego podopiecznych, zaproponował wprowadzenie u nich diety bezglutenowej. Okazało się to być trafnym wyborem. Pacjenci zaobserwowali znaczną poprawę swojego samopoczucia i ustępowanie dolegliwości ze strony układu pokarmowego. Dzisiaj obserwuje się znaczny wzrost liczby osób skarżących się na biegunki, zaparcia lub bóle brzucha występujące po spożyciu glutenu.

Dla kogo jest dedykowana dieta bezglutenowa?

Często popełnianym błędem jest kwalifikowanie alergii na gluten jako celiakii. To dwa odrębne schorzenia, które różni rodzaj odpowiedzi organizmu na gluten. Ponadto alergia na gluten jest mało znana i rzadko rozpoznawana. Różnice obserwuje się przede wszystkim w występujących objawach – u dzieci z alergią na gluten jest to np. atopowe zapalenie skóry i znacznie rzadziej problemy ze strony przewodu pokarmowego. W patogenezie tej choroby biorą udział przeciwciała IgE, a alergenem przyczyniającym się do występowania wyżej wspomnianych dolegliwości jest składnik glutenu gliadyna. Stosunkowo nowym wariantem nietolerancji glutenu jest również nieceliakalna nadwrażliwość na gluten. U tych pacjentów występują objawy zbliżone do celiakii jednak bez charakterystycznego zaniku kosmków, a patogeneza tej choroby jeszcze nie została dokładnie poznana.

Dokładniejsze badania Gujral i in. (2012) wykazały, że na celiakię może chorować:

1:88–1:262 mieszkaniec Europy,

1:100–1:200 mieszkaniec Ameryki Północnej,

1:67–1:681 mieszkaniec Ameryki Południowej,

1:18–1:355 mieszkaniec Europy,

1:82–1:251 mieszkaniec Australii,

1:100–1:310 mieszkaniec Azji (z wyłączeniem Indii).

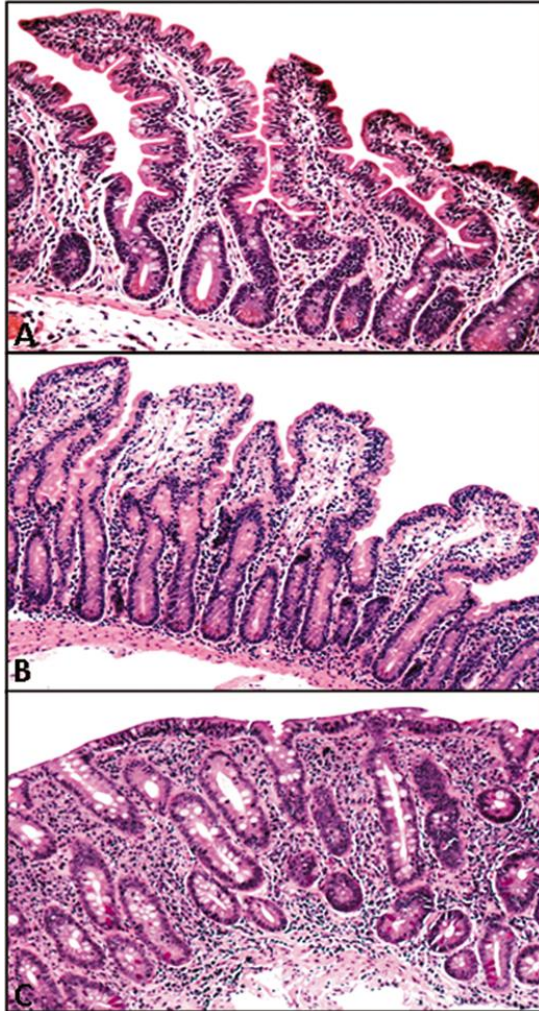
U chorych na celiakię spożycie glutenu przyczynia się do zaniku kosmków jelitowych, co z kolei skutkuje poważnymi niedoborami składników odżywczych. Z tego powodu osoby cierpiące na tę przypadłość manifestują objawy wielu chorób, co znacznie utrudnia i opóźnia diagnozę. Chorzy mogą bowiem cierpieć na dysfunk-

cję wielu układów: krwionośnego, kostnego, a nawet nerwowego. Celiakia jest także chorobą nieuleczalną i w przypadku braku zastosowania odpowiedniego leczenia (w tym przypadku diety bezglutenowej), może prowadzić do wyniszczenia organizmu. „Skórna odmiana celiakii” to potoczna nazwa na chorobę Dühringa. Zmiany w postaci pęcherzy lub grudek znajdujące się na łokciach, czy owłosionych częściach skóry należą do jej typowych objawów. Mniej poważnym schorzeniem, ale często występującym jest nietolerancja glutenu. W przypadku osób dotkniętych tym schorzeniem najlepszym sposobem na pozbycie się dolegliwości jest znaczne ograniczenie produktów zawierających gluten. Czy zaobserwowałeś kiedyś obniżenie swojego samopoczucia lub uporczywe dolegliwości ze strony przewodu pokarmowego po spożyciu produktów bogatych w gluten? Pojawianie się takich symptomów warto skonsultować u lekarza lub dietetyka, ponieważ nie należy ich bagatelizować – mogą być objawami wspomnianych chorób.

## Celiakia - przebieg choroby

Do zbadanych w 1887 roku i opublikowanych w 1888 roku przez doktora Samuela Gee klasycznych cech celiakii, należą: biegunka, zmęczenie i zaburzenia rozwoju (Gee, 1888). U większości pacjentów występują ponadto utrzymujące się ponad miesiąc bóle i wzdęcia brzucha, nudności, wymioty, utrata wagi oraz brak masy mięśniowej. Chociaż wymienione objawy mogą nie wskazywać na poważną chorobę, to prawdziwie destrukcyjny wpływ glutenu na układ pokarmowy można zaobserwować badając śluzówkę jelita. Pierwszą taką obserwację przeprowadził dr Paulley (Paulley, 1954). Wykonał on biopsję pacjentki z celiakią i zaobserwował u niej anormalny wygląd kosmków jelitowych. Były one płaskie i sze-

rokie, a w błonie śluzowej jelita cienkiego zidentyfikował naciek limfocytarny. Uważa się, że obraz histopatologiczny przedstawiony na Ryc. 1 jest typowy dla celiakii.



Ryc. 1. Różne stopnie zmian w błonie śluzowej dwunastnicy w celiakii. (A) Zmiana typu naciekowego z prawidłową strukturą kosmków. (B) Zmiana zanikowa z umiarkowaną astrofią kosmków. (C) Całkowity zanik kosmków (za: Bao i in., 2012)

Celiakia to bardzo podstępna choroba, ponieważ oprócz niejednoznacznych symptomów, może wystąpić w każdym wieku. Najczęściej jest diagnozowana we wczesnym dzieciństwie lub u osób w wieku 30-50 lat. U dorosłych proces diagnostyki zaczyna się najczęściej od wykonania gastroskopii (panendoskopii) i kolonoskopii. W takich badaniach można zaobserwować

przewlekłe zapalenie błony śluzowej żołądka, a w jelicie grubym silną kurczliwość i dużą ilość śluzu. Celiakia jest jedną z najczęstszych chorób warunkowanych genetycznie (Green, 2003) i dlatego wiele osób decyduje się również na badanie genetyczne, obejmujące określenie genotypu HLA-DQ2 (występuje u 90–95% chorych) i HLA-DQ8 (występuje u 5–10% chorych). Można je wykonać w komercyjnych laboratoriach w wielu miastach w Polsce, a cena takiego badania w 2021 roku wynosiła od ok. 110 do ok. 450 zł. Choć celiakia ma podłoże genetyczne, to na jej wystąpienie mogą również wpływać czynniki środowiskowe. Karmienie piersią oraz wprowadzenie pokarmów zawierających gluten po 4 miesiącu życia mogą obniżać ryzyko wystąpienia tej choroby. Podanie glutenu po 7 miesiącu życia wiąże się z marginalnym ryzykiem wystąpienia tego schorzenia. Zastosowanie się do tych dwóch zasad jednocześnie może być najważniejszym działaniem prewencyjnym. Zakażenia noworodka np. rotawirusami może wiązać się ze wzrostem ryzyka zachorowania (Green i in., 2007).

## Jak poradzić sobie bez glutenu?

Choroby związane z nietolerancją glutenu dotyczą ok. 1% ludności (Green i in., 2007). W 2015 roku, według Stowarzyszenia Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej, na rynku było dostępnych ponad 2000 produktów opisanych lub oznaczonych jako bezglutenowych. Niestety część z nich nie mogła być przeznaczona dla osób ze zdiagnozowaną celiakią. W większości zakładów przemysłowych jest wiele linii produkcyjnych i istnieje ryzyko zanieczyszczenia krzyżowego (Marszałek, 2017), a to może być bardzo niebezpieczne dla osoby o ciężkim przebiegu choroby. Z tego względu w 2009 roku opublikowano Rozporządzenie Komisji Europejskiej, którego celem było unormo-

wanie oznaczeń na produktach bezglutenowych. Od tego czasu na półkach sklepowych znacznie łatwiej odróżnić produkty, które nadają się dla osób będących tymczasowo na diecie bezglutenowej (np. dla testujących nowy styl gotowania) od tych, dla których nawet najmniejsza ilość glutenu może być bardzo szkodliwa. Służy temu symbol zamieszczony na opakowaniu, który został ukazany na Ryc. 2. Warto też zaznaczyć, że ze względu na dużą popularność tej diety, jest to najszybciej rozwijający się segment rynku żywności dotyczących nietolerancji pokarmowych (Marszałek, 2017). Producenci żywności oferują wiele alternatyw - od surowych produktów po gotowe dania.



Ryc. 2. Symbol Przekreślonego Kłosa- znajduje się na produkcie bezglutenowym, jeśli jego producent gwarantuje, że zawiera on poniżej 20 ppm glutenu (20 miligramów na kilogram) [1]

Istnieje również wiele sposobów, by domowe wypieki bezglutenowe zachowały wartości odżywcze, odpowiednią teksturę i dobry smak. Zastosowanie własnych mieszanek mąk (z dodatkiem np. mąki z sorgo) i dodanie do nich zmielonych orzechów może zwiększyć miękkość i chłonność wypieków. Dodanie gumy ksantanowej mo-

że sprawić, że ciasto będzie bardziej elastyczne, a zwiększenie ilości płynu dodatkowo nawodni mąkę (BBC, 2021). Dodatkowo dłuższe mieszanie składników, odstawienie ciasta przed pieczeniem na dłuższy czas oraz wydłużenie czasu pieczenia w obniżonej temperaturze może sprawić, że ciasto będzie pulchne i smaczne!

### Koszty diety bezglutenowej - czy muszą być wysokie?

Z powodu rosnącego zainteresowania eksperymentowaniem w kuchni, dostępność produktów bezglutenowych nie jest już tak dużym problemem. Barię do wdrożenia takiego stylu odżywiania może być natomiast jego koszt. Bezglutenowe odpowiedniki, np. wyrobów cukierniczych, mają znacznie wyższą cenę, a to może przekładać się na podrożenie racji pokarmowej o ok. 30%. Niestety, zazwyczaj koszt jadłospisu dla osoby o restrykcyjnej diecie bezglutenowej jest znacznie wyższy. Według badań Stevens i Rashid (2008) średnia różnica między produktami glutenowymi a ich bezglutenowymi odpowiednikami wynosiła aż 242%. Podstawowe produkty, które są niezbędne w codziennym gotowaniu, takie jak pieczywo lub makarony, są średnio dwa razy droższe od glutenowych odpowiedników (Lee i in., 2007). Osoby decydujące się na chwilowe przyjęcie takiej diety zazwyczaj liczą się z tymczasowym przeznaczeniem większej części oszczędności na pożywienie. Dla pacjentów ze stwierdzonymi schorzeniami, zwłaszcza tymi nieuleczalnymi, wiąże się to niestety z wieloma trudnościami i wyrzeczeniami.

### Bezglutenowe menu

Statystyki wskazują, że Polacy najchętniej poszukują przepisów kulinarnych wśród



rodziny (korzystają przede wszystkim z zapisków babć oraz mam), znajomych oraz w wyszukiwarkach internetowych. Choć przepisy rodzinne należą do najbardziej zaufanych, to dietę bezglutenową należy układać pod okiem osoby wykwalifikowanej, np. dietetyka. Tak jak w przypadku każdej diety, ograniczenie pewnego rodzaju pro-

duktów może wiązać się z niedoborem składników mineralnych. Vici i in. (2016) wskazują, że osoby na diecie bezglutenowej wykazują najczęściej niedobór składników mineralnych i pierwiastków (Ryc. 3).



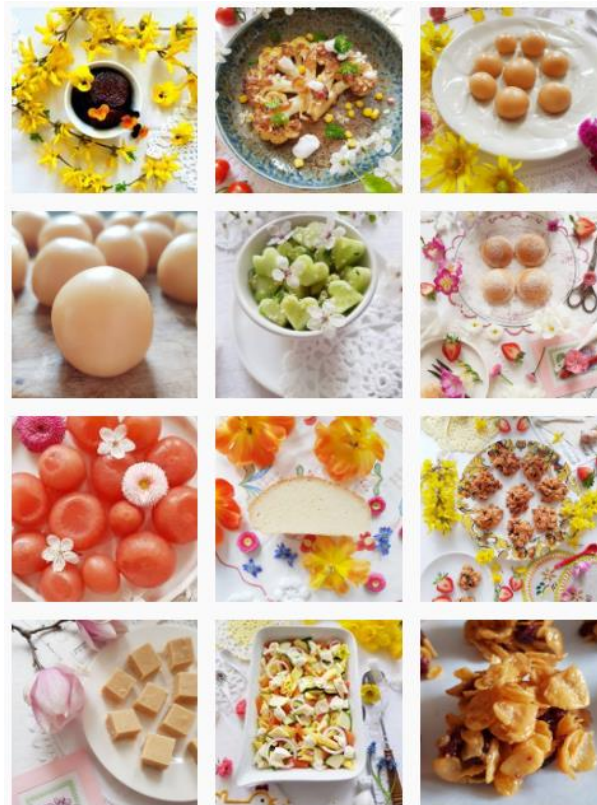
Ryc. 3. Najczęstsze niedobory składników mineralnych u osób stosujących dietę bezglutenową (za: Vici i in. (2016))

Osoby na tej diecie są również obciążone ryzykiem otyłości, z powodu wysokiego indeksu glikemicznego produktów bezglutenowych. U takich osób może również występować podwyższony poziom nasyconych tłuszczów i prostych węglowodanów. Jednak dieta bezglutenowa ma również wiele zalet. Według autorów bloga Gluten-Free Living, dieta bezglutenowa jest odpowiednia, by zdrowo się odchudzać, eliminuje wzdęcia, zmniejsza ból stawów. Ponadto może prowadzić do zmniejszenia bólów głowy, wspomaga zdrowie cery i skóry oraz zmniejsza ryzyko wypadania włosów. Osoby decydujące się na tę dietę są świadome i posiadają wiedzę na temat produktów, które są niezdrowe, zawierają konserwanty lub pochodzą z niesprawdzonych źródeł.

Belei i in. (2018) przeprowadzali badanie przez okres 10 lat, które miało wykazać, ile czasu jest potrzebne do całkowitego zregenerowania układu pokarmowego po stosowaniu diety bezglutenowej, (co udowodnione zostało w obrazie histologicznym). Warto dodać, że celiakia jest nieuleczalna, jednak celem było udowodnienie słuszności wprowadzenia tej diety jako jedynego i najlepszego sposobu na przeciwstawianie się chorobie. Wykazano, że u dzieci czas ten wynosi co najmniej 1 rok i poprawa może być niecałkowita u osób z niedoborem IgA. Z każdym rokiem występowały u tych osób remisje, które po 3 latach stosowania tej diety osiągały poziom nawet 98%!

Inspiracje do przygotowywania potraw bezglutenowych można także czerpać z internetowych blogów kulinarnych, które oferują mnóstwo prostych, kilkuskładnikowych przepisów. Chociaż pieczenie i gotowanie bezglutenowe może wydawać się trudne, to w wielu przypadkach wystarczy zastąpić mąkę pszenną jej bezglutenowymi odpowiednikami, np. mąką gryczaną, jaglaną, kokosową, kukurydzianą. Na popular-

nym serwisie internetowym (Instagramie) można znaleźć wiele blogów kulinarnych, takich jak bezglutenu\_bezlaktozy, które oferują szeroką gamę przepisów (Ryc. 4).



Ryc. 4. Zdjęcia potraw bezglutenowych przygotowanych przez autorów bloga bezglutenu\_bezlaktozy [2]

## Dieta a wyzwanie

Dieta bezglutenowa ze względu na ograniczenie dostępności niektórych produktów bogatych w ważne składniki odżywcze, musi być zawsze konsultowana z dietetykiem. Aby uniknąć niedoborów należy urozmaicać swoje jadłospisy. Inspiracji można szukać w mediach społecznościowych, czasopiśmie, programach kulinarnych lub książkach, ale także u znajomych - wspólne gotowanie nadal cieszy się dużą popularnością także wśród amatorów! Ciekawym rozwiązaniem są również bardzo popularne

w dzisiejszych czasach cateringi dietetyczne. Jest to opcja idealna dla tych, którzy nie lubią, nie potrafią lub nie mają czasu na gotowanie. Warto zatem próbować nowych smaków, aby nawet najbardziej restrykcyjna dieta nie stała się nudna.

## Literatura:

- Bao F., Green P. H. R., Bhagat G. 2012. An Update on Celiac Disease Histopathology and the Road Ahead. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*. 136 (7): 735-745.
- BBC, 2021. Tips for gluten-free baking. [online] [https://www.bbc.co.uk/food/articles/tips\\_for\\_gluten-free\\_baking](https://www.bbc.co.uk/food/articles/tips_for_gluten-free_baking) [dostęp 17.06.2021].
- Belei O., Dobrescu A., Heredea R., Iacob E. R., David V., Marginean O. 2018. Histologic recovery among children with celiac disease on a gluten-free diet. A long-term follow-up single-center experience. *Archives of Medical Science* 14(1): 94-100.
- Crocker H., Jenkinson C., Peters M. 2020. Healthcare experiences and quality of life of adults with coeliac disease: a cross-sectional study. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 33: 741-751.
- dlahandlu.pl. 2018. <https://www.dlahandlu.pl/detal-hurt/wiadomosci/polacy-sa-tradycjonalistami-pod-wzgle-dem-wyszukiwania-przepisow-kulinarnych,68000.html> [dostęp 11.06.2021].
- Gee S., 1888. On the celiac affection. *St Bartholomew's Hospital Reports*. 24: 17-20.
- Gluten-Free Living, 2019. 10 Supercharged Health Benefits of Eating a Gluten-Free Diet [online] <https://www.glutenfreeliving.com/gluten-free-foods/diet/benefits-of-gluten-free-diet/> [dostęp 17.06.2021].
- Green P. H., Jabri B. 2003. Coeliac disease. *Lancet* 362: 383-391.
- Green P. H. R., Cellier, C. 2007. Celiac Disease. *New England Journal of Medicine* 357(17): 1731-1743.
- Guerdrum L. J., Bamforth Ch. W. 2011. Levels of gliadin in commercial beers. *Food Chemistry* 129: 1783-1784.
- Gujral N., Freeman H. J., Thomson A. B. 2012. Celiac disease: prevalence, diagnosis, pathogenesis and treatment. *World Journal of Gastroenterology* 18(42): 603606059.
- Lee A. R., Ng D. L., Zivin J. 2007. Green PH. Economic burden of a gluten-free diet. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 20(5): 4230430.
- Littlejohns T. J., Y Chong A., Allen E., Arnold M., Bradbury K. E., Mentzer A. J., Soilleux E. J., Carter J. L. 2021. Genetic, lifestyle, and health-related characteristics of adults without celiac disease who follow a gluten-free diet: a population-based study of 124,447 participants. *The American Journal of Clinical Nutrition* 113: 622-629.
- Marszałek, A. 2017. Badanie poziomu wiedzy oraz opinii konsumentów będących na diecie bezglutenowej na temat produktów wchodzących w jej skład. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 2017, Wrocław.
- Paradowski L. 2013. *Gastroenterologia praktyczna*. Wrocław, Wyd. Urban & Partner,
- Paulley J. W. 1954. Observation on the aetiology of idiopathic; jejunal and lymph node biopsies. *British Medical Journal* 4900: 1318-1321.
- Research and markets, 2020. Gluten-Free Products Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Bakery Products, Dairy/Dairy Alternatives), By Distribution Channel (Grocery Stores, Mass Merchandiser), By Region, And Segment Forecasts, 2020 - 2027 [online], <https://www.researchandmarkets.com/reports/4761237/gluten-free-products-market-size-share-and/> [dostęp 21.05.2021].
- Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 41/2009 z dnia 20 stycznia 2009 r. dotyczące składu i

etykietowania środków spożywczych odpowiednich dla osób nie tolerujących glutenu, Dziennik Urzędowy UE L 16/3 z dnia 21.01.2009 r., [online].  
<https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:016:0003:0005:PL:PDF> [dostęp 21.05.2021].

Stevens L., Rashid M. 2008. Gluten-free and regular foods: a cost comparison. *Canadian Journal of Dietetic Practice Research* 69(3): 147-150.

Vici G., Belli L., Biondi M., Polzonetti V. 2016. Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review. *Clinical Nutrition* 35(6): 1236-1241.

Wojtasik A., Daniewski W., Kunachowicz H. 2010. Ocena wybranych produktów spożywczych w aspekcie możliwości ich stosowania w diecie bezglutenowej. *Bromato-*

*logia i Chemia Toksykologiczna* – XLIII, 3, 362-371.

## Źródła internetowe:

[1] <https://celiakia.pl/przekreslony-klos/wykaz-produktow-bezglutenowych/> [dostęp: 21.05.2021]

[2] <https://www.instagram.com/>; za zgodą bezglutenu\_bezlaktozy [dostęp: 28.07.2021]

Notka o Autorce: Studentka III roku Biologii medycznej na Wydziale Biologii UG. Interesuje się genetyką kliniczną i molekularną. Esej powstał jako efekt pracy po ćwiczeniach warsztatowych „Współczesne problemy naukowe w biologii - tutoring naukowy”.

## Storczyk *Phalaenopsis lowii* - kosmopolita w naszym domu?

Michał Wójs-Ziarko  
Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii  
E-mail: [wojsmicha3@gmail.com](mailto:wojsmicha3@gmail.com)

tutor: dr hab. Agnieszka Kowalkowska, prof. UG  
Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii, Katedra Cytologii i Embriologii Roślin

*Słowa kluczowe: rośliny kosmopolityczne, storczyk, orchidea, Phalaenopsis, hodowla, bioróżnorodność*

Kosmopolita to człowiek nieczujący więzi z krajem, z którego pochodzi lub którego jest obywatelem, deklarujący swą więź z kulturą świata (Słownik Języka Polskiego, 2017). Gdyby jednak zdepersonalizować tego osobnika i skupić się na samych współrzędnych geograficznych, otrzymamy organizm kosmopolityczny, który w tym samym słowniku oznacza zwierzę lub roślinę występującą na różnych kontynentach i w różnych strefach klimatycznych. W mojej opinii, suma właśnie tych dwóch definicji idealnie oddaje charakter rośliny, która dominuje na światowych rynkach roślin ozdobnych, jednocześnie stanowiąc w Europie jeden z filarów tej dziedziny (Wróblewska i Rudzki, 2012), a ich światowa uprawa stanowi 8% całej produkcji roślin ozdobnych (Asghar i in., 2011).

Dobrym przykładem rośliny ozdobnej często występującej w naszych domach, wręcz kosmopolitycznie, jest storczyk *Pha-*

*laeneopsis lowii*. Rodzaj *Phalaenopsis* w Polsce znany jest jako falenopsis, ćmówka. Do rodziny storczykowatych (Orchidaceae) zaliczanych jest około 800 rodzajów, obejmujących 25 tysięcy gatunków (Ghaziani i in., 2014). Poprzez swoją różnorodność form, storczyki stały się nieodłącznym elementem wystroju wnętrz na całym świecie stanowiąc istotną gałąź przemysłu roślin ozdobnych. Jednak świadomość społeczeństwa na temat wyjątkowości i delikatności storczyków z roku na rok wzrasta, a hodowcy z każdym kolejnym rokiem, wprowadzają coraz efektywniejsze metody hodowli tych roślin.

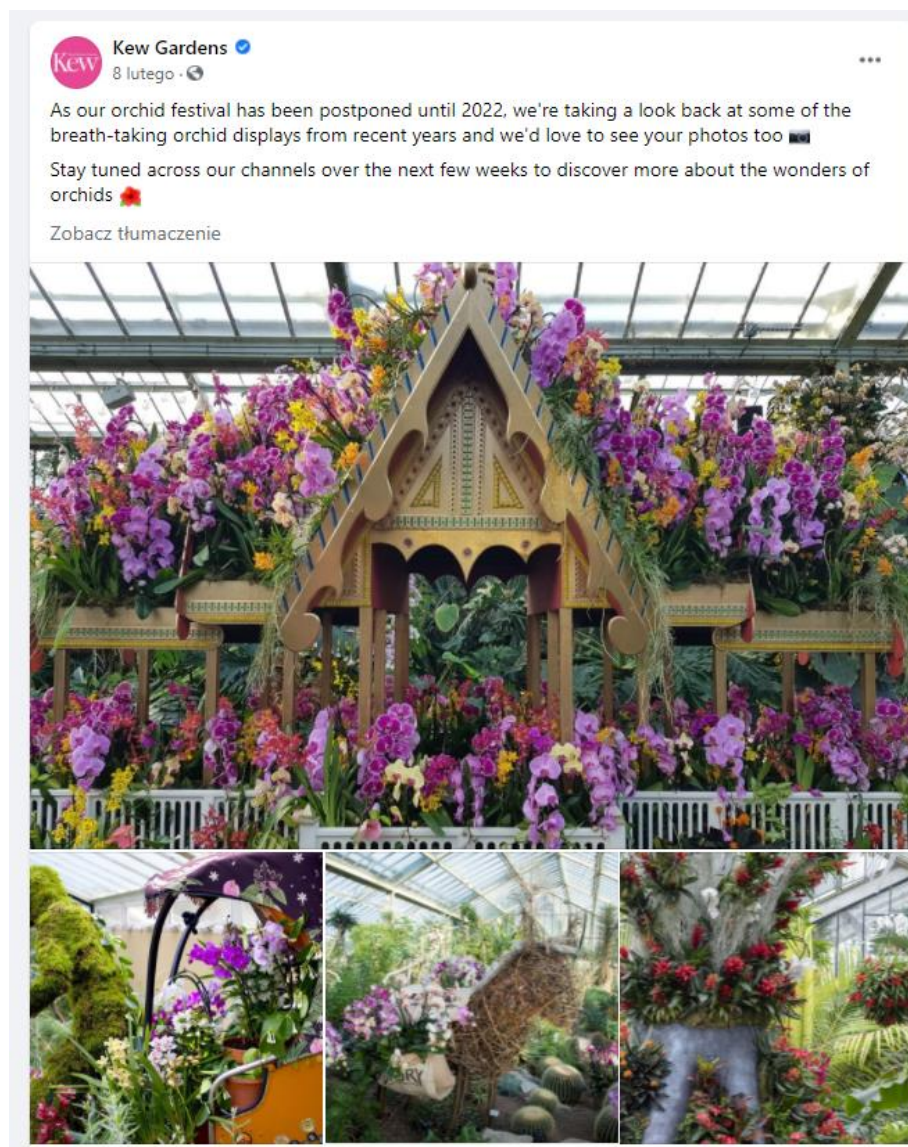
### *Primum non nocere*

Zasada Hipokratesa – *przede wszystkim nie szkodzić* (The Oxyrhynchus Papyri) jest znana w medycynie, już od czasów starożytności. W moim odczuciu myśl tego słynnego cytatu, nieodłącznie towarzyszy przesłaniu przekazywanemu w ogrodach botanicznych na całym świecie. Każdemu zwiedzającemu pokazywana jest ogromna bioróżnorodność gatunkowa roślin i przypomnienie, że czło-

# Tutoring Gedanensis

wiek w tym środowisku, w porównaniu do wielu gatunków roślin, jest dopiero od niedawna. Skupiając się na storczykach należy podkreślić działania Królewskich Ogrodów Botanicznych (Royal Botanic Gardens) w Kew (Ryc. 1), gdzie w 2022 roku będzie

dostępna do zwiedzania wystawa „Kew Gardens’ Orchids 2022: Costa Rica” odzwierciedlająca bogactwo naturalnego środowiska storczyków tego kraju [1].



Ryc. 1. Wystawa w Królewskich Ogrodach Botanicznych (Royal Botanic Gardens) w Kew, Wielka Brytania ([2] post publiczny, udostępniany na prawach cytatu)

Kolejnym ogrodem botanicznym, który w ostatnich latach skupia uwagę na storczykowatych, to umiejscowiony na terenie Kapitolu, Ogród Botaniczny Stanów Zjednoczonych (USBG) w Waszyngtonie. W 2020 roku została tam otwarta wystawa

zatytułowana „Discover the world of Orchids” (Ryc. 2) której zwiedzający mogli zobaczyć między innymi 2,5 metrową instalację z obecnymi różnymi gatunkami storczyków [3].

# Tutoring Gedanensis



Ryc. 2. „Discover the world of Orchids” United States Botanic Garden ([4], post publiczny, udostępnienie na prawach cytatu)

## Popyt a podaż

Wzrastające zainteresowanie storczykami wśród osób prywatnych, zmusiło hodowców storczyków do maksymalizacji wydajności zbiorów. Chcąc pogodzić zwiększenie liczności roślin przy zachowaniu jakości, z jednoczesną minimalizacją kosztów uprawy, potrzebna była nowa, wydajniejsza me-

todo hodowli. Rozmnażanie generatywne storczyków jest czasochłonne i kosztowne. Chcąc zniwelować koszty przy uzyskaniu jak największej liczby roślin potomnych, jednorodnych genetycznie, nastąpił gwałtowny rozwój rozmnażania storczyków w kulturach *in vitro* (Wróblewska i Rudzki, 2012). Do zapoczątkowania kultur tkankowych storczyków mogą być wykorzystywane różne

organy, takie jak stożki wzrostu korzeni, fragmenty pędów, pąki kwiatostanowe czy liście, co umożliwia rozwój znacznie większej liczby storczyków niż w przypadku wykorzystywania samych nasion (Asghar i in., 2011). Za ojca mikrorozmnażania storczyków uważa się profesora Georgesa Morela, który w 1960 roku uzyskał kultury storczyka z wierzchołków pędów wzrostu (Yam i Auditti, 2009).

Nasiona storczyków są bezbielmo-we, mają ograniczone rezerwy pokarmowe. Pomimo tego, mogą kiełkować w warunkach *in vitro* (Niknejad i in., 2011). Spośród wielu badań dotyczących czynników zewnętrznych wpływających na częstotliwość kiełkowania, opisano korzystny wpływ peptonów. Są to polipeptydy powstałe w wyniku enzymatycznego rozpadu białek. Korzystne właściwości mogą wynikać z ich składu chemicznego: aminokwasy i proteiny, witaminy takie jak biotyna, tiamina czy pirydoksyna oraz związki azotu (Utami i in., 2017). Wzrost liczby wykiełkowanych nasion zaobserwowano również w badaniach polegających na dodaniu do nich *in vitro* chitosanu, czyli deacetylowanej pochodnej chityny, która naturalnie występuje w ścianach komórkowych grzybów, egzoszkieletach skorupiaków, skórkach owadów czy niektórych algach (Uthairatanakij i in., 2007). Na kiełkowanie nasion korzystnie wpływa również woda kokosowa oraz homogenat z banana i ziemniaka (Buah i Agu-Asare, 2014).

## Codzienna pielęgnacja

*Phalaenopsis lowii*, dzięki najniższym wymagom pielęgnacyjnym, zyskał na popularności. Pierwszym krokiem w pielęgnacji okazów jest znalezienie właściwego miejsca w domowym zaciszu, gdzie czynnikiem determinującym będzie światło. Storczyk ten

najlepiej będzie się czuł w stanowisku półcienistym, przypominającym jego naturalne środowisko. Chcąc zapewnić właściwe nawilżenie, zaleca się nie częściej niż raz w tygodniu, wstawić storczyka do naczynia z wodą na 15 minut. Istotnym aspektem jest również dostarczanie niezbędnych minerałów poprzez nawożenie w trakcie aktywnego wzrostu [5].

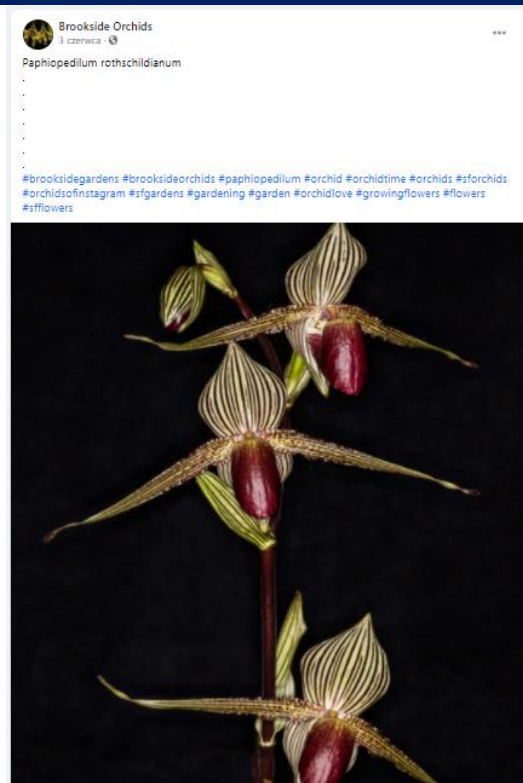
## Druga strona medalu

Wraz z trendem wzrostowym w aspekcie liczby hodowanych storczyków, wzrastają wymagania potencjalnych odbiorców. Jednym z przykładów najbardziej pożądanых okazów wśród kolekcjonerów jest *Paphiopedilum rothschildianum* (Ryc. 3), powszechnie znany jako złoto orchidei Kinabalu lub storczyk pantofelek Rothschilda. Unikatowość tego przedstawiciela rodziny storczykowatych stanowi fakt, iż naturalnie występuje on tylko w małym, odgrodzonym fragmencie Parku Narodowego Kinabalu w Malezji. Ten skrajnie rzadki kwiat osiąga ceny rzędu 5000\$ czy 3000£ za jeden pęd [6].

Najcenniejszym wśród wszystkich storczyków jest *Zeuxine rolfiana*, rosnąca na południowej Wyspie Andamańskiej. Nie-wielka liczba żyjących przedstawicieli oraz fakt, że nie zaobserwowano rozmnażania generatywnego u tych roślin, czynią ją naj-rzadszą orchideą na świecie.

Chcąc naświetlić rzeczywistą skalę nielegalnego handlu storczykami można powołać się na konwencję poświęconą nielegalnemu handlowi zagrożonych gatunków (CITES). Na liście objętej tą konwencją znajdują się wszystkie znane storczyki [8]. Naukowcy opisali 800 rodzajów obejmujących 25 000 gatunków, a ponad 70% gatunków wśród roślin i zwierząt stanowią właśnie orchidee.





Ryc. 3. *Paphiopedilum rothschildianum* ([7], post publiczny, udostępnienie na prawach cytatu)

## Podsumowanie

Korzyści płynące ze zwiększonego zainteresowania storczykami zdecydowanie przewyższają nad negatywami. Wraz z popytem na orchidee, wzrasta poziom świadomości społeczeństwa o tych roślinach. Parki Narodowe oraz ogrody botaniczne na całym świecie cieszą się wysokim zainteresowaniem, a wystawy im poświęcone przyciągają tłumy zwiedzających. Rozwijają się zróżnicowane gałęzie przemysłu: od badań, poprzez hodowle, do eksportu. Na przestrzeni lat mechanizmy rozwoju tkankowego zostały dobrze zrozumiane, a nieustanny rozwój badań w tym kierunku rzuca światło na działania służące ratowaniu zagrożonych gatunków roślin. Jednocześnie nie można zapomnieć o tym, że każdy storczyk stanowi gatunek zagrożony, a chcąc ozdabiać swój dom, powinniśmy pamiętać, że łamanie praw obejmujących storczyki naraża nie

tylko na srogie sankcje, ale także zagraża populacji samych orchidei. Dokonując zatem zakupu jednego z osobników, warto poświęcić chwilę, by zapoznać się z miejscem jego pochodzenia. Zastanawiając się, czy nabycie jednego z nich to dobry ruch, warto pamiętać o historii jaką niesie za sobą ten piękny kwiat. Dodatkowym atutem przemawiającym za wzbogaceniem swojego domu w roślinę doniczkową powinno być opublikowane w 2015 roku badanie, na łamach *Journal of Physiological Anthropology*. Losowa grupa ludzi została poddana badaniom, które wyraźnie pokazały korzystną zależność między roślinami obecnymi wewnątrz domu a redukcją stresu związanego z pracą (Min-Sun i in., 2015). Warto bliżej poznać dalekiego przybysza, który znalazł się u nas na parapecie i stał się powszechnym domowym kosmopolitą, byśmy dbali zarówno o niego, jak i o siebie.

## Literatura:

- Asghar S., Ahmad T., Hafiz I.A., Yaseen M., 2011. *In vitro* propagation of orchid (*Dendrobium nobile*) var. Emma White. *African Journal of Biotechnology*, 10(16): 3097-3103.
- Baker A., Kaviani B., Nematzadeh G., Negahdar N., 2014. Micropropagation of Orchid *Catasetum* – a rare and endangered orchid. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 13(2): 197-205
- Buah J. N., Agu-Asare P., 2014. Coconut Water from Fresh and Dry Fruits as an Alternative to BAP in the in vitro Culture of Dwarf Cavendish Banana. *Journal of Biological Sciences*, 14: 521-526.
- Gonis N., Leith D., Parker D. C., Pickering S. R., Malouta M., 2009. The Oxyrhynchus Papyrus. The Preface. *The Egypt Exploration Society*, 74: 163-164.
- Mabberley D.J., 2017. *Mabberley's Plant-Book*. Cambridge: Cambridge University Press.

Min-Sun L., Juyoung L., Bum-Jin P., Miyazaki Y., 2015. Interaction with indoor plants may reduce psychological and physiological stress by suppressing autonomic nervous system activity in young adults: a randomized crossover study. *Journal of Physiological Anthropology*, 34(1): 21.

Niknejad A., Kadir M.A., Kadzimin S.B., 2011. *In vitro* plant regeneration from protocorms-like bodies (PLBs) and callus of *Phalaenopsis Gigantea* (Epidendroidae: Orchideaceae). *African Journal of Biotechnology*, 10(56): 11808-11816.

Słownik języka polskiego, 2017. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Swarts N. D., Dixon K. W., 2017. *Conservation methods for terrestrial orchids*. Stany Zjednoczone Ameryki: J. Ross Publishing.

Uthairatanakij A., Teixeira da Silva J. A., Obsuwan K., 2007. Chitosan for Improving Orchid Production and Quality. *Orchid Science and Biotechnology*, 1(1): 1-5.

Utami E., Hariyanto S., Manuhara Y., 2017. *In vitro* propagation of the endangered medicinal orchid, *Dendrobium lasianthera* J.J.Sm. through mature seed culture. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(5): 406-410.

Wróblewska W., Rudzki P., 2012. Tendencje w produkcji roślin ozdobnych metodą kultur tkankowych w Polsce i na świecie. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, 22(4): 20-27.

Yam T.W., Arditti J., 2009. History of orchid propagation: a mirror of the history of biotechnology. *Plant Biotechnology Reports*, 3(1): 1-56.

## Źródła internetowe:

[1] kew.org (dostęp z dn. 06.04.2021)

[2] <https://www.facebook.com/page/7574226993/search/?q=costa%20rica> (dostęp z dn. 06.04.2021)

[3] <https://www.usbg.gov/orchidshow> (dostęp z dn. 06.04.2021)

[4] <https://www.facebook.com/usbotanicgarden/posts/2646111442286602> (dostęp z dn. 06.04.2021)

[5] <https://www.interflora.co.uk/content/orchids/> (dostęp z dn. 06.04.2021)

[6] arenaflowers.com (dostęp z dn. 06.04.2021)

[7] <https://www.facebook.com/brooksideorchids> (dostęp z dn. 22.09.2021r.)

[8] <https://www.cites.org/eng> (dostęp z dn. 06.04.2021)

## Notka o Autorze:

Student III roku Biologii medycznej na Wydziale Biologii UG. Esej powstał jako efekt pracy po ćwiczeniach warsztatowych „Współczesne problemy naukowe w biologii - tutoring naukowy”.

## Ukryta „siła”- o bogactwie roślin

Wiktoria Klasa

*Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii*

*E-mail: wk.wa@protonmail.com*

tutor: dr hab. Agnieszka Kowalkowska, prof. UG

*Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii, Katedra Cytologii i Embriologii Roślin*

*Słowa kluczowe: rośliny, zastosowanie, zdrowie, profilaktyka, jadalne chwasty, ozdoby*

Chciałabym zacząć esej od cytatu Patrycji Machałek (2020), autorki książki „Magia polskich ziół”, która od lat zajmuje się roślinami: „Dla nas wszystkich, którzy z czułością i ciekawością przyglądamy się łąkowym kwiatom i przydrożnym chwastom - zróbmy z nimi coś fajnego”. Po przeczytaniu tych słów nasuwają się pytania: czy rośliny posiadają nieznanne właściwości? Czy znajduje się w nich, niewidoczna na pierwszy rzut oka, ukryta „siła”?

Może okazać się, że niepozorny kwiatek to rozwiązanie na problemy skórne albo, że drzewo na podwórku będzie lekarstwem na problemy żołądkowe. Rośliny mogą okazać się bardzo pomocne przy utrzymaniu lepszego zdrowia i poprawy samopoczucia (Machałek, 2020).

### Tradycja i współczesność

Od niepamiętnych czasów podstawą systemu leczenia, w wielu miejscach na świecie, były bioaktywne produkty naturalne. Cho-

ciaż stosowanie ich sięga daleko wstecz, to dopiero w XIX wieku zajęto się badaniem, charakteryzowaniem i stosowaniem ich jako izolowane związki w leczeniu (Veeresham, 2012). Wcześniej o działaniu roślin dowiadzano się za pomocą metody organoleptycznej i sensorycznej. Polegały one na sprawdzeniu właściwości badanego obiektu za pomocą zmysłów. Metoda ta realizowana była dzięki odbieranym wrażeniom: wzrokowym, węchowym, smakowym czy dotykowym. W praktyce wyglądało to najprawdopodobniej tak: zjedz ten mały granatowy owoc, zobaczmy co się stanie. Jeśli była to np. pospolicie spotykana jagoda wynik okazywał się pomyślny, jeśli jednak był to pokrzyk wilcza jagoda to mogło być różnie (Sokołowski, 2018). Dopiero z biegiem lat i postępem w diagnostyce, możliwe było wykrycie związków, które wpływały w pozytywny lub negatywny sposób na człowieka. U wilczej jagody wykryto alkaloidy tropanowe, które silnie działają na układ nerwowy. Zbadano, że atropina, czyli nieczynna optycznie postać hioscyjminy wpływa hamująco na układ przywspółczulny przez blokowanie receptorów muskarynowych (Wishart i in., 2018). Zatrucia tym owocem związane są z zaburzeniem pracy układu parasympatycznego, co objawia się np.

nieskoordynowaniem ruchowym, omamami, a w najgorszym przypadku śpiączką i porażeniem układu oddechowego. Zbyt duża liczba spożytych owoców wilczej jagody może wywoływać także halucynacje (Agata i in., 2010).

## Spojrzenie na pięć zwyczajnie nadzwyczajnych roślin

Zastosowanie roślin jest bardzo rozległe. Można wykorzystać je na wiele różnych sposobów. Poniżej zamieszczono przegląd pięciu roślin leczniczych, ze szczególnym uwzględnieniem ich cech biochemicznych i działania farmakologicznego. Obecne badania nad składem chemicznym coraz większej liczby roślin wskazują na wysoką w nich zawartość witamin, składników mineralnych, olejków eterycznych, błonnika, substancji śluzowych i związków charakteryzujących się bardzo wysoką aktywnością antyoksydacyjną (Briskin, 2000). Zostały tutaj uwzględnione wybrane właściwości lecznicze, które są najlepiej zbadane i najbardziej charakterystyczne dla danej rośliny.

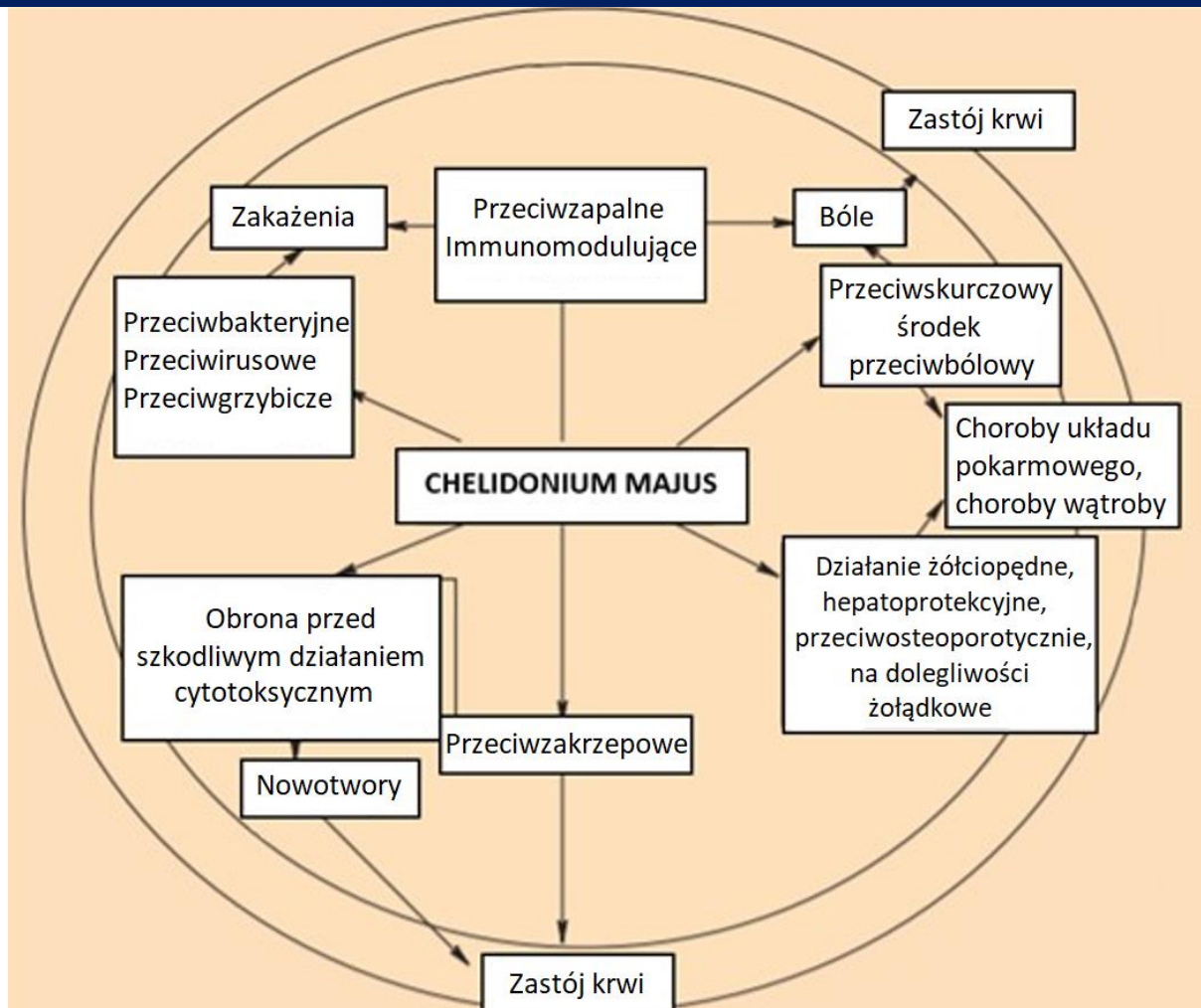
### Dziurawiec zwyczajny (*Hypericum perforatum*)

Roślina ta swoje korzenie zapuściła setki lat temu w medycznych tradycjach Europy (Ryc. 2[1]). W wielu krajach jest stosowana jako suplement diety, a także jako lek na depresję. Dziurawca zbiera się i suszy od czerwca do sierpnia, a następnie przygotowuje się ekstrakty alkoholowo-wodne (Briskin, 2000). Takie ekstrakty bogate są w naftodiantrony, takie jak hiperycyna i pseudohiperycyna (Schulz i in., 1998). Związki te gromadzą się głównie na brzegach liści i płatków kwiatów. Prowadzone badania potwierdziły przeciwdepresyjne działanie ziela dziurawca między innymi

poprzez hamowanie oksydazy monoaminowej, dzięki czemu zwiększa się poziom neuroprzekaźników, takich jak serotonina, dopamina czy norepinefryna (Schulz i in., 1998). Udowodniono także pozytywne działanie wyciągów z tej rośliny w porównaniu z placebo w leczeniu od łagodnej do umiarkowanej depresji (Barnes i in., 2010).

### Glistnik jaskółcze ziele (*Chelidonium majus*)

Pierwsze wzmianki o zastosowaniu w medycynie jaskółczego ziela znajdują się w „Papi-rusie Ebersa” (lata 1550–1553 p.n.e.), a nazwa ta została stworzona przez rzymskiego pisarza Pliniusza, który uważał, że glistnik służy jako preparat przywracający i poprawiający wzrok jaskółkom (Migas i Heyka, 2011). Ta łatwo dostępna, powszechnie porastająca polskie łąki, roślina posiada wiele właściwości zdrowotnych (Ryc. 2[2]). Ekstrakty z jaskółczego ziela wykazują szeroki wachlarz zastosowań. Działają między innymi przeciwzapalnie, przeciwbakteryjnie, immunostymulująco, przeciwbólowo, przeciwnowotworowo i hepatoprotekcyjnie. Glistnik jest ziołem niezwykle cennym, a swoje wyjątkowe właściwości zawdzięcza głównie alkaloidom takim jak sangwinaryna, chelidonina, chelerytryna, berberyna, proto-pina i koptyzyna, a także flawonoidom i kwasom fenolowym. Ten niepozorny chwast może być stosowany zarówno wewnętrznie, jak i zewnętrznie. Roślinny sok wykorzystuje się w celu leczenia owrzodzeń skóry czy jako środek do usuwania brodawek (Glica i in., 2010). Schemat ukazujący wszechstronne działanie glistnika jaskółcze ziele został przedstawiony poniżej (Ryc. 1).



Ryc. 1. Schemat ukazujący wszechstronne działanie glistnika jaskółcze ziele (zmodyfikowany: za Veeresham, 2012)

## Podbiał pospolity (*Tussilago farfara*)

Podbiał pospolity jest jednym z pierwszych zwiastunów wiosny. Właśnie w tym czasie zbiera się go, aby cieszyć się jego właściwościami leczniczymi skrytymi zarówno w jego kwiatach, jak i liściach (Ryc. 2[3]). Nazwa rodzajowa *Tussilago* pochodzi od łacińskich słów *tussis* - „kaszel” i *ago, agere* - „pędzić, gonić”. Jak sama nazwa wskazuje podbiał pospolity działa przeciwkaszlowo oraz wykrztuśnie. Dzięki śluzowi, który gromadzi się na powierzchni błon śluzowych hamowany jest odruch kaszlu. Dzięki powstającej powłoce zmniejsza się wrażliwość receptorów

kaszlowych, a w konsekwencji błony są chronione przed mechanicznymi podrażnieniami. Oprócz działania powlekającego na błony śluzowe, ekstrakt z liści pobudza ruch nabłonka migawkowego, a wyciąg z kwiatów ma silniejsze działanie odkrztuszające dzięki przeciwskurczowemu wpływowi na mięśnie gładkie górnych dróg oddechowych (Piotrowska i in., 2015). Zostało to potwierdzone podczas badań *in vivo* przeprowadzonych na myszach, którym podawano wyciągi z liści oraz kwiatów podbiału pospolitego. Wykazano, że po podaniu wodnego wyciągu z kwiatów w sposób doustny (2,8 g/kg) lub liści (1,7 g/kg) zmniej-

szły się częstość odruchu kaszlowego, który wywołany był przez opary amoniaku. Potwierdzono także, że okres bezkaszlowy wydłużył się. Wnioski te zostały udowodnione w innym badaniu, gdzie również sprawdzano działanie wykrztuśne tego surowca. Związki obecne w wyciągu z podbiału wpłynęły na zwiększoną sekrecję czerwieni fenolowej w tchawicy, która wcześniej została wprowadzona do organizmu myszy drogą dootrzewnową (Zhen-Yu i in., 2013).

## Dzika róża (*Rosa canina*)

Krzew dzikiej róży zachwyca nie tylko swoim wyglądem (Ryc. 2[4]). Przekonano się o tym, już tysiące lat temu, gdzie doceniana była zarówno za swoje walory estetyczne, jak i użytkowe. Rodzina tych krzewów należących do rodziny różowatych (Rosaceae) obejmuje wiele gatunków ozdobnych, hodowlanych oraz dziko rosnących. Surowcami, które można wykorzystać jest owoc i kwiat. W owocach powszechnie znajdziemy  $\beta$ -karoten, luteinę i likopen, glikozydy kwercetyny i kempferolu oraz oprócz znaczącej ilości witaminy C, także witaminy: A, E, K, B1, B2, B3. Natomiast kwiat dzikiej róży bogaty jest w mikro- (Cu, Al, Fe) i makroelementy (Na, K, P, Mg), a także w nienasycone kwasy tłuszczowe w tym głównie kwas linolenowy, oleinowy, palmitynowy i stearynowy (Milala i in., 2013). Biorąc pod uwagę rodzaj surowca, jego skład oraz rodzaj działania, w kosmetyce wykorzystuje się najczęściej płatki oraz nasiona, a w lecznictwie owoce. Dzikiej róży przypisuje się głównie właściwości przeciwzapalne. Zostało to potwierdzone w badaniach na szczurach, którym podawano wodno-alkoholowy surowy ekstrakt z owoców *Rosa canina*. Doświadczenia wykazały, że wyciąg ten hamuje rozwój obrzęku wywołanego karageniną. Zauważono także, że im wyższa dawka ekstraktu, tym bardziej znaczący był

efekt przeciwobrzękowy. Analiza chemiczna wykazała, że ekstrakt posiada silne działanie przeciwutleniające, które może mieć wpływ na działanie przeciwzapalne obserwowane *in vivo* (Lattanzio i in., 2016). Róża ma także szerokie zastosowanie w kosmetyce. Ekstrakty z jej płatków działają odżywczo, nawilżająco, łagodząco na podrażnienia skórne. Także olejek różany stosowany jest przy różnego rodzaju oparzeniach czy regeneracji uszkodzonej skóry w wyniku nadmiernych promieni UV. Olejek ma działanie tonizujące, przeciwtrądzikowe i poprawiające elastyczność skóry (Bocho-Janiszewska i Górecka, 2016).

## Aksamitka (*Tagetes*)

Tagetes to rodzaj z rodziny Asteraceae, który składa się z około 30 różnych gatunków (Ryc.2[5]). Kwiaty te uprawiane są powszechnie w celach ozdobnych, jednak niewiele osób wie, że aksamitka ma szersze zastosowanie. W prowadzonych badaniach fitochemicznych tego gatunku uzyskano ponad sto wtórnych metabolitów i wykazano, że niektóre z nich mają silną aktywność biologiczną. Bioaktywne ekstrakty przygotowywane z różnych części tych roślin wykazują działanie owadobójcze, grzybobójcze i nicieniobójcze. Za działanie biobójcze odpowiadają terpenoidy znajdujące się w olejku eterycznym pozyskiwanym z kwiatów i liści. Korzenie słyną z wysokiej zawartości substancji zwanej alfa-tertienylem, która ma wpływ na nicienie (Vasudevan i in., 1997). W celu potwierdzenia właściwości przeciwdrobnoustrojowych ekstraktu uzyskanego z liści aksamitki przeprowadzono badanie, z użyciem bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych oraz chloramfenikolu jako standardowego antybiotyku. Doświadczenie wykazało, że najpowszechniej występujący związek w ekstrakcie roślinnym, jakim jest kwercetagetyna-7-arabinozylo-galaktozyd, wykazał silne działanie przeciwdrobnoustro-

jowe na badane patogenne mikroorganizmy (Tereschuk i in., 1997). Warto również wspomnieć, że aksamitki znajdują także zastosowanie w przemyśle spożywczym,

dzięki pigmentom karotenoidowym wykorzystywanym w barwieniu żywności (Vasudevan i in., 1997).



Ryc. 2. Zdjęcia wybranych roślin:

- [1] Dziurawiec zwyczajny (*Hypericum perforatum*), [2] Glistnik jaskótcze ziele (*Chelidonium majus*)  
[3] Podbiał pospolity (*Tussilago farfara*), [4] Aksamitka (*Tagetes*), [5] Dzika róża (*Rosa canina*)

„Chwast to roślina, której zalety nie zostały jeszcze odkryte” Ralph Waldo Emerson

A teraz spójrzmy na rośliny z innej strony...

Lista zastosowania chwastów i łąkowych kwiatów jest o wiele dłuższa. Poniżej zostały przedstawione nieoczywiste pomysły z ich wykorzystaniem, zaczynając od kuchni, a kończąc na nietypowych zastosowaniach użytkowych.

## Łąkowy supermarket

Na łące możemy znaleźć produkty na sałatkę, dodatki do zup czy ciast. Jadalne rośliny dzikie są niskokaloryczne, jednocześnie posiadając wiele mikro- i makroskładników, witamin oraz polifenoli. Stanowią zatem doskonały element „dzikich dań”.

W naturalnym supermarkecie dostaniemy m.in. babkę lancetowatą, fiołka trójbarwnego, bez czarny, buk, koniczynę, stokrotkę, krwawnik, macierzankę, rumianek, wiesiołka, wrotycz pospolity, bylicę i wiele innych. Właśnie z nich możemy przygotować wiele potraw i deserów, nadając im charakterystyczny, nietypowy i rzadko spotykany smak. Przykładowo w swoim dziele pt. „Wiosenne potrawy z dzikich roślin. Polecamy sprawdzone przepisy”, Katarzyna

Laszczak (2021) proponuje przepis na niskobudżetową sałatkę, w której główną rolę odgrywają: liście i kwiaty fiołka wonnego, liście krwawnika, czosnek niedźwiedzi, mniszek lekarski, szczawnik zajęczy, liście babki lancetowatej i funkii oraz pomidorki cherry i sos winegret. Natomiast Linda White i Steven Foster w swojej książce pt. „Ziołowa apteka domowa” (2018) przedstawiają pomysły na przygotowanie różnego rodzaju naparów z roślin z uwzględnieniem dawkowania.

Jadalne kwiaty lub całe rośliny można wykorzystać między innymi do udekorowania wypieków, można zaparzyć z nich aromatyczny napar, przygotować barwne kanapki czy niepowtarzalne lizaki z zatopionymi suszonymi roślinami.

Rośliny można także wykorzystać jako dekoracje wnętrz oraz jako element biżuteryjny. Pomysłów na stworzenie wyjątkowych i unikalnych ozdób jest naprawdę wiele.

Rośliny ze względu na obecność licznych olejków eterycznych nadają się do sporządzenia zapachów pod różną postacią. Do najbardziej aromatycznych ziół należy mięta, ze względu na wysoką zawartość mentolu, który jest głównym składnikiem jej olejku. Ma bardzo intensywny, orzeźwiający i świeży zapach. Kolejne ziele to bazylija, która posiada intensywny korzenno-kwiatowy zapach, przypominający woń goździków. Tymianek także ma bardzo intensywny, korzenny zapach. Lawenda swój charakterystyczny zapach zawdzięcza cząsteczkom estrów linalolu. Używana jest powszechnie w kosmetyce i w przemyśle perfumeryjnym. Jej zapach ma działanie uspokajające, relaksujące i odprężające (Wałęjko, 2015). Te zioła bardzo często w połączeniu z cytrusami wykorzystuje się do tworzenia receptury na odświeżacz powietrza czy zapach do szafy.

Dodatkowo niektóre rośliny posiadają właściwości odstrasżające owady. Do

rozprzestrzenienia aromatycznej woni w formie kadzideł można wykorzystać ususzone rośliny. Aby uzyskać działanie silnie relaksujące zaleca się połączenie lawendy i pomarańczy bergamota. By zredukować stres można zastosować połączenie goździków i pomarańczy oraz cytryny i gałązki drzewa z rodziny sosnowatych. Działanie łagodzące można uzyskać dzięki połączeniu róży, lawendy i pelargonii.

Wraz z postępem cywilizacji postrzeganie i wykorzystywanie roślin zmienia się. Patrząc przez pryzmat czasu, zainteresowanie produktami roślinnymi i ich działaniem można przyrównać do sinusoidy. Wskazują na to badania, które pokazały, że w ostatnim dziesięcioleciu nastąpiło ogromne odrodzenie, związane z zainteresowaniem i stosowaniem leczniczych produktów roślinnych, zwłaszcza w Ameryce Północnej. Leki roślinne stosowało w 1991 r. jedynie około 3% populacji, a w roku 1998 już ponad 37%. Są to bardzo obiecujące prognozy, gdyż warto mieć na uwadze, że roślinne preparaty mają tę przewagę nad syntetycznymi farmaceutykami, że nie są oparte na pojedynczych substancjach chemicznych. Swój charakterystyczny, wysoce pozytywny wpływ zawdzięczają synergicznemu działaniu kilku związków chemicznych (Briskin, 2000). Badania nad roślinami są coraz bardziej powszechne, a analizy chemiczne ich składu chemicznego coraz dokładniejsze. Wiadomo jednak, że nie wszystkie leki (farmaceutyki syntetyczne) da się zastąpić ziołami, ale kiedy jest taka możliwość, to warto skorzystać z ukrytej „siły” tkwiącej w roślinach.

## Literatura:

Agata, K., Kusiak, J., Stępień, B., Bergier, K., Kuźniak, E., 2010. Bioaktywne metabolity wtórne roślin z rodzaju *Physalis*. *Postępy*



- Higieny i Medycyny Doswiadczałnej*, 64: 665-673.
- Barnes, J., Anderson, L.A., Phillipson, J.D., 2001. St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.): a review of its chemistry, pharmacology and clinical properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 53(5): 583-600.
- Bocho-Janiszewska, A., Górecka, A., 2016. Zastosowanie olejku różanego w kremach do pielęgnacji cery naczyniowej [w:] A. Kiełtyka-Dadasiewicz (red.) *Rośliny nowoczesnej technologii*, Lublin, Wydawnictwo Akademickie Wyższej Szkoły Społeczno-Przyrodniczej im. Wincentego Pola, s. 53-63.
- Briskin, D. P., 2000. Medicinal Plants and Phyto-medicines. Linking Plant Biochemistry and Physiology to Human Health. *Plant Physiology*, 124(2): 507-514.
- Glica, M., Gaman, L., Panait, E., Stoian, I., Atanasiu, V., 2010. *Chelidonium majus*- an Integrative Review: Traditional Knowledge versus Modern Findings. *Forschende Komplementärmedizin*, 17(5): 241-248.
- Laszczak, K., 2021. Wiosenne potrawy z dzikich roślin. Polecamy sprawdzone przepisy. <http://www.e-ogrodek.pl/a/wiosenne-potrawy-z-dzikich-roslin-polecamy-sprawdzone-przepisy-19353.html>, dostęp z dn. 30.04.2021r- publikacja za pozwoleniem autorki].
- Lattanzio, F., Greco, E., Carretta, D., Cervellati, R., Govoni, P., Speroni, E., 2011. In vivo anti-inflammatory effect of *Rosa canina* L. extract. *J Ethnopharmacol, Journal of Ethnopharmacology*, 137(1): 880-885.
- Machątek, P., 2020. Magia polskich ziół- zdrowie, odporność, uroda. Poznaj życiodajną moc ziół. Społeczny Instytut Wydawniczy Znak, 1-18.
- Migas, P., Heyka, M., 2011. Glistnik jaskółcze ziele (*Chelidonium majus* L.) we współczesnej terapii – wskazania i bezpieczeństwo stosowania. *Postępy Fitoterapii*, 3: 208-218.
- Milala, J., Sójka, M., Król, K., Buczek, M., 2013. Charakterystyka składu chemicznego owoców *Rosa pomifera* „Karpattia”. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 5(90): 154-167.
- Piotrowska, P., Wojcińska, M., Matławska, I., 2015. Podbiał pospolity (*Tussilago farfara*). *Postępy, Fitoterapii*, 3: 157-171.
- Schulz, V., Hänsel, R., Tyler, V., 1998. Rational Fitotherapy, A Physician's Guide to Herbal Medicine, New York: Springer-Verlag.
- Sokołowski, P., 2018. Historia ziół w lecznictwie, czyli prosty przepis jak tradycyjna medycyna ludowa dała zarobić koncernom farmaceutycznym miliardy dolarów. <https://www.pracowniazioł.pl/ziololecznictwo/>, data opublikowania: 24.11.2018r.
- Tereschuk, M.L., Riera, M. V., Castro, G.R., Abdala, L.R., 1997. Antimicrobial activity of flavonoids from leaves of *Tagetes minuta*. *Journal of Ethnopharmacology*, 56(3): 227-232.
- Vasudevan, P., Kashyap, S., Sharma, S., 1997. *Tagetes*: A multipurpose plant. *Biore-source Technology*, 62(1-2): 29-35.
- Veeresham, C., 2012. Natural products derived from plants as a source of drugs. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology and Research*, 3(4): 200-201.
- Wałęjko, A., 2015. Kwiaty jadalne- dekoracyjne i pełne wartości odżywczych. Zagadnienia Aktualnie Poruszane przez Młodych Naukowców. *Creativetime*, redaktorzy: Marcin Kuczera, Krzysztof Piech, 2: 122-126.
- White, L. B., Foster, S., 2018. Ziołowa apteka domowa. *Publicat*.
- Wishart, D.S., Feunang, Y.D., Guo, A.C., Lo, E.J., Marcu, A., Grant, J.R., Sajed, T., Johnson, D., Li, C., Sayeeda, Z., Assempour, N., Iynkkaran, I., Liu, Y., Maciejewski, A., Ga-

le, N., Wilson, A., Chin, L., Cummings, R., Le, D., Pon, A., Knox, C., Wilson, M. 2017. DrugBank 5.0: a major update to the DrugBank database for 2018. *Nucleic Acids Research* 4 (46(D1)):D1074-D1082. doi: 10.1093/nar/gkx1037.

## Źródła internetowe:

- [1] Dziurawiec zwyczajny (*Hypericum perforatum*)  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Dziurawiec\\_zwyczajny#/media/Plik:Hypericum\\_perforatum\\_09.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dziurawiec_zwyczajny#/media/Plik:Hypericum_perforatum_09.jpg), Agnieszka Kwiecień, 2020, publikacja za zgodą autora.
- [2] Glistnik jaskółcze ziele (*Chelidonium majus*)  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Glistnik\\_jask%C3%B3lcze\\_ziele#/media/Plik:Flowers\\_of\\_Chelidonium\\_majus.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Glistnik_jask%C3%B3lcze_ziele#/media/Plik:Flowers_of_Chelidonium_majus.jpg), Andrew Butko, 2008, publikacja za zgodą autora.
- [3] Podbiał pospolity (*Tussilago farfara*)  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Podbia%C5%82\\_pospolity#/media/Plik:Podbia%C5%82.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Podbia%C5%82_pospolity#/media/Plik:Podbia%C5%82.jpg), Tosyczkiewicy, 2018, publikacja za zgodą autora.
- [4] Aksamitka (*Tagetes sp.*)  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Aksamitka\\_\(ro%C5%9Blina\)#/media/Plik:French\\_marigold\\_garden\\_2009\\_G2.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Aksamitka_(ro%C5%9Blina)#/media/Plik:French_marigold_garden_2009_G2.jpg), George Chernilevsky, 2009, publikacja za zgodą autora.
- [5] Dzika róża (*Rosa canina*)  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/R%C3%B3%C5%BCa\\_dzika#/media/Plik:Rosa\\_canina\\_6.JPG](https://pl.wikipedia.org/wiki/R%C3%B3%C5%BCa_dzika#/media/Plik:Rosa_canina_6.JPG), Sakurai Midori, 2006, publikacja za zgodą autora.

Notka o Autorce: Studentka III roku studiów I stopnia na kierunku Biologia Medyczna Uniwersytetu Gdańskiego, specjalność diagnostyka molekularno-biochemiczna. Jej głównym obszarem zainteresowań są ziołolecznictwo oraz genetyka bakterii. Esej powstał jako efekt pracy po ćwiczeniach warsztatowych „Współczesne problemy naukowe w biologii – tutoring naukowy”.

## Jaki potencjał naukowy drzemie w badaniach składu i struktury wosków powierzchniowych roślin z rodzaju *Nepenthes*?

Aleksandra Maria Kowalska  
Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii  
E-mail: [aleksandra.kowalska@phdstud.ug.edu.pl](mailto:aleksandra.kowalska@phdstud.ug.edu.pl)

tutor: dr hab. Łukasz Haliński  
Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii, Katedra Analizy Środowiska

*Słowa kluczowe: rośliny owadożerne, wosk epikutularny, chromatografia gazowa, spektrometria mas, mikrostruktura*

### Po co dzbanecznikom owady?

Naturalnym miejscem występowania roślin z rodzaju *Nepenthes*, są subtropikalne rejony Azji Południowo - Wschodniej. Zasiadają one Wietnam, Kambodżę, Chiny, Singapur, Indie, Tajlandię, Filipiny i Półwysep Malajski. Oprócz tego, ich występowanie notuje się na terenach Australii, Szeszeli oraz Madagaskaru. Ze względu na wysokość nad poziomem morza, na jakiej spotykane są poszczególne taksony, są one klasyfikowane jako gatunki wyżynne, bądź nizinne (Król i in., 2011). Dzbaneczniki żyją na podłożu bardzo ubogim w składniki odżywcze (Krasuska i in., 2015). Fakt ten uniemożliwia większości roślin przetrwanie i wzrost w warunkach naturalnych bez dodatkowego źródła makroskładników: azotu, fosforu czy

siarki. To właśnie z tego względu, dzbaneczniki w toku ewolucji wykształciły szereg przystosowań chemicznych i morfologicznych, pozwalających im na uzupełnienie niedoborów składników odżywczych w podłożu. Stały się drapieżnikami, które w celu uzupełniania deficytów, żywią się ciałami owadów. Żywiąc się owadami, zyskują również źródło magnezu, potasu czy manganu. Ich pozyskiwanie nie jest niezbędne, ponieważ środowisko nie ogranicza ich dostępności, jednak duży procent zapotrzebowania jest pokrywany właśnie w ten sposób (Król i in., 2011).

Gatunki dzbaneczników obdarzone największymi pułapkami, bo sięgającymi nawet 40 cm długości, nie są "zainteresowane" żywieniem się kręgowcami. Rozmiar pułapki sugeruje, że chociażby *Nepenthes rajah* mógłby pokusić się o upolowanie większych stworzeń niż owady, np. żab, jaszczurek czy szczurów (Ryc. 1). Przeprowadzono badania, które potwierdzają nie-

# Tutoring Gedanensis

liczne przypadki żywienia się tego gatunku kręgowcami. Świadczą o tym niestrawione kości wewnątrz dzbanca. Jednak nadal znacznie częściej wybierają one drobne owady (Chin i in., 2010).



Ryc. 1. *Rattus baluensis* na organie łownym *Nepenthes rajah* ([1], autor zdjęcia: Ch'ien Lee, plik niezmienny)

Inne badania wskazują na uzupełnianie deficytów azotu np. z odchodów małych ssaków, tj. *Tupaia montana*, *Rattus baluensis*. Prawdopodobnie bardziej korzystne dla *Nepenthes* jest wejście w mutualizm z tymi ssakami, niż pozyskiwanie związków mineralnych z ich ciał (Greenwood i in., 2011). Ssaki w tym przypadku otrzymują od dzbanecznika nektar. Inny przypadek, to pozyskiwanie makroelementów z odchodów nietoperza (*Kerivoula hardwickii*). W zamian za to nietoperz otrzymuje od rośliny schronienie (Chou i in., 2015). Oprócz tego, odpowiednio usytuowane dzbanki mają zdolność

pobierania azotu z azotu atmosferycznego, od mikroorganizmów zasiedlających pułapki (mających umiejętność jego asymilowania) oraz z gleby (Schulze i in., 1997). Należy pamiętać, że dzbaneczniki są zdolne do samożywności, a okazałe pułapki to tylko dodatek do prowadzonego przez nie trybu życia. W niektórych przypadkach, możliwe jest jednak także wykorzystanie ciał ofiar jako źródła organicznych związków węgla, co pozwala na pokrycie znacznej części zapotrzebowania na ten pierwiastek (Krasuska i in., 2012).

## Przystosowania roślin do drapieżnictwa

Różnorodność roślin owadożernych jest bardzo duża. Podstawowym przystosowaniem do owadożerności są pułapki. Możemy wyróżnić sześć typów prezentowanych przez rośliny owadożerne liści pułapkowych, a co za tym idzie strategii chwytania pożywienia.

Trzy pierwsze, ze względu na rodzaj wykorzystanej do połowu strategii, możemy zaliczyć do aktywnych. Są to: pułapki zatraskowe – np. u roślin z rodzaju *Dionaea*, pułapki o charakterze pęcherzyków z zamykaną klapką – np. u roślin rodzaju *Utricularia*, oraz pułapka typu koszy łownych – np. u roślin z rodzaju *Genlisea*, która zawiłymi, pozbawionymi chlorofilu korzeniami blokuje ucieczkę zdobyczy. Pojawienie się owada pomiędzy dwoma blaskami liściowymi *Dionaea* powoduje podrażnienie obecnych tam włosków czuciowych i zatrzaśnięcie się pułapki. U *Utricularia*, specjalne pęcherze unoszące roślinę na wodzie mają zdolność zasysania ofiary. W momencie, gdy owad znajdzie się w wnętrzu pułapki, zamykająca się klapka skutecznie uniemożliwia mu wydostanie się na zewnątrz.

# Tutoring Gedanensis

Kolejne trzy rodzaje pułapek pozwalają na pozyskiwanie pożywienia w sposób bierny. Pierwszy mechanizm tego typu to pułapka w kształcie kielicha, inaczej zwanego rozetą liściową. Taki rodzaj pułapki prezentują np. rośliny z rodzaju *Sarracenia*. Jest to pułapka analogiczna do tej o charakterze dzbana, wytwarzanej przez rośliny z rodzaju *Nepenthes* (Ryc. 2)

Ostatni rodzaj to pułapka adhezyjna, mająca charakter lepów, występująca np.

u roślin z rodzaju *Drosera*. Owad, siadając na liściu pokrytym włoskami wydzielającymi lepłą ciecz, zostaje unieruchomiony. Dodatkowo, obecność owada na pułapce powoduje zwijanie się blaszki liściowej, co jeszcze bardziej krępuje jego ruchy (Zboińska, 2017; Drobnik, 2008).

Oprócz wykształcenia pułapek, rośliny owadożerne nęcą swoją zdobycz barwą i zapachem. Odbywa się to na podobnej zasadzie, jak wabienie przez rośliny zapylaczy (Krasuska i in. 2015).

A)



B)

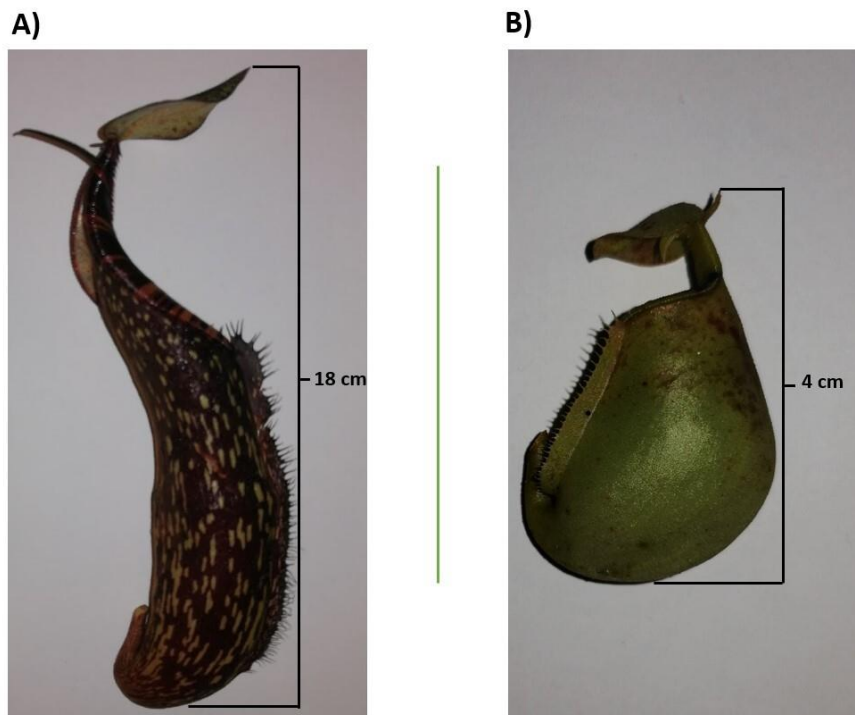


Ryc. 2. Przykłady pułapek wytwarzanych przez rośliny z rodzaju A) *Sarracenia* oraz B) *Nepenthes*; rośliny z kolekcji dr hab. Krzysztofa Banasia, prof. UG, z Wydziału Biologii Uniwersytetu Gdańskiego (zdjęcie własne)

## Morfologiczne przystosowania dzbaneczników do owadożerności

U większości roślin, za pobieranie składników mineralnych odpowiada dobrze wykształcony system korzeniowy. Rośliny z rodzaju *Nepenthes* mają krótkie, słabo rozwinięte i płytko umocowane w glebie

korzenie (Krasuska i in., 2012). Jak już wcześniej wspomniano, pułapki u dzbaneczników przyjmują postać dzbanów, które wypełnione są płynem trawiącym białko. Warto wspomnieć, że dzbany przyjmują różne rozmiary, od kilku do kilkudziesięciu centymetrów - w zależności od gatunku rośliny (Ryc. 3).



Ryc. 3. Porównanie wielkości organów łownych A) *Nepenthes spectabilis* oraz B) *Nepenthes bicalcarata* z kolekcji dr hab. Krzysztofa Banasia, prof. UG, z Wydziału Biologii Uniwersytetu Gdańskiego (zdjęcie własne)

Płyn obcny na dnie pułapki, oprócz możliwości trawienia owadów, pozwala roślinie na efektywne wabienie ofiary. Jest on słodki i pachnący, co daje owadom mylną obietnicę otrzymania pokarmu. Ciecz trawienna jest dużo gęstsza od wody. Jest bardziej lepka, ma mniejsze napięcie powierzchniowe i kwaśny odczyn. Substancje, które uzyskuje roślina po strawieniu białka, są powoli wchłaniane. Ten dodatek do autotroficznego sposobu odżywiania zapewnia dzbanecznikom możliwość przetrwania nawet w bardzo trudnych warunkach i stanowi bardzo pomocne uzupełnienie niezbyt wydajnego pozyskiwania prostych związków nieorganicznych przez słabo rozwinięty system korzeniowy z ubogiego w te substancje środowiska.

System pozyskiwania przez dzbaneczniki pożywienia z owadów ułatwia obecność śliskiego perystomu wokół wejścia

do wnętrza pułapki. Ciekawym elementem dzbana jest wieko, często od wewnętrznej strony obdarzone dodatkowym kolcem. Stanowi ono naturalną ochronę cieczy trawiennej przed deszczem i pozwala utrzymać jej odpowiedni odczyn. Oprócz tego, od spodu posiada miodniki wytwarzające słodki nektar (Merbach, 2001). Zarówno perystom, jak i wnętrze organu łownego pokryte jest woskiem epikutylarnym, który w dużej mierze zmniejsza przyczepność owada. Wnętrze organu chwytającego możemy podzielić na dwie strefy - górną i dolną. Warstwa dolna zalana jest cieczą trawienną. Wosk w formie kryształów pokrywa górną strefę i przyjmuje strukturę dwuwarstwową. Wosk warstwy zewnętrznej jest miękki, łamliwy i zanieczyszcza odnóża owada, przez co wpada on do cieczy trawiennej. Wosk warstwy wewnętrznej jest zdecydowanie twardszy (Lack i in., 2005).

Dzbany często przyjmują krwistoczerwony kolor oraz charakteryzują się wzorzystym nakropieniem. Istnieją badania wskazujące na zdolność wabienia ofiar za pomocą wzorów widocznych tylko w świetle UV (Kurup i in. 2013).

## Chemiczne przystosowania dzbaneczników do owadożerności

Dzbaneczniki wydzielają organiczne związki lotne, posiadające w swojej strukturze osmoforowe grupy funkcyjne, nadające tym substancjom zapach roznoszący się na duże odległości. Jest on wyczuwalny szczególnie dla owadów. Do grup funkcyjnych odpowiedzialnych za zapach należą: aldehydowa, tiolowa, estrowa, hydroksylowa, sulfidowa i ketonowa (Bojarowicz i in., 2016). Oprócz tego, dolna część wieczka zawiera gruczoły, wytwarzające substancje chemiczne wabiące owady w postaci nektaru.

W skład wyżej wspomnianych wosków epikutularnych wchodzi różnego rodzaju substancje organiczne, które umożliwiają wytworzenie struktur krystalicznych wosków. Woski oraz ich wyspecjalizowane struktury krystaliczne stanowią, obok zdolności do produkcji enzymów trawienych i wykształcenia struktur odpowiedzialnych za wchłanianie składników pokarmowych ze strawionych ofiar, jeden z elementów przystosowujących dzbaneczniki do drapieżnictwa. To właśnie formy krystaliczne wosków epikutularnych odpowiadają za przetrzymywanie owadów wewnątrz dzbanów i zapobieganie ich ucieczce. Obecnie w literaturze mało jest publikacji prezentujących skład chemiczny wosków epikutularnych u poszczególnych gatunków *Nepenthes*. Te nieliczne sugerują jednak, że najczęściej pojawiającymi grupami związków są długołańcuchowe

alkohole i aldehydy - zazwyczaj o parzystej liczbie atomów węgla w cząsteczce, a także długołańcuchowe węglowodory parzysto- i nieparzysto węglowe, rzadziej długołańcuchowe kwasy tłuszczowe, sterole, triterpeny (zarówno w formie alkoholi, jak i ketonów), taniny czy flawonoidy (Riedel i in., 2007). Przypuszcza się, że struktura krystaliczna wosków może być powiązana z ich składem chemicznym. Obecność niektórych substancji organicznych w składzie wosku może warunkować powstanie tych tworów.

## Analizy chemiczne wosków powierzchniowych *Nepenthes*

W literaturze często prezentowane są badania obejmujące analizę składu chemicznego wosków różnych gatunków roślin. Są one częstym obiektem badań ze względu na ich liczne funkcje biologiczne. Jednak w chwili obecnej, niewiele jest doniesień skupiających się właśnie na dzbanecznikach. Obejmują one jedynie wyniki badań składu chemicznego wosków powierzchniowych górnej strefy wnętrza organu łownego dzbaneczników, a przebadanych gatunków jest zaledwie kilka. Z uwagi na fakt częstej dominacji długołańcuchowych aldehydów w składzie wosku, niektórzy badacze twierdzą, że przewaga tych związków w składzie wpływa na powstawanie struktur krystalicznych, istotnych dla pozyskiwania pożywienia przez dzbaneczniki. Nie zostało to jednak do tej pory udowodnione doświadczalnie.

Strategia analizy wosku roślinnego najczęściej polega na wykonywaniu badań techniką chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC-MS), co pozwala na jednoczesną analizę jakościową (identyfikację składników) oraz ilościową. Ze względu na skomplikowany skład wosków, analiza końcowa bywa poprzedzona

wykonaniem analizy grupowej, czyli rozdzieleniem całej mieszaniny na klasy związków (np. węglowodory, alkohole, itd.). W celu stwierdzenia obecności struktur krystalicznych wosków, stosuje się techniki mikroskopowe, np. skaningową mikroskopię elektronową (SEM).

Które kierunki badań należałoby rozwijać?

Tylko nieliczne analizy chemiczne wosków pokrywających wnętrze organu chwytanego dzbaneczników są uzupełnione o wyniki obserwacji mikroskopowych. Z tego względu, w kolejnych etapach badań należałoby wykonać takie obserwacje dla szerokiej grupy gatunków, w celu weryfikacji związku pomiędzy składem chemicznym wosków i ich mikrostrukturą, co jest niezbędne do pełnego zrozumienia znaczenia tego przystosowania w funkcjonowaniu omawianych roślin.

Kolejne kierunki badań, które warto podjąć, to np. zdobycie kompleksowych informacji na temat substancji czynnych, wydzielanych przez dzbaneczniki. Należałoby przyjrzeć się bliżej substancjom chemicznym odpowiedzialnym za wabienie owadów oraz – w miarę możliwości – połączyć te informacje z dostępnymi obserwacjami na temat ofiar pozyskiwanych przez poszczególne gatunków dzbaneczników. Możliwe jest, że substancje wabiące są w niektórych przypadkach niejako „wycelowane” w konkretne grupy owadów, np. poprzez wydzielanie feromonów płciowych lub związków o analogicznej strukturze.

Oprócz tego, skład wosków powierzchniowych mógłby posłużyć jako marker chemotaksonomiczny, czyli cecha, pozwalająca na szacowanie stopnia

pokrewieństwa gatunków na podstawie ich cech chemicznych. Dzięki temu mogłaby powstać dodatkowa, uzupełniająca metoda klasyfikacji tej grupy roślin. Podział opierałby się na różnicach w charakterystyce tej istotnie biologicznie warstwy. Bardzo prawdopodobne jest jednak, że ze względu na wyspecjalizowaną funkcję, niezależnie od stopnia pokrewieństwa roślin ewolucja tej cechy przebiegała w sposób zbliżony u wszystkich gatunków rodzaju *Nepenthes*, przez co skład wosków nie będzie przydatnym markerem chemotaksonomicznym.

## Literatura:

- Bojarowicz, H., Ziółkowska, A., Krysiński, J., 2016. Wyjątkowość zapachu. *Hygeia Public Health*, 51, 154-160.
- Chin, L., Moran, J. A., Clarke, C., 2010. Trap geometry in three giant montane pitcher plant species from Borneo is a function of tree shrew body size. *New Phytologist*, 186, 461-470.
- Chou, L., Wilson, R., Clarke, C., 2015. Why are *Aedes* mosquitoes rare colonisers of *Nepenthes* pitcher plants? *Ecological Entomology*, 40, 603–611.
- Drobniak, S., 2008. Różnorodność roślin mięsożernych. *Botanika*, 31, 30-33.
- Greenwood, M., Clarke, C., Lee, C. C., Gunsalam, A., & Clarke, R. H. 2011. A Unique Resource Mutualism between the Giant Bornean Pitcher Plant, *Nepenthes rajah*, and Members of a Small Mammal Community. *PLOS ONE*, 6, 1-5.
- Krasuska, U., Glinka, A., Gniazdowska A., 2012. Menu roślin mięsożernych wstęp- Jakie rośliny nazywamy mięsożernymi? *Kosmos*, 61, 635-646.
- Krasuska, U., Dzierżyńska, A., Ciąćka, K., Andrzejczak, O., Staszek, P., Gniazdowska A., 2015. Rośliny mięsożerne jako przykład adaptacji do niesprzyjających warunków środowiska naturalnego. W: *Różnorod-*



ność biologiczna – od komórki do ekosystemu *Funkcjonowanie roślin i grzybów. Środowisko – eksperyment – edukacja* (pod redakcją: Bajguz, A., Cierieszko, I.), Polskie Towarzystwo Botaniczne, Warszawa, 77-88.

Król, E., Płachno, B. J., Adamec, L., Stolarz, M., Dziubińska, H., & Trębacz, K. 2011. Quite a few reasons for calling carnivores “the most wonderful plants in the world.” *Annals of Botany*, 109, 47–64.

Kurup, R., Johnson, A. J., Sankar, S., Hussain, A. A., Sathish Kumar, C., Sabulal, B., 2013. Fluorescent prey traps in carnivorous plants. *Plant Biology*, 3, 611-615.

Lack, A. J., Evans, D. E., 2005. Instant Notes: Plant Biology, Bios, New York, 223-225.

Riedel, M., Eichner, A., Meimberg, H., Jetter, R., 2007. Chemical composition of epicuticular wax crystals on the slippery zone in pitchers of five *Nepenthes* species and hybrids. *Planta*, 225, 1517–1534.

Merbach, M., Zizka, G., Fiala, B., Maschwitz, U., Booth, W. E., 2001. Patterns of nectar secretion in five *Nepenthes* species from Brunei Darussalam, Northwest Borneo, and implications for ant-plant relationships. *Flora*, 196, 153-160.

Schulze, W., Schulze, E. D., Pate, J. S., & Gillison, A. N. 1997. The nitrogen supply from soils and insects during growth of the pitcher plants *Nepenthes mirabilis*, *Cephalotus follicularis* and *Darlingtonia californica*. *Oecologia*, 112, 464–471.

Zboińska, M., 2017. Niezwykły sposób pozyskiwania azotu przez rośliny mięsożerne. *Edukacja biologiczna i środowiskowa*, 2, 10-19.

## Źródła internetowe:

[1] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rattus\\_baluensis\\_visiting\\_Nepenthes\\_rajah.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rattus_baluensis_visiting_Nepenthes_rajah.png) (dostęp: 02.09.2021)

Notka o Autorce: Absolwentka studiów I stopnia na kierunku Ochrona Środowiska i II stopnia na kierunku Chemia o specjalności diagnostyka i analityka chemiczna Wydziału Chemii, Uniwersytetu Gdańskiego. Jej zainteresowania naukowe skupiają się na badaniu znaczenia cech chemicznych w łowieniu ofiar przez rośliny owadożerne, co ściśle łączy się z zainteresowaniem tymi i wieloma innymi roślinami w życiu prywatnym..

## Mikroskopia trójwymiarowych struktur komórkowych – od mikroskopu świetlnego do konfokalnego

Izabela Łaska

Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii

E-mail: [izabelalaska1998@gmail.com](mailto:izabelalaska1998@gmail.com)

tutor: dr hab. Agnieszka Kowalkowska, prof. UG

Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii, Katedra Cytologii i Embriologii Roślin

*Słowa kluczowe: mikroskopia świetlna i konfokalna, neurony, obrazy trójwymiarowe, układ nerwowy*

pracy dokonałam przeglądu technik wizualizacji komórek, które mogą być szczególnie interesujące dla neuronaukowców.

### Wstęp

Od czasu pracy Golgiego i Cajala (1903) mikroskopia pozostaje kluczowym narzędziem dla neuronaukowców chcących obserwować komórki nerwowe (Grant, 2007). Podstawową i najpowszechniejszą techniką mikroskopową w dalszym ciągu pozostaje mikroskopia świetlna i od niej wszystko się zaczęło. Pierwsze mikroskopy konstruowano już w XVI wieku (Trzaskoma i Magalska, 2019). Współczesne mikroskopy to urządzenia o wysokim stopniu automatyzacji, zintegrowane z komputerem i kamerą cyfrową. Ciągłe postępy otworzyły nowe możliwości eksperymentalne do badania układu nerwowego w wielu skalach przestrzennych. Nowatorskim rozwiązaniem w mikroskopii świetlnej są mikroskopy konfokalne, w których do skanowania próbki wykorzystana jest wiązka światła laserowego. W swojej

### Początki badań mikroświata

Pod koniec XVI wieku holenderscy producenci soczewek Janssen i Lipperhey konstruowali aparaty umożliwiające powiększanie obiektów, natomiast już w 1609 roku Galileo Galilei skonstruował pierwsze narzędzie noszące miano mikroskopu. Słowo mikroskop jest kombinacją dwóch greckich wyrazów – *micros*, oznaczającego mały, i *skopeo* – obserwuję. Zatem łącznie oznacza to „obserwuję małe rzeczy” (Bąbel, 2014).

Wynalazek mikroskopu konfokalnego przypisuje się Marvinowi Minsky'emu, który początkowo w 1955 roku wykorzystał skaningowy mikroskop optyczny w celu obrazowania sieci neuronowych żywej tkanki mózgowej w preparatach nieutralizowanych. Utrudnieniem, jakie napotkał Minsky pod-

czas zastosowania mikroskopu optycznego, był brak rozdzielczości przestrzennej w trójwymiarowych strukturach skrawków badanego materiału (Korczyński i in., 2013).

Bazując na swoich obserwacjach w 1961 roku zbudował pierwszy, skanujący mikroskop konfokalny. W oryginalnym mikroskopie konfokalnym Minsky'ego punktowe źródło światła jest wytwarzane przez cyrkonową lampę łukową. Światło pochodzące z preparatu było następnie zbierane przez obiektyw znajdujący się po drugiej stronie próbki. Aby utworzyć obraz całego preparatu, pierwszy mikroskop konfokalny był wyposażony w ruchomy stolik, który przesuwał się umożliwiając oświetlenie kolejnych punktów na badanym materiale. Używając dwóch elektromagnesów do przesuwania stolika mikroskopowego w osiach X i Y oraz specjalnego oprogramowania komputerowego do składania obrazu. Minsky był w stanie uzyskać obraz jednego przekroju optycznego preparatu w czasie 10 sekund (Minsky, 1988). Obrazy wyprodukowane przez instrument Minsky'ego w tym czasie pozostały jednak niedocenione. Uważam, że warto zwrócić uwagę na fakt, iż technologia mu dostępna w 1955 roku nie była wystarczająca, aby w pełni zademonstrować potencjał konfokalny. W tym czasie biolodzy byli przyzwyczajeni do oglądania i fotografowania jasno zabarwionych i kolorowych skrawków tkanek histologicznych analizowanych za pomocą mikroskopów świetlnych o doskonałej optyce. W oryginalnym projekcie Minsky'ego niezwykle trudno było zlokalizować interesujący nas region w preparacie oraz ustawić ostrość. Jednak nie ulega wątpliwości, że był to przełomowy wynalazek zmieniający bieg historii w mikroskopii trójwymiarowych struktur. Konfokalne obrazowanie żywych tkanek na czas popularności musiało poczekać aż do 1979 roku, kiedy to Fred Brakenhoff opatentował konstrukcję skanującego mikroskopu konfokalnego. Brakenhoff jako

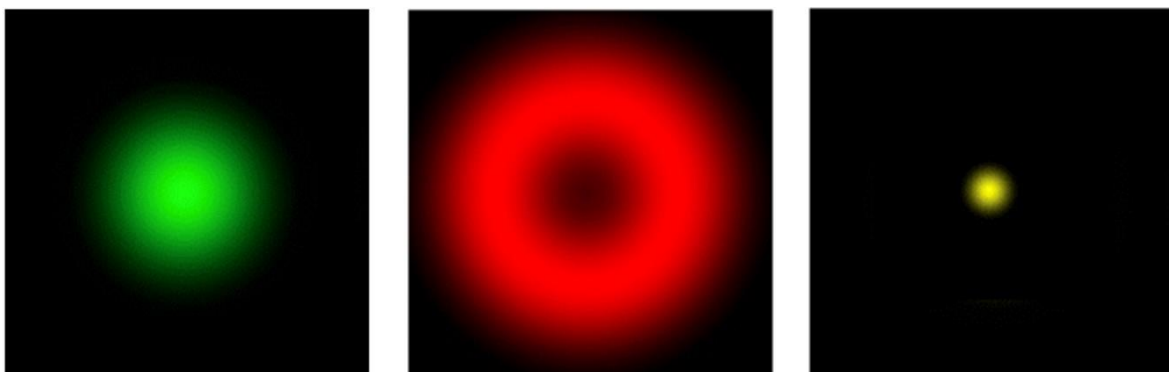
źródło światła wykorzystał laser. Powyżej zaprezentowane odkrycia bezpośrednio przyczyniły się do zapoczątkowania wielu nowych technik, których zastosowanie umożliwił skanujący, laserowy mikroskop konfokalny. W Polsce w 2002 roku powstała Pracownia Mikroskopii Konfokalnej w Instytucie Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego w Warszawie jako laboratorium środowiskowe. W ramach działań badawczych laboratorium dysponuje szerokim wachlarzem metod, zarówno z zakresu biologii komórki (mikroskopia konfokalna i elektronowa), jak również biologii molekularnej i biochemii. Przedmiotem ich badań są układy o różnym stopniu złożoności zarówno w aspekcie morfologicznym, jak i funkcjonalnym - całe organizmy, tkanki, komórki, organelle komórkowe, ale także białka i geny. Jednostka zajmuje się badaniem neuronów głębokich warstw korowych mózgu u zwierząt doświadczalnych (Korczyński, 2013). Aktualnie Instytut Nenckiego jako jedyna placówka naukowa w Polsce realizuje badania w zakresie neuronauki na wszystkich poziomach - od molekularnego do systemowego [1].

## Mikroskopia STED – szczegółowe prześwietlenie żywych komórek

Podczas leczenia chorób, bardzo istotne jest przyjrzenie się im uważnie na poziomie molekularnym. Zachodzą bowiem procesy, które odróżniają zdrowe komórki od chorych. Do niedawna naukowcy nie byli w stanie badać tych procesów w żywych komórkach, ponieważ konwencjonalne mikroskopy świetlne nie zapewniały niezbędnej rozdzielczości. Zmieniło się to jednak wraz z wynalezieniem mikroskopu STED. Dzięki mikroskopowi STED naukowcy mogą teraz nawet dziesięć razy ostrzej obserwować pojedyncze cząsteczki w żywych komórkach: szczegółowo skanują komórki nerwo-

we, przesiewają wirus HIV, a nawet zaglądają do mózgu żywych myszy. Innymi słowy, średnica wiązki światła nie może być mniejsza niż 200 nanometrów. Najmniejszy punkt, który można sfotografować, to ten rozmiar. Struktury komórkowe lub cząsteczki, które są mniejsze, wydają się niewyraźne. Dzięki mikroskopii elektronowej detale mniejsze niż 200 nanometrów mogą być rozdzielone przez długi czas, ale to niszczy struktury komórkowe i nie może być stosowane w żywych organizmach. W 1994 roku Stefan Hell i Jan Wichmann po raz pierwszy opisali teoretycznie zasadę mikroskopii STED (ang. *stimulated emission depletion*), co tłumaczy się jako „stymulowane wygaszenie emisji”. Dokładnie 20 lat później Hell otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii za swoje osiągnięcia wraz z amerykańskimi badaczami Eric’em Betzig z Instytutu Medycznego Howarda Hughesa i Williamem Moerner z Uniwersytetu Stanforda. Hell mówi, że metoda jest daleka od wyczerpania oraz posiada aktualnie bardzo małe ograniczenia co do cząsteczki. Natomiast w 2012 roku wraz z naukowcami z Instytutu Chemii Biofizycznej im. Maxa Plancka przyjrzeni się bezpośrednio mózgo-

wi żywych myszy za pomocą mikroskopu STED. Zeskanowali komórki nerwowe z górnej warstwy mózgu gryzonia z niespotykaną dotąd szczegółowością. Ujawniło to coś zaskakującego: elementarne punkty styku obwodu mózgu, wyrostki kolczyste komórek nerwowych, mogą pozornie poruszać się i zmieniać swój kształt. „W przyszłości bardzo ostre nagrania na żywo mogą nawet pokazać, jak pewne białka są rozmieszczone w synapsach” – powiedział Hell. Dzięki takim coraz bardziej szczegółowym obrazom naukowcy mają nadzieję lepiej zrozumieć choroby, takie jak autyzm czy epilepsję, ponieważ są one oparte na wadliwym działaniu synaps. Mikroskopia STED jest szeroko stosowana do badania próbek luminescencyjnych o wysokiej rozdzielczości przestrzennej znacznie poniżej bariery dyfrakcyjnej w biologii i medycynie. Dlatego w konfokalnym laserowym mikroskopie skaningowym próbkę wzbudza się za pomocą lasera impulsowego o ograniczonej dyfrakcji, a następnie drugiego impulsu laserowego w kształcie pierścienia, który jest przesunięty ku czerwieni względem widma emisyjnego chromoforu (Ryc. 1).



Ryc. 1. Ograniczone dyfrakcyjne wzbudzenie z lasera SuperK (po lewej), ubytek w kształcie zbliżonym do pęczka z lasera Katana-HP (centrum), super-rozdzielczy sygnał fluorescencji po wyczerpaniu (po prawej) [2]

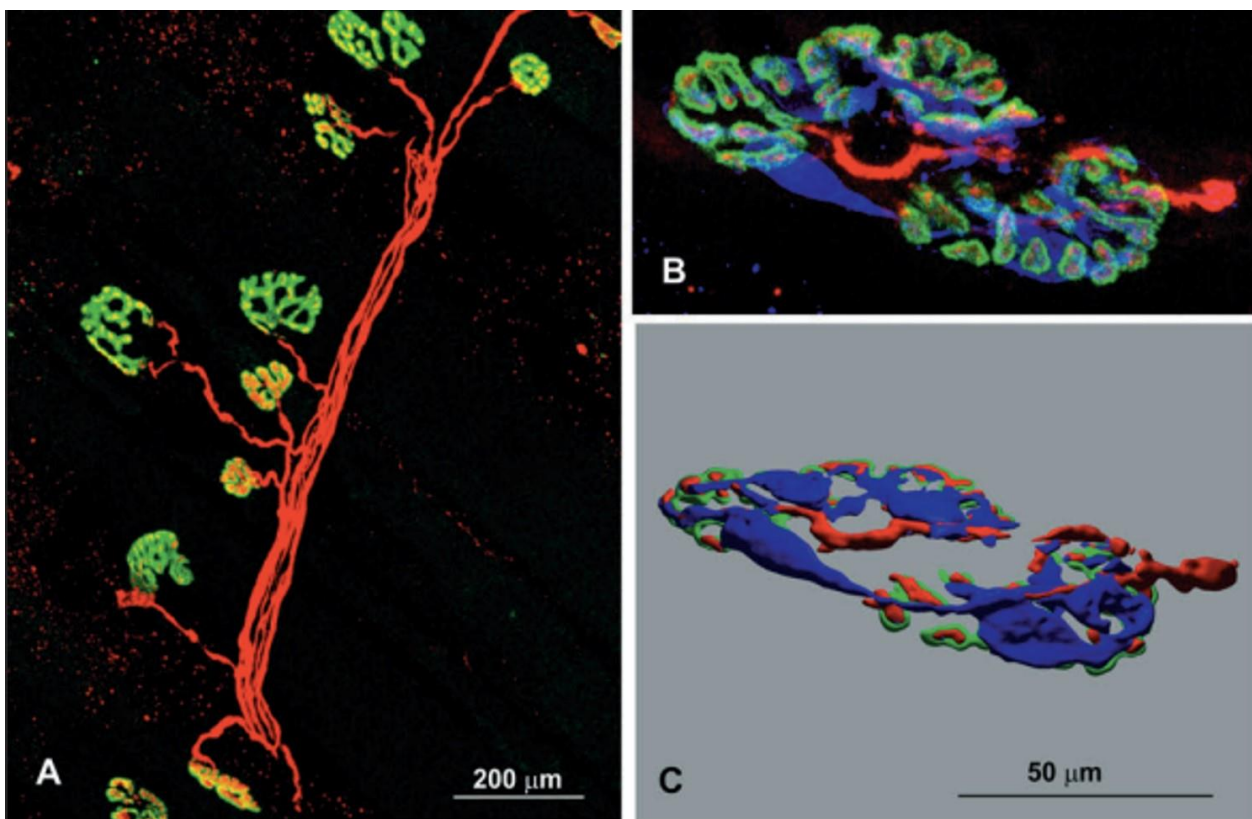
## Nowy „NEUROwymiar” mikroskopii

Skanujący laserowy mikroskop konfokalny jest niezbędny i nieoceniony jako narzędzie

neurobiologiczne lub neurobiomedyczne. Mikroskopy konfokalne posiadają wiele zalet, między innymi umożliwiają pozyskanie ultracienkich przekrojów optycznych z pre-

paratów (utrwalonych lub żywych). Tworzenie takich przekrojów pozwala na znacznie dokładniejszą niż dotychczas obserwację struktury analizowanej próbki, jak i uzyskanie obrazów w postaci trójwymiarowej (3D) rekonstrukcji. Obrazy standardowo są zbierane w trybie poklatkowym. Zbieranie obrazów odbywa się w ustalonych odstępach czasu i następnie są one umieszczane w pliku, który jest zwykle oglądany jako film. Poczyniło to znaczne postępy o wyobrażeniu życia komórki nerwowej lub morfologii komórek glijowych. Przy obrazowaniu żywych komórek należy zachować szczególną ostrożność, aby zachować żywotność komórek na etapie mikroskopu. W związku z tym podczas procesu obrazowania należy używać minimalnych mocy lasera, ponieważ są one szkodliwe. Większość nowoczesnych systemów konfokalnych została znacznie ulepszona w porównaniu z wcześniejszymi modelami, a także w połączeniu z wysoką

przepustowością soczewki i jaśniejszymi, mniej fototoksycznymi barwnikami, te ulepszenia sprawiły, że analiza konfokalna żywych komórek stała się wyjątkowo praktyczną opcją. Na uwagę zasługuje fakt, że w efekcie rozwoju mikroskopii konfokalnej powstała międzynarodowa baza NeuroMorpho.Org. Jest to ogólnodostępny spis neuronów zrekonstruowanych cyfrowo, który współpracuje z ponad 500 laboratoriami na całym świecie. Do zalet laserowego mikroskopu konfokalnego należy zastosowanie koherentnego światła laserowego, które umożliwia wybiórcze wzbudzenie fluorescencji poszczególnych substancji, oraz możliwości rekonstrukcji wyraźnego obrazu z całej objętości szkiełka, na poziomie komórkowym (Ryc. 2) (Romanowska-Pawliczek, 2010).



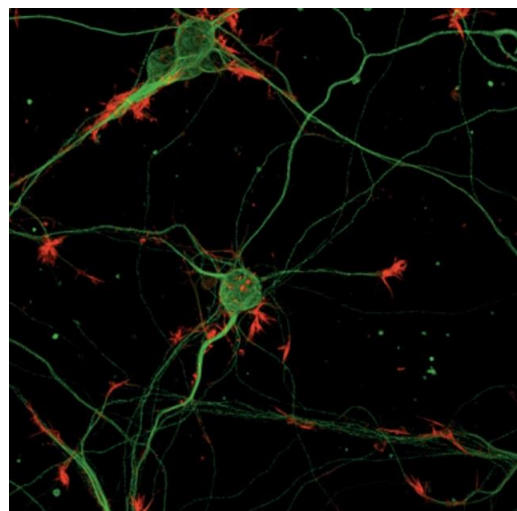
Ryc. 2. A-C Obraz synaps nerwowo-mięśniowych szczura w mikroskopie konfokalnym, w małym (A) i dużym powiększeniu (B-C). Kolor czerwony – znacznik włókien nerwowych, kolor zielony – znacznik receptorów acetylocholiny, kolor niebieski – znacznik komórek glijowych [3]

## Czy 3D zdominowało obrazowanie?

Chociaż minęło ponad 100 lat od otrzymania Nagrody Nobla przez Santiago Ramón y Cajala za opracowanie „doktryny neuronów”, wciąż brakuje nam informacji opisujących strukturę 3D sieci neuronalnych. Do dzisiaj to pozostaje wyzwaniem oraz jest głównym celem neuronauki, aby zrozumieć związek między złożonością architektury mózgu, która wymaga pomiarów tkanki bazujących na obrazie, a jego funkcjonalnością w układzie nerwowym. Charakterystyka i zrozumienie morfologii neuronów są fundamentalnie ważne dla wyjaśnienia zakresu różnorodności neuronalnej. Na podstawie literatury można wywnioskować, że światowe inicjatywy neurobiologiczne są nastawione właśnie na zrozumienie różnorodności typów komórek nerwowych, jako krok w kierunku wyjaśnienia związku między strukturą czy morfologią neuronów a ich funkcją. Jest to możliwe dzięki obrazowaniu za pomocą mikroskopii konfokalnej, która umożliwia uzyskanie wysokiej jakości obrazów oraz ich konstrukcji w 3D (Jacob, 1990). Obrazowanie trójwymiarowe jest zdecydowanie korzystniejsze niż dwuwymiarowe, ponieważ dostarcza dokładniejszych informacji na temat badanej struktury. Jednakże to obrazowanie wymaga uzupełniającej mocy komputerowej, zwłaszcza dla wyeksponowania i interpretacji struktury. Neurony mają postać drzew aksonalnych i dendrytycznych. Ich nadrzędnym elementem jest cylindryczne odgałęzienie. Ponadto w przypadkach, gdy neurony posiadają płaską strukturę, jak np. komórki zwojowe siatkówki, to ich ujęcie 3D umożliwia dokonanie rozdziału skrzyżowań cienkich segmentów (Turner i in., 1999).

Zaletą mikroskopu konfokalnego jest dokładna wizualizacja preparatów w osiach X, Y oraz Z. Obraz powstały w ten sposób pozwala na tworzenie trójwymiarowej rekonstrukcji badanej próbki przy użyciu

takich programów jak Imaris czy Image Pro Plus. Powstałe rekonstrukcje mogą zostać poddane procesowi dekonwolucji w programach Huygens lub AutoQuant, który eliminuje zakłócenia obrazu wywołane fizycznymi ograniczeniami optyki mikroskopowej, w ten sposób stają się niemal rzeczywistym odzwierciedleniem badanych mikroskopijnych obiektów. Warto w tym miejscu dodać, że mikroskop Leica TCS SP5 jest wyposażony w innowacyjny moduł STED umożliwiający obrazowanie z rozdzielczością w osiach XY poniżej 90 nm, a zatem ponad dwa razy większą niż w konwencjonalnych mikroskopach konfokalnych. Pozwala to na dokładniejszą analizę preparatów barwionych fluorescencyjnie, m.in. szczegółowe pomiary kształtu i lokalizacji wybarwionych struktur, a tym samym bardziej precyzyjne określenie ich kolokalizacji w preparacie (Ryc. 3). Natomiast z drugiej strony, przy badaniu dużych obiektów biologicznych, mikroskop Leica, dzięki zastosowaniu zmotoryzowanego stołika, pozwala wykonać i połączyć ze sobą w jedną całość obrazy z sąsiadujących ze sobą pól widzenia (Korczyński i in., 2013). Pamiętajmy jednak, że nie wszystkie typy mikroskopii mogą być wykorzystane w trójwymiarowym obrazowaniu, w związku z tym obrazowanie dwuwymiarowe w neurobiologii pozostanie cenne na długo.



Ryc. 3. Neurony korowe myszy z wybarwionymi filamentami aktynowymi w stożkach wzrostu [4]

## Podsumowanie

Ostatnie kilka lat było wyjątkowo owocne dla rozwoju nowej mikroskopii. Nie ulega wątpliwości, że mikroskop konfokalny posiada przewagę w obrazowaniu komórek mózgowych nad konwencjonalnym mikroskopem optycznym, ponieważ umożliwia cięcie i tworzenie trójwymiarowych (3D) obrazów. Ze względu na tę wyjątkową cechę mikroskop konfokalny znajduje obecnie szerokie zastosowanie w badaniach. W powyższej pracy starałam się podkreślić wyjątkowe zalety mikroskopii konfokalnej płynące z przełomowych badań ostatnich dekad w celu lepszego zrozumienia mikrostruktury neuronalnej i towarzyszących im mechanizmów różnych ważnych neurozjawisk.

## Literatura:

- Bąbel, A., 2014. *Świat w powiększeniu. Dziewiętnastowieczny mikroskop jako instrument i jako metafora*, Wydawnictwo Instytut Badań Literackich PAN, s. 108-122.
- Grant, G., 2007. How the 1906 Nobel Prize in Physiology or Medicine was shared between Golgi and Cajal. *Brain Research Reviews*, 55 (2), 490-498. DOI: 10.1016/j.brainresrev.2006.11.004
- Jacob, R., Glaser, E., Glaser, M., 1990. Neuron imaging with neuroLucida—a PC-based system for image combining microscopy. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 14 (5), 307-317.
- Korczyński, J., 2013. Nowy wymiar mikroskopii – skanujący laserowy mikroskop konfokalny. *Kosmos*, 62 (2), 149 – 160.
- Kuźnicki, L., Sikora, J., Wyroba, E., Jakubiec-Puka, A., Pomorski, P., Wasik, A., Jerka-Dziadosz, M., Wilczyński, G., Kasprzak, A., Kamińska, B., Zawadzka, M., Szydłowska, K., Ellert-Miklaszewska, A., Gabrusiewicz, K., Sielska, M., Korczyński, J., Kłopotcka, W., Piwocka, K., Szczepanowska, J., 2013. *Mikroskopia i obrazowanie*, Wydawnictwo Retro-Art, s. 71-83.
- Minsky, M., 1988. Memoir on inventing the confocal scanning microscope. *Scanning*, 10, 128-138.
- Romanowska-Pawliczek, A., 2010. *Rekonstrukcja 3D komórek glejowych mózgu*, Kraków, Akademia Górniczo-Hutnicza, 23-24.
- Trzaskoma, P., Magalska, A., 2019. Nowoczesne techniki mikroskopowe w badaniach nad trójwymiarową strukturą chromatyny. *Kosmos*, 68 (1), 19-33.
- Turner, J.N., Shain, W., Szarowski, D.H., Lasek, S., Sipple, B., Pace, C., Al-Kofahi, K., Can, A., Roysam, B., 1999. Confocal light microscopy of brain cells and tissue: image analysis & quantitation, *Acta Histochemica et Cytochemica*, 32 (1), 5-11.

## Źródła internetowe:

- [1] Instytut Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego, 2021.  
<http://www.nencki.gov.pl/>  
[Dostęp z dnia 28.07.2021]
- [2] NKT Photonics, 2020.  
<https://www.nktphotonics.com/> [Dostęp z dnia 10.07.2021]
- [3] [http://rcin.org.pl/Content/33519/WA488\\_52314\\_19300\\_Mikroskopia.pdf](http://rcin.org.pl/Content/33519/WA488_52314_19300_Mikroskopia.pdf), [Dostęp z dnia 29.05.2021]
- [4] [http://rcin.org.pl/Content/33519/WA488\\_52314\\_19300\\_Mikroskopia.pdf](http://rcin.org.pl/Content/33519/WA488_52314_19300_Mikroskopia.pdf), [Dostęp z dnia 10.05.2021]

Notka o Autorce: Studentka III roku studiów I stopnia na kierunku Biologia Medyczna Uniwersytetu Gdańskiego. Jej głównym obszarem zainteresowań jest neuroobrazowanie pozwalające na badanie procesów mózgowych oraz fizjologia snu w perspektywie neuroobrazowania, z tego też względu jako specjalność wybrała Neurobiologię. Esej powstał jako efekt pracy po ćwiczeniach warsztatowych „Współczesne problemy naukowe w biologii – tutoring naukowy”.

## Życie na nieznanym planecie – o tym jak 80% światowego oceanu pozostaje niezbadane

Iga Orłowska

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii*

*E-mail: igaorlo@gmail.com*

tutor: dr hab. Anita Lewandowska, prof. UG

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii,*

*Zakład Chemii i Ochrony Środowiska Morskiego*

*Słowa kluczowe: mapowanie oceanów, Seabed 2030, GEBCO*

Co wiadomo o dnie oceanu? Można powiedzieć, że mniej niż o powierzchni Marsa, Księżycy, czy Wenus. Obecnie często słyszymy, że ta część naszej planety jest rozpoznana tylko w 20% [1]. Wydaje się to dziwne, bo przecież od zarania dziejów ludzie wierzyli, że w głębinach czai się coś złego i się nimi interesowali. Już w starym testamencie występuje Lewiatan, stworzenie, któremu nie ma równych na Ziemi (Biblia Tysiąclecie, Stary Testament). Cały rozdział w Księdze Hioba opisuje jego potęgę i przestrzega przed zbudzeniem tego morskiego potwora (Ks. Hi 40:25-41:26). Literatura chrześcijańska często traktowała Lewiantana jako wyobrażenie Szatana. Jakkolwiek, morskie potwory pojawiały się także w wielu innych wierzeniach. Były obecne w judaizmie, czy legendach bliskowschodnich. Możliwe, że Lewiatan opisywał zwierzę, którym był po prostu wieloryb czy krokodyl. Tłumaczyłoby to chęć zrozumienia przerażających zjawisk oraz poznania niebez-

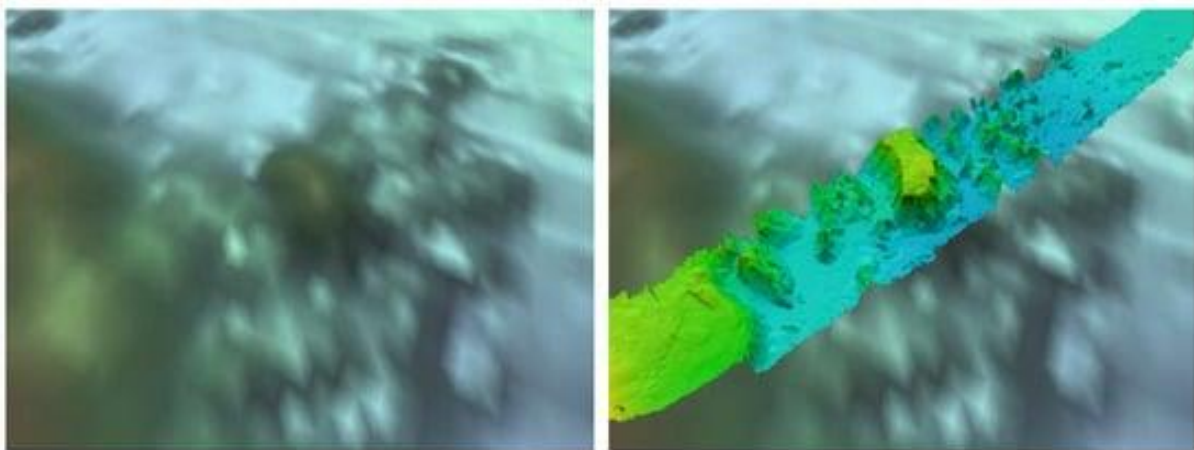
piecznych stworzeń zamieszkujących morskie otchłanie. Porównywalne przerażenie budził w ludziach także kosmos. Dobrze rozpoznane obecnie zaćmienie słońca, kiedyś było traktowane jako zapowiedź zagłady. Według wierzeń chińskich, Słońce zniknęło z nieba ponieważ było zjadane przez smoka. Aby go przegonić wszczynano hałas oraz strzelano w niebo strzałami i zimnymi ogniami (Rudź, 2017). Nawet dziś ludzie intryguje wszechświat i jego mieszkańcy. Niektórzy wierzą w kosmitów, którzy porywają ludzi w celu wykonywania na nich eksperymentów. Dlaczego jednak zaczęły pojawiać się tak wyraźne dysproporcje w próbach poznania oceanów i kosmosu. Dlaczego, jako ludzkość, postawiliśmy na lepsze zrozumienie wszechświata w porównaniu z tym, co znajduje się pod wodą?

Ponad 80% dna światowego oceanu nie jest rozpoznane, czyli nie zostało zmapowane w rozdzielczości nawet do 1 km [2]. Jeden piksel na mapie odpowiada w rzeczywistości powierzchni o wymiarach 1 km na 1 km. Oznacza to, że nie jesteśmy w stanie zobaczyć niczego mniejszego od tego



rozmiaru (Ryc.1). Dla porównania, topografia Marsa, Wenus i Księżyca już od wielu lat jest mapowana z dokładnością do co najmniej 100 m [1]. Dodatkowo, techniki wykorzystywane przy mapowaniu są skuteczne, o ile odnoszą się do powierzchni, która nie jest pokryta wodą. W niektórych miejscach Ziemi nawet jej kilkunastokilometrowa warstwa stanowi wyzwanie dla naukowców. Powierzchnie innych planet zostały zmapowane dzięki technice nazywanej altymetrią satelitarną. Jednak w przypadku Ziemi, którą w blisko 70% pokrywa woda technika ta nie jest wystarczająco skuteczna. Co zatem wykorzystuje się do mapowania naszej planety? Satelity mierzą wysokość powierzchni morza. Następnie, po uwzględnieniu pływów oraz falowania, można oszacować ukształtowanie dna oceanu [3]. Daje to bardzo przybliżony obraz, który widać np. na mapach Google Earth. Niestety jest on zupełnie niewystarczający dla badań naukowych, bezpiecznej nawigacji, wydobywania zasobów naturalnych, rybołówstwa czy budownictwa wodnego.

Aby powstała globalna mapa dna światowego oceanu, trzeba zebrać pomiary z całego obszaru pokrytego wodą. Jedynym wyjściem, aby uzyskać bardziej szczegółowy obraz dna morskiego, jest opracowanie lepszej technologii oraz zwiększenie liczby ekspedycji zajmujących się zbieraniem danych batymetrycznych. Skoro wiadomo, że potrzebujemy lepszej jakości informacji niż te, którymi dysponujemy, dlaczego zmiany zachodzą tak wolno? Może wynika to z innych nakładów finansowych na badania kosmosu i głębin? Organizacje zajmujące się eksploracją oceanów na Ziemi mają wielokrotnie mniejszy budżet niż te, eksplorujące przestrzeń kosmiczną. W 2020 roku budżet Narodowej Agencji Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (ang. *National Aeronautics and Space Administration* - NASA) wyniósł 21 mld USD, podczas gdy w tym samym roku finanse Narodowej Służby Oceanicznej i Atmosferycznej (ang. *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA) przeznaczone na badania oceanu były blisko czterokrotnie mniejsze i wyniosły nieco ponad 5 mld USD [4, 5].



Ryc. 1. Porównanie rozdzielczości z jaką do tej pory zmapowany jest ocean (z lewej), do rozdzielczości, która spotyka aktualne standardy (z prawej), wyróżniony pas ma szerokość 20 km ([www.mdpi.com/2076-3263/8/2/63](http://www.mdpi.com/2076-3263/8/2/63))

Czy to oznacza, że zainteresowanie badaniami dna było niskie od zarania dziejów? Pierwsze pomiary głębokości morza prowadzono jeszcze w starożytności, a dowody na ich istnienie pochodzą z rysunków i szkiców ze starożytnego Egiptu. Używano wtedy prostej ręcznej sondy ciężarkowej, tzw. ołowianki. Była to lina z przywiązaniem na końcu ciężarkiem, którą opuszczano na dno. Takie pomiary były bardzo czasochłonne oraz niedokładne i pokrywały jedynie dno pod statkiem. Za pomocą tego samego narzędzia, badania prowadziły ekspedycje naukowe aż do XX wieku (Ryc. 2) (Grządziel, 2004).

Dopiero później zaczęto wykorzystywać echosondy, które na podstawie pomiaru czasu pomiędzy sygnałem akustycznym nadanym i odbitym od dna echem powracającym do odbiornika, przy znajomości wartości dźwięku w kolumnie wody, w sposób pośredni pozwalają wyliczyć wartość głębokości w danym punkcie pod przetwornikiem echosondy. Pierwsze pomiary z wykorzystaniem tej akustycznej metody batymetrycznej zostały przeprowadzone przez Francuzów w 1919 roku na głębokości 60 m, przy prędkości statku wynoszącej 10 węzłów (Grządziel, 2004). Trzy lata później tego typu echosondy wykorzystywano do zbadania obszaru, na którym kładziono kabel oceaniczny. Pokazuje to, jak w krótkim czasie ważnym stało się, poza poznaniem głębokości pozwalającej na bezpieczne przemieszczanie się statków, rozpoznanie dokładnej specyfiki dna oceanicznego. Pierwszy kabel podmorski pozwalający na komunikację między Ameryką Północną i Europą położono na dnie Oceanu Atlantyckiego już w XIX wieku [6]. Nowa metoda, z wykorzystaniem echosondy, proces ten usprawniła.

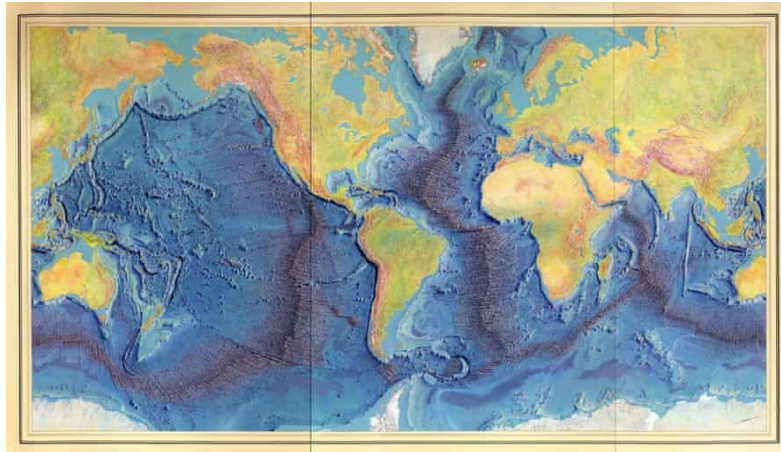


Ryc. 2. Marynarz rzucający sondą ręczną w celu pomiaru głębokości wody, 1963 rok, ([https://seabed2030.org/sites/default/files/documents/seabed\\_2030\\_roadmap\\_v11\\_2020.pdf](https://seabed2030.org/sites/default/files/documents/seabed_2030_roadmap_v11_2020.pdf))

W latach 50. i 60. XX. wieku powstała pierwsza mapa Oceanu Atlantyckiego ukazująca Grzbiet Śródatlantycki (Ryc. 3). Odkrycie to było niezwykle ważne dla teorii tektoniki płyt litosfery. Kiedy w 1952 roku Marie Tharp, amerykańska geolożka pracująca razem z Bruceem Heezenem nad stworzeniem mapy Oceanu Atlantyckiego, zasugerowała istnienie rowu oceanicznego, pomysł został odrzucony. Nie tylko dlatego, że była ona kobietą, ale również dlatego, że teoria tektoniki płyt była wtedy ogólnie odrzucana. Za prawdziwą uznawano teorię ekspansji Ziemi. Zakładała ona, że nasza planeta stale powiększa swoje rozmiary, a ocean wypełnia puste przestrzenie. Teorię tektoniki płyt sugerującą, że Ziemia zachowuje swoje rozmiary, a kontynenty przemieszczają się po półpłynnym płaszczu odrzucano, ponieważ nikt nie potrafił wytłumaczyć, jakie siły mogłyby przesuwać całe kontynenty. Nawet naukowcom trudno było sobie wyobrazić, że może istnieć mechanizm, który by to umożliwił. Nie było po

prostu wiadomo, co się pod tymi kontynentami znajduje [7]. Dobrze jednak, że ludzie lubią przesuwac granice, podobnie jak zrobili to Marie Tharp i Bruce Heezen, których

odkrycie zmienilo nasze wyobrazenie o przeszłości całej planety i ostatecznie uznano za prawdziwą teorię tektoniki płyt litosfery.



Ryc. 3. Obraz przedstawiający dno światowego oceanu oparty na pomiarach Marie Tharp i Bruce Heezena, namalowany przez Heinricha Beranna w 1977, (<https://picryl.com/media/manuscript-painting-of-heezen-tharp-world-ocean-floor-map-by-berann>)

W 1961 roku prezydent Stanów Zjednoczonych Ameryki ogłosił, że w ciągu dekady Amerykanie staną na Księżycu. Zrobili to w zaledwie 8 lat. W 1969 roku podczas misji Apollo 11 ludzkość zobaczyła pierwsze zdjęcia Księżyca. W tym samym czasie w dalszym ciągu miała niewielkie pojęcie o tym, jakie procesy zachodzą na Ziemi i kształtują jej przyszły los.

Od tego czasu na szczęście wiele się zmieniło. Być może jest to konsekwencja postępującego zanieczyszczenia środowiska i zmian klimatu. Wymusiły one zwiększenie świadomości ludzi, że potrzebne jest lepsze rozpoznanie naszej planety, w tym oceanów. W 2015 roku Organizacja Narodów Zjednoczonych (ang. *United Nations* - UN) określiła 17 celów zrównoważonego rozwoju. Jeden z nich dotyczy ochrony oceanów, mórz i zasobów morskich [8]. Czy ochrona oceanów ma coś wspólnego z ich mapowaniem? Przede wszystkim zwraca uwagę na fakt, jak wiele z nich czerpiemy i jak mało

jednocześnie wiemy na ich temat. Realizacja celu wyznaczonego przez ONZ pomoże uchronić zasoby, które w codziennym życiu wykorzystują ludzie na całym świecie. Może też zapobiec utracie tego, czego jeszcze nawet nie znamy. Badania morskie prowadzone w ostatnich dziesięcioleciach doprowadziły do odkrycia mikroorganizmów bytujących nawet na głębokości dochodzącej do 5 km w głąb skorupy ziemskiej. Okazało się, że są to najstarsze żywe istoty na tej planecie. Są one w stanie przetrwać bez światła, tlenu i pożywienia [9]. Przykładowo, bakterie *Alcanivorax borkumensis* znalezione na Głębi Challenger, czyli w najgłębszym miejscu Ziemi, prawie 11 km pod poziomem morza, odżywiają się węglowodorami. Jest to niezwykle ważna wiedza na ich temat. Bakterie te mogłyby być wykorzystywane w oczyszczeniu wód po rozlewach olejowych z platform i statków. Najnowsze badania wskazują jednak, że w dalszym ciągu nie znamy pochodzenia wielu struktur.

Wynika to z faktu że często znajdują się one w miejscach, w których trudno było się ich nawet spodziewać. Na przykład w latach 60. XX wieku Lew King i Brian Mc Lean z Instytutu Oceanograficznego w Bedford (Wielka Brytania) znaleźli u wybrzeży Kanady dziury przypominające kratery, z których uwalniane są gazy. Pośród nich znajduje się metan, który w atmosferze jest silniejszym gazem cieplarnianym niż dwutlenek węgla. Mimo, że takie formacje znajdowane są na całym dnie światowego oceanu dalej nie jest do końca zrozumiałe, dlaczego powstały [10].

Wraz z upływem lat i postępem technologii nastąpił rozwój urządzeń wykorzystywanych w mapowaniu dna morskiego. Obecnie, od lat w badaniach batymetrycznych powszechnie wykorzystywane są echosondy wielowiązkowe. Działają one tak jak echosonda jednowiązkowa, jednak odbierają sygnał po odbiciu z dużo szerszego obszaru dna (ang. *swath*). Dzięki temu urządzenie to mapuje jednocześnie znacznie większą powierzchnię dna niż miało to miejsce w przypadku echosondy jednowiązkowej. Charakterystyki echosond wielowiązkowych różnią się w zależności od producenta, a w niektórych modelach urządzenia te mogą uzyskiwać dane nawet z głębokości do 2000 metrów.

W 2016 roku międzynarodowa organizacja opracowująca ogólnodostępną mapę batymetryczną oceanów świata (ang. *General Bathymetric Chart of the Oceans-GEBCO*) i Fundacja Nippon powołały projekt Seabed 2030, którego celem jest zmapowanie całego dna światowego oceanu do 2030 roku. Historia GEBCO sięga roku 1903, kiedy książę Monako Albert I wraz z oceanografami i geografami zaczęli tworzyć mapy wód (Ryc. 4). Do projektu w dalszym ciągu dołącza wielu partnerów oraz wspiera go wiele firm zajmujących się geofizyką. Na przykład Petroleum Geo-Service (PGS), z siedzibą w Norwegii udostępnia dane ba-

tymetryczne zebrane w trakcie podróży morskich oraz promuje wizję Seabed 2030. Do współpracy włączają się również instytuty naukowe i fundacje, wspierające ideę ochrony i lepszego rozpoznania oceanów. Zaliczają się do nich, między innymi, *Shmidt Ocean Institute* (Stany Zjednoczone) dysponujący statkiem badawczym *Folklor* oraz organizacja non-profit REV Ocean (Norwegia), posiadająca nowoczesny statek do ekspedycji badawczych REV Ocean. Instytucje te, podobnie jak PGS, udostępniają do dalszych badań dane pozyskiwane podczas rejsów. Dodatkowo opracowują nowe sposoby mapowania oceanów i ochrony wód oraz szerzą ideę GEBCO, którą jest opracowanie ogólnodostępnej mapy batymetrycznej światowego oceanu [11].

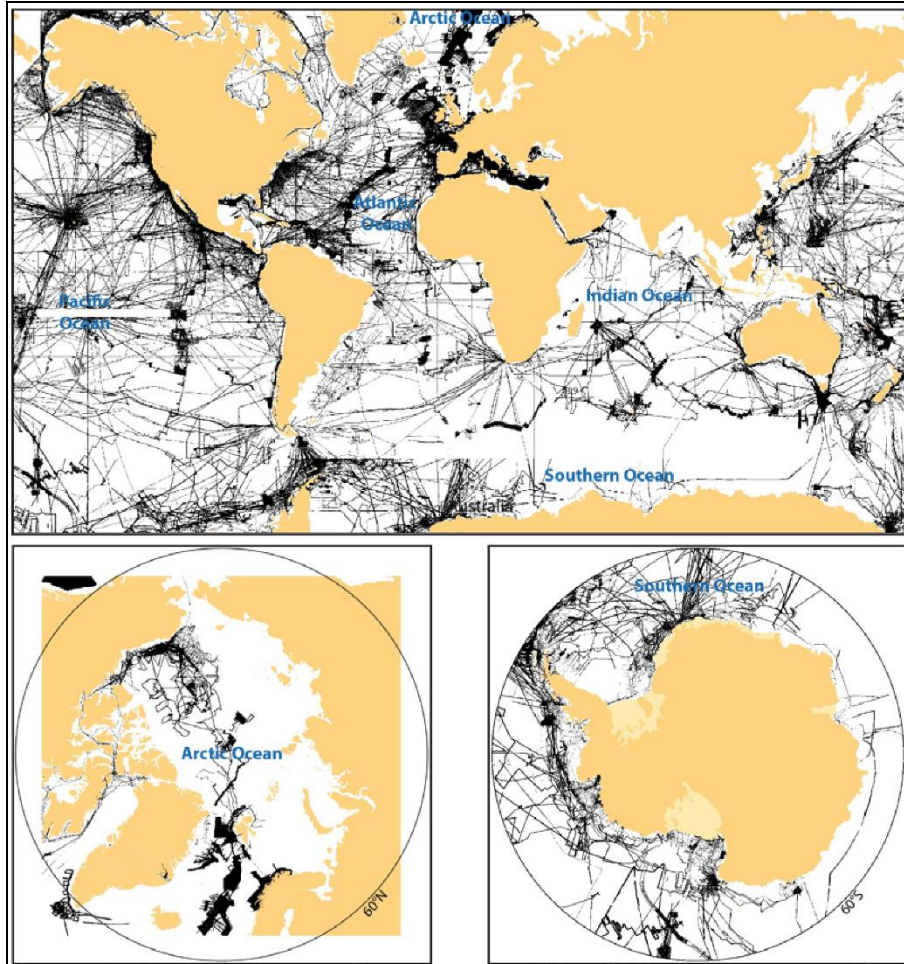
Opisana powyżej działalność przyczynia się do większej wiedzy na temat oceanów. Mimo to, w dalszym ciągu istnieją obszary, z których pochodzi bardzo mało danych. Być może zmieni to rok 2021, który rozpoczął Dekadę Nauk o Oceanach dla Zrównoważonego Rozwoju [12]. W dalszym ciągu niezwykle istotne jest poznanie dokładniejszych mechanizmów ruchu płyt litosfery. Powodują one na przykład trzęsienia ziemi, wywołujące fale tsunami. Znajomość topografii oceanu jest kluczowa w badaniach pływów, transporcie osadów, lokalizowaniu zagrożeń geologicznych, ustalaniu tras układania kabli podmorskich, czy zarządzaniu zasobami podwodnymi.

Pomimo niezliczonych korzyści, które czerpiemy z oceanu oraz ciągłego rozwoju techniki, powstałe mapy oraz zebrane dane nie są jeszcze zadowalające. Posiadanie lepszych urządzeń mapujących dno mogłoby się przyczynić do sprawniejszego poszukiwania wraków zatopionych w morzach i oceanach. Przykładowo, gdy w 2009 roku katastrofie uległ samolot linii Air France 447, dopiero po 3 latach poszukiwań odnaleziono fragmenty jego wraku [13].

# Tutoring Gedanensis

Druga katastrofa miała miejsce w 2014 roku, gdy samolot linii Malaysia Airlines 370 zniknął z radarów nad Morzem Południowochińskim. Poszukiwania trwały bez skutku do 2018 roku [14]. Gdyby naukowcy dyspo-

nowali lepszymi urządzeniami i mapami, być może wraki udałoby się odnaleźć, a rodziny ofiar otrzymałyby odszkodowania.



Ryc. 4. Czarne linie prezentują trasy i miejsca, z których zebrane zostały dane batymetryczne, (<https://www.mdpi.com/2076-3263/8/2/63>)

Nowsze i dokładniejsze mapy nawigacyjne z pewnością przyczyniłyby się także do bezpieczniejszej nawigacji, co z kolei mogłoby zapobiec niektórym wypadkom morskim. Jeden z nich miał miejsce w 2018 roku, kiedy statek Akademik Ioffe utknął na mieliźnie z powodu nieaktualnych map nawigacyjnych [15]. Ale także i tutaj widać pozytywne zmiany. W ostatnich latach w tego typu poszukiwaniach zaangażowana jest amerykańska firma Ocean Infinity, zajmująca się mapowaniem i zbieraniem danych z oceanu za pomocą bezzałogowych pojazdów pod-

wodnych [16]. Podobny pomysł rozwija startup Terradepth. Ich prototyp autonomicznej łodzi podwodnej Abraham jest zdolny samodzielnie mapować ocean przez 60 dni. Niedługo rozpocznie testy w Zatoce Meksykańskiej. Będzie zbierać dane, analizować je, a następnie wyznaczać sobie kolejne zadania [17]. Podobnie jak Ocean Infinity, Terradepth zwracają uwagę na to, aby nie zanieczyszczać wody oraz nie stanowić zagrożenia dla ekosystemów morskich. Systemy bezzałogowe pełnią ogromną rolę w poznawaniu głębin, jednak nie są w stanie

zastąpić człowieka. Mogą co prawda dotrzeć do miejsc, do których człowiek nie jest w stanie, ale nie będą działać bez operatorów. Dlatego Fundacja Nippon i GEOBCO przy współpracy z Uniwersytetem w New Hampshire (USA) uruchomiła program studiów drugiego stopnia, który będzie szkolił osoby na kierunku mapowania oceanu [18].

Istnieje coraz więcej nowych danych, jednak w dalszym ciągu nie przybliży nas to do końca procesu rozpoznania głębin oceanicznych. Mimo to odkrywamy struktury i organizmy, o których nic nie wiemy i nie znamy ich odpowiedników na lądzie. Mapowanie oceanu przysparza pracy nie tylko kartografom czy geologom, ale także biologom, chemikom, fizykom i oceanografom. Jeśli o Ziemi wiemy coś na pewno, to to, że jest ona niezwykle dynamicznym i złożonym systemem. Być może odkryjemy, że to co kiedyś poznaliśmy zdążyło już się kompletnie zmienić na skutek procesów, które miejmy nadzieję wreszcie poznamy i zrozumimy.

## Literatura:

Grządziel, A., 2004, Pomiary batymetryczne – dawniej i dziś, *Przełęcz Morski nr 4*

Rudź, P., 2017, Gdy dzień zmienia się w noc, *Polska Agencja Kosmiczna*

*Pismo Święte Starego i Nowego Testamentu*

## Źródła internetowe:

[1] [https://seabed2030.org/sites/default/files/documents/seabed\\_2030\\_roadmap\\_v11\\_2020.pdf](https://seabed2030.org/sites/default/files/documents/seabed_2030_roadmap_v11_2020.pdf)

[2] <https://oceanexplorer.noaa.gov/world-oceans-day-2015/how-much-of-the-seafloor-is-left-to-explore.html>

[3] [https://pl.wikipedia.org/wiki/Altimetria\\_satelitarna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Altimetria_satelitarna)

[4] [https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fy2020\\_summary\\_budget\\_brief.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fy2020_summary_budget_brief.pdf)

[5] <https://www.aip.org/fyi/2020/final-fy20-appropriations-national-oceanic-and-atmospheric-administration>

[6] [https://pl.wikipedia.org/wiki/Transatlantycki\\_kabel\\_telegraficzny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Transatlantycki_kabel_telegraficzny)

[7] <https://exploration.marinersmuseum.org/subject/marie-tharp/>

[8] <https://www.un.org/sustainabledevelopment/oceans/>

[9] <https://www.youtube.com/watch?v=A2DzsgJSwcc>

[10] <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/geology/article-abstract/22/1/59/205977/Giant-sea-bed-pockmarks-Evidence-for-gas-escape?redirectedFrom=fulltext>

[11] <https://seabed2030.org/get-involved/partners>

[12] <https://www.oceandecade.org/>

[13] <https://www.informs.org/ORMS-Today/Public-Articles/August-Volume-38-Number-4/In-Search-of-Air-France-Flight-447>

[14] <https://oceaninfinity.com/2018/05/conclusion-of-current-search-for-malaysian-airlines-flight-mh370/>

[15] <https://www.arctictoday.com/cruise-ship-runs-aground-canadas-arctic-waters/>

[16] <https://oceaninfinity.com/map/>

[17] <https://www.terradepth.com/our-technology>

[18] <http://ccom.unh.edu/gebco>

Notka o Autorce: Studentka Geologii i Nawigacji. Interesuje się wszystkim co związane z morzem oraz popularyzowaniem tej wiedzy.

## Morska apteka

Magdalena Socha

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii*

*E-mail: m.socha.524@studms.ug.edu.pl*

tutor: dr hab. Urszula Janas, prof. UG

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii,*

*Zakład Ekologii Eksperymentalnej Organizmów Morskich*

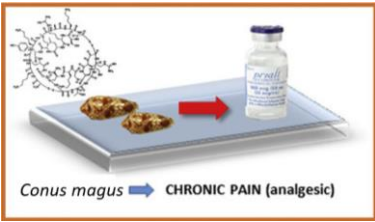


*Słowa kluczowe: leki, farmakologia, organizmy morskie*

### Wprowadzenie

Oceany skrywają wiele sekretów, które od wieków rozbudzają ciekawość ludzi. Po dziś dzień wiele podwodnych rejonów, mimo rozwoju technologicznego, pozostaje niezbadanych bądź nieodkrytych. Do takich rejonów należą chociażby zimne wysięki lub kominy hydrotermalne. Każde z tych środowisk, przez to, że jest wyjątkowe, dostarcza nowych nieznanymi wcześniej rozwiązań i mechanizmów, które mogą zostać zastosowane w życiu człowieka. To samo dotyczy również podwodnej fauny i flory. Wiele organizmów posiada unikatowe funkcje oraz zachowania niespotykane dotąd wśród gatunków lądowych. To może posłużyć jako inspiracja przyczyniająca się do rozwoju medycyny. Perspektywa ta staje się tym bardziej obiecująca, że do tej pory poznaliśmy tylko niewielki procent potencjalnego bogactwa naturalnego oceanów (Mora, 2011).

Obecnie jednymi z najciekawszych do badań farmakologicznych są organizmy wodne zdolne do wytwarzania substancji aktywnych biologicznie. Związki te są produkowane przez stworzenia takie jak gąbki, mszywioty, ślimaki, sinice oraz ostionice. Później na etapie prac laboratoryjnych izoluje się z nich trudne do syntezy związki o właściwościach leczniczych (Tab. 1). Do tej pory substancje pochodzenia morskiego znalazły zastosowanie głównie w medycynie jako leki na ciężkie schorzenia, takie jak nowotwory czy chroniczny ból. Biorąc pod uwagę to jak wiele związków wytwarzanych przez różne gatunki wciąż znajduje się w fazie testów lub dopiero na nią czeka, naukowcy przewidują, że oceany staną się w przyszłości jednym z głównych źródeł nowych substancji farmakologicznych (Molinski i in., 2009).

Tab. 1. Niektóre leki wytwarzane na bazie substancji produkowanych przez organizmy morskie (źródło: Romano i in., 2016)

Lek Prialt	Lek Adcetris	Lek Yondelis
 <p><i>Conus magus</i> → CHRONIC PAIN (analgesic)</p>	 <p><i>Dolabella auricularia</i> → HODGKIN'S LYMPHOMA</p>	 <p><i>Ecteinascidia turbinata</i> → SOFT TISSUE CARCINOMA</p>
<p>Syntetyczna forma konotoksyny wytwarzanej przez ślimaka z gatunku <i>Conus magus</i>. Prialt znalazł zastosowanie w leczeniu chronicznego bólu (Molinski i in., 2009).</p>	<p>Syntetyczna pochodna toksycznej dla komórek nowotworowych dolastatyny 10 wytwarzanej przez sinice z gatunków <i>Symploca hydroides</i> oraz <i>Lyngbya majuscula</i> stanowiące część diety ślimaka <i>Dolabella auricularia</i>. Pochodna ta jest nazywana aurystatyną E i w połączeniu z przeciwciałami monoklonalnymi (tj. atakującymi konkretne antygeny) tworzy lek Adcetris wykorzystywany w leczeniu nowotworów (Cheung i in. 2015).</p>	<p>Pochodna alkaloidu ecteinascidin-743 wytwarzanego przez osłonice <i>Ecteinascidia turbinata</i> otrzymywana na drodze częściowej syntezy chemicznej. Yondelis stosuje się m.in. w leczeniu raka tkanek miękkich (Molinski i in., 2009).</p>

## Lek Prialt

Niektóre grupy organizmów ze względu na wytwarzane substancje zalicza się do szczególnie istotnych z medycznego punktu widzenia. Do takiej grupy należą m.in. drapieżne ślimaki z rodzaju *Conus*, w której skład wchodzi ok. 700 gatunków. Każdy z tych ślimaków jest zdolny do wytwarzania ok. 1000 neuroaktywnych toksyn zwanych konotoksynami, zbudowanych z nieznanych wcześniej peptydów, które mogą stać się potencjalną bazą do opracowania nowych leków. Obecnie spośród miliona naturalnych peptydów produkowanych przez te ślimaki udało się poznać zaledwie 0,1% (Fu i in., 2018). Jednym z lepiej zbadanych peptydów jest produkowana przez gatunek *Conus magus* antybólowa zikonotyina.

Badania nad ślimakami *Conus magus* rozpoczęto dopiero w połowie XX w. ze względu na wysoką śmiertelność wśród osób, które miały kontakt z wydzielaną przez nie trucizną. Okazało się, że podobnie jak inne ślimaki z rodzaju *Conus*, mają one specjalne komórki nabłonkowo-wydzielnicze zdolne do produkcji jadu złożonego z mieszanki konotoksyn. Jad jest wydzielany do przewodu jadowego, a następnie na skutek pracy mięśni transportowany do chitynowego ostrego kolca zwanego harpunem. Ślimak wystrzeliwuje go w kierunku ofiary z podłużnej, mięsistej rurki, poprzez którą wciąga pokarm do otworu gębowego (Ryc. 1).



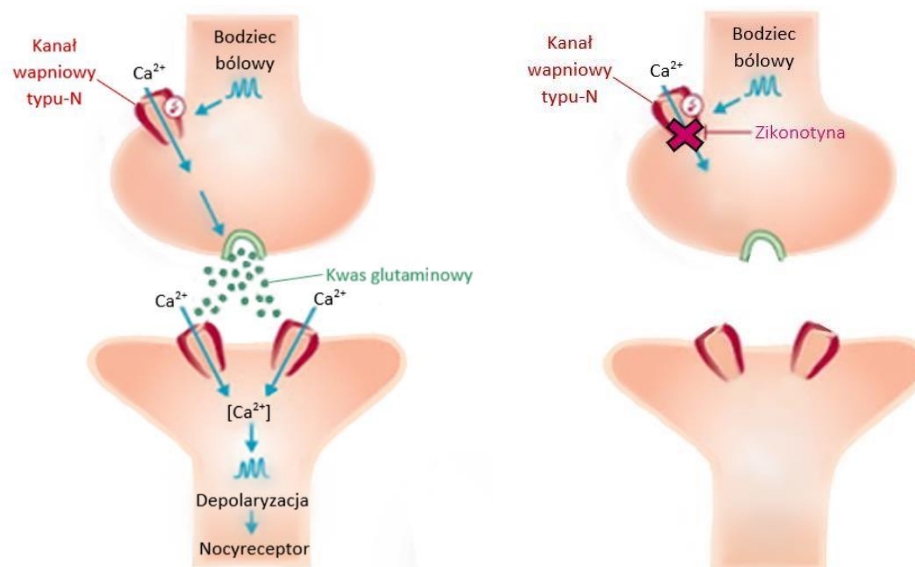
# Tutoring Gedanensis



Ryc. 1. Po lewej ślimak *Conus magus* [1], po prawej zbliżenie na kolec jadowy (harpun) wykorzystywany przez ślimaki z tego gatunku do polowań [2]

Dokładna analiza składu chemicznego oraz działania toksyny pozwoliły wyizolować z niej peptyd – wspomnianą już wcześniej zikonotyne – która blokuje przepływ sygnałów nerwowych z nocyreceptorów odpowiedzialnych za odczuwanie bólu. Zikonotyne jako lek znana jest pod nazwą

Prialt. Jej działanie polega na blokowaniu przesytu przez kanały wapniowe znajdujące się w błonie nerwowej. Poniżej zamieszczono opis działania kanałów wapniowych oraz wpływu na nie zikonotyny (Ryc. 2) (Bäckryd, 2015).



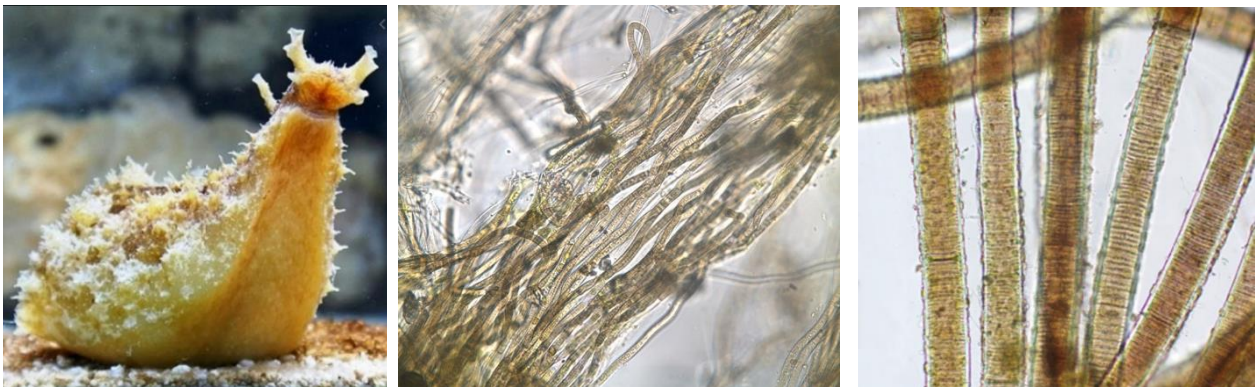
Ryc. 2. Odbiór bodźców bólowych przed i po podaniu zikonotyny (Bäckryd, 2015, rycina przerobiona)

Nocyreceptory to zakończenia nerwowe odpowiedzialne za odbiór bodźców bólowych. Są otoczone błonami, w których znajdują się specjalne białka zwane kanałami wapniowymi typu-N. Białka te są zbudowane w taki sposób, by otwierać dostęp do wnętrza nerwu w chwili odbioru bodźca bólowego. Przez otwarte kanały wapniowe do wnętrza przedostają się ze środowiska zewnętrznego dodatnio naładowane jony wapniowe  $\text{Ca}^{2+}$ . Zwiększone stężenie jonów wapniowych stymuluje powstawanie pęcherzyków synaptycznych, poprzez które są przekazywane neuroprzekaźniki w postaci kwasu glutaminowego, między kolejnymi nerwami. Wzbudzony w ten sposób sygnał trafia ostatecznie do mózgu, gdzie jest interpretowany jako ból. W momencie kiedy w organizmie znajdzie się zikonotyna jej cząsteczki zaczynają działać jak inhibitory kanałów wapniowych, blokując możliwość ich otworzenia. Jony wapniowe ze środowiska zewnętrznego nie mogą przedostać się do wnętrza neuronu. Dzięki temu nie powstaną pęcherzyki synaptyczne, poprzez które sygnał mogłyby dotrzeć do mózgu. W ten sposób zikonotyna jest w stanie blokować ból. Co ciekawe wykazuje ona

większą skuteczność od morfiny i dodatkowo nie uzależnia (Hunter, 2015).

## Lek Adcetris

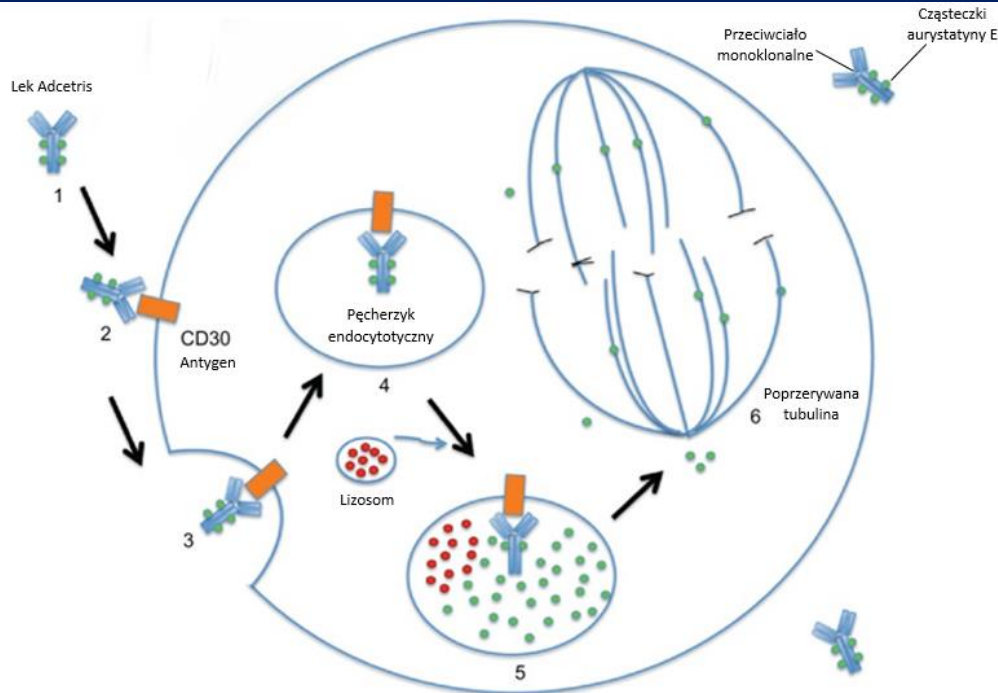
Przy omawianiu tego leku nie sposób nie wspomnieć o ślimaku z gatunku *Dolabella auricularia* (Ryc. 3 po lewej). Ten roślinożer-ny mięczak morski o specyficznym wyglądzie do niedawna był uważany za głównego producenta dolastatyny 10. Jest to związek, którego syntetyczna pochodna – aurystatyna E – jest wykorzystywana w antynowotworowym leku Adcetris (Ryc. 4) (European Medicine Agency, 2020). Okazuje się jednak, że to nie *Dolabella auricularia* jest źródłem porządanej substancji. Śladowe ilości związku wykute w ciele ślimaka w rzeczywistości pochodzą z głównych komponentów jego diety, tj. symbiotycznych sinic z gatunków *Symploca hydroides* (Ryc. 3 na środku) oraz *Lyngbya majuscula* (Ryc. 3 po prawej) (Niedermeyer, 2012).



Ryc. 3. Po lewej ślimak *Dolabella auricularia* [3], na środku sinica *Symploca hydroides* [4], po prawej sinica *Lyngbya majuscula* [5]

Adcetris jest lekiem złożonym z dwóch głównych komponentów – przeciwciała monoklonalnego oraz toksycznej cząsteczki

aurystatyny E (European Medicine Agency, 2020). Jego działanie można opisać w kilku krokach widocznych na schemacie (Ryc.4).



Ryc. 4. Działanie leku Adcetris na komórkę nowotworową (Chen, 2013)

- 1) Wprowadzenie leku Adcetris do organizmu.
- 2) Łączenie się przeciwciał monoklonalnych ze specyficznymi antygenami na powierzchni komórki nowotworowej – w tym wypadku antygenami są białka CD30.
- 3) Endocytoza leku tj. wchłonięcie go do wnętrza komórki.
- 4) Fuzja pęcherzyka endocytotycznego otaczającego lek z lizosomami.
- 5) Rozpoczęcie procesu trawienia leku, na skutek czego uwalniana jest z niego cytotoksyczna (zabójcza dla komórek) aurystatyna E.
- 6) Inhibicja polimeryzacji tubuliny niezbędnej do podziałów komórkowych. Bez tubuliny, komórka nie jest w stanie ulegać podziałom i ostatecznie obumiera.

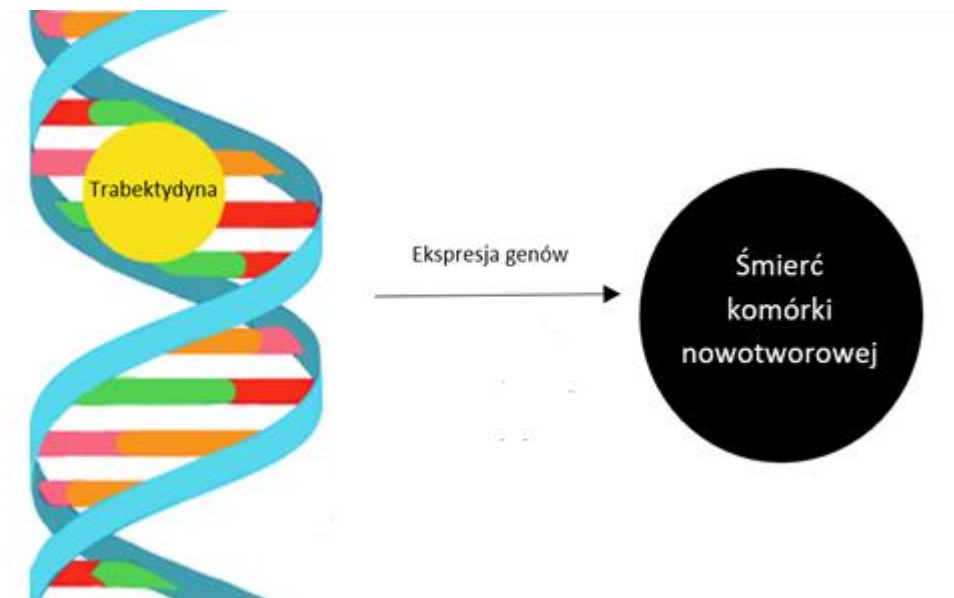
## Lek Yondelis

Inną substancją antynowotworową pozyskiwaną z organizmów morskich jest produkowana przez osłonice *Ecteinascidia turbinata* (Ryc. 5) substancja zwana ecteinascidin-743, której pochodną stanowi lek Yondelis (Molinski i in., 2009).

Yondelis (zwany również trabektydyną), podobnie jak Adcetris, stosuje się do walki z komórkami nowotworowymi. Jego działanie opiera się na zaburzaniu struktury DNA poprzez przyłączenie się do niej. DNA komórki nowotworowej pod wpływem leku ma zahamowywaną aktywną już transkrypcję oraz niepoprawnie działające niektóre mechanizmy naprawcze (Larsen i in., 2016).



Ryc. 5. Kolonie osłonicy *Ecteinascidia turbinata*. Po lewej osobniki obrastające skały [6], a po prawej metalową konstrukcję [7]



Ryc. 6. Działanie leku Yondelis (trabektydyny) na komórki nowotworowe - więcej informacji w tekście (rysunek własny)

## Podsumowanie

Medyczny potencjał substancji wytwarzanych przez organizmy morskie wciąż w dużej mierze pozostał niezbadany. Jak widać na wymienionych przykładach nawet najbardziej niepozorni przedstawiciele fauny morskiej przyczyniają się do rozwoju medycyny. Postęp technologiczny umożliwiający dokładniejsze badanie morskich siedlisk daje możliwość poszukiwania nowych roz-

wiązań wśród organizmów z pozoru nieistotnych dla kondycji człowieka. Stąd tak ważne jest dalsze prowadzenie badań oceanów i zamieszkujących je stworzeń, które mogą dać początek najbardziej skutecznym lekom, dostępnym w aptekach.

## Literatura:

- Bäckryd E., 2015, The Cerebrospinal Fluid in Severe Pain Conditions - Clinical, Pharmacological and Proteomic Aspects (dostęp: <http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:855867/FULLTEXT01.pdf>)
- Chen X, Soma L, Fromm J., 2014. Targeted therapy for Hodgkin lymphoma and systemic anaplastic large cell lymphoma: focus on brentuximab vedotin. *Onco Targets Ther.* 7:45-56, <https://doi.org/10.2147/OTT.S39107>
- Cheung, Randy C.F., Tzi B. Ng, Jack H. Wong, 2015. Marine Peptides: Bioactivities and Applications *Marine Drugs* 13, no. 7: 4006-4043, <https://doi.org/10.3390/md13074006>
- European Medicine Agency, 2020. Adcetris (brentuximab vedotin) [https://www.ema.europa.eu/en/documents/overview/adcetris-epar-medicine-overview\\_pl.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/overview/adcetris-epar-medicine-overview_pl.pdf)
- Fu, Ying, Cheng Li, Shuai Dong, Yong Wu, Dongting Zhangsun, Sulan Luo. 2018. Discovery Methodology of Novel Conotoxins from Conus Species, *Marine Drugs* 16, no. 11: 417. <https://doi.org/10.3390/md16110417>
- Hunter C., 2015, Can a Sea Snail Venom Save America from Prescription Drug Abuse? <https://ainsworthinstitute.com/ziconotide-for-pain/>
- Larsen A., Galmarini C., D'Incali M., 2016. Unique features of trabectedin mechanism of action Larsen, *Cancer Chemother Pharmacol* 77, 663-671 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00280-015-2918-1>
- Molinski, T. F., Dalisay, D. S., Lievens, S. L., & Saludes, J. P., 2009. Drug development from marine natural products. *Nature reviews. Drug discovery*, 8(1), 69-85, <https://doi.org/10.1038/nrd2487>
- Mora C, Tittensor DP, Adl S, Simpson AGB, Worm B (2011) How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLOS Biology* 9(8): e1001127, <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>
- Niedermeyer T., Brönstrup M., 2012, *Natural product drug discovery from microalgae*. [w:] C. Posten (red.), C. Walter (red.) Microalgal Biotechnology: Integration and Economy, Berlin, Walter de Gruyter, s. 183-186.
- Romano G., Costantini M., Sansone C., Ianora A., 2016, Marine microorganisms as a promising and sustainable source of bioactive molecules. *Marine Environmental Research*, 128, 58-69, <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.002>

## Źródła internetowe:

- [1] <https://wiki.nus.edu.sg/display/TAX/Conus+magus+-+Magician%27s+cone> (dostęp: 30.06.2021)
- [2] <http://musculuscomplexio.weebly.com/cone-snail-conus-magus.html> (dostęp: 30.06.2021)
- [3] <https://akwarium.info.pl/page/75> (dostęp: 30.06.2021)
- [4] [https://www.algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=23784](https://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=23784) (dostęp: 30.06.2021)
- [5] [https://www.algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=23789](https://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=23789) (dostęp: 30.06.2021)
- [6] <http://www.biorock-indonesia.com/terumbu-karang-potensi-obat/> (dostęp: 30.06.2021)
- [7] <http://conference.src.gov.jm/wp-content/uploads/2018/12/The-Blue-Economy.pdf> (dostęp: 30.06.2021)

Notka o autorce: Obecnie studentka III roku Oceanografii na wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego. Jej zainteresowania koncentrują się w obrębie nauk ścisłych – głównie mikrobiologii oraz biotechnologii morskiej. Esej powstał we współpracy z tutorką prof. UG dr hab. Urszulą Janas oraz pod redakcją prof. UG dr hab. Lucyny Przybylskiej i dr Anny Toruńskiej-Sitarz, wobec których autorka wyraża wdzięczność za pomoc i poświęcony czas.

## Przegląd metod zwiększania zasobów wodnych na obszarach z jej deficytem

Joanna Jasińska

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii  
E-mail: joasia1999.1999@wp.pl*

tutor: dr Katarzyna Jereczek-Korzeniewska

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii,  
Zakład Hydrologii*

*Słowa kluczowe: deficyt wodny, metody pozyskiwania wody*

szary skutkowało produkcją nadwyżek żywności, co z kolei umożliwiło rozwój obszarów miejskich.

### Wstęp

Woda jest czynnikiem, który warunkuje życie człowieka na Ziemi. Już w starożytności ludzie zdawali sobie sprawę z ogromnego potencjału terenów zlokalizowanych w jej pobliżu. Ludy mające do niej dostęp nie musiały obawiać się o zaspokojenie podstawowych potrzeb i mogły skupić się na rozwoju cywilizacyjnym. W przeszłości występowanie naturalnych zasobów wody determinowało powstawanie skupisk ludności. W rejonie Żyznego Półksiężycy, rozciągającego się od Zatoki Perskiej aż po dolinę Nilu, powstały pierwsze cywilizacje: w Mezopotamii, położonej między Eufratem i Tygrysem oraz w Egipcie. Obszary te charakteryzowały się dobrymi warunkami hydrologicznymi (Krzemiński i Włodarczyk, 2013). Można więc wysnuć wniosek, że zabieganie ludności o tereny bogate w wodę i przemieszczanie się jej na pożądane ob-

### Przyczyny deficytu wody

W 2006 roku liczba ludności zamieszkująca miasta, po raz pierwszy przekroczyła liczbę ludności zamieszkującą wsie. W skali globalnej można zaobserwować wzrost liczby ludności nie tylko zamieszkującej miasta, ale również wzrost liczby miast. Wskaźnik urbanizacji, który w 1950 roku wynosił 29%, w roku 2015 wyniósł już 54%. Proces urbanizacji najszybciej postępuje w Azji i Ameryce Łacińskiej. Zaludnienie Ziemi, które w latach 1950–2020 powiększyło się z 2,52 mld do 7,5 mld oraz chęć poprawy jakości życia doprowadziły do nadmiernej kumulacji ludzi w miastach, a w konsekwencji tereny niegdyś bogate w wodę zaczęły dotyczyć jej deficytu (Szymańska i Korolko, 2015). Przykładem takiego miasta może być Kapsztad, będący pierwszym dużym miastem na świecie, w którym może zabraknąć

wody. W 2018 roku wyznaczano nawet datę, kiedy ma się to zdarzyć. Jest to tym bardziej paradoksalne, że w 2015 roku organizacja C40, która zrzesza największe metropolie świata, chcąc działać na rzecz ochrony klimatu stwierdziła, że Kapsztad sprawnie zarządza wodą oraz dba o zrównoważony rozwój (Orłowski, 2018). Przyczyny tego problemu mogą być różne: zmiana klimatu, której konsekwencją jest zmniejszenie wysokości opadów lub zmiany ich przebiegu rocznego, wzrost intensywności parowania, złe gospodarowanie wodą, ale również zwiększone jej zużycie. W latach 1995–2018 liczba mieszkańców Kapsztadu wzrosła o prawie 80% z 2,4 mln do 4,3 mln, natomiast pojemność zbiorników retencyjnych, zaopatrujących miasto w wodę w tym czasie zwiększyła się jedynie o 15% (Witkowski, 2018).

Do innych przyczyn antropogenicznych deficytu wody zaliczyć można intensywność oraz lokalizację procesów gospodarczych w zlewni. Zła lokalizacja ośrodków przemysłowych może wpłynąć na gwałtowne pogorszenie jakości wody. Brak dobrego zarządzania, objawiający się np. niewydolnymi systemami irygacyjnymi, niewystarczający poziom wykształcenia rolników i ich brak świadomości ekologicznej, skutkujący nadmiernym nawadnianiem pól uprawnych, stosowaniem upraw monokulturowych i nieprawidłowych zabiegów agrotechnicznych, powoduje nasilenie problemu, jakim jest deficyt wody.

Deficyt wodny może być wywołany również zmianami naturalnymi. Spowodować je mogą m.in. wielkość i przebieg opadów oraz zmiany ich przebiegu rocznego. Inną przyczyną jest nasilające ocieplenie klimatu, które powoduje intensyfikację parowania oraz wzrost poziomu wszechoceanu, który powoduje podsiąki wód słonych.

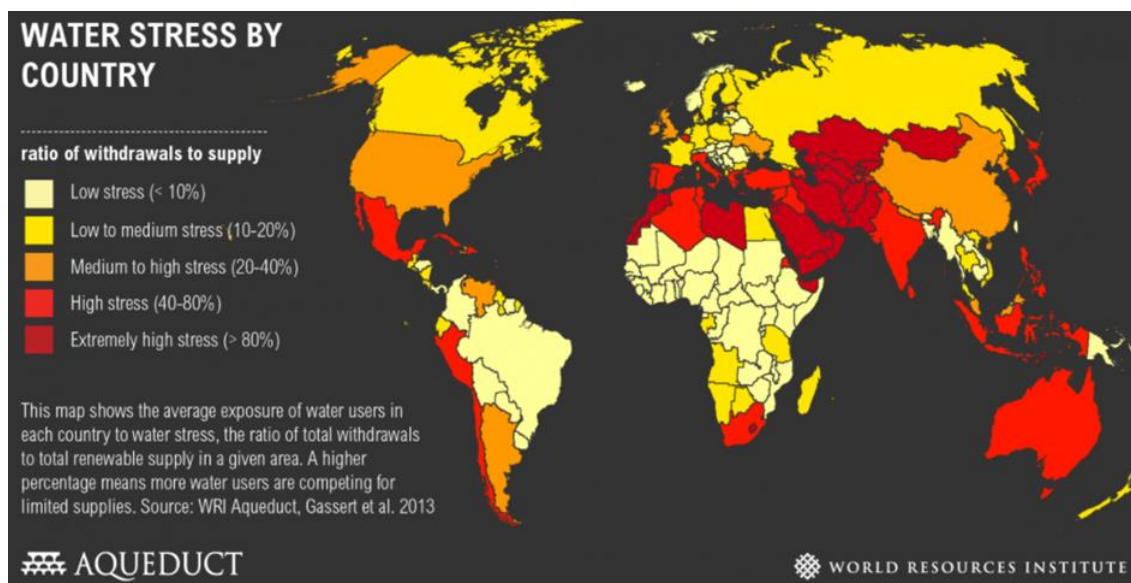
W celu dokonania pomiaru deficytu wodnego wykorzystuje się różne wskaźniki,

najczęściej jednak skalę deficytu charakteryzuje wskaźnik stresu wodnego (Thier, 2016). Termin ten w praktyce odnosi się do niedoboru wody w glebie, wskutek czego zahamowany zostaje rozwój roślin. Z czasem wskaźnika tego zaczęto używać również w stosunku do ludzi (Thier, 2016). Zasoby wodne na danym terenie to inaczej ilość metrów sześciennych wody przypadająca na jednego mieszkańca na rok. Milly (2008) zaproponował następującą klasyfikację zasobów wodnych, uwzględniającą możliwość racjonalnego gospodarowania nimi:

- poniżej 500 m<sup>3</sup>/mieszkańca/rok – poniżej progu wodnego (np. w Arabii Saudyjskiej);
- od 500 m<sup>3</sup> do 1000 m<sup>3</sup>/mieszkańca/rok – chroniczny brak wody (np. na Cyprze);
- od 1000 m<sup>3</sup> do 1600 m<sup>3</sup> /mieszkańca/rok – stres wodny (np. w Danii);
- od 1600 m<sup>3</sup> do 10 000 m<sup>3</sup> /mieszkańca /rok – podstawowe problemy zarządzania (np. w Niemczech),
- powyżej 10 tys. m<sup>3</sup> /mieszkańca/rok – ograniczone problemy zarządzania (np. w Gabonie).

37 krajów borykających się z wysokim poziomem niedoboru wody (Ryc. 1). Wzrastający ponadto antropocentryzm skutkuje pogorszeniem się jakości wód. Nawet nowoczesne oczyszczalnie ścieków nie są w stanie usunąć w 100% zanieczyszczeń pozostających w wodzie (Chucki i Staszewski, 2011). Szacuje się, że ponad miliard ludzi boryka się z utrudnionym dostępem do wody, a ponad 200 milionów nie ma dostępu do ilości wody pitnej, zaspokajającej ich podstawowe potrzeby (Rus i Skorut, 2018). Dostęp do wody jest zróżnicowany, a wiele państw zmuszonych jest radzić sobie wszelkimi dostępnymi metodami z jej deficytem.





Ryc. 1. Średnie narażenie użytkowników wody w każdym kraju na podstawowy niedobór wody [1]

## Metody zmniejszania deficytu wody

Jedną z tradycyjnych metod, rozpowszechnioną na cały świat jest zwiększenie retencji. Ma ona na celu ograniczenie spływu powierzchniowego i hamowania odpływu rzek. Umożliwia ona poprawę bilansu wodnego zlewni (Mioduszewski i Okruszko, 2016). Ta metoda może być stosowana w każdej strefie klimatycznej.

Innym sposobem ograniczającym straty wody przez parowanie wody jest zacienianie pól. Tą metodę również można stosować w każdym klimacie. Polega na sadzeniu mniejszych roślin w sąsiedztwie większych, co zmniejsza ewapotranspirację. Powyższe dwie metody może zastosować indywidualnie każdy obywatel.

Na przestrzeni ostatnich lat powstały bardziej zaawansowane, mniej konwencjonalne sposoby zarządzania wodą, wymagające decyzji na wyższym poziomie referencyjnym oraz większych nakładów finansowych.

Do metod alternatywnych zalicza się stałe transfery wody z obszarów w nie obfi-

tych do tych, gdzie występują deficyty. Przeżuty wody mogą być dokonywane przy pomocy rurociągów, rzek, supertankowców, cystern czy holowania tankowców. Przykładem takich działań jest chińska inwestycja South - North Water Transfer Project. Składają się na nią trzy filary. Dwa z nich to kanały prowadzące wodę z rzek Hanjiang i Jangcy do położonych na północy Hebei, Shandong oraz Tianjin. Mają one na celu przetransportować 45 mld m<sup>3</sup> wody rocznie na odległość blisko 1 200 km. Trzeci filar ma połączyć górne biegi Tongtian, Dadu, Jangcy z Huang He i zasilić jej bieg (Zieliński, 2013). Inny typ przerzutu miał natomiast miejsce w 2008 roku drogą morską i dotyczył transportu wody z Francji do dotkniętej suszą Katalonii. Taki typ przerzutu można nazwać awaryjnym, organizowanym w warunkach krótkoterminowych acz dotkliwych niedoborów wody.

Rozwinięto też szereg metod pozyskiwania wody zawartej w atmosferze. W tej chwili pozyskuje się wodę poprzez skraplanie atmosferycznej pary wodnej. Jest to możliwe przy zastosowaniu wysokoefektywnej technologii oczyszczania. Koszty tej me-

tody w przeliczeniu na złote polskie wynoszą od 15 do 20 PLN za m<sup>3</sup> wody w zależności od lokalizacji urządzenia i kosztów wyprodukowania energii elektrycznej. Dostępne są nawet urządzenia nie wymagające zewnętrznego dopływu energii elektrycznej, posiadające wbudowane panele słoneczne. Urządzenia tego typu wykorzystywane są w Zjednoczonych Emiratach Arabskich, Jemenie czy Arabii Saudyjskiej (Balcerzak i Bąk, 2008).

Innym źródłem pozyskania wody atmosfery jest mgła. Naukowcy z Massachusetts Institute of Technology w Cambridge stworzyli nanomateriał, który wylapuje wilgoć z powietrza. Wykorzystali oni wiedzę na temat procesów zachodzących w przyrodzie oraz obserwacje nad chrząszczem żyjącym na pustyni Namib w Afryce, który, aby przeżyć, wychwytuje wodę z mgły. Ten sposób pozyskania wody wykorzystywany jest z sukcesem w Ekwadorze, Peru, Meksyku i Chile (Balcerzak i Bąk, 2008).

Kolejną metodą, która wykorzystuje wodę z atmosfery jest system rur, rynien oraz zbiorników wodnych, który ma na celu zagospodarowanie wody deszczowej. Koszty pozyskania 1 m<sup>3</sup> wody w przeliczeniu na złote polskie oscylują od 70 do 160 PLN. Ta metoda została zastosowana w Kisamee w Kenii, gdzie wybudowano system zbierania wody opadowej o pojemności 500 m<sup>3</sup>, na lotnisku we Frankfurcie, a także w Australii, gdzie woda deszczowa, nadająca się do picia jest sprzedawana w butelkach. Aktualnie metoda ta jest rozwijana w Stanach Zjednoczonych i ma na celu wywoływanie deszczy lub przedłużanie czasu ich trwania (Balcerzak i Bąk, 2008).

W ostatnich latach popularnym sposobem oczyszczenia wody są filtry osobiste. Są to urządzenia pozwalające na zaspokojenie potrzeb osób, znajdujących się w skrajnych warunkach terenowych, bez

dostępu do czystej wody pitnej. Filtry są niewielkiej wielkości oraz ważą niewiele, poprzez co łatwo jest je transportować. Użytkowanie filtra jest proste, stosuje się go poprzez umieszczenie jego dolnej części w wodzie, a górnej w ustach. Pozwala on na usuwanie bakterii i wirusów znajdujące się w wodzie, natomiast nie można usunąć metali ciężkich i pasożytów. Ta metoda oczyszczania wody praktykowana jest na całym świecie. Pozwala ona również na ograniczenie zużycia plastiku.

71% powierzchni Ziemi pokrywają wody, jednak są to wody słone. Urządzenia do procesu odsalania wody są znane od dawna, lecz w ciągu ostatnich lat metoda ta została unowocześniona, a koszty, jakie trzeba ponieść przy jej wykorzystaniu, uległy obniżeniu. W wielu krajach ta metoda pozwala pokryć większość zapotrzebowania na wodę słodką ze źródeł wody słonej. Jest tak np. w Zjednoczonych Emiratach Arabskich. Innowacyjną dla tej metody techniką odsalania opracowali naukowcy z Uniwersytetu w Illinois, którzy stworzyli technologię membrany polimerowo – białkowej. Polega ona na zastosowaniu kanałów białkowych, akwaporyn, które wprowadza się w polimerową matrycę. Mają one za zadanie transportowanie wody poprzez błonę biologiczną w żywej komórce (Balcerzak i Bąk, 2008).

## Podsumowanie

Deficyt wody, obserwowany w wielu regionach świata, spowodował poszukiwanie alternatywnych jej źródeł wody. Jest to palący problem dla ludzkości, dlatego opracowywaniem innowacyjnych metod jej pozyskania interesują się nie tylko prywatne firmy, ale również ośrodki naukowe na całym świecie. Ten problem powinien być ważny dla każdego z nas, bo nawet jeśli nie spotkaliśmy się z nim jeszcze, to czeka nas to w najbliższej przyszłości.

## Literatura:

- Balcerzak W., Bąk J., 2008. *Alternatywne sposoby pozyskiwania wody*. Materiały konferencyjne „Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód: tom I. Wydawnictwo PZITS O/Wielkopolski. Poznań-Gniezno s. 353-360
- Krzemiński, L., Włodarczyk, M., 2013 Historia Korepetycje Maturzysty
- Szymańska, D., Korolko, M., 2015 *Inteligentne Miasta –Idea, Koncepcje i Wdrożenia*
- Orłowski M., 2018 Kapsztad szykuje się na Dzień Zero. Cztery miliony mieszkańców nie będzie miało wody, *New York Times*, 31 stycznia
- Witkowski. 2018. *Paradoksy światowej gospodarki wodnej*. [w:] D. Absalon (red.). Monografie Śląskiego Centrum Wody. Tom 1. Aktualne Problemy Gospodarki Wodnej. Wyd. Śląskie Centrum Wody, Katowice
- Thier, A., 2016 Kwestia deficytu zasobów wodnych na świecie. *Studia i Prace WNEiZ US*
- Milly, P.C.D., Falkenmark, M., Kundzewicz, Z.W., i in., 2008. Stationarity is dead: whither water management? *Science* 319, Issue 5863, pp. 573-574
- Chucki, S., Staszewski, Z., 2011. Problemy światowego deficytu wody. *Zeszyty Naukowe. Inżynieria Lądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska*, 4, 59-68
- Rus, P., Skorut, P., 2018 Woda od egzystencjalnego bezpieczeństwa do klęski żywiołu. *Studia de Securitate* 8, 118-130
- Mioduszewski, W., Okruszko, T., 2016 Naturalna, mała retencja wodna – *Metoda łagodzenia skutków suszy, ograniczania ryzyka powodziowego i ochrona różnorodności biologicznej*. Podstawy Metodyczne. Podstawy Metodyczne. Globalne Partnerstwo dla Wody, Polska
- Zieliński, W., 2013 Bezpieczeństwo hydrologiczne w perspektywie Chińskiej Republiki Ludowej. *Refleksje. Pismo Naukowe studentów i doktorantów WNPiD UAM*, (7)

## Źródła internetowe:

[1] <https://www.wri.org/data/water-stress-country> [Dostęp: 15.05.2021]

Notka o Autorce: Studentka trzeciego roku studiów licencjackich na kierunku gospodarka wodna i ochrona zasobów wód. Swoją pracę licencjacką realizuje w Zakładzie Hydrologii. Z zamiłowania przyrodnik oraz regionalista. Wolny czas poświęca na spacerowanie oraz czytanie.

## Czy XXI wiek jest wiekiem nowej wody?

Mariusz Szydłowski

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii*

*E-mail: mariusz804@op.pl*

tutor: dr Katarzyna Jereczek-Korzeniewska

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii,*

*Zakład Hydrologii*

*Słowa kluczowe: woda, technologia, konflikty, transhumanizm*

Czysta woda była, jest i zawsze będzie jednym z najważniejszych zasobów potrzebnych rasie ludzkiej do przeżycia i dalszego rozwoju, jednak statystycznie jedna na dziewięć [1] osób nie ma dostępu do takiej wody. Nierówne rozmieszczenie wody pitnej na świecie prowadzi do sytuacji, w której jedne regiony geograficzne mają wody znacznie więcej niż inne. Dodatkowo czynniki takie jak współczesna zmiana klimatu, czy globalizacja prowadzą do pogłębiania się dysproporcji w dostępie do wody. Z powodu susz, nadmiernej eksploatacji, nieracjonalnej gospodarce wodnej wiele z obszarów, które wcześniej miały duże problemy z dostępem do czystej wody, teraz tej wody praktycznie nie mają. Już teraz brak dostępu do czystej wody prowadzi do konfliktów o kontrolę nad źródłami wody. Same konflikty mogą pochłonąć dużą liczbę istnień ludzkich, jak i prowadzić do uszczuplenia się już kurczących się zasobów wody pitnej. Z tego powodu XXI wiek jest okresem w czasie którego dużo pracy będzie musiało zostać włożonej by uniknąć najgorszego

scenariusza jakim jest globalny konflikt o wodę. Jednym ze sposobów uniknięcia tej katastrofy jest wprowadzenie w życie założeń przedstawianych przez filozofię technogaianizmu, który jest odłamem transhumanizmu.

Technogaianizm jako filozofia stawia na pierwszym miejscu wspieranie, rozwój oraz wdrażanie istniejących i przyszłych bezpiecznych, czystych i alternatywnych technologii w celu odbudowy środowiska naturalnego. Pozwoli to oczyszczać wodę bez konieczności wpuszczania do środowiska szkodliwych substancji, filtrować ją i dostarczać w miejsca, gdzie jest ona najbardziej potrzebna.

### Początek kryzysu wodnego

Okolo 71% powierzchni ziemi jest pokryte wodą. 97% całej tej wody to woda słona. Oznacza to, że jedyne 3% całej wody na świecie jest słodka z czego 2% tej wody, jest zmagazynowana w lodowcach. Jedynie 1% wody zdatnej do picia jest dostępna na całym świecie w różnych formach takich jak jeziora, wody podziemne czy rzeki (Fac-

Beneda, 2018). W perspektywie globalnej taka mała ilość wody oznacza że jej rozłożenie na świecie nie będzie równomierne. Są obszary bardziej wilgotne i bogate w zasoby wodne takie jak Brazylia, skąd pochodzi 12% światowych zasobów wody pitnej [2] oraz takie, gdzie tej wody jest bardzo mało jak w przypadku Kataru, który jest uznawany za kraj z najmniejszymi zasobami wodnymi na świecie [3]. Dla różnych regionów kryzys wodny zaczął się już lata temu, niektóre regiony dopiero teraz zaczęły odczuwać utratę zasobów wodnych, a niektóre przez następne lata w ogóle nie odczują żadnej zmiany. Już teraz blisko 785 milionów ludzi nie ma dostępu do czystej wody [4], a co dwie minuty dziecko poniżej 5 roku życia umiera z powodu infekcji spowodowanej brakiem dostępu do bezpiecznej wody [4]. Do 2025 roku ponad połowa ludzi na świecie będzie żyła w obszarach ubogich w wodę [4]. Oznacza to, że w 2025 roku blisko 4,01 miliarda ludzi [5] będzie miało problem z dostępem, czyli według wytycznych WHO zużycie wody przez mieszkańca w ciągu dnia będzie wynosiło mniej niż 50 litrów wody i nie będzie tej wody dostępnej w promieniu 1 kilometra od miejsca zamieszkania [6]. Kurczenie się zasobów wodnych uznawane jest za jedną z najbardziej potencjalnych katastrof, która będzie wpływała na nasz świat przez najbliższe dekady (WEF, 2019). Ma na to wpływ wzrost konsumpcji spowodowanej rosnącą liczbą ludzi na świecie, współczesna zmiana klimatu oraz rozwój gospodarczy. Nie każdy bezpośrednio odczuje kryzys wodny. W regionach bogatszych w wodę kryzys ten będzie niczym innym jak informacją pojawiającą się w wiadomościach. Jednak znajdują się też regiony które od dawna mierzą się z brakiem wody i które kryzys dotknie jeszcze bardziej.

## Gospodarka wodna

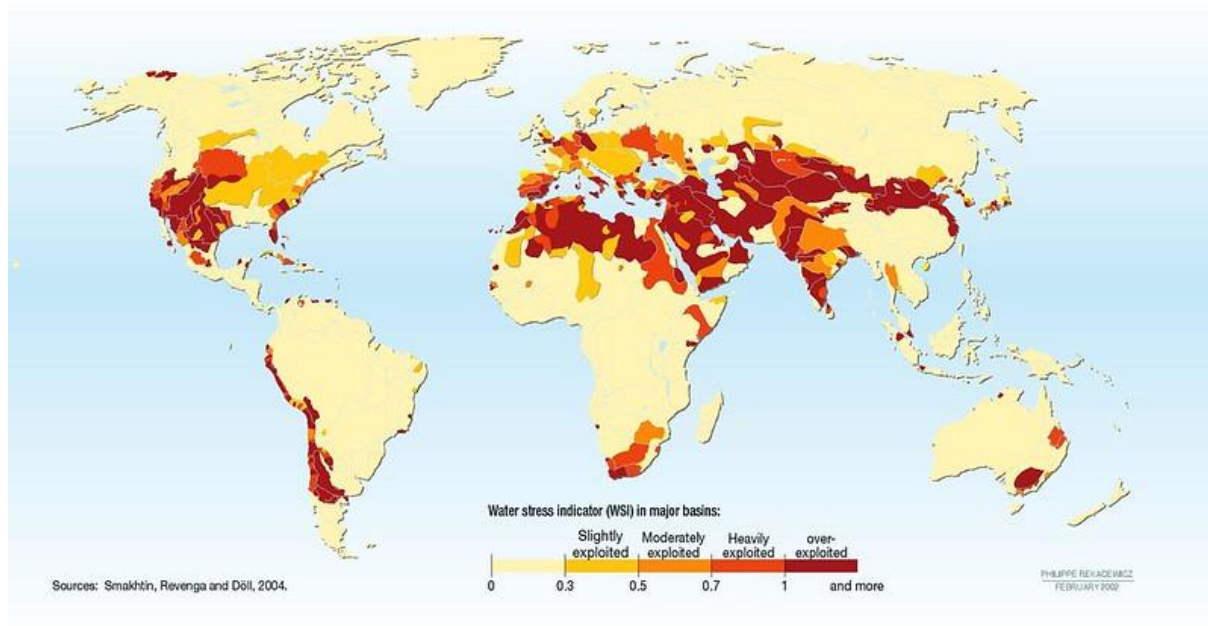
Zadaniem gospodarki wodnej jest racjonalne zarządzanie, dystrybuowanie, optymalne użycie oraz ochrona zasobów wód. Oznacza to między innymi wdrażanie planów i ograniczeń mających na celu zredukowanie nadmiernej eksploatacji oraz ochrony zasobów wody pitnej przed zanieczyszczeniami i marnotrawieniem. Pobierana woda ma na celu zaspokojenie potrzeb ludzi zamieszkujących dany teren ale, również, wiele dziedzin gospodarki danego obszaru takich jak nawadnianie pól czy zaopatrywanie przemysłu (Ryc. 1).

Stany Zjednoczone posiadają jedno z największych poborów wody świecie i wynosi on blisko 1200 m<sup>3</sup> wody dziennie na jednego mieszkańca, natomiast Grecja z 962 m<sup>3</sup> na osobę [8] jest druga pod względem eksploatacji zasobów wodnych. Porównując to z Polską, która posiada trzy do prawie cztery razy więcej mieszkańców [9] niż Grecja, pobiera ona blisko 4 razy mniej wody, bo 272 m<sup>3</sup> na osobę [8]. Duża ilość tej wody jest też pobierana przez prywatne przedsiębiorstwa, które na cele produkcyjne pobierają nadmierne ilości wody [10]. Przyczynia się to do problemów z dostępem do wody pitnej przez mieszkańców którzy używają tej wody w codziennym życiu. The Coca-Cola Company w 2019 roku na terenie Indii operowała 58 fabrykami, które do produkowały napoje bezalkoholowe [11]. W 2017 roku ilości wody wymaganej do produkcji 1 litra napoju Coca-Cola została zmniejszona z 2,8 litra wody do 1,89 litra [12]. Jest to organicznie zużycia wody o prawie 1/3 jednak patrząc na to, że zamknięta w 2014 roku jedna z mniejszych fabryk tego koncernu na terenie Indii z powodu braków wody, produkowała rocznie 26 500 kilolitrów napojów do produkcji których trzeba było użyć 74 200 000 litrów wody [13]. Zakładając, że pozostałe fabryki działały by z minimalnie taką samą produk-

cją oznacza to, że rocznie Coca-Cola Company pobierałaby w przybliżeniu 4 303 600 000 litrów wody, czyli 4 303 600 m<sup>3</sup>. Nadmierna eksploatacja doprowadziła wiele terenów w Indiach do stanu, w którym mieszkańcy wyszli na ulicę protestując przeciwko wielkiej korporacji i bojkotując jej produkty używając sloganów takich jak: Picie Coli jest jak picie krwi rolników w Indii [10].

Jest wiele innych takich sytuacji na świecie, gdzie gospodarka wodna jest daleka od

racjonalnego podejścia do zarządzania i ochrony zasobów wodnych. A ta zła gospodarka może jak w przypadku Indii prowadzić do ruchów społecznych. W przyszłości niezadowolenie oraz poczucie zagrożenia może powodować postawianie konfliktów o dostęp do wody między różnymi ugrupowaniami społecznymi na danych obszarach.



Ryc. 1. Poziom eksploatacji zasobów wody pitnej na świecie [7]

## Konflikty o wodę

Konflikty na świecie od początku istnienia ludzkości wybuchały z różnych przyczyn. Czasami jakieś wydarzenie mogło być tym zapalnikiem, który rozpocznie konflikt. Woda może być wykorzystana jako pretekst do konfliktu, jak i może sama z siebie być głównym celem. Może być to konflikt pomiędzy grupami społecznymi jak w przypadku rolników i przemysłowców, którzy walczyli o to, która z grup dostanie więcej wody na swoje potrzeby, jak i konflikty pomiędzy państwami. Bardzo duża liczba kon-

fliktów, w których pojawia się kwestia związana z wodą, ma miejsca na terenach Bliskiego Wschodu oraz Afryki północnej gdzie znajduje się jedynie 1% dostępnych zasobów wody pitnej i 5% populacji świata [14]. Jednym z przykładów wschodzącego konfliktu na terenie Afryki północnej jest pomiędzy Egiptem, a Etiopią o tzw. Tamę Wielkiego Odrodzenia. Budowa tamy została rozpoczęta w kwietniu 2011 roku przy granicy z Sudanem w regionie Bienszangul-Gumuz na Nilu Błękitnym i zakończyła się w lipcu 2020 roku [15]. Od tego czasu rozpoczęła się procedura napełnienia zbiorni-

ka, która ma zająć od 4 do 7 lat w zależności od warunków hydrometeorologicznych. Ta koncepcja nie podoba się Egipcjom, którzy, od kiedy pojawił się pomysł powstania tamy, jest postawiony w sytuacji zagrożenia. Egipt przedstawił propozycję podczas rozmów z przedstawicielami Etiopii by zbiornik był napełniany przez 21 lat co doprowadziłoby do utraty przez Egipt jedynie 3 mld m<sup>3</sup> wody rocznie oraz 2,5% terenów uprawnych [16]. Propozycja ta została odrzucona przez władze Etiopii i napełnianie zbiornika rozpoczęło się zaraz po budowie. Scenariusz taki jest katastrofalny dla Egiptu, bo będzie tracił blisko 27 mld m<sup>3</sup> wody rocznie i może to doprowadzić do utraty 67% terenów uprawnych. Jest to o tyle katastrofalna perspektywa dla Egiptu, ponieważ 98% wody słodkiej pochodzi właśnie z Nilu i wzdłuż rzeki żyje 90% populacji kraju. W kwietniu 2021 roku prezydent Egiptu Abdel Fattah al-Sisi, z powodu braku porozumienia, ostrzegł Etiopię mówiąc: że nie pozwoli, by chociaż jedna kropla wody została im odebrana i że rozważona będzie każda możliwość, by rozwiązać sprawę tamy [17]. Oznacza to, że władze Egiptu rozważają już teraz konflikt zbrojny mający na celu zajęcia lub zneutralizowania zagrożenia. To jest jedynie jeden ze wschodzących konfliktów. Na przestrzeni lat było znacznie więcej zarówno tych dużych, jak i małych konfliktów. W 2001 roku na terenie Kenii doszło do starcia pomiędzy farmerami, a nomadami o dostęp do zasobów wód co doprowadziło do śmierci 130 osób [18], w 2010 na terenie Pakistanu blisko 100 osób zginęło w konflikcie o wodę do nawadniania pól [19] czy 2009, kiedy to grupa Etiopczyków z regionu Somalijskiego zaatakowała odwiert przy granicy z regionem Oromia co doprowadziło do śmierci trzech osób i wysiedlenia całej wspólnoty [20]. Są to jedynie wybrane przykłady konfliktów, o których wiemy [21].

## Technogaianizm i nowe technologie

Nazwa technogaianizm pochodzi od złączenia słów: *techno* – od technologii i *gaja* – filozofia Gaja. Jest to jeden z głównych odłamów filozofii transhumanizmu i stoi w sprzeczności do ruchów radykalnego ekologizmu, które uważają, że wszelki rozwój technologiczny przyczynia się do degradacji środowiska naturalnego (Hughes, 2004). Pierwotnie w interesie ludzkości była nadmierna eksploatacja zasobów naturalnych, która przyczyniła się do gwałtownego rozwoju. Między innymi dzięki tak szybkiemu rozwojowi w tak krótkim czasie, między pierwszym udanym lotem samolotu [22] a lądowaniem człowieka na księżycu jest różnica jedynie 66 lat. Jednak nasza cywilizacja doszła do momentu, w którym taka forma rozwoju stanowi zagrożenie dla przyszłości ludzkości (Hughes, 2004). Właśnie, dlatego głównym celem tego nurtu filozoficznego jest zapewnienie gatunkowi ludzkiemu odpowiednich warunków do przetrwania oraz dalszego rozwoju. Technogaianizm postuluje o skupienie się na tworzeniu bezpiecznych, czystych i alternatywnych technologii w celu odbudowy, monitoringu oraz ochrony środowiska naturalnego (Hughes, 2004). Dla technogaianizmu rozwój każdej technologii jest bardzo ważny, jednak szczególny nacisk kładzie się na rozwijanie nanotechnologii i biotechnologii (Hughes, 2004). Nowe technologie mogą mieć kluczowe znaczenie w perspektywie rozwiązania kryzysu wodnego. Przykładem mogą być próby genetycznego zmodyfikowania roślin w taki sposób, by przy poborze mniejszej ilości wody dawały takie same lub większe plony [23]. Prócz zmniejszenia zużycia wody, genetycznie zmodyfikowane uprawy byłyby bardziej odporne na zagrożenie, co zredukowałyby liczbę wykorzystywanych pestycydów, które mogłyby negatywnie wpłynąć na obszary sąsiadujące z terenami, na których były użyte. Dalsze prace nad zmianami genetycznymi roślin

oraz w przyszłości zwierząt i ludzi mogą przynieść znaczące korzyści wynikające ze zmniejszenia zapotrzebowania na wodę. Ale prócz metod na ograniczenie zużycia wody, nowe technologie mogą pozwolić nam na używanie pozostałych 97% wody które znajdują się na świecie. Odsalarnie zasilane przez energię słoneczną, zdolne do odsolenia prawie 4.5 miliarda litrów wody rocznie [24] oraz poszukiwanie najbardziej efektywnych odczynników, które mogłyby zwiększyć efektywność odsalania wody kilkukrotnie [25], jednocześnie redukując koszty takich operacji. Nie można też zapomnieć o wodzie, która znajduje się w atmosferze. W regionach oddalonych od cywilizacji,

gdzie dostęp do wody jest ograniczony często przez konieczność wyruszania w długie i niebezpieczne podróże, rozwiązaniem mogłoby być rozstawienie wież wodnych, które byłyby w stanie zbierać nawet 100 litrów wody dziennie dla miejscowych ludności [26]. Jednym z takich projektów są wieże wodne Warka zaprojektowane przez włoskiego architekta Arturo Vittori (Ryc. 2). Ich zadaniem właśnie byłoby zbieranie wody w miejscach, gdzie dostęp do wody lub dostawy jej są utrudnione, lub niemożliwe. Koszt jednej wieży to kwota pomiędzy 500 a 1000 dolarów [26] i nie wymaga dużej ilości konserwacji oraz wysokiej wiedzy technicznej do jej obsługi.



Ryc. 2. Projekt wież wodnych Warka w Etiopii [27]

## Podsumowanie

Panujący i wciąż rozwijający się kryzys wodny może być największym zagrożeniem, przed jakim może stanąć ludzkość. Już teraz kraje są gotowe grozić sobie, a różne mniejsze grupy są gotowe zabijać siebie nawzajem, by mieć ją w posiadaniu. Takie konflikty

mogą prowadzić do chaosu w regionach, w których toczą się walki i do zniszczenia lub zanieczyszczenia zasobów wodnych, o które walczone. A w świecie, kiedy różne państwa oraz organizacje międzynarodowe wspierają różne strony konfliktu, lokalne starcia mogą się przenieść na arenę światową. Dlatego kluczowe dla zapewnienia bezpieczeństwa ludzkości jest zmiana postrze-



gania wody w XXI wieku. Rozwój nauki i technologii nie pierwszy raz zmuszał ludzkość do zmiany tego w jaki sposób postrzegamy nasz świat i jego elementy. I tak samo w tym przypadku, w którym byliśmy zmuszeni do działania na 1% wody pitnej, musimy stworzyć idee nowej wody, w której skład będą wchodzić wszelkie zasoby wody na świecie. Dzięki utworzeniu idei nowej wody, w której nie będzie już rozróżniania na wodę słoną i wodę pitną ludzkości uda się wyeliminować jedno z największych dla niej zagrożeń. Dlatego XXI wiek jest wiekiem nowej wody.

## Literatura:

Brookes G., Barfoot P., 2004: *Global Impact of Biotech Crops: Socio-Economic and Environmental Effects in the First Ten Years of Commercial Uses*. 144

Fac-Beneda Joanna, 2018: Wypowiedź ustna, wykład z Hydrologii ogólnej

Hughes J., 2004: *Citizen Cyborg: Why Democratic Societies Must Respond to the Redesigned Human of the Future*.

*The Global Risks Report*, 2019: 14th Edition, s. 9-16

## Źródła internetowe:

- [1] <https://water.org/our-impact/water-crisis/>
- [2] <https://www.worldatlas.com/articles/countries-with-the-worst-water-supply-infrastructure.html>
- [3] <https://www.wri.org/insights/17-countries-home-one-quarter-worlds-population-face-extremely-high-water-stress>
- [4] <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- [5] <https://www.worldometers.info/world-population/world-population-projections/>
- [6] [https://www.un.org/waterforlifedecade/human\\_right\\_to\\_water.shtml](https://www.un.org/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml)
- [7] <https://www.flickr.com/photos/gridarendal/32363080415>
- [8] <https://www.statista.com/statistics/263156/water-consumption-in-selected-countries/>
- [9] <https://www.worldometers.info/world-population/population-by-country>
- [10] <https://www.afd.fr/en/ressources/preventing-deterioration-and-overexploitation-groundwater>
- [11] <https://www.thoughtco.com/coca-cola-groundwater-depletion-in-india-1204204>
- [12] <https://www.coca-colaindia.com/stories/sustainability/water-stewardship/coca-cola-cuts-down-water-usage-at-plants-by-33-percent>
- [13] <https://www.ft.com/content/16d888d4-f790-11e3-b2cf-00144feabdc0>
- [14] <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/2859937.stm>
- [15] <https://tractebel-enge.com/en/news/2020/ethiopia-first-stage-of-the-filling-of-the-reservoir-of-the-grand-renaissance-dam>
- [16] [https://pism.pl/publikacje/Tama\\_Wielkiego\\_Odrodzenia\\_w\\_Etiopii\\_konflikt\\_o\\_Nil\\_bliski\\_rozwiazania](https://pism.pl/publikacje/Tama_Wielkiego_Odrodzenia_w_Etiopii_konflikt_o_Nil_bliski_rozwiazania)
- [17] <https://www.aa.com.tr/en/africa/will-nile-dam-negotiations-end-in-peace-or-war/2206039>
- [18] <https://www.bangkokpost.com/world/309048/kenya-to-hold-peace-meeting-after-52-killed>
- [19] <https://tribune.com.pk/story/51998/kurram-tribal-clash-leaves-13-more-dead>
- [20] <http://news.bbc.co.uk/2/hi/africa/7929104.stm>
- [21] <http://www.worldwater.org/conflict/list/>
- [22] <https://airandspace.si.edu/exhibitions/wright-brothers/online/fly/1903/>
- [23] <https://www.nhm.ac.uk/discover/the-future-of-eating-gm-crops.html>

[24] <https://inhabitat.com/solar-powered-pipe-desalinizes-1-5-billion-gallons-of-clean-drinking-water-for-california/>

[25] <https://www.waterworld.com/international/desalination/press-release/14197709/new-material-more-efficiently-desalinates-water>

[26] <https://www.designboom.com/architecture/warka-water-tower-bamboo-sustainable-clean-drinking-water-air-02-15-2019/>

[27] <https://www.flickr.com/photos/poetarchitecture/24754115826>

Notka o Autorze: Student I roku Geografii fizycznej z geoinformacją na Wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego. Pasją jego jest stawianie trudnych pytań moralno-etycznych oraz poznawanie odmiennych poglądów. W wolnym czasie pisze opowiadania, gra w papierowe gry rpg i pije ziołowe herbaty.

## Generacji Z sposoby na inwestowanie

Mikołaj Waszczeniuk

*Uniwersytet Gdański, Wydział Ekonomiczny*

*E-mail: waszczeniuk.mikolaj@gmail.com*

tutor: dr Renata Orłowska

*Uniwersytet Gdański, Wydział Ekonomiczny,*

*Katedra Zrównoważonych Procesów Rynkowych*

*Słowa kluczowe: generacja Z, inwestycje, nieruchomości, kryptowaluty, giełda, ryzyko*

### Wstęp

Inwestycje mają bardzo zróżnicowany charakter. Mogą być długoterminowe, krótkoterminowe, rzeczowe, czyli materialne oraz finansowe – niematerialne. Wśród nich są akcje, obligacje, bony skarbowe, instrumenty pochodne, nieruchomości, ale także instrumenty mniej oczywiste, takie jak dzieła sztuki, ubrania czy zyskujące szczególne znaczenie, zwłaszcza w dobie pandemii COVID-19, kryptowaluty [1]. Zdecydowana większość inwestorów to, ze zrozumiałych przyczyn, przedstawiciele generacji X i Y, niemniej jednak na rynku obserwuje się wzrastający udział generacji młodszych zarówno Millenialsów, jak i generacji Z [2].

Zdaniem Ruchira Sharma, głównego stratega Morgan Stanley, starsze pokolenia zdecydowanie częściej wybierają złoto, zaś Millenialszi zwracają szczególną uwagę na kryptowaluty [3]. W literaturze przedmiotu niewiele jest badań na temat zachowań inwestycyjnych najmłodszej generacji - gen

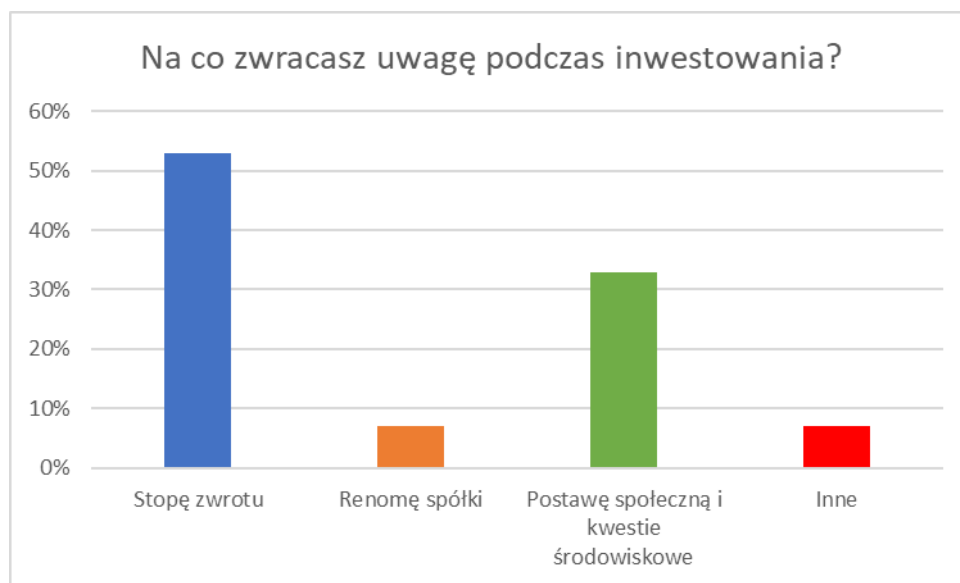
Z. Celem artykułu jest znalezienie odpowiedzi na pytania: Jakie są zachowania inwestycyjne pokolenia Z? W co najchętniej inwestuje generacja Z? W artykule przedstawiono wybrane sposoby inwestowania i związane z nimi ryzyko oraz punkt ich postrzegania przez generację Z. Do analizy wykorzystano wyniki z przeprowadzonego metodą CAPI badania pilotażowego w formie ankiety.

### Giełda

Zadając sobie pytanie *w co inwestować?*, jedną z najbardziej popularnych możliwości są rynki finansowe. Instrumentami finansowymi są papiery wartościowe oraz instrumenty niebędące papierami wartościowymi. Najbardziej popularnymi papierami wartościowymi są akcje, obligacje, certyfikaty inwestycyjne, kwity depozytowe, ale także prawa poboru, prawa do akcji, warranty subskrypcyjne, ETF. Z kolei, instrumenty nie będące papierami wartościowymi to m.in. kontrakty terminowe, opcje, certyfikaty strukturyzowane [4]. Giełdy papierów wartościowych swoje początki mają w Króle-

stwie Niderlandów, a dokładnie w Amsterdamie, ponieważ to tam, w 1602 roku powstała *The Amsterdam Stock Exchange* [5]. Obecnie największymi giełdami na świecie są amerykańskie *New York Stock Exchange* (NYSE) oraz *NASDAQ* z kapitalizacjami na poziomie 25 bln USD oraz 22 bln USD, a za nimi plasuje się giełda z Szanghaju o wartości „dopiero” 7,6 bln USD. Największymi „legendami” inwestowania są między innymi Warren Buffett, George Soros, czy Petre Lynch, jednak dwaj pierwsi nie należą ani do generacji Y, ani do X, a nawet poprzedzają je Baby Boomers. Są to przedstawiciele jeszcze wcześniejszej, tak zwanej Cichej Generacji (Silent Generation). Lynch natomiast reprezentuje Boomersów. A jakie podejście do giełdy ma najmłodsze pokolenie? We-

dług Marka Chahwana, współzałożyciela firmy doradczej *Sarwa* to właśnie akcje są ulubionym aktywem młodego pokolenia [6]. Jednak wyniki badania pilotażowego, przeprowadzonego przez Autora artykułu wskazują inaczej: to nieruchomości zajmują pierwszą lokatę wśród podejmowanych inwestycji. Akcje natomiast są zaraz za nimi, na drugim miejscu, przed kryptowalutami. Podobnie do generacji Y [7], generacja Z stawia na przedsiębiorstwa odpowiedzialne społecznie i środowiskowo. Mimo że stopa zwrotu jest dla nich kluczowym czynnikiem, to właśnie postawa społeczna oraz kwestie środowiskowe zostały wybrane przez 33% badanych, za najważniejszy w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych (Ryc. 1).



Ryc. 1. Pytanie dotyczące istotności czynników podczas podejmowania decyzji inwestycyjnych (badania własne)

## Kryptowaluty

Jedną z pierwszych kryptowalut jest znany na całym świecie bitcoin. I choć jego początki sięgają roku 2008, to jego popularność wzrosła dopiero w drugiej dekadzie XXI wieku. Aktualnie prężnie rozwijający się rynek kryptowalut jest wart około 2 bln USD, a w swoim dotychczasowym szczycie

osiągnął wartość niespełna 2,5 bln USD [8], jednak przez wiele lat na rynku krypto nie działo się wiele. Dopiero rok 2017 przyniósł pierwszy boom (Ryc. 2).



Ryc. 2. Wykres obrazujący rozwój rynku kryptowalut [8]

I choć przy wartościach giełd papierów wartościowych, chociażby samej NYSE, której kapitalizacja jest na poziomie dziesięciokrotnie większym, liczba niecałych 2,5 bln USD może wydawać się bardzo mała, to warto spojrzeć na nią z perspektywy czasu. Na początku 2016 roku kryptowaluty były warte zaledwie 6 mld USD, w 2020 było to już 248 mld USD. Oznacza to, że rynek ten rośnie w niespotykanym tempie. Nic więc dziwnego, że przyciąga on zainteresowanie młodych osób. Jak wynika z badania, aż 45% respondentów skupia swoją uwagę na kryptowalutach. Według ich opinii jest to spowodowane potencjalnym znaczeniem tego typu walut w przyszłości. Podczas gdy starsze pokolenia mogą być sceptycznie nastawione do takich rozwiązań, to swego rodzaju nowinki technologiczne, którymi wciąż można nazwać kryptowaluty nie są dla generacji Z niczym strasznym. Wręcz przeciwnie, są czymś ciekawym, godnym uwagi. To sprawia, że znaczna część przedstawicieli młodego pokolenia interesuje się nimi nawet, jeśli w nie nie inwestuje. Każda generacja ma swoje szanse i sposoby na pozyskiwanie kapitału i maksymalizację zysków. Być może kryptowaluty to właśnie szansa dla generacji Z. Jednak, każdy me-

chanizm ma jakąś wadę i kryptowaluty nie są tutaj wyjątkiem. Temat kryptowalut często poruszany jest w kontekście prania brudnych pieniędzy oraz wielu innych nielegalnych przedsięwzięć [9]. Rynek walut wirtualnych cechuje także niezwykła podatność na fluktuacje. W maju 2021 roku potrafił osiągnąć wynik 2,48 bln USD, aby po zaledwie 11 dniach spaść do poziomu 1,29 bln USD. W świecie kryptowalut codzienne wzrosty i spadki o 10-15 procent nikogo nie dziwią, a zdarzają się i takie o wartościach znacznie przewyższających 100% (jak na przykład wzrost bitcoina o 2 128% od stycznia 2017 roku do grudnia tego samego roku, czy 8 300% w ciągu pięciu lat) (Ryc. 3).

Zdecydowanym krytykiem kryptowalut jest Buffett. W lutym 2020 roku powiedział nawet, że nie posiadał i nigdy nie będzie posiadał kryptowalut [11]. I choć jest to jeden z głosów, to taki, który na pewno wiele osób bierze pod uwagę. Swoje obawy wyraził też Urząd Komisji Nadzoru Finansowego, publikując w styczniu 2021 trzynastopięcioro ostrzeżenie na temat ryzyk związanych z walutami krypto [12].

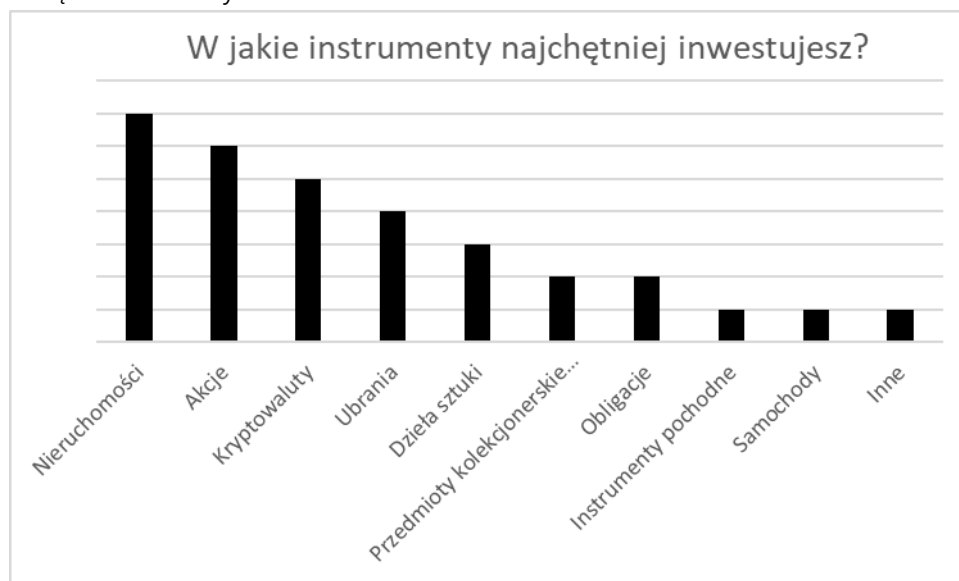


Ryc. 3. Wykres obrazujący rozwój bitcoina [10]

## Nieruchomości

Ustalenie początków obrotu nieruchomościami jest złożone i niełatwe. Pierwsze systemy czynszowe powstawały setki lat temu, w formie hołdów, danin płaconych przez lud [13]. W Polsce, inwestycje w nieruchomości datuje się na XVII oraz XVIII wiek, kiedy to działania właśnie inwestycyjne mieszczan, szlachty, a także duchowieństwa powodowały znaczny rozwój miast (Kołakowski i Stanisławska, 2007). Amerykanie z kolei początków branży nieruchomości

upatrują w początku XIX wieku, kiedy to w roku 1803 Stany Zjednoczone kupiły Luizjanę. W 1908 roku powstało *National Association of Real Estate Agents* (NAR), wprowadzające określenie „pośrednika” [14]. Od tego czasu minęło jednak wiele lat, a sam rynek znacząco się rozwinął, dając ogromne możliwości zarobku. Nic więc dziwnego, że i generacja Z chciałaby z nich skorzystać. Według badania, to właśnie nieruchomości są najczęściej wybieranym przedmiotem inwestycji wśród młodych inwestorów (Ryc. 4).



Ryc. 4. Pytanie dotyczące preferencji przy wyborze instrumentów inwestycyjnych wśród generacji Z (badania własne)

Głównym powodem tych wyborów jest stabilność, którą w odczuciu badanych dają właśnie nieruchomości. Są one w spektrum ich zainteresowań, dzięki czemu ich decyzje mogą być w pełni świadome, a wspomniana stabilność pozwala ograniczyć ryzyko, które zauważają w innych inwestycjach.

Oczywistym jest, że i rynku nieruchomości nie omijają problemy, także te poważne. Przykładem jest kryzys finansowy lat 2007–2009, którego początkiem było udzielanie przez banki zbyt wielu ryzykownych kredytów hipotecznych, a skutkiem znaczne spadki cen nieruchomości [15]. W obliczu kryzysu wywołanego przez wirusa COVID-19 wiele mówi się o potencjalnym kolejnym kryzysie na rynku nieruchomości. Najbardziej opłacalnym momentem na inwestycje w nieruchomości wydaje się czas niskich stóp procentowych, przy równocześnie wysokich cenach. Taka właśnie sytuacja ma aktualnie miejsce, ceny nieruchomości są wysokie, rosną, a stopy procentowe znajdują się na rekordowo niskim poziomie [16]. Niestety taki scenariusz może prowadzić właśnie do załamania rynku. Ostrzega przed tym między innymi Polski Fundusz Rozwoju (PFR) [17].

## Inne inwestycje

Powyżej opisano najczęściej wybierane sposoby inwestowania wśród przebadanych reprezentantów generacji Z. Jednak nie są one jedyne. Zadziwiający może być fakt, iż znaczna część decyduje się również na mniej konwencjonalne sposoby takie, jak inwestowanie w ubrania; w ich przypadku to aż 30% badanych. Może to być spowodowane między innymi stale zyskującym na popularności oraz coraz bardziej komercjalizowanym stylem ubioru, zwanym *streetwear*, który w ostatnich latach skupiał się właśnie na tych najdroższych elementach garderoby. Potrafią one osiągać ceny dzie-

siątek tysięcy dolarów, mimo znacznie niższej ceny początkowej [18]. Choć bardzo niecodzienny, ten sposób inwestowania może okazać się bardzo korzystnym, a stosunkowo mała wiedza starszych generacji w tej dziedzinie pozwala właśnie generacji Z na dominację w tym obszarze.

## Ryzyko

Analizując korzyści wynikające z inwestycji, nie można zapomnieć o ryzykach związanych z każdym rodzajem inwestycji. Przeprowadzone badanie, wskazuje na fakt, że generacja Z zdaje sobie sprawę z występowania różnych ryzyk. To właśnie w tym względzie prezentują najbardziej solidarną postawę, ponieważ wszyscy ankietowani potwierdzili swoją świadomość istnienia ryzyk, które występują pod wieloma postaciami. Tak samo solidarnie odpowiedzieli na pytanie dotyczące zdobywania szeroko pojętej wiedzy z dziedziny inwestowania, stwierdzając, że jest ona niezwykle ważna. Co więcej, aż 94% badanych chciałoby tę wiedzę poszerzać, stając się coraz bardziej świadomymi inwestorami.

## Przeszkody na drodze do inwestowania

Wyniki badania pokazują, że znaczna część respondentów w ogóle nie podejmuje się inwestowania (48%). Mimo tak dużego odsetka nieinwestujących, jedynie 4% uważa inwestowanie za nieinteresujące, a 12% woli oszczędzać. Pozostała część badanych nie inwestuje albo ze względu na brak wiedzy (42%), albo z powodu braku środków finansowych (42%). Znaczący wpływ na te wyniki ma wciąż młody wiek generacji Z, która nie dysponuje jeszcze funduszami oraz wystarczającą wiedzą. Interesującym jest fakt, że jeśli chodzi o wiedzę, to zdecydowanie jest

na nią popyt po stronie generacji Z, co może w przyszłości wpłynąć na zmianę wyników.

## Podsumowanie

Badanie pilotażowe, przeprowadzone przez Autora, pozwoliło nakreślić zachowania inwestycyjne generacji Z. Pokazało, czym kierują się podczas podejmowania decyzji oraz jakie instrumenty najchętniej wybierają do swojego portfolio. Badanie z jednej strony potwierdziło wyniki wcześniejszych badań, spotykanych w literaturze przedmiotu, dodatkowo jednak pokazało, że nie wszystkie zachowania i tendencje tej generacji da się przewidzieć. Dzięki badaniu można skonkretyzować także największe przeszkody, które napotykają potencjalni inwestorzy. Znając na przykład problem braków w wiedzy, a także chęci młodego pokolenia do ich uzupełniania można podjąć działania zapobiegające temu problemowi w przyszłości. Niemniej jednak temat zachowań inwestycyjnych generacji Z wciąż pozostaje w dużej mierze niezbadany, a niniejszy artykuł jedynie w pewnym stopniu odkrywa jego tajemnice, niejako wskazując drogę, którą zdecydowanie warto podążać, aby kolejna po „*Millenialsach*” generacja stała się tą najlepiej przebadaną, a dzięki temu rozumianą.

## Źródła internetowe:

- [1] <https://biznes.newseria.pl/news/w-czasie-pandemii-coraz,p1704084730> (Dostęp: 19.08.21)
- [2] <https://interviewme.pl/blog/pokolenie-z> (Dostęp: 19.08.21)
- [3] <https://comparic.pl/banki-centralne-nieumyslne-promuja-bitcoina-zauwazamorgan-stanley/> (Dostęp: 19.08.21)
- [4] <https://bossa.pl/edukacja/rynek-i-inwestycje/instrumenty-finansowe> (Dostęp: 19.08.21)
- [5] <https://www.worldsfirststockexchange.com/book-the-worlds-first-stock-exchange/> (Dostęp: 21.08.21)
- [6] <https://www.parkiet.com/Gospodarka---Swiat/309159897-Jak-rozne-pokolenia-inwestuja-swoje-pieniadze.html> (Dostęp: 24.08.21)
- [7] <https://tokeneo.com/pl/w-co-inwestuje-pokolenie-milenialsow/> (Dostęp: 19.08.21)
- [8] <https://pl.tradingview.com/chart/?symbol=CRYPTOCAP%3ATOTAL> (Dostęp 30.08.21)
- [9] <https://www.forbes.com/sites/roberthart/2021/07/13/british-police-seize-250-million-of-cryptocurrency-in-international-money-laundering-crackdown/?sh=2fecde8e3c18> (Dostęp: 31.08.21)
- [10] <https://pl.tradingview.com/chart/?symbol=BTC> (Dostęp 30.08.21)
- [11] <https://www.cnbc.com/video/2020/02/24/warren-buffett-i-dont-own-any-cryptocurrency-and-i-never-will.html> (Dostęp: 16.08.21)
- [12] [https://www.knf.gov.pl/knf/pl/komponenty/img/Ostrzezenie\\_UKNF\\_o\\_ryzykach\\_zwiazanych\\_z\\_nabywaniem\\_oraz\\_z\\_obrotem\\_kryptoaktywami\\_72241.pdf](https://www.knf.gov.pl/knf/pl/komponenty/img/Ostrzezenie_UKNF_o_ryzykach_zwiazanych_z_nabywaniem_oraz_z_obrotem_kryptoaktywami_72241.pdf) (Dostęp: 13.08.21)
- [13] <https://www.investopedia.com/articles/07/history-real-estate.asp> (Dostęp: 19.08.21)
- [14] <https://www.shermanbridge.com/blog/history-of-real-estate-investing/> (Dostęp: 17.08.21)
- [15] [https://pl.wikipedia.org/wiki/Kryzys\\_finansowy\\_\(2007%E2%80%932009\)#cite\\_ref-2](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kryzys_finansowy_(2007%E2%80%932009)#cite_ref-2) (Dostęp: 19.08.21)
- [16] <https://businessinsider.com.pl/finanse/makroekonomia/stopy-procentowe-lipiec-2021-rada-polityki-pienieznej-podjela-decyzje/86gfptw> (Dostęp: 19.08.21)



- [17] <https://www.money.pl/gospodarka/po-koronakryzysie-czeka-nas-kolejny-borys-obawia-sie-zalamania-rynkunieruchomosci-6650556656438176a.html> (Dostęp: 19.08.21)
- [18] <https://www.logo24.pl/Logo24/7,110986,25629210,buty-z-powrotu-do-przyszloscimoga-byc-twoje-za-cene-dobrego.html?disableRedirects=true> (Dostęp: 19.08.21)

Notka o Autorze: Student II roku studiów I stopnia kierunku Międzynarodowe Stosunki Gospodarcze (specjalność finanse międzynarodowe i bankowość) na Wydziale Ekonomicznym Uniwersytetu Gdańskiego. W roku 2020 został zakwalifikowany do programu tutoringowego MNiSW „Mistrzowie Dydaktyki”. W kręgu jego zainteresowań znajdują się finanse przedsiębiorstw międzynarodowych, inwestycje oraz języki obce, głównie angielski oraz hiszpański. Prywatnie interesuje się baseballlem, sportami walki i podróżami.

## How does the decrease in the number of tourists as a result of Covid-19 affect the tourism sector in Italy?

Kinga Stolczyk

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii  
E-mail: k.stolczyk.178@studms.ug.edu.pl*

tutor: dr Julia Ziólkowska

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii,  
Zakład Gospodarki Przestrzennej*

*Słowa kluczowe: Covid-19, tourism, Italy*

The purpose of this article is to discuss how the decrease in the number of tourists as a result of Covid-19 affects the situation of residents of popular tourism destinations in Italy. To show how great the impact is, it is important to compare quantitative and qualitative data. These statistics complement each other. As well as examined statistical numbers from *istat.it* and analysed public opinion, including residents, government and media. Also, EUROSTAT data was research. It is important to understand the changes in tourism. What is the current state of the tourism industry? What about residents of popular destinations? This study is about Italy because it is a country for which tourism plays an important role.

It has been proven that tourism is a valuable economic pillar of the Italian economy, in this case Italy suffered one of the largest losses in Europe. It is fair to say that Covid-19 had an influence on Italian

tourism sector. However, it is important to evaluate how great the extent of Covid-19 is and how are the residents affected.

Mass tourism before Covid-19 was one of the fastest developing sectors of the economy. People earned more money, so they spend it for vacations, and they travelled a lot. Also, travels were easily available because travel agencies offered package holidays, which included the cost of accommodation, travel and food. In addition, plane tickets were affordable, allowing tourists to visit a lot of different places. Accommodation and gastronomy were profitable businesses, so there was a lot of new places to stay or to eat. Countries were investing in new infrastructure, in consequence the number of seasonal workers permanently increased. Figure 1 presents the scale of employment in accommodation and food service activities in 2017. Italy, Spain, Germany, and France are the countries, for which employment in accommodation and food service activities was particularly important.

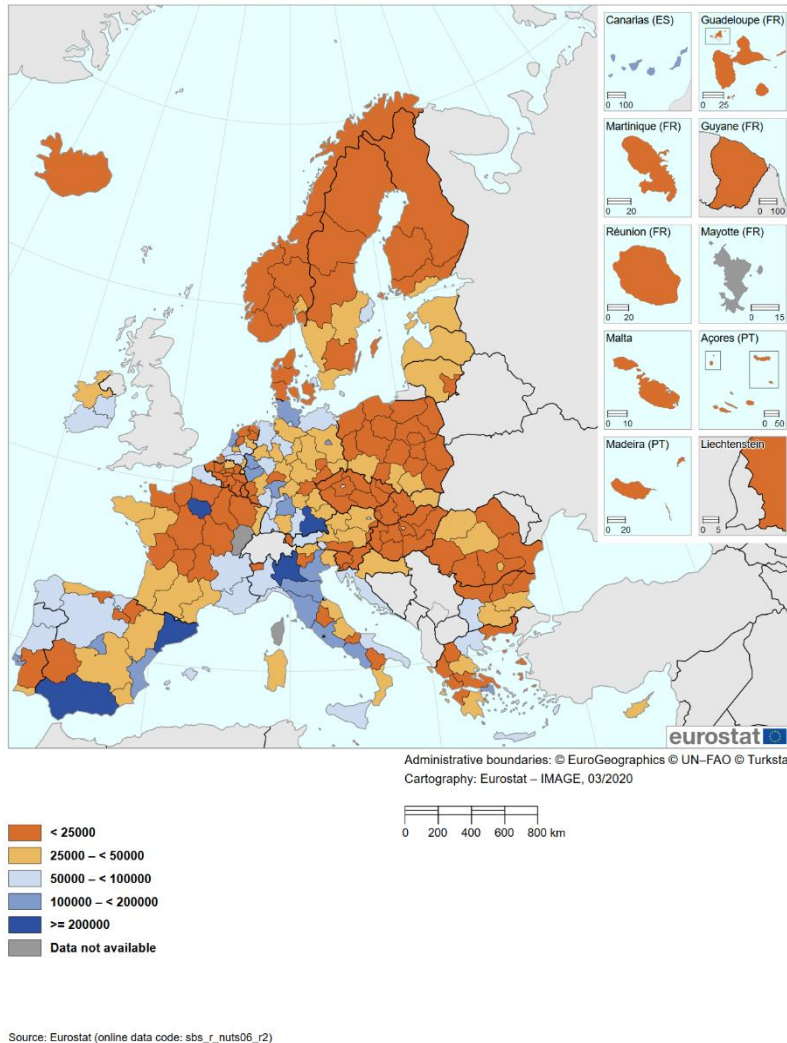


Fig. 1. Employment in accommodation and food service activities in 2017 (EUROSTAT)

Tourism is one of the main sectors of Italian economy, therefore figures should be provided to show the significance of the impact of Covid-19 on tourism. The virus has an influence on different sectors of tourism, including public transport and gastronomy. Italy imposed restrictions during the lockdown. Restaurants, bars and hotels were closed. Italians could not leave their homes and visit family. Public transport was restricted, only people with valid reason could travel. Moreover, foreign travellers were required to have a valid reason for entry and a relevant document. All statistics originate from Istituto Nazionale di Statisti-

ca - Italian National Institute of Statistics. If Covid-19 had not occurred, in March-May 2020 quarter, Italy might have had 81 million visitors, which represents only 18.5% of the average annual total. Moreover, there is 23% of the annual total of foreign visitors and there is 20.3% of the annual total of stays in hotel facilities. Furthermore, there would be 9.4 billion euros expenditure by foreign tourists. Annual expenditure by foreign tourist would be about 21.4% and 16% annual expenditure by Italian tourists. With regards to hospitality and tourism industry in 2017 there was 52.164 enterprises. Turnover was about 25.6 billion euros. More than

# Tutoring Gedanensis

that value added was 11,4 billion euros. In 2017, in Italy, there was 282,6 thousand of employees and 220 thousand of workers in

the tourism sector (istat.it). Figure 2 summarizes those number.



Fig. 2. The impact of Covid-19 on Tourism in Italy (istat.it)

Public opinion, such as residents, government and media is significant to understand changes occurring in tourism. This study analysed specific websites related to the title topic. Statements are taken from unwto.org, revenue-hub.com, cor.europa.eu, business-standard.com, thelocal.it and phocuswire.com. It was hard to find statements about employment in tourism-related activities. However, Vittorio Messina, National President of Assoturismo - Italian Tourism Federation, said (cor.europa.eu): "In recent history Italian tourism has never experienced a crisis like this. It is the darkest moment." This opinion proves that the situation is serious. Moreover, Luca Patane, president of Confiturismo - a unitary expression of the national organizations representing the tourism businesses and professions belonging to Confcommercio Imprese per l'Italia (the coordination association struc-

ture for the tourism sector promoted by the Confederation), said in a statement regarding March 2020: "At the end of March we hypothesized that the tourism sector would lose 100 billion euros this year and at the time it seemed like an excessively dramatic vision." To addition Gloria Guevara, President & CEO of WTTC (World Travel & Tourism Council) told: "The situation could have been far worse if it were not for the government's Cassa Integrazione Ordinaria scheme, which supported up to 80 percent of a worker's salary and kept many people in their jobs whilst the Travel & Tourism sector continued to suffer." Further Secretary-General of the UNWTO (United Nations World Tourism Organization) Zurab Pololikashvili said: "Italy is a world tourism leader, a strong ally of UNWTO and committed to making tourism a pillar of sustainable economic development. We must build on the

determination and solidarity that characterized our joint response to the crisis to grow back stronger and better with sustainability and innovation among our most important guiding principles." In addition, Maria Giovanna Argiolas, Customer Success expert at RevenueHub thinks: "...Covid-19 took a nonetheless heavy toll on the national economic system, and particularly on the tourism sector and all of its associated activities." Giancarlo Carniani, which manages a small hotel company, in an interview for PhocusWire said that he earned less money during virus, but it is enough to survive. Moreover, all of his employees kept their jobs. One of the readers of the article said: 'This crisis is a once in a lifetime opportunity for the industry if Hoteliers, Activity Providers, In-Destination Tour Operators, and entire Destinations see the current situation as a unique opportunity to come out of the crisis and restart their business much better off than they have entered into this crisis.' To sum up, this citation of commenter includes everything: "Nothing will be the same as it was before."

In summary, no one doubts that Covid-19 affect the situation of residents of popular destinations in Italy. Italian economy lost a lot of visitors and in consequence money. Overall, all opinions agree that virus is an opportunity to change the tourism industry. I agree with that. In my opinion, virus was a wake-up call to change the way how to manage tourism. For that reason, tourism should be based on sustainable development and innovation.

## Źródła internetowe:

assoturismo.it  
business-standard.com  
confcommercio.it  
confturismo.it  
cor.europa.eu  
ec.europa.eu/eurostat  
istat.it  
phocuswire.com  
revenue-hub.com  
thelocal.it  
unwto.org  
wtcc.org

Notka o Autorce: Kinga Stolczyk jest studentką I roku magisterskich studiów uzupełniających na kierunku geografia społeczno-ekonomiczna z elementami GIS. Interesuje się szeroko pojętą ludnością, turystyką, ochroną środowiska oraz odnawialnymi źródłami energii.

