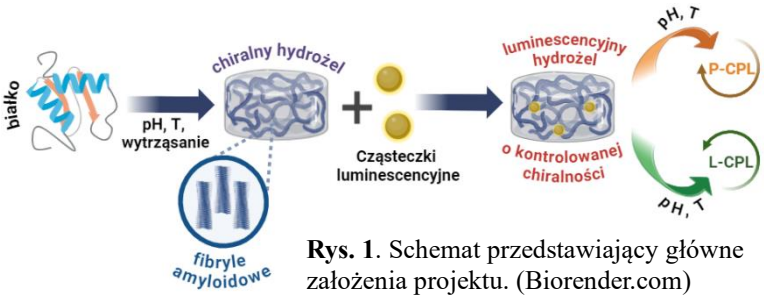
Białka to zróżnicowana grupa biocząsteczek, które odgrywają wiele istotnych ról w organizmach żywych. Aby móc spełniać swoje funkcje, białka muszą przyjąć unikalną, natywną strukturę w procesie fałdowania. Jednakże, w szczególnych warunkach patologicznych, białka mogą fałdować się nieprawidłowo i tworzyć **nierozpuszczalne, wysoce zorganizowane agregaty, znane jako włókna (fibryle) amyloidowe**. Fibryle amyloidowe są zwykle kojarzone z chorobami neurodegeneracyjnymi, takimi jak choroba Alzheimera czy Parkinsona. Ostatnio jednak spojrzenie na włókna amyloidowe jako jedynie patologiczne czynniki zmieniło się ze względu na odkrycie funkcjonalnych amyloidów w komórkach bakteryjnych, jak również w organizmie człowieka, gdzie pełnią one różnorodne funkcje, poczynając od magazynowania i ochrony, a kończąc na sygnalizacji i pamięci. To odkrycie, w połączeniu z takimi właściwościami włókien amyloidowych jak stabilność, wytrzymałość mechaniczna oraz łatwość formowania i funkcjonalizacji, zaowocowało rosnącym zainteresowaniem wykorzystania fibryli amyloidowych jako nanomateriałów o szerokim zakresie potencjalnych zastosowań. Bardzo interesującym aspektem fibryli amyloidowych jest również ich **chiralność**, która przejawia się na różnych poziomach ich supramolekularnej architektury, począwszy od aminokwasów, aż do organizacji mezoskopowej. **Badanie chiralności włókien amyloidowych jest kluczowe nie tylko dla zrozumienia tych złożonych agregatów białkowych, ale także w kontekście projektowania chiralnych materiałów.** Jednym z najbardziej ciekawych obszarów, w którym materiały tego typu mają znaczący potencjał, jest optoelektronika, gdzie szczególnie interesująca jest możliwość projektowania urządzeń wykazujących **luminescencję spolaryzowaną kołowo (CPL)**, do zastosowań w diodach elektroluminescencyjnych, szyfrowaniu lub jako detektory.

Niestety, precyzyjna i skuteczna kontrola 'skrętności' CPL wciąż stanowi poważne wyzwanie i ogranicza użycie tych materiałów. Obiecującym podejściem, które mogłoby rozwiązać ten problem, jest zastosowanie włókien amyloidowych jako podstawy dla systemów z aktywnością CPL, ze względu na to, że skrętność fibryli amyloidowych, a zatem i sygnału CPL, może być regulować za pomocą różnych czynników zewnętrznych (takich jak temperatura, pH, wytrząsanie).

Głównym celem tego projektu jest uzyskanie hydrożeli supramolekularnych o kontrolowanej chiralności, opartych na fibrylach amyloidowych, które będą wykazywać intensywny sygnał CPL (Rys.1). Poprzez przyłączenie cząsteczek emitujących światło do chiralnych fibryli możliwa będzie indukcja aktywności optycznej i utworzenie hydrożeli o kontrolowanej chiralności. Wiodącą myślą projektu jest użycie fibryli amyloidowych powstałych z różnych bloków budulcowych (białko lub krótki fragment peptydowy), a także różnych rodzajów luminescencyjnych cząstek, w celu znalezienia optymalnych warunków do przygotowania hydrożeli o dobrze poznanych cechach. Aby osiągnąć ten cel, zastosowane zostaną różne nowoczesne metody badawcze, w szczególności **spektroskopie chiraloptyczne**, które są wrażliwe na chiralność poprzez różne oddziaływanie aktywnej optycznie cząsteczki ze światłem spolaryzowanym kołowo lewo- i prawoskrętnie. Wykorzystanie tych technik, w połączeniu z mikroskopią, zapewni **szczegółową, wielopoziomową charakterystykę struktury otrzymanych hydrożeli, jak również ocenę ich jednorodności, chiralności oraz właściwości optycznych**. Przez zmianę warunków syntezy, składu i metody funkcjonalizacji (dodanie luminoforu przed lub po utworzeniu fibryli), wybrany zostanie najbardziej skuteczny sposób przygotowania chiralnych hydrożeli wykazujących sterowalną chiralną luminescencję.

Najważniejsze działania, planowane w ramach projektu, to:

- przygotowanie chiralnych hydrożeli na bazie włókien amyloidowych powstałych z białek lub krótkich peptydów;
- funkcjonalizacja uzyskanych chiralnych hydrożeli różnymi typami luminescencyjnych cząsteczek (np. barwnikami, kropkami węglowymi, nanocząstkami złota);
- pomiary CPL;
- charakterystyka luminescencyjnych hydrożeli z wykorzystaniem metod spektroskopowych i mikroskopowych;
- ocena struktury hydrożeli, ich jednorodności, właściwości chiralooptycznych, etc.



Rys. 1. Schemat przedstawiający główne założenia projektu. (Biorender.com)

Prezentowany projekt odnosi się do aktualnych wyzwań w dziedzinie chiralnych systemów supramolekularnych oraz materiałów wykazujących chiralną luminescencję i ma na celu przedstawienie kompleksowego podejścia do badania systemów opartych na włóknach amyloidowych z wykorzystaniem gamy nowoczesnych technik, w szczególności spektroskopii chiraloptycznych. **Rezultaty tego projektu będą miały znaczący wpływ na rozwój technik chiralooptycznych oraz materiałów opartych na fibrylach amyloidowych, a także staną się w przyszłości podstawą do projektowania zaawansowanych materiałów wykazujących CPL do zastosowań w optoelektronice lub medycynie.**