

Instytut Biologii SGGW



prof. dr hab. Agnieszka
Gniazdowska-Piekarska
Dyrektor Instytutu Biologii

Instytut Biologii w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie powstał w 2019 roku w wyniku wprowadzenia Ustawy 2.0 i idącymi za tym zmianami struktury organizacyjnej uczelni. W skład Instytutu Biologii wchodzi 7 jednostek badawczych, a zakres prowadzonych przez nie badań dotyczy zagadnień biologii komórek i tkanek zwierzęcych: Katedra Fizyki i Biofizyki, Samodzielny Zakład Nanobiotechnologii i Ekologii Doświadczalnej oraz Samodzielna Pracownia Biologii Nowotworów oraz różnych aspektów biologii roślin i mikroorganizmów: Katedra Biochemii i Mikrobiologii, Katedra Botaniki, Katedra Fizjologii Roślin, Katedra Genetyki Hodowli i Biotechnologii Roślin. W Instytucie zatrudnionych jest 136 osób, w tym na etatach badawczo-dydaktycznych i badawczych 107 pracowników. Wśród nich jest 11 profesorów tytularnych,

6 profesorów uczelni, 11 doktorów habilitowanych, 74 doktorów i 12 magistrów, reprezentujących różne dyscypliny naukowe, przede wszystkim nauki biologiczne oraz rolnictwo i ogrodnictwo, ale także nauki o zdrowiu, nauki leśne, a nawet ekonomię i finanse.

W jednostkach wchodzących obecnie w skład Instytutu Biologii w latach 2017-2019 realizowano 69 projektów naukowych (na sumaryczną kwotę ponad 75 mln zł). W 2019 realizowanych było 49 projektów naukowych finansowanych przez podmioty zewnętrzne: Narodowe Centrum Nauki (38), Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (6), Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi (2), Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2), Europejską Radę ds. Badań Naukowych (*European Research Council – ERC*) (1).

W latach 2017-2019 pracownicy Instytutu Biologii opublikowali 305 prac naukowych w liczących się czasopiśmie międzynarodowych, posiadających współczynnik wpływu (IF). W roku 2019 opublikowano 101 prac w czasopiśmie, których sumaryczny IF wynosił 349,672.

Instytut Biologii posiada bardzo bogatą bazę aparaturową, pozwalającą na prowadzenie prac na wszystkich poziomach organizacji organizmów roślinnych i zwierzęcych.

Wiodące badania prowadzone w Instytucie Biologii SGGW dotyczą następującej tematyki:

Bioinformatyczne identyfikowanie nowych rodzin enzymów



dr hab. Krzysztof Pawłowski

Zespół kierowany przez dr hab. Krzysztofa Pawłowskiego, zajmuje się **bioinformatycznym identyfikowaniem nowych rodzin białek o potencjalnych właściwościach enzymatycznych**, zwłaszcza rodzin białek odpowiadających za przekazywanie sygnałów w komórkach. Badania dotyczą organizmów żywych ze wszystkich gałęzi drzewa życia, ze szczególnym uwzględnieniem białek ludzkich oraz białek mikroorganizmów patogennych. W ostatnich latach największymi osiągnięciami zespołu były bioinformatyczna identyfikacja i eksperymentalne scharakteryzowanie kilku nowych rodzin kinaz, m.in. CotH, SelO, SidJ, HopBF1 i PEAK3. Grupa badawcza współpracując z zespołami z USA, Wielkiej Brytanii i Norwegii zajmuje się także wieloma innymi nowymi rodzinami enzymów, m.in. ADP-rybozylotransferazami, deubikwitynazami, acetylotransferazami i fosfatazami. Analiza nowych rodzin białek pozwala także na zwrócenie uwagi na tzw. pseudoenzymy, czyli członków rodzin białek enzymatycznych o prawdopodobnie utraconych zdolno-

ściach katalitycznych, co zwykle wiąże się z nabyciem przez nie alternatywnych funkcji biologicznych.

Komplementarnym nurtem badań zespołu są wielkoskalowe analizy danych proteomicznych oraz powiązanych z nimi danych klinicznych w badaniach nowotworów u człowieka; badania te są prowadzone we współpracy z zespołami ze Szwecji i USA.

Stosując szeroki wachlarz metod bioinformatycznych (m.in. analizy sekwencyjne, strukturalne, ewolucyjne) członkowie grupy doskonalą je i rozwijają, np. budując nowe metody analizy otoczeń genomicznych oraz doskonaląc metody analiz dopasowań sekwencji białkowych.

Immunologia nowotworów



prof. dr hab. Magdalena Król

Najważniejsze kierunki badań prowadzonych w zespole prof. dr hab. Magdaleny Król dotyczą **immuno-onkologii, biologii nowotworu, wpływu hipoksji na rozwój komórki**

nowotworowej, terapii guzów litych, poszukiwania wskaźników prognostycznych i predyktorycznych potrójnie negatywnego raka piersi.

Jednym z głównych tematów badań jest opracowanie i testowanie nowej terapii komórkowej guzów litych. Jednym z kluczowych problemów współczesnej terapii guzów litych są **trudności docierania leków przeciwnowotworowych** - szczególnie do ich miejsc niedotlenionych. Miejsca niedotlenione przyciągają makrofagi, które posiadają zdolność migracji nawet do miejsc odległych od naczyń krwionośnych, niedostępnych dla leków czy innych komórek odpornościowych. Makrofagi mogą zatem stanowić dobry system dostarczania substancji przeciwnowotworowych do tych rejonów. W badaniach wykorzystywana jest „klatka” białkowa - **ferrytyna jako nośnik leków, który może być transportowany przez makrofagi**. „Klatka” ferrytynowa jest łatwo pochłaniana przez makrofagi, a następnie transportowana do guza i w aktywny sposób przekazywana komórkom nowotworowym. Jest to odkryty przez zespół prof. dr hab. Magdaleny Król mechanizm przekazywania ferrytyny do komórek nowotworowych – TRAIN (ang. *TRAnsfery of Iron-binding protein*). Mechanizm TRAIN jest obecnie badany w ramach ERC Starting Grant. TRAIN wskazuje na nową drogę komunikacji pomiędzy makrofagami a komórkami nowotworowymi, która może być wykorzystana do „przemycenia” leków przeciwnowotworowych bezpośrednio do komórki nowotworowej, co stanowiłoby innowacyjną terapię komórkową guzów litych. ERC uznało ten projekt za jeden z dziesięciu najciekawszych w ostatnich 10 latach. Projekt realizowany jest we współpracy z jednostkami krajowymi (WUM oraz UW) oraz naukowcami z Wielkiej Brytanii, Szwajcarii, Włoch i Niemiec.

Drugim ważnym projektem realizowanym w zespole jest stworzenie klasyfikacji molekularnej potrójnie negatywnego raka piersi i wytypowanie nowych biomarkerów korelujących z chemiowrażliwością i przebiegiem choroby. Wynikiem końcowym badań będzie opracowanie nowego testu diagnostycznego, który przyczyni się do poprawy i przyspieszenia wykrywalności nowotworu. Projekt realizowany jest we współpracy z jednostkami krajowymi i zagranicznymi.

Nanobiotechnologia

Zespół kierowany przez prof. dr hab. Ewę Sawoszczyk Chwalibóg, podjął **badania dotyczące nanocząstek metali, zwłaszcza Ag, Au, Pt oraz Cu, i ich interakcji ze strukturami biologicznymi** 15 lat temu, jako jeden z pierwszych na świecie. Eksperymenty na modelach *in vitro* i zwierzętach doświadczalnych wykazały przeciwważalne właściwości nanocząstek Ag i Au, oraz antymikrobiologiczne działanie nanocząstek Ag, Au, Pt i Cu, co pozwoliło na zaproponowanie ich zastosowania jako nowej, alternatywnej do antybiotyków generacji nanobiotechnologii. Do szczególnie istotnych badań zespołu należały analizy antynowotworowych cech nanocząstek platyny (Pt). Nanocząstki Pt uszkadzają DNA komórek nowotworowych, aktywują ich śmierć na drodze apoptozy. Jednocześnie, nanocząstki te preferencyjnie lokują się w komórkach nowotworowych, zmniejszając efekt uboczny chemioterapii, dzięki czemu stanowią doskonałe rozwiązanie, w porównaniu do standardowo stosowanej w chemioterapii - cisplatyny.

Kolejny cykl badań dotyczy **nanoskładów alotropowych form węgla (diament, grafen, grafit, fulereny, nanorurki)**. Toksyczność nanocząstek węgla jest stosunkowo niewielka, zaobserwowano, że komórki ludzkie i zwierzęce preferencyjnie pobierają nanocząstki węgla lub też wykazują tendencje do adhezji na ich powierzchni, a to staje się dla nich zgubne, ponieważ nie są zdolne do ich rozkładu. Zespół sformułował teorię aktywności nanocząstek węgla przypominającą efekt konia trojańskiego. Nanocząstki diamentu, grafitu i płatki tlenku grafenu po ułożeniu w wątrobie mogą wchodzić w interakcje z enzymami cytochromu P450, w tym z izoenzymem CYP3A4, odpowiedzialnym za metabolizm ok. 60% leków u człowieka, a dzięki temu pośrednio modulować metabolizm innych związków aktywnych.



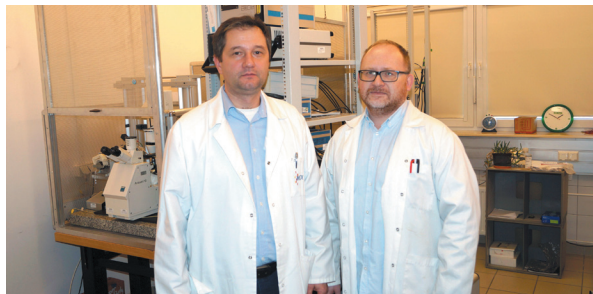
prof. dr hab. Ewa Sawoszczyk Chwalibóg z zespołem

Najnowsze badania tej grupy dotyczą **zastosowania nanocząstek metali, skoniugowanych z nanostrukturami węgla w terapii przeciwnowotworowej**, zwłaszcza przeciwko glejakowi i obejmują doświadczenia na modelach *in vitro*, *in ovo* (hodowla ludzkich guzów nowotworowych w zarodku kury) oraz *in vivo*. Wykazano, że nanocząstki diamentu, grafitu i tlenku grafenu hamują angiogenezę w guzie glejaka. Odkryto, że płatki grafenu i tlenku grafenu powodują zwiększenie śmiertelności komórek glejaka IV stopnia poprzez uszkodzenia mechaniczne komórek, depolaryzację mitochondriów oraz nadprodukcję reaktywnych form tlenu. Podsumowaniem badań nad grafenem było zaprojektowanie systemu „drug delivery” złożonego z płatków tlenku grafenu, dekorowanych nanocząstkami Pt, który może być potencjalnym terapeutą przeciwnowotworowym. Rozwiązanie to zostało opatentowane w Polsce i w USA.

Biofizyka układów biologicznych

W jednostce kierowanej przez dr. hab. Piotra Bednarczyka prowadzone są badania podstawowe i aplikacyjne o charakterze interdyscyplinarnym z zakresu **elektrofizjologii z wykorzystaniem metody patch-clamp** (dr hab. Piotr Bednarczyk), **transportu jonów przy pomocy elektrod jonoselektywnych** (prof. dr hab. Krzysztof Dołowy), **mikroprzepływów** (dr hab. Sławomir Jakieła) **czy biofizyki molekularnej przy użyciu mikrowagi kwarcowej** (dr hab. Magdalena Stobiecka). Ich głównym celem jest konstrukcja biocujników do automatycznego pomiaru własności komórek, błon biologicznych i molekuł fizjologicznie czynnych. Prowadzone prace dotyczą pomiarów transportu jonów przez monowarstwy komórek nabłonkowych oraz przez błony organelli wewnątrzkomórkowych takich jak np. mitochondria, z wykorzystaniem technik elektro-

fizjologicznych oraz opracowanych czujników elektrochemicznych. Poszukiwane są nowe narzędzia w diagnostyce medycznej i badaniach przesiewowych. W tym celu opracowywane są elektrochemiczne, optyczne i nanograwimetryczne biosensory służące do wykrywania biomarkerów nowotworowych.



dr hab. Piotr Bednarczyk i dr hab. Sławomir Jakiela

Kolejnym zagadnieniem są laboratoria mikroprzepływe wykorzystywane do badań mikroorganizmów i komórek w pojedynczej kropli – w których analizowane jest np. nabywanie lekooporności przez bakterie.

Genetyka, biotechnologia i hodowla roślin użytkowych



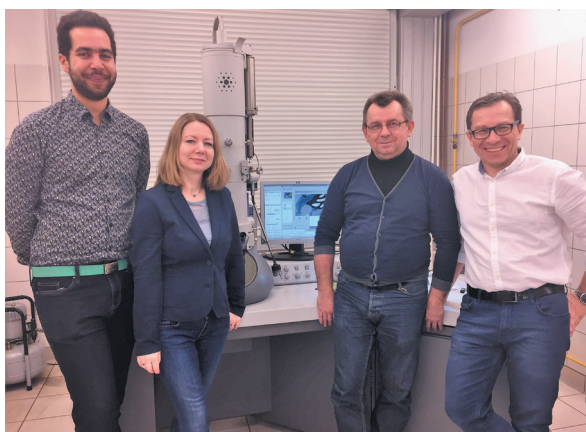
prof. dr hab. Monika Rakoczy-Trojanowska

Badania z zakresu genetyki i biotechnologii roślin obejmują następujące zagadnienia: (1) **genomika strukturalna i funkcjonalna, w tym identyfikacja i analiza genów kontrolujących ważne cechy użytkowe** (grupy badawcze prof. dr hab. Moniki Rakoczy-Trojanowskiej i prof. dr hab. Wojciecha Pładera), (2) **analiza zmienności genetycznej roślin dyniowatych, żyta i pszenicy** (grupy badawcze dr hab. Hanny Bolibok-Brągoszewskiej i prof. dr hab. Grzegorza Bartoszewskiego), (3) **poszukiwanie i charakterystyka małych cząsteczek RNA powiązanych z różnymi stresami** (dr Piotr Gawroński), (4) **otrzymywanie totipotencjalnych komórek macierzystych ogórka i żyta w kulturze *in vitro*** (dr hab. Wojciech Burza). Prowadzone są też działania w ramach krajowego banku genów mające na celu zachowanie i waloryzację różnorodności biologicznej wybranych gatunków roślin dyniowatych (pod kierunkiem prof. dr hab. Grzegorza Bartoszewskiego). Rozwijane są nowe technologie i metody analityczne, takie jak edycja genów, wytwarzanie metabolitów przez komórki roślinne w warunkach kultury *in vitro*, genetyczna transformacja pojedynczych komórek. Efektami tych prac są m.in. zsekwencjonowanie genomu jądrowego i chloroplastowego ogórka, konstrukcja wysokorozdzielczych map genetycznych kilku gatunków roślin dyniowatych oraz żyta, ustalenie regionów genomu poddanych presji selekcyjnej podczas udomowienia i hodowli żyta. Pracownicy Instytutu aktywnie uczestniczyli w zakończonych sukcesem pracach nad sekwencjonowaniem bardzo dużego i skomplikowanego genomu żyta zwyczajnego.

Głównymi działaniami hodowlanymi jest hodowla twórcza i zachowawcza kilku gatunków roślin, głównie z rodziny dyniowatych i psiankowatych do uprawy gruntowej (prof. dr hab. Grzegorz Bartoszewski). Dotychczas wyhodowano ponad 50 odmian, w tym 6 odmian ogórka, 15 odmian cukinii, dyni bezłupinowej i patisonów, 10 odmian melona i kawona, 8 odmian dyni olbrzymiej a także 22 odmiany pomidora i 9 odmian papryki.

Biologiczne podstawy reakcji obronnych roślin przed szkodnikami

W kilku grupach badawczych Instytutu Biologii (kierowana przez prof. dr hab. Marcina Filipeckiego, dr Mirosława Sobczaka, dr Anitę Wiśniewską i dr Mateusza Labuddę) prowadzone są badania, których celem jest **uzyskanie roślin uprawnych posiadających odporność lub tolerancję na osiadłe nicienie pasożytnicze**. Aby to osiągnąć niezbędne jest kompleksowe zrozumienie komórkowych i molekularnych mechanizmów, które umożliwiają nicieniom pasożytniczym przeprogramowanie komórek korzenia w kierunku tworzenia organów odżywiających, poprzez które nicien pobiera substancje pokarmowe z rośliny. Prowadzone prace obejmują zaawansowane analizy mikroskopowe (transmisyjna mikroskopia elektronowa i konfokalna), biochemiczne (aktywności enzymatyczne, spektrometria mas), fizykochemiczne (fluorescencja chlorofilu) i genetyczne (sekwencjonowanie transkryptomów i modyfikacje genetyczne).



prof. dr hab. Marcin Filipecki, dr Mirosław Sobczak, dr Anita Wiśniewska i dr Mateusz Labudda

Kolejnym przykładem badań nad interakcjami roślin ze szkodnikami roślin jest **poszukiwanie genów odporności roślin na przedziorka chmielowca**, małego pajęczaka o bardzo wysokiej szkodliwości w rolnictwie, szczególnie w dobie ocieplenia klimatu. Prace te wykorzystują zaawansowane metody analityczne i opierają się na analizach molekularnych setek roślin z całej kuli ziemskiej i genomowym mapowaniu asocjacyjnym GWAS.

Prowadzone prace mają dwa zasadnicze cele: 1) wyjaśnienie, na poziomie molekularnym i komórkowym mechanizmów obronnych warunkowanych przez geny odporności roślin; 2) identyfikację czynników odpowiedzialnych za podatność

roślin oraz wirulencję pasożytów, a także wyjaśnienie ich roli i funkcji w odpowiedzi obronnej roślin i w rozwoju organów odżywiających. Wyjaśnienie mechanizmów odpowiedzi roślin na szkodniki ma fundamentalne znaczenie dla biologii ogólnej, w szczególności dla poznania mechanizmów sterujących „systemem immunologicznym” roślin; ma też znaczenie praktyczne, gdyż identyfikacja i odpowiednia modyfikacja „czynników podatności” roślin może być podstawą do uzyskania odmian uprawnych tolerancyjnych na badane szkodniki. Badania realizowane są we współpracy ze specjalistami z Austrii, Francji, Niemiec, Niderlandów, Wielkiej Brytanii, USA i Turcji.

Regulacja spoczynku i kiełkowania oraz poprawa jakości nasion

Kilka zespołów badawczych Instytutu Biologii zaangażowanych jest w badania dotyczące mechanizmów regulacji spoczynku i kiełkowania nasion. W centrum zainteresowania znajduje się **rola hormonów roślinnych (głównie etylenu i kwasu abscysynowego - ABA) oraz cząstek sygnałowych (reaktywne formy tlenu - ROS i reaktywne formy azotu - RNS w tym tlenek azotu - NO), a także zabiegi uszlachetniania nasion.**



prof. dr hab. Agnieszka Gniazdowska-Piekarska, dr hab. Edyta Zdunek-Zastocka i dr Chrystian Chomontowski

W ziarniakach zbóż odmian o zróżnicowanej wrażliwości na przedźniwne porastanie prowadzona jest identyfikacja, a następnie biochemiczna i molekularna charakterystyka enzymów uczestniczących w regulacji zawartości ABA (dr hab. Edyta Zdunek-Zastocka). Mechanizmy ustępowania spoczynku analizowane są na modelu nasion jabłoni w kontekście pozytywnego oddziaływania ROS i RNS (prof. dr hab. Agnieszka Gniazdowska i dr hab. Urszula Krasuska). W badaniach tych wykazano współdziałanie ROS, RNS, etylenu i poliamin w regulacji głębokości spoczynku nasion. Prowadzone są także prace dotyczące molekularnych podstaw ustępowania spoczynku nasion w warunkach chłodnej stratyfikacji, uwzględniające identyfikację białek, które podlegają nitro-oksydacyjnym modyfikacjom uzależnionym od ROS i RNS, i które są zaangażowane w proces kiełkowania nasion.

Prace prowadzone w zespole *SeedExplorerGroup* kierowanym przez dr Krystynę Oracz skupiają się na poznaniu molekularnych mechanizmów transkrypcyjnej (udział czynników transkrypcyjnych szlaku sygnałowego światła) i post-transkrypcyjnej (rola białek ARGONAUTE) regulacji ekspresji genów w zależnym od światła procesie kiełkowania nasion rzodkiewnika (*Arabidopsis thaliana*).

Zespół Nasiennictwa (dr Chrystian Chomontowski) prowadzi badania nad późniejszą poprawą jakości nasion i zabiegami uszlachetniania nasion. Głównym celem badań prowadzonych na nasionach buraka cukrowego jest poznanie wpływu niejonowych nanocząstek metali (Au, Ag, Cu i Pt) na kiełkowanie nasion. Nanocząstki aplikowane są przez zabiegi pobudzenia (hydropriming, solid matrix priming, osmo-priming). Trwają także prace nad zastąpieniem nanocząstkami fungicydów obecnych w otoczkach nasion.

Fotosynteza i produktywność roślin



prof. dr Stanisław Karpiński

Prof. Stanisław Karpiński jest pierwszym (2009) laureatem programu WELCOME Fundacji na rzecz Nauki Polskiej i zorganizował w SGGW w Warszawie laboratorium Fizjonomiki i Biotechnologicznego Modelowania Roślin. Zespół prof. Karpińskiego zajmuje się biologią komórki roślinnej, badaniem mechanizmów obronnych i aklimatyzacyjnych roślin użytkowych i mechanizmami regulatorowymi fotosyntezy, temperatury liści i śmierci komórki. Zespół ten odkrył nowy fenomen fizjologiczny w roślinach zwany komórkową pamięcią świetlną, który reguluje nabytą aklimatyzację i odporność wrodzoną roślin na różne stresy i choroby. W grupie badawczej prof. Karpińskiego identyfikowane są molekularne i fizjologiczne mechanizmy tych procesów, które między innymi są zależne od czynników transkrypcyjnych kontrolujących cykl komórkowy, aktywność transkrypcyjną i translacyjną komórek liści i molekularne mechanizmy śmierci komórki. Tematem prowadzonych prac jest określenie roli i funkcji kinaz bogatych w cysteinę (typu PELE), Kinaz MPK, białka PsbS regulującego poziom wygaszania nadmiaru zaabsorbowanej energii (niefotochemicznego wygaszania energii, NPQ). Zespół prowadzi również badania z zakresu elektrofizjologii i komunikacji za pomocą sygnałów elektrycznych w społeczności roślin. Elektro-recepcję zaobserwowano prawie wyłącznie u zwierząt wodnych lub wodno-lądowych (np. rekinów, płaszczek, ryb kostnych i niektórych owadów). Jednak ostatnie badania prowadzone pod kierunkiem prof. Karpińskiego wykazały, że elektrokomunikacja pomiędzy roślinami jest niezbędna dla indukcji mechanizmów obronnych.

Zespół prowadzi ponadto badania aplikacyjne i przemysłowe mające znaczenie dla zwiększenia konkurencyjności polskiego przemysłu drewno-celulozowego, produkcji biopaliw i hodowli roślin. Ich celem jest konstrukcja i opatentowanie inteligentnych telemetrycznych systemów do szybkiej identyfikacji i przyspieszonej hodowli nowych lepiej plonujących i odpornych na choroby i stresy roślin uprawnych, wdrożenie nowoczesnych i inteligentnych systemów przemysłowego oświetlania roślin, oraz stworzenie efektywnych, tanich i bezodpadowych (neutralnych dla środowiska) systemów konserwacji mokrego ziarna kukurydzy na skalę przemysłową. Zespół prof. Karpińskiego aktywnie współpracuje z naukowcami z Belgii, Finlandii, Niemiec i USA.