

# Uczelnia otwarta na innowacje

Związek nauki z biznesem jest korzystny zarówno dla uczelni czy instytutów badawczych, jak i dla nowoczesnych przedsiębiorstw, które odważnie stają do konkurencji o najbardziej innowacyjne inwestycje badawcze. Nie będzie przesadą stwierdzenie, że taka współpraca może pomóc w rozwiązaniu niektórych największych problemów społecznych, a dzięki temu nierzadko ma szansę podnieść poziom życia milionów ludzi na całym świecie. Poniżej przedstawiamy przełomowe odkrycia naukowe z różnych dziedzin nauki, będące udziałem sześciu zespołów badawczych z Uniwersytetu Gdańskiego. Nad każdym z tych odkryć opiekę roztoczyło uniwersyteckie Centrum Transferu Technologii, które nadzoruje transfer wiedzy ze środowiska akademickiego do otoczenia biznesowego i społecznego



Inwestycje w nowoczesne laboratoria i kosztowną aparaturę badawczą nie są gwarancją sukcesu. Do jego osiągnięcia niezbędne są jeszcze kompetencje naukowe, specjalistyczna wiedza dotycząca komercjalizacji i marketingu naukowego oraz motywacja naukowców do podejmowania współpracy badawczo-rozwojowej z przemysłem. To m.in. tym zajmują się brokerzy innowacji zatrudnieni w Centrum Transferu Technologii UG, którzy współpracują z naukowcami chcącymi wejść do świata biznesu.

Aktualnie CTT współpracuje w ramach Inkubatora Innowacyjności z 10 zespołami projektowymi. Część z nich zaprezentowana została 10 marca br. na konferencji „Uczelnia otwarta na innowacje” będącej podsumowaniem programu Inkubator Innowacyjności 4.0. Program realizowany jest przez konsorcjum, w którego skład wchodzi: Centrum Transferu Technologii GUMed – lider projektu – oraz partnerzy: Centrum Transferu Technologii UG i Centrum Innowacji Medycznych – spółka celowa GUMed. Poniżej opisujemy sześć innowacyjnych odkryć, których dokonano na naszej uczelni, a które zaprezentowane zostały na wspomnianym wydarzeniu.

## BEZPIECZNE SYMETRYCZNE KLUCZE KRYPTOGRAFICZNE I KLUCZE LOSOWE

Fizyka i informatyka kwantowa w powszechnym rozumieniu to dość hermetyczne dziedziny nauki. Ta ostatnia jest najnowszym odłamem mechaniki kwantowej, stosuje się w niej teorię kwantową do rozwiązywania problemów w przetwarzaniu informacji. Informatyką kwantową zajmuje się dr hab. Marcin Pawłowski, prof. UG, kierownik Zespołu Kwantowego Cyberbezpieczeństwa

w Międzynarodowym Centrum Teorii Technologii Kwantowych na Uniwersytecie Gdańskim. Profesor specjalizuje się przede wszystkim w kryptografii, gałęzi wiedzy zajmującej się zabezpieczeniem informacji przed niepowołanym dostępem. Podczas konferencji „Uczelnia otwarta na innowacje” zaprezentował projekt o nazwie „System do generacji symetrycznego klucza kryptograficznego lub liczb losowych przy niskoefektywnych detektorach fotonów”, nad którym na UG pracują też mgr Giuseppe Viola i dr Anubhav Chaturvedi.

Profesor Pawłowski, jak sam mówi, zainteresował się systemami kryptograficznymi w dość nietypowy sposób, mianowicie dzięki rozwiązywaniu problemów i zagadek, które zawsze uwielbiał. Wspomina, że kiedy kończył studia magisterskie, kryptografia kwantowa zaczęła nabierać tempa. Nagle było dużo problemów do rozwiązania i nie pojawiały się one w fizyce wysokich energii, gdzie wszystkie proste kwestie są rozwiązane od dawna, a aby rozwiązać nową, należało pracować nad nią kilka lat. Profesor miał wtedy do czynienia z problemami przypominającymi zagadki. Niczym detektyw – świetnie się przy tym bawiąc – rozwiązywał je w ciągu trzech tygodni. Zrozumiał wtedy, że chce się tym zajmować na większą skalę. W momencie, kiedy rozpoczynał swoją karierę na początku 2000 roku, wiele osób nie wierzyło, że taka praca będzie do czegośkolwiek przydatna. Profesor Pawłowski przyznaje jednak, że mniej interesowała go sama przydatność, a bardziej – możliwość rozwiązywania problemów matematycznych. W pewnym momencie swojej pracy, obserwując ludzi, którzy zajmują się doświadczeniami naukowymi i chcą przeprowadzić jakiś wyjątkowo

trudny eksperyment ze złożonym modelem teoretycznym, zaczął się zastanawiać, jak im pomóc rozwiązać dany problem za pomocą prostego urządzenia. Tak rozpoczęło się jego zainteresowanie kwantową kryptografią. Zaczął pracować nad urządzeniem, które docelowo może obsługiwać każdy człowiek, a które pomoże w efektywny sposób zapewnić najwyższy poziom bezpieczeństwa przeciw cyberatakami.

– *Matematyczna definicja bezpieczeństwa mówi, że najważniejszym poziomem bezpieczeństwa, który można wymarzyć, jest kryptografia niezależna od urządzeń* – tłumaczy prof. Pawłowski. – *W tej kryptografii chodzi o to, że bezpieczeństwo klucza ustalone jest wyłącznie na podstawie danych wejściowych i wyjściowych. Jeśli więc ktoś je zhakuje, uszkodzi to, póki te dane będą na to wskazywać, to klucz i tak będzie bezpieczny. Jednak te urządzenia są często drogie i tak skomplikowane, że w najlepszych eksperymentach klucz kryptograficzny jest wysyłany na kilkaset metrów. Wysłanie jednego bita klucza zajmuje ponad godzinę. Nasz pomysł jest taki, aby to urządzenie tak uprościć, że najbezpieczniejsza wersja kryptografii kwantowej będzie dostępna dla każdego. Mamy pomysł na technologiczne rozwiązanie, aby kryptografia kwantowa niezależna od urządzeń, w których będzie wykorzystywana, była równie prosta jak ta klasyczna. To oznacza możliwość wykorzystywania takiej technologii na poziomie nawet małych i średnich przedsiębiorstw, które muszą się komunikować na ogromne odległości. Mowa oczywiście o systemie do dystrybucji klucza kryptograficznego, który jest naszym najnowszym wynalazkiem* – opowiada prof. Pawłowski.



By urządzenie to dobrze działało, potrzebuje liczb losowych. To jest dobry moment, aby wspomnieć, że zanim prof. Pawłowski zaczął zajmować się systemem do dystrybucji klucza, pracował nad kwantowym generatorem liczb losowych. Każdy SMS wysyłany z jednego telefonu komórkowego do drugiego jest zaszyfrowany klasycznie. Wiele agencji wywiadowczych wykorzystuje problemy w generacji liczb losowych do podsłuchiwania komunikacji. W tym miejscu warto dodać, że według ustaleń NATO każde urządzenie, które przetwarza, przechowuje lub przesyła ściśle tajne informacje, musi mieć właśnie specjalny generator liczb losowych, będący osobnym, niesamowicie dopracowanym urządzeniem. Zespół prof. Pawłowskiego taki generator stworzył. Urządzenie zostało objęte międzynarodowym zgłoszeniem patentowym i sprzedane chilijskiej firmie Lotería de Concepción, która jest odpowiednikiem polskiego Totalizatora Sportowego. Właścicielami są oczywiście Uniwersytet Gdański i chilijski Universidad de Concepción. Polska strona zajmowała się urządzeniem od strony teoretycznej, a chilijska, pod kierownictwem Gustavo Limy, od strony praktycznej. Lotería de Concepción zainwestowała w firmę SeQure SpA budującą prototyp i ostatecznie kupiła urządzenie do stosowania w grach losowych.

Nad systemem symetrycznego klucza pracuje spółka spin off Uniwersytetu Gdańskiego QCG, która powstała rok temu. Jej celem jest również świadczenie kompleksowych usług z dziedziny nowoczesnej kryptografii. – *W ramach tej spółki skupiamy się również na infrastrukturze krytycznej* – opowiada prof. Pawłowski. – *Nasze urządzenie może zabezpieczyć*

*elektronie przed atakami hakerskimi. Rozmawiamy z firmami energetycznymi o zabezpieczeniu elektronu. To zresztą się dzieje teraz, kiedy mamy wzmożoną liczbę ataków cybernetycznych z Rosji. Nie jest tajemnicą, że Putin z pewnością bardzo by się ucieszył, gdyby udało mu się wyłączyć prąd w całej Polsce. Dzięki nam zwykły człowiek zawsze będzie miał prąd. Na razie nie będzie miał takiego zabezpieczającego urządzenia w domu, ale nasze działania będą zabezpieczały jego prąd, sieć komórkową, dostawy wody i gazu. To bezcenne bezpieczeństwo, które jesteśmy w stanie zapewnić wielu ludziom.*

Profesor podkreśla też, że być może za kilka lat domowe routery, które zapewniają nam internet, będą połączone z jakimś centrum kryptografii kwantowej i cała nasza sieć domowa będzie zabezpieczona kwantowymi generatorami liczb losowych. To ponoć naprawdą niedaleka przyszłość. Pierwsze kwantowe generatory liczb losowych są zamontowane w telefonie Samsung Galaxy Quantum. Wciąż są one jednak bardzo proste i mało bezpieczne. To jednak zmieniać się będzie tak szybko, jak prędko rozwija się świat nowych technologii. System dystrybucji klucza opracowany przez zespół prof. Marcina Pawłowskiego jest zdecydowanie bardziej zaawansowanym i bezpieczniejszym rozwiązaniem. Warto w tym miejscu nadmienić, że w maju zeszłego roku prezydent Joe Biden ogłosił tzw. roadmapę przechodzenia amerykańskich agencji na kryptografię zabezpieczoną przed komputerami kwantowymi, czyli taką, jaką zajmuje się właśnie zespół prof. Pawłowskiego.

Obecnie prof. Pawłowski złożył dwa niezależne wnioski patentowe na dwie wersje takiego urządzenia. Razem z zespołem

napisał artykuł naukowy będący wynikiem badań nad systemem dystrybucji klucza. Tekst wysłał do czasopisma „Nature Communications” i czeka na decyzję o publikacji. Trwają również prace nad ulepszeniem urządzenia tak, aby wysłać klucz kryptograficzny na jeszcze większą odległość z większą prędkością bez szumów i zakłóceń. Zbierane są fundusze na budowę prototypu.

– *Działalność naukowa bardzo pomaga w biznesie* – podkreśla prof. Pawłowski. – *Prawda jest taka, że to tak zaawansowana dziedzina, że nikt, kto nie jest naukowcem, nie jest w stanie w niej pomóc. My – nieskromnie powiem – jesteśmy jednymi z najlepszych na świecie naukowców zajmujących się kryptografią kwantową. Międzynarodowe Centrum Teorii Technologii Kwantowych UG coraz częściej wymieniane jest jako najlepszy tego typu ośrodek na świecie. Mamy siedemdziesięciu pracowników naukowych, doktorantów, doktorów, profesorów, którzy pracują nad wszystkimi aspektami informacji kwantowej. Gdańsk wiezie prym w tym względzie. W latach dziewięćdziesiątych, kiedy na całym świecie zajmowało się tą dziedziną może trzydziestu naukowców, na Uniwersytecie Gdańskim znajdowało się kilka osób z tego zestawienia. To profesor Marek Żukowski, profesor Ryszard Horodecki, a później także synowie profesora Horodeckiego – Michał i Paweł. Na początku nie rozumiano tej dziedziny. Tymczasem w 2022 roku Nagroda Nobla w dziedzinie fizyki trafiła do Alaina Aspecta, Johna F. Clausera i Antona Zeilingera, którzy otrzymali ją między innymi za pionierską informatykę kwantową. Wspomniani przeze mnie gdańscy naukowcy również wnieśli wielki wkład w rozwój tej dziedziny*



Zespół pracujący przy projekcie „System do generacji symetrycznego klucza kryptograficznego lub liczb losowych przy niskofektywnych detektorach fotonów”. Od lewej: mgr Giuseppe Viola, dr hab. Marcin Pawłowski, prof. UG (kierownik projektu), dr Anubhav Chaturvedi

Fot. Alan Stocki

*i pozostali w Gdańsku, chociaż każdy światowy ośrodek przyjąłby ich z otwartymi ramionami. Ściągnęli tu znakomitych naukowców, którzy rozwijali tę dziedzinę nauki i sprawili, że w Gdańsku powstała jedna z największych grup teoretyków z zakresu informatyki kwantowej. Jestem doktorantem profesora Marka Żukowskiego, obecnie dyrektora Międzynarodowego Centrum Teorii Technologii Kwantowych UG, jednej z nielicznych w Polsce międzynarodowych agend badawczych. Kieruję Zespołem Kwantowego Cyberbezpieczeństwa i nie przesadzę, jeśli powiem, że duża część najważniejszych wyników w informatyce kwantowej powstała właśnie na Uniwersytecie Gdańskim. Gdańsk wymieniany jest bowiem jako jedno z najdynamiczniej rozwijających się centrów informatyki*

*kwantowej na świecie* – opowiada prof. Pawłowski.

### WALKA Z WIRUSEM KLESZCZOWEGO ZAPALENIA MÓZGU

Wirus kleszczowego zapalenia mózgu należy do rodziny flawiwirusów. Zaliczają się do niej jeszcze – równie szkodliwe dla ludzi – wirusy Zika, denga i zachodniego Nilu. Patogeny te przenoszone są na ludzi m.in. przez komary i kleszcze. Zespół dr hab. Eweliny Król, prof. UG, która kieruje Międzyuczelnianym Wydziałem Biotechnologii UG i GUMed, pracuje nad szczepionkami przeciwko wirusowi Zika i wirusowi kleszczowego zapalenia mózgu. Podczas konferencji „Uczelnie otwarte na innowacje” prof. Ewelina Król zaprezentowała dwa projekty:

„Opracowanie wydajnej metody oczyszczania rekombinowanych cząstek wirusopodobnych wirusa kleszczowego zapalenia mózgu stanowiących potencjalny antygen szczepionkowy do zapobiegania zakażeniom wirusem kleszczowego zapalenia mózgu” i „Rekombinowane cząstki wirusopodobne wirusa kleszczowego zapalenia mózgu oraz ich zastosowanie jako antygen szczepionkowy do zapobiegania zakażeniom wirusem kleszczowego zapalenia mózgu”. Kierownikiem pierwszego projektu była prof. Ewelina Król, a drugiego – prof. dr hab. Bogusław Szewczyk. Przy obu pracował podobny zespół, w którego składzie znaleźli się wymienieni kierownicy oraz mgr Marta Zimna i dr Gabriela Brzuska. Jak opowiada nam prof. Ewelina Król, pierwszym celem tych

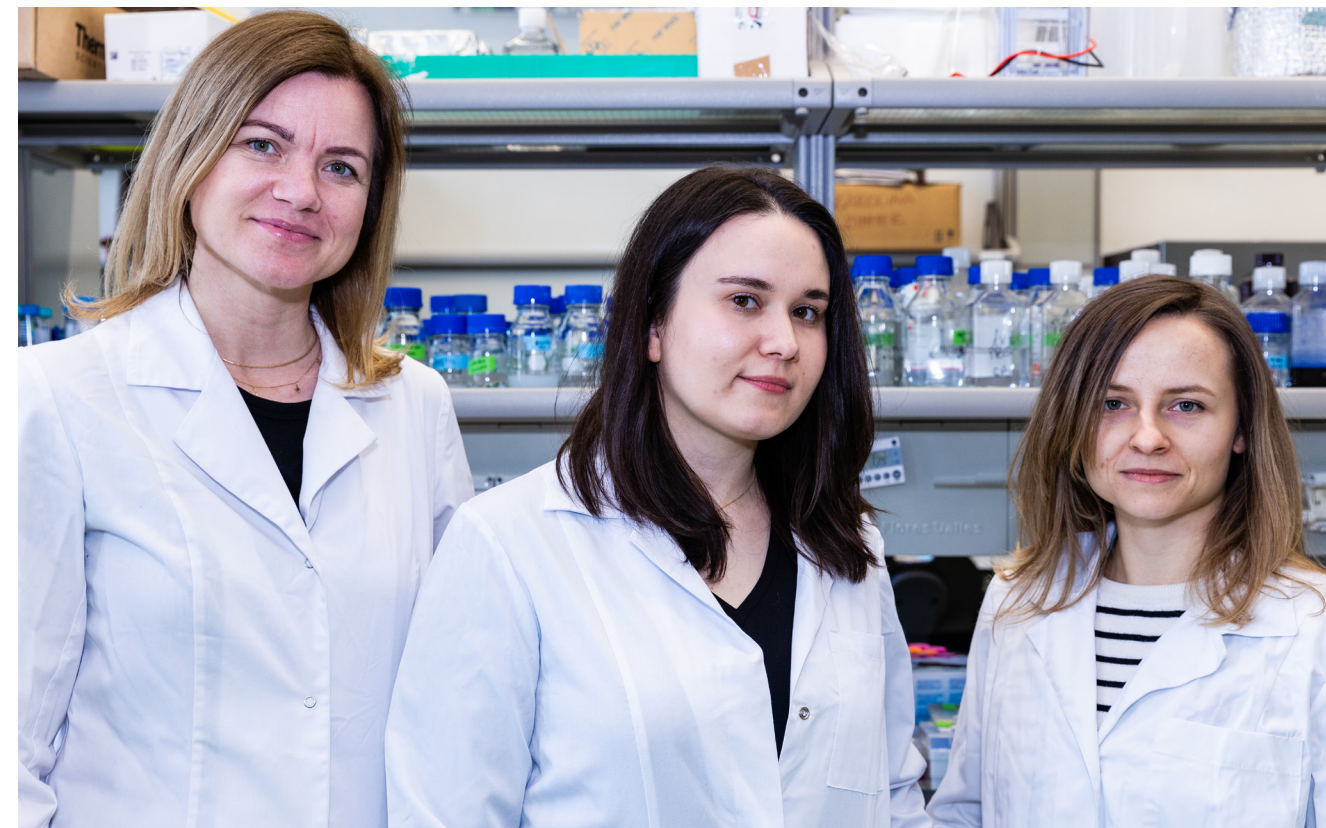


projektów jest skonstruowanie nowej i przede wszystkim bezpiecznej oraz taniej szczepionki opartej na cząstkach wirusopodobnych wirusa kleszczowego zapalenia mózgu. Szczepionki przeciw temu wirusowi są dostępne na naszym rynku. Problem jednak polega na tym, że wszystkie są drogie. Za trzy dawki trzeba zapłacić ponad 600 zł. Nie zapewnia to jednak ochrony na całe życie, konieczne jest przyjmowanie dawek przypominających. Tym samym odsetek ludzi, którzy postanawiają się szczepić, nie jest duży. Na dodatek wysoka cena tych szczepionek sprawia, że ludzie nie zdają sobie do końca sprawy ze szkodliwości zakażenia kleszczowym zapaleniem mózgu. W fazie neuroinfekcji może dojść do zapalenia ośrodkowego układu nerwowego, które może przebiegać jako zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych, zapalenie mózgu, zapalenie opon i mózgu, zapalenie mózgu i rdzenia kręgowego. U niektórych chorych mogą rozwinąć się powikłania utrudniające powrót do dawnego życia. Zespół, którego liderką jest prof. Król, chce wyprodukować szczepionkę, na którą dzięki niskiej cenie i skuteczności zdecyduje się więcej osób. W jej produkcji naukowcy nie korzystają z systemu komórek ssaczych ani owadzych, a ze znacznie tańszego systemu pierwotniaka *Leishmania tarentolae*. To pierwotniak, który nie infekuje ludzi. Dzięki niemu w łatwy sposób można wyprodukować dużą ilość cząstek wirusopodobnych, które posłużą jako antygen szczepionkowy. Cząstkę wirusopodobną możemy porównać do wydmuszki. To jakby cząstka wirusowa pozbawiona wnętrza, która zbudowana jest wyłącznie z powierzchniowych białek wirusowych, ale w środku nie ma wirusowego materiału genetycznego, co uniemożliwia

przeprowadzenie cyklu życiowego wirusa. Kiedy taka cząsteczka wirusopodobna dostaje się do organizmu ludzkiego lub zwierzęcego, układ immunologiczny rozpoznaje ją jako wirusa. Zaczynają się wtedy wytwarzać komórki układu immunologicznego oraz przeciwciała, które rozpoznają cząsteczki wirusopodobne i próbują je zneutralizować. Szczepienie polega więc na tym, że dostarcza się organizmowi bezpieczny bodziec, który zmusza organizm do produkcji przeciwciał służących do walki z infekcją. Organizm powinien w bezpiecznych warunkach nauczyć się rozpoznawać dane patogeny i walczyć z nimi. Tym samym, jeśli w przyszłości zdarzy się zakażenie, organizm ma gotowy arsenał do walki z wirusem. W dostępnej na rynku szczepionce przeciw kleszczowemu zapaleniu mózgu wykorzystywane są wirusy inaktywowane, czyli takie, które wystawiono na działanie zabójczych dla nich czynników (np. temperatury czy związków chemicznych). Warto podkreślić, że wirus jest produkowany i namnażany w hodowli komórek ssaczych. Takiego wirusa później się oczyszcza i właśnie inaktywuje, aby nie był zjadliwy, czyli aby po dostaniu się do naszego organizmu nie wywołał efektu chorobowego a efektu ochronny. – *Wirus kleszczowego zapalenia mózgu to patogen klasy trzeciej, co oznacza, że można z nim pracować wyłącznie w wysoko zabezpieczonym laboratorium hodowli wirusowych o wysokim poziomie bezpieczeństwa biologicznego BSL3* – opowiada prof. Ewelina Król. – *W takim laboratorium w specjalnej odzieży ochronnej pracuje przeszkolony zespół naukowców o specjalistycznej wiedzy. Do tej pory w Polsce znajdowało się kilka miejsc z takimi laboratoriami. Posiadają je Narodowy Instytut*

*Zdrowia Publicznego w Warszawie, Małopolskie Centrum Biotechnologii w Krakowie oraz dwa ośrodki w Puławach: Ośrodek Diagnostyki i Zwalczania Zagrożeń Biologicznych Wojskowego Instytutu Higieny i Epidemiologii oraz Państwowy Instytut Weterynaryjny. Od niedawna, dzięki staraniom profesor Krystyny Bieńkowskiej-Szewczyk, która uzyskała dofinansowanie z Ministerstwa Edukacji i Nauki, mamy je na Międzyuczelnianym Wydziale Biotechnologii UG i GUMed. Zmodernizowaliśmy istniejące laboratorium BSL2+ i przerobiliśmy je na laboratorium o jednym z najwyższych poziomów bezpieczeństwa BSL3+. To jedyne takie laboratorium w Polsce północnej i najnowocześniejsze laboratorium w kraju, które będzie umożliwiało pracę z różnymi wirusami, w tym z patogenami przenoszonymi drogą powietrzną. Niedługo właśnie tam będą kontynuowane prace nad wirusem kleszczowego zapalenia mózgu. Produkcja wirusa, którego potem trzeba inaktywować i oczyścić, jest procesem drogim i czasochłonnym. Niewątpliwie jednak potrzebny. Postępujące ocieplenie klimatu sprawiło, że choroby przenoszone przez kleszcze i komary łatwiej rozprzestrzeniają się na nowe terytory, a w przypadku kleszczy nie mówimy już o ich sezonowości, ponieważ są one aktywne niemal przez cały rok. Zakażeń wirusem kleszczowego zapalenia mózgu będzie więc coraz więcej – mówi.*

Dlatego obecnie badania skupiają się nad opracowaniem potencjalnego antygeny szczepionkowego z wykorzystaniem pierwotniakowego systemu ekspresyjnego. Sposób produkcji i oczyszczania cząstek w tym systemie jest dużo tańszy i łatwiejszy. Pożywka do hodowli komórek jest tu uboższa niż w systemie ssaczym.



Zespół pracujący przy projektach „Opracowanie wydajnej metody oczyszczania rekombinowanych cząstek wirusopodobnych wirusa kleszczowego zapalenia mózgu stanowiących potencjalny antygen szczepionkowy do zapobiegania zakażeniom wirusem kleszczowego zapalenia mózgu” i „Rekombinowane cząstki wirusopodobne wirusa kleszczowego zapalenia mózgu oraz ich zastosowanie jako antygen szczepionkowy do zapobiegania zakażeniom wirusem kleszczowego zapalenia mózgu”. Od lewej: dr hab. Ewelina Król, prof. UG (kierownik pierwszego projektu), mgr Marta Zimna, dr Gabriela Brzuska

Fot. Alan Stocki

Nie ma w niej zbyt wielu innych składników i łatwiej oddzielić pożądane cząstki. Niestety, aby uzyskać takie rekombinowane cząsteczki wirusopodobne, przeprowadzić ich dogłębną analizę oraz sprawdzić ich potencjał immunogeny na modelu zwierzęcym, potrzeba kilku lat żmudnych eksperymentów.

Drugim celem, który przyświeca omawianym badaniom, jest chęć opracowania taniej szczepionki weterynaryjnej. Obecnie nie ma takiej szczepionki na rynku, a zastosowanie szczepionki opartej na całym wirusie ma jedną wadę – nie da się rozróżnić, które zwierzęta były szczepione, a które

przeszły infekcje. Dlaczego powinno się szczepić zwierzęta takie jak owce, kozy, krowy? Ponieważ człowiek może się zarazić po spożyciu niepasteryzowanego mleka od takich zainfekowanych zwierząt.

Gdy mamy do czynienia ze szczepionką rekombinowaną opartą na jednym lub dwóch białkach wirusowych, możemy za pomocą testu badającego poziom przeciwciał sprawdzić, czy zwierzę było zaszczepione, czy zainfekowane. Jeśli zwierzę będzie miało przeciwciała skierowane przeciwko innemu białku niż to, które było użyte w szczepionce, oznacza to, że przeszło infekcję albo jest w jej trakcie.

– *Pierwszy projekt, który omawiałam, dotyczył zoptymalizowania metody oczyszczania cząstek wirusopodobnych z komórek pierwotniakowych – tłumaczy prof. Ewelina Król. – Na samym początku, gdy zaczęliśmy pracować z tymi cząstkami, używaliśmy metody ultrawirowania, dzięki której w ultrawirówce na dużych obrotach możliwy jest rozdział cząstek w roztworze i – tym samym – oczyszczanie wspomnianych cząstek wirusopodobnych. Jednak metoda ta zupełnie nie nadaje się do komercyjnego zastosowania. Raczej żadna firma nie byłaby nią zainteresowana. My w laboratorium możemy oczy-*



ścić cząstki z dziesięciu mililitrów badanego materiału, a potencjalnych inwestorów interesuje raczej oczyszczanie z hektolitrów hodowli. Tym samym w ramach pierwszego projektu, który był omawiany na konferencji, szukaliśmy metody oczyszczania cząstek wirusopodobnych na skalę przemysłową. Przy zastosowaniu różnych chromatografii udało nam się tego dokonać. Drugi projekt, który przedstawiałam, jest zbliżony tematycznie i dotyczy opracowania najskuteczniejszej metody formulacji tej potencjalnej szczepionki. Jeśli mówimy o szczepionce, mamy na myśli zarówno antygen, który produkujemy, jak i wszystko to, co jest dodatkiem do tego antygeny, a co ma pobudzić układ immunologiczny. Mowa o adiuwancie. Znajduje się on niemal w każdej szczepionce. W ramach tego drugiego projektu – już po zastosowaniu naszej metody oczyszczania – przetestowaliśmy różne adiuwanty, aby porównać odpowiedź immunologiczną w badaniach *in vivo*. Ponadto w ramach tego drugiego projektu badaliśmy także różny sposób podania tego antygeny. Każdy z adiuwantów działa inaczej w wyniku różnej drogi podania, która może być domięśniowa lub podskórna. Przeprowadzone badania z całą pewnością zwiększą potencjał preparatu do dalszego zastosowania w klinice.

#### ZDROWY MATERIAŁ SADZENIAKOWY – BULWY ZIEMNIAKA BEZ BAKTERII PEKTYNOLITYCZNYCH POWODUJĄCYCH MOKRĄ ZGNILIZNĘ

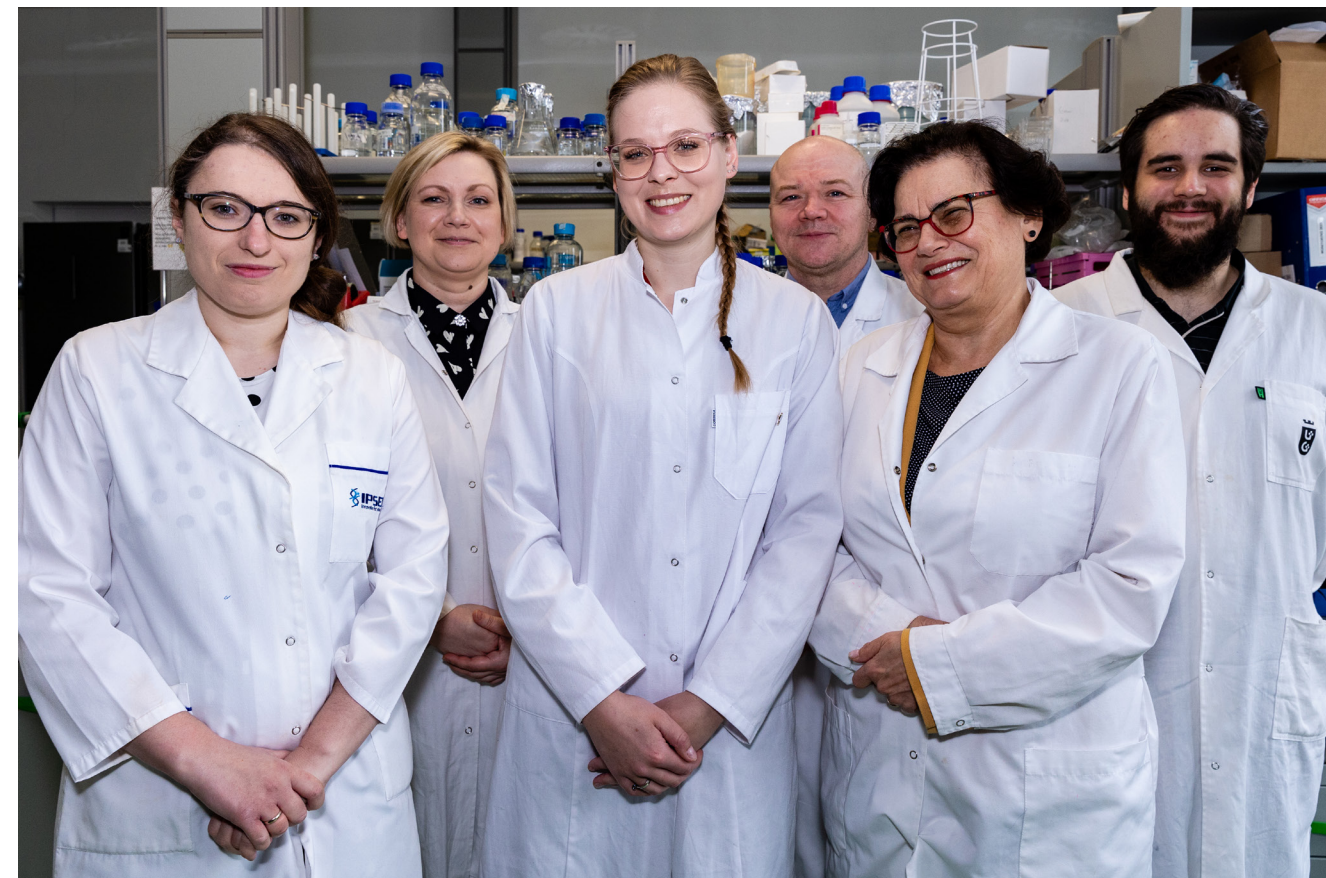
Jak skutecznie zapobiegać stratom plonów roślin uprawnych, zwłaszcza ziemniaków? Bardzo istotne jest ograniczenie strat powodowanych przez bakterie

powodujące choroby roślin. Tak w Polsce, jak i w całej Unii Europejskiej materiał siewny podlega kontroli sanitarnej, mającej na celu ograniczenie eksportu i importu materiału roślinnego zasiedlonego przez wirusy czy bakterie. W Polsce w przypadku badania materiału siewnego pod kątem patogenów kwarantannowych, czyli podlegających przymusowemu zwalczaniu, hodowcy ziemniaka współpracują z laboratoriami Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN) oraz laboratoriami specjalistycznymi, takimi jak Laboratorium Badawczo-Wdrożeniowe MWB UG i GUMed (LB-W MWB), kierowane przez prof. dr hab. Ewę Łojkowską, które wdrożyło System Zarządzania Jakością wg normy ISO 17025 oraz uzyskało w roku 2021 akredytację (ABI760) na prowadzone badania od Polskiego Centrum Akredytacji. Uzyskana akredytacja, czyli poświadczenie kompetencji oraz wysokiej rzetelności badawczej, jest efektem starań całego zespołu badaczy i badaczek z Zakładu Ochrony i Biotechnologii Roślin oraz Laboratorium Badawczo-Wdrożeniowego. Są to: dr Wojciech Śledź (kierownik ds. technicznych), dr Natalia Kaczyńska (kierownik ds. jakości), dr Agata Motyka-Pomagruk (zastępca kierownika ds. jakości) i mgr Weronika Babińska-Wensierska. Wymienieni badacze od wielu lat prowadzą prace badawczo-rozwojowe i usługowe z zakresu diagnostyki molekularnej bakteryjnych patogenów roślin. Badania były wykonywane na zlecenie polskich firm hodowlanych oraz PIORiN. Warto podkreślić, że LB-W MWB to pierwsze i jak dotąd jedyne w UG laboratorium posiadające nie tylko akredytowany System Zarządzania Jakością, ale również certyfikat Systemu Zarządzania

Środowiskowego wg ISO 14001. Pracownicy tej jednostki współpracują z wiodącymi ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą. W 2020 roku zespół pracowników uzyskał trzy decyzje o przyznaniu patentów na wynalazki opracowane w LB-W MWB.

Podczas konferencji „Uczelnie otwarte na innowacje” zespół zaprezentował dwa nowe projekty. Pierwszy, zaprezentowany przez dr Natalię Kaczyńską, to „Wykrywanie obecności bakterii pektynolitycznych z gatunku *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum*, *Pectobacterium atrosepticum* oraz rodzaju *Dickeya spp.* w materiale roślinnym metodą multiplex PCR – integracja z systemem ISO 14001:2015”. Kierownikiem tego projektu jest prof. dr hab. Ewa Łojkowska. Drugi projekt, zaprezentowany przez dr. Wojciecha Śledzia, to „Sposób przygotowania materiału roślinnego oraz sposób wykrywania i identyfikacji bakterii z gatunku *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum*, *Pectobacterium atrosepticum* oraz bakterii z rodzaju *Dickeya spp.*”. Rozszerzenie zakresu akredytacji laboratorium badawczo-wdrożeniowego MWB UG o analizy mikrobiologiczne wody zgodne z ISO 6222:2004, 7899 – 2:2000 oraz 9308 – 1:2014”. Oba projekty są ze sobą powiązane i chociaż oba mają długie i skomplikowane nazwy, dotyczą procedur i rozwiązań technicznych, które pozwalają na wykrywanie patogenów bakteryjnych w materiale siewnym, a tym samym – ograniczanie rozprzestrzeniania się chorób roślin, co w efekcie ma niebagatelny wpływ na funkcjonowanie tak producentów żywności, jak i całego społeczeństwa.

Pierwszy projekt dotyczył potwierdzenia proekologicznych działań LB-W MWB poprzez



Zespół pracujący przy projektach „Wykrywanie obecności bakterii pektynolitycznych z gatunku *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum*, *Pectobacterium atrosepticum* oraz rodzaju *Dickeya spp.* w materiale roślinnym metodą multiplex PCR – integracja z systemem ISO 14001:2015” i „Sposób przygotowania materiału roślinnego oraz sposób wykrywania i identyfikacji bakterii z gatunku *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum*, *Pectobacterium atrosepticum* oraz bakterii z rodzaju *Dickeya spp.*”. Rozszerzenie zakresu akredytacji laboratorium badawczo-wdrożeniowego MWB UG o analizy mikrobiologiczne wody zgodne z ISO 6222:2004, 7899 – 2:2000 oraz 9308 – 1:2014”. Od lewej: dr Agata Motyka-Pomagruk, dr Natalia Kaczyńska, mgr Weronika Babińska-Wensierska, dr inż. Wojciech Śledź (kierownik drugiego projektu), prof. dr hab. Ewa Łojkowska (kierownik pierwszego projektu), mgr Michał Prusiński

Fot. Alan Stocki

wdrożenie Systemu Zarządzania Środowiskowego zgodnego z ISO 14001 oraz poświadczenia skuteczności działań z tego obszaru poprzez uzyskanie certyfikacji dla tego systemu. Na mocy tego wdrożenia laboratorium uzyskało poświadczenie posiadanych kompetencji i tym samym wpisało się w program Zielony Uniwersytet na UG. Warto wspomnieć, że producenci z sektora przemysłu rolno-spożywczego często poszukują do współpracy partnerów, którzy posiadają certyfikaty

z tego zakresu.

Metoda multiplex PCR do wykrywania bakterii pektynolitycznych w materiale roślinnym została opracowana i opatentowana (Pat. 223540) przez zespół prof. Ewy Łojkowskiej, a dzięki jej wdrożeniu w LB-W MWB jest dostępna dla hodowców, eksporterów i importerów ziemniaka w formie usługi wykonywanej na zlecenie. Wykrywanie patogenów jest oparte na biologii molekularnej, gdyż w trakcie prowadzonej procedury (reakcji łańcuchowej polimerazy –

PCR) powielaniu ulegają charakterystyczne dla danego drobnoustroju fragmenty materiału genetycznego (DNA). Z uwagi na wykonywanie analizy typu multiplex pracownicy laboratorium mogą jednocześnie wykryć do trzech gatunków patogenów bakteryjnych w jednej analizie.

W ramach drugiego projektu realizowanego z funduszy Inkubatora Innowacyjności zespół LB-W MWB rozszerzył zakres wdrożonych w laboratorium metod o trzy procedury przeznaczo-



ne do testowania czystości mikrobiologicznej wody. Wspomniane procedury badawcze zostały opracowane na podstawie normy ISO, tak by zapewnić jak najwyższą jakość uzyskiwanych wyników.

Na rynku producentów żywności widać dużą potrzebę prowadzenia badań takich jak oferowane przez zespół LB-W MWB. Najlepszym przykładem są producenci ziemniaka, z którymi od lat współpracuje laboratorium.

– *Badamy bulwy ziemniaka, sadzeniaka pod kątem obecności bakterii pektynolitycznych przed ich eksportem lub sadzeniem w polu* – mówi dr Wojciech Śledź. – *W przypadku materiału wolnego od patogenu oprócz wyniku załączamy pismo poświadczające wykonanie badania i wykluczenie pod kątem występowania bakterii z rodzaju *Dickeya*. Dzięki otrzymanemu certyfikatowi producenci są pewni, że sprzedawany przez nich materiał jest wolny od tych patogenów. Tak jak wspomniałem, wydajemy certyfikaty od kilku lat i jak dotąd nie zdarzyło się, aby certyfikowany przez LB-W MWB materiał był źródłem infekcji.*

Bakterie pektynolityczne z rodziny Pectobacteriaceae, należące do rodzajów *Dickeya* i *Pectobacterium*, powodują choroby nazywane czarną nóżką i mokrą zgnilizną. Obie są przyczyną gnicia roślin, także ich części jadalnych. – *Czarna nóżka występuje na roślinach w trakcie wegetacji* – mówi dr Natalia Kaczyńska. – *Choroba ta występuje we wszystkich rejonach uprawy ziemniaka w Polsce. Jest wywołana przez bakterie należące do rodzaju *Pectobacterium*, głównie wspomniane w tematach projektów *Pectobacterium atrosepticum* i *Pectobacterium carotovorum*, a także bakterie gatunku *Dickeya solani*. Objawy wywołane przez*

*pierwszą grupę bakterii występują najczęściej w średniej temperaturze powietrza, a objawy wywołane przez drugą grupę – powyżej dwudziestu siedmiu stopni Celsjusza. Objawy chorobowe nasilają się wtedy, kiedy mamy do czynienia z dużą ilością opadów. Bakterie pektynolityczne są przyczyną poważnych strat ekonomicznych w światowym rolnictwie. Głównym źródłem takich infekcji są najczęściej zakażone sadzeniaki ziemniaka.*

– *Nasza działalność badawcza dotyczy głównie roślin i wykrywania bakteryjnych patogenów roślin, ale mamy też inne zlecenia* – podkreśla dr Śledź. – *Zdarza nam się wykrywać bakterie z gatunku *Escherichia coli* czy *Staphylococcus aureus* (gronkowiec złocisty). Rolnictwo to przecież i zwierzęta. W efekcie zajmujemy się też bakteriami, które powodują zmiany skórne u bydła albo koni. Tak naprawdę możemy zidentyfikować różnego rodzaju bakterie, wywołujące choroby roślin i zwierząt, dla których są opracowane specyficzne markery – startery do reakcji PCR. Zakres naszych badań jest szeroki.*

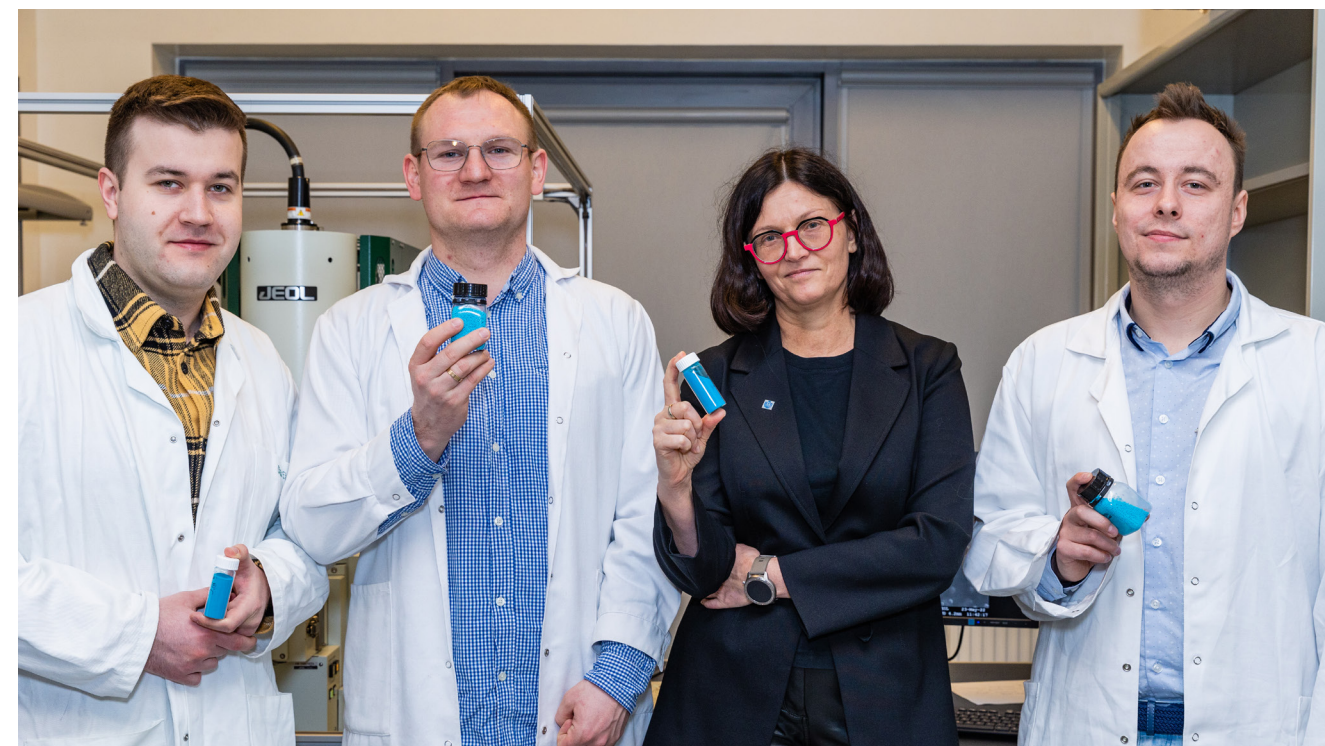
Dzięki wdrożeniu metody multiplex PCR, pozyskaniu certyfikacji dla Systemu Zarządzania Środowiskowego oraz rozszerzeniu oferty diagnostycznej o analizy mikrobiologiczne wody zespół LB-W MWB oferuje unikatowe portfolio badań, dostosowane do potrzeb rynkowych.

– *Ważnym aspektem w rozwoju naszego laboratorium jest fakt, że UG zależy na zwiększeniu oddziaływania na otoczenie społeczno-gospodarcze* – tłumaczy dr Motyka-Pomagruk. – *Wdrażanie kolejnych metod to jednocześnie rozszerzenie oferty LB-W MWB, którą staramy się dopasować do aktualnych potrzeb rynkowych. Naszym celem*

*jest zdobycie pozycji ośrodka referencyjno-badawczego dla firm komercyjnych; można to osiągnąć poprzez uzyskanie statusu organizatora badań biegłości. Oprócz wdrażania do naszej oferty procedur opartych na normach ISO skutecznie implementujemy rozwiązania oryginalne, opracowane i opatentowane przez nasz zespół, jak choćby metodę multiplex PCR do wykrywania infekcji bezobjawowych (latentnych) w materiale roślinnym różnego rodzaju.*

### INNOWACYJNE MATERIAŁY FUNKCJONALNE DO SEPARACJI CO<sub>2</sub>

Od kilkadziesiąt lat nieprzerwanie wzrasta emisja ditlenku węgla, będącego gazem cieplarnianym. Generowany jest on zarówno przez zakłady przemysłowe, jak i w procesach wytwarzania energii, w tym podczas spalania paliw w silnikach pojazdów. Konsekwencją wzrostu stężenia ditlenku węgla w atmosferze jest wzrost średniej temperatury naszej planety, co niesie ze sobą ogrom negatywnych konsekwencji, począwszy od zmian klimatycznych, których wciąż doświadczamy. Warto zaznaczyć, że zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery jest jednym z celów Unii Europejskiej. To właśnie w odpowiedzi na to wyzwanie zespół naukowców pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Adrian Zaleskiej-Medynskiej pracuje nad rozwiązaniem umożliwiającym separację ditlenku węgla ze strumieni gazu. Podczas konferencji „Uczelnie otwarte na innowacje” dr inż. Paweł Mazierski zaprezentował projekt zatytułowany „Innowacyjne materiały funkcjonalne do separacji CO<sub>2</sub>”, którego kierownikiem jest prof. Zaleska-Medynska. Do jej zespołu poza dr. inż. Pawłem Mazierskim należą jeszcze mgr inż. Daniel Górzyński



Zespół pracujący przy projekcie „Innowacyjne materiały funkcjonalne do separacji CO<sub>2</sub>”. Od lewej: mgr inż. Daniel Górzyński, dr inż. Paweł Mazierski, prof. dr hab. inż. Adriana Zaleska-Medynska (kierownik projektu), mgr Mateusz A. Baluk

Fot. Alan Stocki

oraz mgr Mateusz A. Baluk. Zespół chce opracować nowe, relatywnie tanie materiały, które umożliwią ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery. To kolejny wynalazek mający służyć społeczeństwu. – *Badania dotyczą otrzymywania materiałów hybrydowych, które składają się z porowatych polimerów koordynacyjnych – z angielskiego metal-organic frameworks – impregnowanych cieczami jonowymi* – tłumaczy dr Mazierski. – *Nowatorski charakter rozwiązania opiera się na opracowaniu metody produkcji tych materiałów w postaci granulatu w ułamkowo-technicznej skali. Taka forma materiału jest łatwa do zastosowania w przemyśle, na przykład jako złoża kolumn sorpcyjnych służących do oczyszczania spalin czy biogazu. Aby uzyskać taki materiał o wysokiej pojemności sorpcyjnej, należy odpowiednio*

*dobrac stosunek wagowy między cieczami jonowymi a szkieletami metaloorganicznymi. Ponadto należy dopasować odpowiednie środki wiążące, stosowane w procesie granulacji. Ważne jest, aby dobrać odpowiedni rodzaj cieczy i zastosować jej konkretną ilość oraz sposób osadzenia na powierzchni materiałów porowatych. Otrzymanie hybrydowych materiałów w postaci granulatu wymaga przejścia od syntezy materiału w skali laboratoryjnej, która ma wydajność od kilku miligramów do grama, do produkcji w skali ułamkowo-technicznej, której wydajność wynosi kilkanaście gramów. Wymaga to doboru odpowiednich urządzeń oraz optymalizacji warunków prowadzenia procesu w celu obniżenia kosztów produkcji.*

Największym wyzwaniem było opracowanie metody połączenia

dwóch typów substancji, tj. porowatych polimerów koordynacyjnych oraz cieczy jonowych, w jeden materiał kompozytowy, tak aby jego zdolność do pochłaniania CO<sub>2</sub> była wyższa niż zdolność pojedynczych składowych.

– *Jesteśmy na etapie końcowego testowania i optymalizacji uzyskanego produktu, a nasz materiał jest otrzymany w postaci wspomnianego granulatu z wcześniej założonymi parametrami sorpcyjnymi* – mówi dr Mazierski. – *Ostatnim etapem będzie przygotowanie zgłoszenia patentowego dla naszego rozwiązania. Należy jednak podkreślić, że do wdrożenia uzyskanych wyników jest jeszcze długa droga. Po znalezieniu partnera przemysłowego planujemy dalsze podnoszenie gotowości technologicznej naszego rozwiązania, między innymi poprzez zwiększenie skali procesu*



otrzymywania granulatu lub pelletu, budowę instalacji pilotażowej oraz przeprowadzenie badań separacji ditlenku węgla w warunkach rzeczywistych. Doktor Mazierski podkreśla, że realizacja tych działań oraz uzyskanie dal- szego znaczącego finansowania wymagać będzie kilku następ- nych lat pracy.

### ROŚLINY Z GATUNKU *DROSERA GIGANTEA* W PRZEMYŚLE FARMACEUTYCZNYM I KOSMETYCZNYM

Rośliny zawsze stanowiły dla czło- wieka źródło wielu cennych sub- stancji. Coraz bardziej rozwinięte metody współczesnej biotech- nologii połączone z technikami inżynierii genetycznej potrafią zdziałać cuda. Zwiększa się wy- dajność i zakres pozyskiwanych z roślin związków biologicznie czynnych oraz liczba wykorzysta- nych gatunków roślin. Wiele z tych związków reprezentuje grupę metabolitów wtórnych pomocnych w farmakologii do praktycznego zastosowania w te- rapii schorzeń o podłożu nowo- tworowym, wirusowym i innym. Między innymi o tym opowiadała podczas konferencji dr hab. inż. Aleksandra Królicka, prof. UG. Te- mat jej prezentacji brzmiał: „Opty- malizacja powiększania skali wy- twarzania metabolitów wtórnych o aktywnościach przeciwdrobnou- strojowych w bioreaktorach za- lewowych Plantform przez rośliny z gatunku *Drosera gigantea* do zastosowania w przemyśle far- maceutycznym i kosmetycznym”. Zespół badawczy, w skład którego wchodzi: dr Marta Krychowiak- Maśnicka, dr inż. Agata Woźniak- Pawlikowska oraz mgr Michał Rzeszotarski, prowadzi badania obejmujące tematykę z zakresu wytwarzania związków biologicz- nie czynnych w roślinnych kultu-

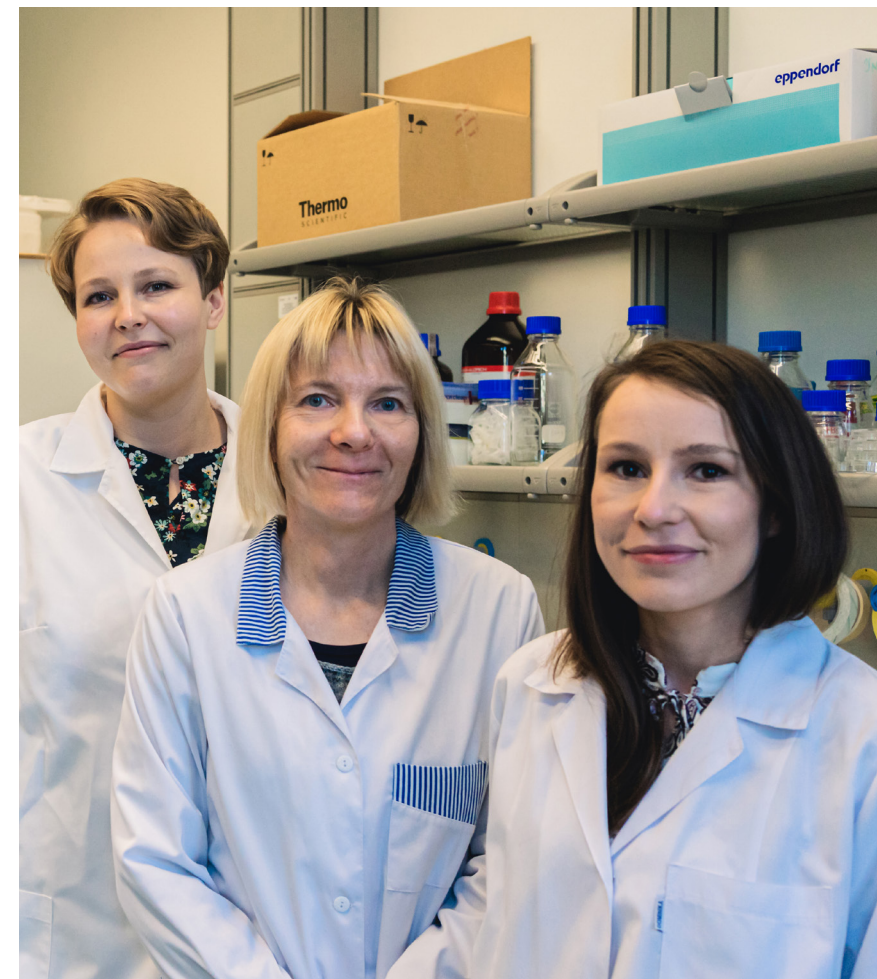
rach *in vitro* oraz poszukiwania i badania naturalnych i synte- tycznych związków przeciwbak- teryjnych oraz przeciwwgrzybic- znych. Zainteresowania naukowe dr hab. inż. Aleksandry Królickiej, prof. UG, koncentrują się m.in. na poszukiwaniu synergii pomiędzy związkami biologicznie czynnymi pochodzenia roślinnego z nano- cząstkami metali i antybiotykami w zwalczaniu interakcji bak- teryjnych. Badania mają pomóc w znalezieniu nowych substancji biologicznie czynnych, które z ko- lei mogą pomóc w przełamaniu antybiootykooporności groźnych dla człowieka bakterii chorobotwórczych. Jest to niezwykle istotne, biorąc pod uwagę fakt, że od 1984 roku nie zarejestro- wano żadnej nowej klasy anty- biotyku, a raport Europejskie- go Centrum Kontroli Chorób w Unii Europejskiej WHO wska- zuje, że antybiootykooporne mikro- organizmy zabijają każdego roku ok. 33 tys. Europejczyków. Szacuje się, że do 2050 roku liczba zgonów na całym świecie spowodo- wanych zakażeniami bakteryjny- mi wzrośnie do 10 mln. W Polsce średnia wartość mediany zgonów tym spowodowanych wynosi 2300 osób rocznie<sup>1</sup>.

Projekt realizowany w Zakła- dzie Badania Związków Biologicz- nie Czynnych na Międzyuczelnia- nym Wydziale Biotechnologii UG i GUMed pod kierownictwem dr hab. inż. Aleksandry Królickiej, prof. UG, ma ogromne znacze- nie na rynku krajowym i między- narodowym. Ze względu na fakt, że w ciągu ostatnich 30 lat za- twierdzono zaledwie dwie klasy nowych leków w zwalczaniu bak- terii Gram-dodatnich (oksazolidon i lipopeptydy), a w przypadku bak- terii Gram-ujemnych zatwierdzo- ny został jedynie lek kombinowa- ny: Zerbaxa (inhibitor  $\beta$ -laktama- zowy złożony z dwóch znanych

antybiotyków: ceftalozonu i tazo- baktamu), poszukiwanie nowych rozwiązań terapeutycznych jest niezbędne i naglące. Ogromne nadzieje związane są z zasto- sowaniem roślinnych kultur *in vitro* w celu pozyskiwania metabo- litów wtórnych o wysokiej aktyw- ności biologicznej. Taka strategia została podjęta przez zespół prof. Królickiej. Wykazano, że ekstrakt uzyskany z tkanek rosziczki gatun- ku *Drosera gigantea* wykazuje wysoki potencjał przeciwbakteryj- ny i nie jest toksyczny w stosun- ku do komórek eukariotycznych. Dodatkowym atutem jest fakt, że bakteriom trudniej uodpornić się na działanie ekstraktu złożonego z wielu aktywnych metabolitów wtórnych.

Ponadto, coraz większym za- interesowaniem cieszy się sto- sowanie związków pochodzenia naturalnego o aktywności bio- logicznej jako naturalnych środ- ków konserwujących lub wręcz wzbogacających żywność albo kosmetyki. Eksperci zakładają, że do 2025 roku wartość rynku samych tylko ekstraktów roślinnych może osiągnąć ponad 50 mld dolarów. Wartość rynku ekologicznych kos- metyków w samej tylko Polsce sięga już niemal 200 mln zł. O tym, jak dynamicznie się on rozwija, świadczyć może fakt, że segment tych produktów w okresie od lipca 2019 do czerwca 2020 roku wzrósł o 39%<sup>2</sup>. Ekstrakt pozyskiwany z ro- ślinnych kultur *in vitro* *Drosera gigantea* może stanowić dodatek do maści stosowanych w przy- padku trudno gojących się ran pooparzeniowych, być środkiem łączonym z innymi substancjami przeciwdrobnoustrojowymi (antybiootyki, nanocząstki srebra) albo środkiem konserwującym przeciwdziałającym rozwojowi bakterii w kosmetykach.

Na koniec warto wymienić metabolity wtórne roślin, które



Zespół pracujący przy projekcie „Optymalizacja powiększania skali wytwarzania metabolitów wtórnych o aktywnościach przeciwdrobnoustrojowych w bioreaktorach zalewowych Plantform przez rośliny z gatunku *Drosera gigantea* do zastosowania w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym”. Od lewej: dr Marta Krychowiak-Maśnicka, dr hab. inż. Aleksandra Królicka, prof. UG (kierownik projektu), dr inż. Agata Woźniak-Pawlikowska

Fot. archiwum UG

są podstawą leków. Floryzyna po- zyskiwana z jabłoni jest pomocna w leczeniu cukrzycy. Hiperforyna pozyskiwana z dziurawca zwyczaj- nego jest pomocna w leczeniu de- presji, chinina pozyskiwana z drze- wa chinowego wykorzystywana jest w leczeniu malarii, teofilina pozyskiwana z kakaowca właści- wego pomaga w leczeniu astmy oskrzelowej, digoksyna pobrana z naparstnicy wieśniastej pomaga chorym na niewydolność serca, sylimaryna z ostropestu plami-

stego chroni wątrobę, paklitaksel z cisa krótkolistnego ma działanie przeciwnowotworowe, a kwas walerenowy znajdujący się w kozłku lekarskim działa uspokajająco. Do tej listy niebawem może dołączyć ekstrakt pozyskany z tkanek ro- sziczki gatunku *Drosera gigantea*. Ogromnym atutem badanej rośliny jest fakt, że kompozycja jej biologicznie czynnych meta- bolitów jest unikatowa. Znana jest kompozycja ekstraktu, która nie jest toksyczna dla komórek

eukariotycznych, ma działanie przeciwdrobnoustrojowe i może być produkowana w bioreaktorze okresowo-zalewowym.

Z uwagi na wysokie nakłady fi- nansowe przypadające na wdro- żenie preparatów medycznych rozważane są dwie formy wspie- rające działania komercjalizacyj- ne. Pierwszym jest partnerstwo w dalszych badaniach i testach, a drugim – licencjonowanie opra- cowanej technologii.

**Sylwia Dudkowska-Kafar**

<sup>1</sup> Europejski Trybunał Obrachunkowy na podstawie publikacji *A sustained and robust pipeline of new antibacterial drugs and therapies is critical to preserve public health*

<sup>2</sup> Analiza CfK Polonia