

IV OGÓLNOPOLSKIE FORUM MŁODYCH

Innowacje i medycyna spersonalizowana w naukach farmaceutycznych

KONFERENCJA NAUKOWA



Lublin

12 marca 2026

IV OGÓLNOPOLSKIE FORUM MŁODYCH
12 marca 2026



© Copyright by Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne
ul. Długa 16, 00-238 Warszawa, www.ptfarm.pl

Przygotowanie i zapis wersji elektronicznej: Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne Oddział Lublin,
Katedra i Zakład Farmacji Stosowanej i Społecznej, ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin.

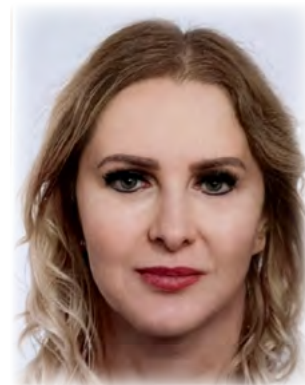
Fot. na okładkach: Łukasz Komsta

Komitety Naukowy oraz Organizatorzy Konferencji *IV Ogólnopolskie Forum Młodych* uprzejmie informuje,
że streszczenia wykładów i posterów zostały zamieszczone w materiałach w wersji nadesłanej przez Auto-
rów. Za merytoryczną treść odpowiadają Autorzy.

Lublin, 2026

Wersja 20260707

ISBN – 978-83-64968-41-9 (wersja elektroniczna)



Szanowni Państwo,

z dużą satysfakcją oddajemy w Państwa ręce książkę abstraktów przygotowaną w ramach konferencji naukowej organizowanej przez Oddział Lubelski Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego.

Niniejsza publikacja stanowi zbiór prac studentów i doktorantów, którzy z zaangażowaniem i pasją rozwijają swoje zainteresowania naukowe w obszarze nauk farmaceutycznych i medycznych. Przedstawione abstrakty odzwierciedlają różnorodność podejmowanych tematów badawczych, aktualność poruszanych problemów oraz wysoki poziom merytoryczny prowadzonych badań.

Szczególne znaczenie tej publikacji polega na tym, że daje ona młodym naukowcom możliwość zaprezentowania wyników swojej pracy szerszemu gronu odbiorców, a także stanowi przestrzeń do wymiany myśli, doświadczeń i inspiracji. Wierzimy, że przedstawione w niej doniesienia będą stanowiły punkt wyjścia do dalszych badań oraz rozwoju naukowego autorów.

Konferencja, której towarzyszy niniejsza książka abstraktów, została wzbogacona o wykłady tematyczne przygotowane przez zaproszonych ekspertów, co dodatkowo podkreśla jej naukowy i edukacyjny charakter.

Składam serdeczne podziękowania wszystkim Autorom za przygotowanie prac, Recenzentom za ich ocenę, a także osobom zaangażowanym w organizację konferencji.

Życzę Państwu inspirującej lektury oraz wielu naukowych refleksji.

Z wyrazami szacunku,

prof. dr. hab. Ewa Poleszak

Prezes Oddziału Lubelskiego
Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego



Szanowni Państwo,

jako przewodnicząca Komitetu Naukowego mam zaszczyt i przyjemność powitać Państwa na **IV Ogólnopolskim Forum Młodych**, którego hasłem przewodnim są „*Innowacje i medycyna spersonalizowana w naukach farmaceutycznych*”.

Konferencja ta organizowana jest przez Lubelski Oddział Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego we współpracy z Wydziałem Farmaceutycznym Uniwersytetu Medycznego w Lublinie oraz Lubelską Okręgową Izbą Aptekarską, pod honorowym patronatem Jego Magnificencji Rektora prof. Wojciecha Załuska oraz Pani Prezes Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego dr hab. Bożeny Karolewicz. To cykliczne wydarzenie jest wyrazem wieloletniej, ścisłej i niezwykle owocnej współpracy naszego środowiska akademickiego i zawodowego – współpracy, której nadrzędnym celem pozostaje rozwój nauk farmaceutycznych oraz kształcenie kolejnych pokoleń farmaceutów.

Forum Młodych, które na przestrzeni ostatnich lat na trwałe wpisało się w kalendarz ogólnopolskich wydarzeń naukowych poświęconych naukom farmaceutycznym, stanowi szczególną przestrzeń spotkania młodego pokolenia badaczy – studentów, doktorantów oraz młodych naukowców, rozpoczynających swoją drogę naukową. To właśnie Państwa ciekawość poznawcza, zaangażowanie oraz odwaga w podejmowaniu nowych wyzwań naukowych budują przyszłość współczesnej farmacji.

Wyrażamy głęboką nadzieję, że tegoroczna edycja Forum będzie nie tylko okazją do zaprezentowania wyników prowadzonych badań, lecz również inspirującą przestrzenią wymiany myśli, doświadczeń i naukowych refleksji. Wierzimy, że przygotowane wykłady, doniesienia ustne oraz prezentacje posterowe stanowić będą wartościowy wkład w rozwój współczesnych nauk farmaceutycznych, a także stworzą sprzyjające warunki do nawiązywania nowych kontaktów i współpracy pomiędzy badaczami reprezentującymi różne ośrodki akademickie.

Jesteśmy przekonani, że czwarte już Forum Młodych przyczyni się do dalszego wzmacniania integracji naszego środowiska naukowego, pogłębiania współpracy badawczej oraz budowania przestrzeni dialogu naukowego, który stanowi fundament rozwoju współczesnej nauki.

Życzę Państwu inspirujących obrad, owocnych dyskusji naukowych oraz wielu wartościowych spotkań podczas tegorocznego Forum.

Z serdecznymi pozdrowieniami
prof. dr hab. n. farm. Grażyna Biała
Przewodnicząca Komitetu Naukowego Konferencji

IV OGÓLNOPOLSKIE FORUM MŁODYCH
12 marca 2026



POD PATRONATEM HONOROWYM

J.M. Rektora UM w Lublinie prof. dr hab. Wojciecha Załuski

KOMITET NAUKOWY:

prof. dr hab. Grażyna Biała – Przewodnicząca
prof. dr hab. Anna Gumieniczek
prof. dr hab. Łukasz Komsta
prof. dr hab. Monika Wujec
dr hab. Tomasz Baj, profesor uczelni
dr hab. Bożena Karolewicz, profesor uczelni
dr hab. Ewa Kędzierska, profesor uczelni
dr hab. Joanna Listos, profesor uczelni
dr hab. Monika Lejman, profesor uczelni
dr hab. n. med. Karol Rawicz-Pruszyński, profesor uczelni

KOMITET ORGANIZACYJNY:

prof. dr hab. Ewa Poleszak – Przewodnicząca
prof. dr hab. Monika Pitucha
dr hab. Marta Kruk-Słomka, profesor uczelni
dr Aleksandra Józefczyk, profesor uczelni
dr Regina Kasperek-Nowakiewicz, profesor uczelni
dr Małgorzata Kozyra, profesor uczelni
dr Jolanta Orzelska-Górka, profesor uczelni
dr Piotr Belniak
dr Dorota Dwornicka
dr Anna Kijewska
dr Michał Szumiło

PATRONAT:



IV OGÓLNOPOLSKIE FORUM MŁODYCH
12 marca 2026



Wykład inauguracyjny

GENOM W SŁUŻBIE MAŁEGO PACJENTA – OD DIAGNOSTYKI DO PERSONALIZOWANEJ TERAPII

Monika Lejman*

Samodzielna Pracownia Diagnostyki Genetycznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: monika.lejman@umlub.edu.pl

Słowa kluczowe: ostra białaczka limfoblastyczna (ALL); onkologia dziecięca; diagnostyka molekularna; genomika; medycyna personalizowana; rokowanie

WPROWADZENIE: Ostra białaczka limfoblastyczna (ALL) jest najczęstszym nowotworem wieku dziecięcego. Dynamiczny rozwój technik genomowych zrewolucjonizował podejście do diagnostyki, umożliwiając precyzyjną identyfikację zmian genetycznych o istotnym znaczeniu rokowniczym i terapeutycznym.

CEL: Celem pracy jest omówienie roli nowoczesnych metod diagnostyki genomowej w rozpoznawaniu i stratyfikacji ryzyka w ostrych białaczkach limfoblastycznych u dzieci.

MATERIAŁY I METODY: Praca stanowi przegląd współczesnych technik sekwencjonowania (w tym NGS) oraz metod cytogenetyki molekularnej, wykorzystywanych w codziennej praktyce onkohematologicznej w celu charakteryzacji aberracji genetycznych w komórkach białaczkowych.

WYNIKI: Przedstawiono znaczenie identyfikacji rearanżacji genetycznych oraz mutacji punktowych dla wyboru optymalnej strategii leczniczej. Omówiono, w jaki sposób analiza genomu pacjenta pozwala na precyzyjną diagnostykę podtypów ALL, co jest kluczowe dla personalizacji terapii, minimalizacji działań niepożądanych oraz skutecznego monitorowania choroby resztkowej.

WNIOSKI: Zastosowanie metod genomowych w diagnostyce ALL u dzieci pozwala na odejście od schematycznego leczenia na rzecz terapii celowanej. „Genom w służbie małego pacjenta” stanowi fundament nowoczesnej onkologii, przekładając zaawansowaną wiedzę molekularną na poprawę wyników przeżywalności i jakości życia dzieci.

IV OGÓLNOPOLSKIE FORUM MŁODYCH
12 marca 2026



Sesja 1

ZRÓWNOWAŻONA I CYFROWA PRZYSZŁOŚĆ FARMACJI

Wykład Sesji

FARMAKOLOGIA I SZTUCZNA INTELIGENCJA - PERSPEKTYWA WIELODYSCIPLINARNA

Karol Rawicz-Prószyński

Klinika Chirurgii Onkologicznej, Katedra Onkologii, Uniwersytecki Szpital Kliniczny Nr 1, Uniwersytet Medyczny w Lublinie



ROLA BADAŃ LABORATORYJNYCH W OCENIE SKUTECZNOŚCI I BEZPIECZEŃSTWA FARMAKOTERAPII U PACJENTA GERIATRYCZNEGO

Julia Banaszkiewicz^{1*}

¹ Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Toksykologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Katedra i Zakład Toksykologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: juliabanaszkiewicz00@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Iwona Piątkowska-Chmiel²

Słowa kluczowe: farmakoterapia geriatryczna, bezpieczeństwo lekowe, badania laboratoryjne

WPROWADZENIE: Starzenie się organizmu oraz powszechność chorób współistniejących sprawiają, że pacjenci geriatryczni są szczególnie narażeni na działania niepożądane farmakoterapii. Fizjologiczne pogorszenie funkcji nerek i wątroby, zmiany w składzie ciała oraz polifarmakoterapia zwiększają ryzyko interakcji lekowych, kumulacji substancji czynnych i powikłań (American Geriatrics Society, 2023). Badania laboratoryjne odgrywają kluczową rolę w ocenie skuteczności i bezpieczeństwa leczenia, umożliwiając wczesne wykrycie zaburzeń wodno-elektrolitowych (hiponatremii, hiperkaliemii), metabolicznych (zaburzeń glikemii), a także powikłań naczyniowo-sercowych związanych m.in. z nieprawidłowościami elektrolitowymi czy progresją niewydolności narządowej (Karsch-Völk et al., 2014). Regularne monitorowanie parametrów takich jak kreatynina, eGFR, ALT, AST, elektrolity, glikemia czy lipidogram pozwala na indywidualizację dawkowania i ograniczenie ryzyka powikłań (Harrison et al., 2022).

CEL PRACY: Celem pracy był przegląd aktualnej literatury dotyczącej roli badań laboratoryjnych w ocenie skuteczności i bezpieczeństwa farmakoterapii u pacjentów geriatrycznych oraz wskazanie ich znaczenia w optymalizacji leczenia.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd literatury przeprowadzono na podstawie publikacji naukowych dostępnych w bazach PubMed, Scopus i Web of Science z lat 2014–2025. Uwzględniono prace przeglądowe oraz wytyczne towarzystw naukowych dotyczące farmakoterapii osób starszych. Kryterium włączenia stanowiły publikacje analizujące znaczenie parametrów laboratoryjnych w monitorowaniu skuteczności leczenia czy działań niepożądanych oraz indywidualizacji dawkowania leków w populacji geriatrycznej.

WYNIKI: Analiza literatury wskazuje, że systematyczne monitorowanie parametrów laboratoryjnych istotnie zwiększa bezpieczeństwo farmakoterapii u pacjentów w podeszłym wieku. Szczególne znaczenie mają badania oceniające funkcję nerek i wątroby, parametry hematologiczne, stężenia elektrolitów oraz monitorowanie terapii lekami o wąskim indeksie terapeutycznym (Creixell i Harxhi, 2023). Badania laboratoryjne umożliwiają wczesne wykrycie działań niepożądanych, ocenę skuteczności leczenia oraz dostosowanie dawkowania do indywidualnych potrzeb pacjenta (Bellanca et al., 2023).

WNIOSKI: Badania laboratoryjne stanowią jeden z najważniejszych filarów bezpiecznej i skutecznej farmakoterapii u pacjentów geriatrycznych. W warunkach wielolekowości, współistnienia licznych chorób przewlekłych oraz fizjologicznych zmian związanych z wiekiem, umożliwiają one ocenę skuteczności leczenia oraz wczesne wykrycie działań niepożądanych i powikłań. Monitorowanie parametrów biochemicznych, hematologicznych i metabolicznych pozwala na indywidualizację dawkowania, ograniczenie ryzyka interakcji lekowych oraz minimalizację zagrożeń, takich jak zaburzenia wodno-elektrolitowe, czy sercowo-naczyniowe. Dalsze badania powinny koncentrować się na opracowaniu ujednoliconych schematów monitorowania, dostosowanych do specyfiki populacji geriatrycznej co zwiększy bezpieczeństwo farmakoterapii.

Piśmiennictwo:

- [1]. By the 2023 American Geriatrics Society Beers Criteria® Update Expert Panel (2023). American Geriatrics Society 2023 updated AGS Beers Criteria for potentially inappropriate medication use in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 71(7), 2052–2081.
- [2]. Creixell, M., & Harxhi, A. (2023). The importance of assessing the safe and effective use of oral anticoagulants in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 71(12), 3954–3956.
- [3]. Bellanca, C. M., Augello, E., Cantone, A. F., Di Mauro, R., Attaguile, G. A., Di Giovanni, V., Condorelli, G. A., Di Benedetto, G., Cantarella, G., & Bernardini, R. (2023). Insight into Risk Factors, Pharmacogenetics/Genomics, and Management of Adverse Drug Reactions in Elderly: A Narrative Review. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, 16(11), 1542.
- [4]. Harrison, T. N., Reynolds, K., Hahn, E. E., Munoz-Plaza, C. E., Yi, D. K., Fischer, H., Luong, T. Q., Sim, J. J., Brettler, J., Handler, J., Mittman, B. S., Singh, H., Kanter, M. H., & Danforth, K. N. (2022). Laboratory monitoring to reduce adverse drug-related events: a mixed methods study. *Journal of managed care & specialty pharmacy*, 28(1), 16–25.
- [5]. Karsch-Völk, M., Schmid, E., Wagenpfeil, S., Linde, K., Heemann, U., & Schneider, A. (2014). Kidney function and clinical recommendations of drug dose adjustment in geriatric patients. *BMC geriatrics*, 13, 92.



MODELE PRZENIKANIA PRZESKÓRNEGO W ROZWOJU LEKÓW: KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA

Katarzyna Brezdeń ^{1*}, Monika Dąbrowska ²

¹ Szkoła Doktorska Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków

² Katedra Chemii Nieorganicznej i Analityki Farmaceutycznej, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków

* Autor korespondencyjny email: katarzyna.brezden@doctoral.uj.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. Monika Dąbrowska

Słowa kluczowe: przenikanie przezskórne; chromatografia IAM; QSAR; PBPK; komora Franza

WPROWADZENIE: Przenikalność skórna jest kluczowym parametrem w projektowaniu leków stosowanych miejscowo i przezskórnie, wpływając na dobór substancji czynnej oraz właściwości formułacyjne zwiększające biodostępność. Dynamiczny rozwój technik eksperymentalnych i obliczeniowych umożliwia coraz precyzyjniejsze przewidywanie transportu przezskórnego, co sprzyja modelowaniu procesów wczesnego etapu rozwoju leków.

CEL PRACY: Celem pracy jest przedstawienie współczesnych metod badania przenikania skórno i porównanie ich z innowacyjnymi metodami.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd przygotowano na podstawie literatury naukowej dotyczącej metod eksperymentalnych (m.in. komory Franza), modeli chromatograficznych (IAM), modeli QSAR, teorii parametrów Hansa oraz modeli PBPK. Uwzględniono również prace przeglądowe w tym zakresie. Skupiono się głównie na przeglądzie najnowszych doniesień publikacyjnych z ostatnich 5 lat, cytując tylko te starsze publikacje które bezpośrednio opisują założenia teorii.

WYNIKI: Komora dyfuzyjna Franza pozostaje złotym standardem w oznaczaniu współczynnika przenikania w badaniach ex vivo. W literaturze podkreśla się znaczenie modeli empirycznych, takich jak równanie Potts i Guya, oraz ich modyfikacji (m.in. model Robinsona i model Frascha), opisujących zależność przenikania od lipofilowości, masy cząsteczkowej oraz innych parametrów strukturalnych. Modele mechanistyczne oparte na prawach Ficka umożliwiają opis transportu przez warstwy skóry, zgodnie z koncepcją „cegieł i zaprawy”. Chromatografia na membranach IAM pozwala na ocenę oddziaływania z fosfolipidami i wspiera budowę modeli QSAR. W nowoczesnych modelach QSAR wykorzystuje się parametry Hansa, a także deskryptory kwantowe (np. energie HOMO LUMO), które korelują z reaktywnością i potencjalnym mechanizmem przenikania. Modele PBPK umożliwiają przewidywanie ekspozycji układowej oraz ocenę biorównoważności systemów transdermalnych. Chromatografia IAM oraz modele QSAR wspierają przewidywanie przenikania, budując fundament do bycia solidną podstawą w pierwszych etapach projektowania substancji transdermalnych.

WNIOSKI: Połączenie technik eksperymentalnych i modeli obliczeniowych wspiera rozwój leków dermalnych oraz umożliwia standaryzację metod predykcyjnych, ułatwiając sprawniejsze wdrożenia kliniczne.

Piśmiennictwo:

- [1]. Elias, P. M. (1983). *Epidermal lipids, barrier function, and desquamation*. *Journal of Investigative Dermatology*, 80(1), 44–49. <https://doi.org/10.1038/jid.1983.12>
- [2]. Köllmer, M., Mossahebi, P., Sacharow, E., Gorissen, S., Gräfe, N., Evers, D.-H., & Herbig, M. E. (2019). *Investigation of the compatibility of the skin PAMPA model AAPS PharmSciTech*, 20, 89.
- [3]. Potts, R. O., & Guy, R. H. (1992). *Predicting skin permeability*. *Pharmaceutical Research*, (5), 663–669. <https://doi.org/10.1023/A:1015810312465>
- [4]. Raspantini, G. L., Praça, F. S. G., & Medina, W. S. G. (2017). *Quantification of anti-inflammatory drugs retained in different layers of skin after in vitro permeation studies by liquid chromatography assay*. *Journal of Chromatography and Separation Techniques*, 1(1), 112.
- [5]. Sobańska, A. W., & Brzezińska, E. (2022). *IAM chromatographic models of skin permeation*. *Molecules*, 27(6), 1893. <https://doi.org/10.3390/molecules27061893>
- [6]. Grooten, Y., Mangelings, D., & Vander Heyden, Y. (2022). *Predicting skin permeability of pharmaceutical and cosmetic compounds using retention on octadecyl, cholesterol-bonded and immobilized artificial membrane columns*. *Journal of Chromatography A*, 1676, 463271. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2022.463271>

POTENCJAŁ TERAPEUTYCZNY BERBERYNY I JEJ POCHODNYCH

Mariia Data^{1*}, Małgorzata Starek², Monika Dąbrowska²

¹ Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków

² Katedra Chemii Nieorganicznej i Analityki Farmaceutycznej, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków

* Autor korespondencyjny e-mail: mariia.data@student.uj.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. Monika Dąbrowska

Słowa kluczowe: berberyna; choroby metaboliczne; nowotwór piersi; schorzenia neurodegeneracyjne

WPROWADZENIE: Berberyna – naturalny alkaloid izochinolinowy, który dzięki swojemu szerokiemu zakresowi właściwości, do których należą między innymi działanie antyoksydacyjne i przeciwzapalne, w ostatnich latach stał się przedmiotem badań w kierunku zwalczania chorób metabolicznych, nowotworów oraz schorzeń neurodegeneracyjnych.

CEL PRACY: Celem pracy jest przedstawienie współczesnego stanu wiedzy na temat potencjału terapeutycznego berberyny, ze szczególnym uwzględnieniem wyników doświadczalnych *in vitro*, *in vivo*, a także badań klinicznymi potwierdzających jej skuteczność w leczeniu chorób cywilizacyjnych.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd przygotowano na podstawie danych literaturowych dotyczących prac eksperymentalnych opublikowanych w latach 2021-2026.

WYNIKI: Nowa pochodna berberyny, C51, wykazuje silniejsze działanie przeciwproliferacyjne w liniach komórkowych raka płuca A549 i PC-9 niż związek macierzysty. Aktywacja osi cGAS-STING przez C51 skutecznie hamuje ucieczkę immunologiczną i wzrost guzów w modelach ksenograftów mysich. W badaniach nad potrójnie ujemnym rakiem piersi (TNBC) wykazano, że berberyna przełamuje oporność na paklitaksel poprzez hamowanie stabilności białka HSP90, co prowadzi do degradacji BRCA1, nasilenia uszkodzeń DNA i indukcji apoptozy. W modelach otyłości na myszach indukowanej dietą wysokotłuszczową oraz na adipocytach 3T3-L1 stwierdzono, że regulacja osi TRIB1-C/EBPα przez alkaloid prowadzi do redukcji syntezy leptyny i poprawy insulinowrażliwości. Modulacja dynamiki mitochondrialnej, objawiająca się wzrostem ekspresji białek fuzyjnych (MFN1, L-OPA1) przy jednoczesnym hamowaniu aktywności białka fragmentacyjnego DRP1, przywraca funkcje metaboliczne i nasila termogenezę w brązowej tkance tłuszczowej (BAT). Dane kliniczne u ludzi potwierdzają skuteczność berberyny w istotnej redukcji wskaźnika BMI, glikemii na czczo oraz poprawie profilu lipidowego (obniżenie TC, TG i LDL-C) u pacjentów z zespołem metabolicznym i niealkoholowym stłuszczeniem wątroby (NAFLD). Zastosowanie nowoczesnych systemów dostarczania, takich jak nanocząsteczki lipidowe (SLN, NLC) oraz transferosomy, istotnie zwiększa biodostępność związku i jego zdolność do przenikania przez barierę krew-mózg w modelach chorób Alzheimera i Parkinsona. Wyniki tych badań dokumentują redukcję markerów neurozapalnych (TNF-α, IL-6) oraz hamowanie aktywności acetylocholinoesterazy, co poprawia funkcje poznawcze i motoryczne. Berberyna podawana w formie nowoczesnych hydrożeli i liposomów wykazuje potencjał w leczeniu niedosłuchu cukrzycowego, chroniąc komórki przed stresem oksydacyjnym i regenerując synapsy w uchu wewnętrznym. Ponadto skutecznie przyspiesza gojenie zainfekowanych ran przewlekłych, działając silnie antybakteryjnie i wspierając odbudowę kolagenu.

WNIOSKI: Berberyna i jej pochodne stanowią wszechstronny i obiecujący kierunek w leczeniu chorób cywilizacyjnych.

Piśmiennictwo:

- [1]. Konduru, N. et al. (2026). Local cochlear delivery of berberine chloride hydrate via an injectable photo-crosslinked hydrogel for treating diabetes-induced hearing loss. *Journal of Controlled Release*, 390, 114582. doi: 10.1016/j.jconrel.2025.114582
- [2]. Sadeghi, S. et al. (2026). Hyaluronic acid-based hydrogel loaded with berberine hydrochloride promotes MRSA-infected wound healing. *Talanta*, 302, 129406. doi: 10.1016/j.talanta.2026.129406
- [3]. Gogga, P. et al. (2021). Potencjalne zastosowanie berberyny w terapii schorzeń metabolicznych. *Forum Zaburzeń metabolicznych*, 12(3), 99-106.
- [4]. Xu, X. et al. (2021). Therapeutic effect of berberine on metabolic diseases: Both pharmacological data and clinical evidence. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 133, 110984. doi: 10.1016/j.biopha.2020.110984
- [5]. Pal, B. et al. (2025). Nanomedicine-enabled neuroprotection: therapeutic role of berberine in neurodegenerative diseases. *Molecular Biology Reports*, 53(1), 49. doi: 10.1007/s11033-025-11193-9
- [6]. Li, J. et al. (2026). Berberine overcomes paclitaxel resistance in triple-negative breast cancer by inhibiting HSP90-mediated BRCA1 phosphorylation. *Experimental Cell Research*, 454(1), 114815. doi: 10.1016/j.yexcr.2025.114815
- [7]. Zhang, X. et al. (2026). Molecular mechanism of berberine in ameliorating leptin resistance and mitochondrial dysfunction through the TRIB1-C/EBPα axis in obesity. *Chinese Medicine*, 21(1), 55. doi: 10.1186/s13020-025-01296-7



WIELOPROGRAMOWE ŚRODOWISKO PRZETWARZANIA DANYCH METABOLOMICZNYCH LC-MS JAKO NARZĘDZIE WSPIERAJĄCE ROZWÓJ MEDYCyny SPERSONALIZOWANEJ

Jakub Janecki^{1}, Joanna Raczak-Gutknecht¹, Renata Wawrzyniak¹, Wiktoria Struck-Lewicka¹, Michał Markuszewski¹,
Danuta Siluk¹*

¹Katedra Biofarmacji i Farmakodynamiki, Wydział Farmaceutyczny, Gdański Uniwersytet Medyczny

* Autor korespondencyjny e-mail: jakubjanecki@gumed.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: Dr n. farm. Joanna Raczak-Gutknecht, Prof. dr hab. n. farm. Michał Markuszewski

Słowa kluczowe: metabolomika; LC-MS; automatyzacja; medycyna spersonalizowana; R; Python

WPROWADZENIE: Niecelowane analizy metabolomiczne generują obszerne zbiory danych, których opracowanie stanowi istotne wyzwanie analityczne. Znaczny udział pracy manualnej oraz niewystarczająca standaryzacja procedur ograniczają powtarzalność wyników, utrudniając wykorzystanie metabolomiki w medycynie spersonalizowanej.

CEL: Celem pracy było opracowanie autorskiego, wieloprogramowego środowiska umożliwiającego automatyzację przetwarzania danych metabolomicznych oraz obiektywne porównywanie i wybór optymalnej metody przygotowania próbek biologicznych.

MATERIAŁY I METODY: Dane pochodziły z analiz UHPLC-ESI-QTOF/MS próbek biologicznych przygotowywanych sześcioma różnymi metodami. Surowe dane poddano dekonwolucji i wyrównaniu czasów retencji w programie MassHunter Profinder, a dalsze etapy realizowano przy użyciu autorskich skryptów w środowiskach R i Python. Opracowana procedura obejmowała automatyczne filtrowanie danych, anotację sygnałów analitycznych w oparciu o bazę HMDB, klasyfikację chemiczną, kategoryzację pochodzenia wstępnie zidentyfikowanych związków oraz analizę statystyczną i wizualizację wyników.

WYNIKI: Automatyzacja umożliwiła zachowanie tych samych, zdefiniowanych kryteriów jakościowych podczas całego procesu przetwarzania danych, znacznie zredukowała czas jego trwania, a także pozwoliła na obiektywne wytypowanie optymalnej metody ekstrakcji. Integracja środowisk R i Python istotnie ograniczyła udział pracy manualnej i zwiększyła transparentność analiz.

WNIOSKI: Opracowane wieloprogramowe środowisko przetwarzania danych stanowi innowacyjne narzędzie wspierające standaryzację analiz metabolomicznych oraz dobór procedur przygotowania próbek oparty na jednoznacznych kryteriach. Takie podejście stanowi istotny krok w kierunku wdrażania zautomatyzowanych narzędzi bioinformatycznych w badaniach metabolomicznych ukierunkowanych na medycynę spersonalizowaną.

Podziękowania:

Projekt został sfinansowany przez Agencję Badań Medycznych w ramach Krajowego Planu na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności, Komponent D – Efektywność, dostępność i jakość systemu ochrony zdrowia, Inwestycja D3.1.1 „Kompleksowy rozwój badań w naukach medycznych i naukach o zdrowiu” (nr 2024/ABM/03/KPO/KPOD.07.07-IW.07-0075/24-00).

METFORMINA, A SUPLEMENTY DIETY

mgr farm. Martyna Janik^{1}, mgr Monika Zelek¹*

¹Akademia Nauk Stosowanych w Nowym Sączu, Wydział Lekarski i Nauk o zdrowiu, Katedra Nauk Przedklinicznych

*Autor korespondencyjny e-mail: martyna.janik02@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Renata Francik, prof. ANS

Słowa kluczowe: metformina; suplementy diety; cukrzyca typu 2;

WPROWADZENIE: Metformina to pochodna biguanidu, uwrażliwiająca tkanki na działanie insuliny. Ze względu na skuteczność i bezpieczeństwo potwierdzone w licznych badaniach klinicznych jest często stosowana jako lek pierwszego rzutu w cukrzycy typu 2, czy zespole policystycznych jajników. Coraz częściej pacjenci stosujący metforminę sięgają po suplementy diety licząc na poprawę ogólnego stanu zdrowia. Jednakże jednoczesne stosowanie preparatów metforminy z suplementami diety wymaga oceny pod kątem skuteczności, bezpieczeństwa terapii oraz ich wzajemnych interakcji. Dlatego zasadna jest analiza korzyści i zagrożeń jakie niesie równoczesne stosowanie metforminy i powszechnych suplementów diety.

CEL PRACY: Celem pracy było przeprowadzenie przeglądu literaturowego dotyczącego jednoczesnego stosowania metforminy i suplementów diety pod kątem bezpieczeństwa i interakcji leku.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: W poszukiwaniu danych do przeglądu literaturowego dotyczącego interakcji metforminy i suplementów diety wykorzystano bazę EBSCO, która pozwala na przegląd 26 połączonych z nią baz. Po wpisaniu słów kluczowych metformin AND dietary supplements otrzymano 542 rekordy, z czego do czasopism naukowych było przypisanych 502, periodyki 34, publikacje branżowe 1, dysertacje 1 i wiadomości 1. Po zastosowaniu filtrów: pełny tekst, ostatnie 10 lat i takie typy źródła jak czasopisma naukowe i dysertacje otrzymano 29 prac do analizy. Przy użyciu przeglądarki Rayyan dokonano analizy bazy literaturowej dotyczącej suplementów i metforminy.

WYNIKI: Przegląd literatury wskazuje na częste stosowanie suplementów diety jako uzupełnienie terapii metforminą u pacjentów z cukrzycą typu 2. Suplementy takie jak witamina B12, cynk czy berberyna, mogą wpływać na kontrolę glikemii, poprzez obniżenie insulinooporności i regulację metabolizmu (Chhina i in., 2024, Lohdi i in., 2019). Zaobserwowano, że u osób leczonych metforminą w porównaniu z grupą kontrolną stężenie witaminy B12, żelaza i miedzi zmniejsza się (Otowa-Suematsu i in., 2025, Rubani i in., 2025), natomiast cynk poprawia wrażliwość komórek na insulinę [Chhina i in., 2024] a regularna suplementacja tym pierwiastkiem może znacząco obniżyć poziom glukozy na czczo oraz hemoglobiny glikowanej (HbA1c) (Chhina i in., 2024). Jednocześnie wyższe stężenia cynku i homocysteiny mogą wskazywać na utajone niedobory miedzi i ryzyko powikłań (Otowa-Suematsu i in., 2025). Działanie hipoglikemizujące wykazują preparaty zawierające berberynę, która wpływa również na redukcję tkanki tłuszczowej. Jednak przyjmowana razem z metforminą wymaga nadzoru lekarskiego (Lohdi i in., 2019).

WNIOSKI:

1. Prawidłowa suplementacja pacjentów stosujących metforminę stanowi kluczowe uzupełnienie terapii w przypadku stwierdzenia niedoborów składników mineralnych i witamin.
2. Jednoznaczna ocena bezpieczeństwa i skuteczności stosowania metforminy i suplementów diety wymaga dalszych badań klinicznych.

Piśmiennictwo:

- Chhina, G. S., Chhabra, A., Luthra, S. R., Khattar, S., Singh, P., & Luthra, S. (2024). Effect of zinc supplementation on glycemic control in newly diagnosed patients with type 2 diabetes mellitus. *Cureus*, 16(9), e69180. <https://doi.org/10.7759/cureus.69180>
- Lodhi, N., Pawar, P., Yadhuwanshi, R., & Tagde, P. (2019). Herbs for the management of obesity. *International Journal of Pharmacy & Life Sciences*, 10(6), 58.
- Matyar, S., Dişel, N. R., Açıkalın, A., Kutnu, M., & İnal, T. (2016). Çukurova bölgesinde D vitamini düzeyleri. *Çukurova Medical Journal (Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi)*, 42(2), 1. <https://doi.org/10.17826/cutf.270675>
- Otowa-Suematsu, N., Sakaguchi, K., Yamada, T., Nishisaka, M., Morita, Y., Fukumitsu, H., Katsura, Y., Okada, Y., Hirota, Y., Sugawara, K., & Ogawa, W. (2025). Association of metformin treatment with changes in metal dynamics in individuals with type 2 diabetes. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, 13(5), e005255. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2025-005255>
- Rubani, A., Khalid, D., Nadeem, S., Jamali, A. G., Rizvi, S. A. B., Rabbani, A., Sahitja, S., Asfand Yar, M., Albatrawi, A. A. M., & Abdul-Latif, M. M. (2025). Iron deficiency anemia and oxidative stress in type 2 diabetic patients on metformin: A meta-analysis. *Cureus*, 17(5), e84386. <https://doi.org/10.7759/cureus.84386>

MIKROPLASTIK W ŻYWIENIU KLINICZNYM – AKTUALNY STAN WIEDZY

Katarzyna Jażdżewska^{1}, Kornelia Kadac-Czapska¹, Małgorzata Grembecka¹*

¹ Katedra i Zakład Bromatologii Gdański Uniwersytet Medyczny

* Autor korespondencyjny e-mail: katarzyna.jazdzewska@gumed.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: prof. dr hab. n. farm. inż. Małgorzata Grembecka

Słowa kluczowe: mikroplastik; toksyczność; żywienie kliniczne

WPROWADZENIE: Żywienie kliniczne to postępowanie medyczne, którego celem jest poprawa lub utrzymanie stanu odżywienia osób, które nie są w stanie pokryć swojego zapotrzebowania dietą naturalną. Rodzaj zastosowanego leczenia żywieniowego jest uwarunkowany stanem zdrowia pacjenta, przy czym wyróżnić można żywienie dojelitowe i pozajelitowe. W celu kontrolowanego dostarczenia składników odżywczych do organizmu najczęściej stosuje się wyroby medyczne wykonane z tworzyw sztucznych. Materiały te mogą być potencjalnym źródłem narażenia pacjenta na mikroplastik (MP) - cząstki o wielkości od 0,1 µm do 5 mm. Uważa się, że MP może wywoływać stany zapalne i stres oksydacyjny. W konsekwencji może również negatywnie wpływać na funkcjonowanie układów narządów człowieka (Kadac-Czapska i in., 2025).

CEL PRACY: Celem pracy było przedstawienie potencjalnych źródeł narażenia pacjenta na MP podczas stosowania żywienia klinicznego.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przeprowadzono przegląd literatury z ostatnich dwóch lat, z wykorzystaniem baz danych takich jak ScienceDirect, PubMed oraz Google Scholar. Do wyszukiwania prac wykorzystano takie hasła jak: „microplastics”; „clinical nutrition”; „medical devices”.

WYNIKI: W leczeniu żywieniowym stosowane są m.in. rurki, zgłębniki, strzykawki, butelki oraz worki wykonane z polimerów takich jak polipropylen, polietylen, poliuretan, poliamid oraz poli(tereftalan etylenu) (Casella i in., 2025). Według najnowszych danych, elementy te mogą być zanieczyszczone MP podczas procesu produkcji i pakowania (Li i in., 2025). Ponadto, na uwalnianie MP z ww. materiałów może wpływać czas i temperatura (Chen i in., 2025). Co istotne, znaczenie ma również rodzaj płynu podawanego pacjentowi, gdyż emulsje lipofilowe mogą nasilać uwalnianie MP (Vercauteren i in., 2024). Trzeba pamiętać, że MP mogą przedostawać się do krwiobiegu podczas wlewów dożylnych, ponieważ stosowanie membran filtracyjnych nie zapewnia ich całkowitego zatrzymania (Li i in., 2025).

WNIOSKI: Narażenie pacjentów na MP w trakcie żywienia klinicznego jest tematem wymagającym dalszych badań. Wynika to ze złożoności oceny toksyczności MP, ponieważ konieczne jest uwzględnienie czasu trwania leczenia żywieniowego, rodzaju stosowanych jednorazowych materiałów medycznych, a tym samym rodzaju uwalnianego MP (ilość, rozmiar, skład chemiczny) oraz stanu zdrowia pacjenta.

Piśmiennictwo:

- Casella, C., Cornelli, U., Zanoni, G., Moncayo, P., & Ramos-Guerrero, L. (2025). Health Risks from Microplastics in Intravenous Infusions: Evidence from Italy, Spain, and Ecuador. *Toxics*, 13(7), 597. <https://doi.org/10.3390/TOXICS13070597/S1>
- Chen, C., Du, S., Liu, Z., Li, W., Tao, F., & Qie, X. (2025). Systematic characterisation of microplastics released from disposable medical devices using laser direct infrared spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 1355, 343982. <https://doi.org/10.1016/J.ACA.2025.343982>
- Kadac-Czapska, K., Ośko, J., Nowak, N., Jażdżewska, K., Kowalczyk, P., & Grembecka, M. (2025). Unseen Hazards—Toxicological Effects and Human Health Impacts of Nanoplastics and Microplastics. *Applied Sciences*, 15(18), 10146. <https://doi.org/10.3390/APP151810146>
- Li, B., Li, M., Du, D., Tang, B., Yi, W., He, M., Liu, R., Yu, H., Yu, Y., & Zheng, J. (2025). Characteristics and influencing factors of microplastics entering human blood through intravenous injection. *Environment International*, 198, 109377. <https://doi.org/10.1016/J.EN-VINT.2025.109377>
- Vercauteren, M., Panneel, L., Jorens, P. G., Covaci, A., Cleys, P., Mulder, A., Janssen, C. R., & Asselman, J. (2024). An Ex Vivo Study Examining Migration of Microplastics from an Infused Neonatal Parenteral Nutrition Circuit. *Environmental Health Perspectives*, 132(3), 37703. <https://doi.org/10.1289/EHP13491>

INHIBITORY SYNTAZY ALDOSTERONU (ASI) W LECZENIU OPORNEGO NADCIŚNIENIA TĘTNICZEGO

Magdalena Rewis¹, Ewa Gibuła-Tarłowska², Jolanta Orzelska-Górka²

¹Studenckie Koło Naukowe „Synapsa” przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

²Katedra i Zakład Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: madzia.rewis24@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Ewa Kędzierska

Słowa kluczowe: baxdrostat; aldosteron; nadciśnienie oporne

WPROWADZENIE: Aldosteron, hormon produkowany w korze nadnerczy, odgrywa kluczową rolę w regulacji gospodarki sodowo-potasowej i objętości płynów ustrojowych. Jego nadmierne wydzielanie prowadzi do retencji sodu i wody oraz zwiększenia objętości krwi krążącej, stanowiąc istotny mechanizm patofizjologiczny nadciśnienia tętniczego. Inhibitory syntazy aldosteronu (ASI) reprezentują nową klasę leków przeciwnadciśnieniowych o odmiennym mechanizmie działania od spironolaktonu czy eplerenonu, które blokują działanie aldosteronu na poziomie receptora. ASI mogą skuteczniej ograniczać konsekwencje przewlekłej nadaktywności układu renina-angiotensyna-aldosteron (RAA), w tym retencję sodu, włóknienie narządowe i utrwalone podwyższenie ciśnienia. Szczególnie obiecujące jest ich zastosowanie u pacjentów z nadciśnieniem opornym, u których mimo terapii wielolekowej wartości ciśnienia pozostają nieprawidłowe, zwiększając ryzyko powikłań sercowo-naczyniowych. W tej grupie chorych nadmierna aktywność aldosteronu odgrywa często kluczową rolę. Najszerzej przebadanym przedstawicielem ASI jest baxdrostat (CIN-107), który w badaniach klinicznych wykazał skuteczność w obniżaniu ciśnienia tętniczego u pacjentów z nadciśnieniem opornym. Lek może stać się przełomową opcją terapeutyczną dla dużej grupy pacjentów z trudnym do kontrolowania nadciśnieniem.

CEL PRACY: Prezentacja ma na celu analizę dostępnych danych klinicznych dotyczących skuteczności i bezpieczeństwa baxdrostatu jako inhibitora syntazy aldosteronu w leczeniu nadciśnienia opornego oraz ocena jego potencjalnego miejsca w algorytmie terapeutycznym tej jednostki chorobowej.

METODOLOGIA PRZEGLADU: Przegląd literatury przeprowadzono zgodnie z wytycznymi PRISMA 2020 w bazie Medline (via PubMed). Wyszukiwanie wykonano z użyciem słów kluczowych: “baxdrostat”, “aldosterone synthase inhibitor”, “resistant hypertension”. Uwzględniono publikacje w języku angielskim obejmujące badania kliniczne fazy II i III, analizy bezpieczeństwa oraz prace przeglądowe dotyczące mechanizmu działania leku, wykluczono doniesienia niepełnotekstowe. Selekcję przeprowadzono dwuetapowo: wstępnie na podstawie tytułów i abstraktów, następnie po analizie pełnych tekstów. W wyniku wyszukiwania wyodrębniono 17 publikacji. Po usunięciu duplikatów oraz analizie tytułów i streszczeń do dalszej oceny zakwalifikowano 7 artykułów. Ostatecznie do analizy włączono 4 publikacje spełniające przyjęte kryteria jakościowe.

WYNIKI: Dostępne badania kliniczne wskazują, że baxdrostat w sposób zależny od dawki istotnie obniża skurczowe ciśnienie tętnicze u pacjentów z nadciśnieniem opornym, przy zachowaniu korzystnego profilu bezpieczeństwa. Wykazano skuteczne zahamowanie syntezy aldosteronu bez istotnego wpływu na stężenia kortyzolu, co potwierdza selektywność działania wobec CYP11B2.

WNIOSKI: Baxdrostat jako selektywny inhibitor syntazy aldosteronu stanowi obiecującą strategię terapeutyczną w leczeniu nadciśnienia opornego. Mechanizm działania odmienny od antagonistów receptora mineralokortykoidowego pozwala na bezpośrednie ograniczenie syntezy aldosteronu, co może przekładać się na skuteczniejszą kontrolę nadmiernej aktywacji układu RAA.

Piśmiennictwo:

Azizi M, Riancho J, Amar L. Aldosterone Synthase Inhibitors: A Revival for Treatment of Renal and Cardiovascular Diseases. *J Clin Endocrinol Metab.* 2025 Feb 18;110(3):e557-e565. doi: 10.1210/clinem/dgae823. PMID: 39656736.

Flack JM, Azizi M, Brown JM, Dwyer JP, Fronczek J, Jones ESW, Olsson DS, Perl S, Shibata H, Wang JG, Wilderäng U, Wittes J, Williams B; BaxHTN Investigators. Efficacy and Safety of Baxdrostat in Uncontrolled and Resistant Hypertension. *N Engl J Med.* 2025 Oct 9;393(14):1363-1374. doi: 10.1056/NEJMoa2507109. Epub 2025 Aug 30. PMID: 40888730; PMCID: PMC7618089.

Forzano I, Mone P, Varzideh F, Jankauskas SS, Kansakar U, De Luca A, Santulli G. The selective aldosterone synthase inhibitor Baxdrostat significantly lowers blood pressure in patients with resistant hypertension. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022 Dec 9;13:1097968. doi: 10.3389/fendo.2022.1097968. PMID: 36568122; PMCID: PMC9780529.

WIĘCEJ NIŻ STANDARD: PRZEGLĄD NOWOCZESNYCH STRATEGII TERAPEUTYCZNYCH I OBIECUJĄCYCH CELÓW MOLEKULARNYCH W ŁYSIENIU ANDROGENOWYM

Daniel Pikor^{1*}

¹ Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Farmacji Klinicznej i Opieki Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Zakład Farmacji Klinicznej i Opieki Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: 65522@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. med. i n. o zdr. Anna Serefko²

Słowa kluczowe: łysienie androgenowe; inhibitory JAK; egzosomy; minoksydyl; medycyna regeneracyjna

WPROWADZENIE: Łysienie androgenowe (AGA) stanowi najczęstszą przyczynę utraty włosów, wpływając istotnie na jakość życia pacjentów i stanowiąc wyzwanie terapeutyczne. Mimo ugruntowanej pozycji leków takich jak finasteryd, czy minoksydyl, ich skuteczność bywa ograniczona, a działania niepożądane skłaniają badaczy do poszukiwania alternatyw. Ostatnie lata przyniosły dynamiczny rozwój badań nad patomechanizmem AGA, co otworzyło drogę dla nowych cząsteczek, w tym inhibitorów kinaz janusowych (JAK) oraz zaawansowanych metod inżynierii tkankowej.

CEL PRACY: Celem niniejszej pracy jest systematyczne podsumowanie i ocena skuteczności oraz bezpieczeństwa stosowania nowoczesnych metod leczenia łysienia androgenowego, ze szczególnym uwzględnieniem terapii wprowadzanych lub intensywnie badanych w ciągu ostatnich 5 lat, w tym nowych postaci leków klasycznych oraz terapii biologicznych.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Dokonano przeglądu literatury w bazie danych PubMed, obejmującego publikacje z lat 2020-2025. Strategia wyszukiwania opierała się na kombinacji słów kluczowych: „androgenetic alopecia treatment”, „novel therapies”, „JAK inhibitors”, „exosomes” oraz „low-dose oral minoxidil”. Do analizy włączono badania kliniczne, metaanalizy oraz prace przeglądowe opublikowane w języku angielskim i polskim, odrzucając doniesienia kazuistyczne oraz badania na modelach zwierzęcych nieposiadających odniesienia klinicznego.

WYNIKI: Analiza literatury wskazuje na rosnące znaczenie niskich dawek minoksydylu podawanego doustnie (LDM), jako skutecznej alternatywy dla terapii miejscowej. Istotnym trendem jest wykorzystanie medycyny regeneracyjnej, w tym osocza bogatopłytkowego (PRP) nowej generacji oraz egzosomów pochodzących z komórek macierzystych, które wykazują potencjał w stymulacji angiogenezy i proliferacji komórek brodawki włosa. Zwrócono również uwagę na obiecujące wyniki badań nad zastosowaniem inhibitorów JAK oraz antagonistów receptorów androgenowych nowej generacji (np. klaskoteron), które mogą zminimalizować ogólnoustrojowe skutki uboczne terapii.

WNIOSKI: Współczesne podejście do leczenia łysienia androgenowego ewoluuje w kierunku terapii personalizowanej i skojarzonej. Choć klasyczne leki pozostają „złotym standardem”, nowe metody, takie jak LDM czy terapie oparte na egzosomach, oferują obiecujące rezultaty, zwłaszcza u pacjentów opornych na leczenie konwencjonalne. Konieczne są dalsze, długoterminowe badania kliniczne, aby ustandaryzować protokoły zabiegowe nowych metod i w pełni ocenić ich profil bezpieczeństwa.

Piśmiennictwo:

Gupta, A. K., Venkataraman, M., Talukder, M., & Bamimore, M. A. (2022). Relative efficacy of minoxidil and the 5- α reductase inhibitors in androgenetic alopecia treatment of male patients: A network meta-analysis. *JAMA Dermatology*, 158(3), 266-274. <https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2021.5743>

Asilian, A., Farmani, A., & Saber, M. (2024). Clinical efficacy and safety of low-dose oral minoxidil versus topical solution in the improvement of androgenetic alopecia: A randomized controlled trial. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 23(3), 949-957. <https://doi.org/10.1111/jocd.16086>

Ong, M. M., Li, Y., & Lipner, S. R. (2026). Oral minoxidil for alopecia treatment: Risks, benefits, and recommendations. *American Journal of Clinical Dermatology*, 27(1), 101-119. <https://doi.org/10.1007/s40257-025-00990-4>

Al Ameer, M. A., Alnajim, A. T., Al Ameer, A., Alsaman, Z., Al Ameer, G. A., Alnajim, S. T., Alghamdi, A. A., Moideen, R., & Al Hadi, E. M. (2025). Exosomes and hair regeneration: A systematic review of clinical evidence across alopecia types and exosome sources. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 18, 2215-2227. <https://doi.org/10.2147/CCID.S556272>

Shin, J.-W., & Huh, C.-H. (2025). Updates in Treatment for Androgenetic Alopecia. *Annals of Dermatology*, 37(6), 327-335.

Piraccini, B. M., Dias, M. F. G., Abraham, L. S., & Rudnicka, L. (2026). Androgenetic alopecia: an international expert view on the aetiopathogenesis, quality of life and current and emerging therapeutic approaches. *European Journal of Dermatology*, 36(S1), 4-12.

ZASTOSOWANIE UCZENIA MASZYNOWEGO W IDENTYFIKACJI NOWYCH ZWIĄZKÓW O POTENCJALNYM DZIAŁANIU TERAPEUTYCZNYM WOBEC NEGATYWNYCH OBJAWÓW SCHIZOFRENII

*Daria Kluzik**

SSG of Drug Discovery, Zakład Chemii Leków, Katedra Chemii Farmaceutycznej, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie

*Autor korespondencyjny e-mail: daria.kluzik@student.uj.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr. Jakub Jończyk, dr. hab. Agnieszka Zagórska

Słowa kluczowe: uczenie maszynowe, schizofrenia, dualne ligandy, receptor 5-HT_{2A}, enzym PDE10A

WPROWADZENIE: Schizofrenia jest złożonym zaburzeniem neurorozwojowym, które nadal stanowi poważne wyzwanie kliniczne, szczególnie w kontekście leczenia objawów negatywnych. Jej skuteczna farmakoterapia powinna uwzględniać wielowymiarowe zaburzenia neuroprzekąźnictwa w ośrodkowym układzie nerwowym (OUN). Wyniki badań przedklinicznych sugerują, że połączone oddziaływanie na receptor 5-HT_{2A} i enzym fosfodiesteraza 10A (PDE10A) może prowadzić do poprawy kontroli objawów negatywnych stosunku do aktualnych standardów terapeutycznych.

CEL PRACY: Celem niniejszego badania było wyłonienie związków o jednoczesnej aktywności wobec receptora 5-HT_{2A} oraz enzymu PDE10A, wykorzystując zintegrowane podejście obejmujące metody uczenia maszynowego oraz modelowanie molekularne.

MATERIAŁY I METODY: W pierwszym etapie, na podstawie danych aktywności z bazy ChEMBL zbudowano szereg modeli klasyfikacyjnych wykorzystujących różne reprezentacje molekularne (ECFP, deskryptory fizykochemiczne) i algorytmy (m.in. las losowy, XGBoost, SVM). Za aktywne przyjęto związki o IC₅₀ lub Ki było poniżej mediany wartości zebranego zbioru treningowego. Modele oceniano przy użyciu 5-krotnej walidacji krzyżowej oraz metryk dokładności, F1-score i ROC AUC. Za pomocą najlepszych modeli przeprowadzono screening wirtualny biblioteki ~1,7 mln związków. Kandydatów wytypowanych przez oba modele jednocześnie poddano dalszym eksperymentom dokowania molekularnego i dynamiki molekularnej.

WYNIKI: Najlepsze spośród wytrenowanych modeli (XGBoost) uzyskały bardzo wysoką skuteczność rozróżniania związków wysoko i nisko aktywnych zarówno wobec receptora 5-HT_{2A}, jak i enzymu PDE10A. Dla PDE10A osiągnięto: dokładność = 0,945 przy parametrach F1-score = 0,934 i ROC AUC = 0,960. Dla 5-HT_{2A}: dokładność = 0,948, F1-score = 0,927 i ROC AUC = 0,970. Za pomocą tych modeli, wytypowano 3386 związków aktywnych, z których 22 w eksperymentach modelowania molekularnego wykazywały sprzyjający i stabilny profil wiązania w miejscach wiążących obu celów biologicznych.

WNIOSKI: W przedstawionym badaniu opracowano i zwalidowano pipeline screeningu wirtualnego związków pod kątem dualnej aktywności 5-HT_{2A}/PDE10A. Zaproponowane podejście oraz wyłonię ligandy stanowią pierwszy krok w racjonalnym poszukiwaniu nowoczesnych metod terapeutycznych, szczególnie lepszej kontroli uporczywych objawów negatywnych.

KOKRYSZTAŁY SUBSTANCJI LECZNICZYCH JAKO INNOWACYJNA STRATEGIA OPTYMALIZACJI I PERSONALIZACJI FARMAKOTERAPII

Aleksandra Kamińska^{2*}

¹Katedra i Zakład Chemii Leków Uniwersytet Medyczny w Lublinie

²Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Chemii Leków, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: 61760@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Dorota Kowalczuk¹

Słowa kluczowe: kokryształy, optymalizacja farmakoterapii, rozpuszczalność

WPROWADZENIE: Obecnie rozwój farmakoterapii obejmuje również działania mające na celu udoskonalenie właściwości fizykochemicznych już stosowanych leków. Parametry te mają istotny wpływ na biodostępność, a tym samym na skuteczność leczenia. Jednym z najważniejszych czynników warunkujących efektywność terapeutyczną jest rozpuszczalność substancji leczniczej. Ograniczona rozpuszczalność w środowisku wodnym może prowadzić do zmniejszonego wchłaniania substancji czynnej i obniżenia efektu terapeutycznego. Jedną z nowoczesnych strategii stosowanych w tym celu jest kokryształizacja. Metoda ta umożliwia modyfikację wybranych właściwości fizykochemicznych, takich jak rozpuszczalność, bez zmiany struktury chemicznej i aktywności farmakologicznej leku.

CEL PRACY: Celem pracy było zebranie najnowszych danych i informacji na temat wpływu kokryształizacji na właściwości fizyko-chemiczne cząsteczek, wpływu na ich biodostępność oraz analiza substancji, które obecnie są stosowane w tej formie.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd literatury przeprowadzono na podstawie publikacji dostępnych w bazach danych z artykułami. Analizie poddano artykuły oryginalne oraz prace przeglądowe opublikowane w latach 2019–2024, koncentrujące się na zagadnieniach kokryształizacji substancji leczniczych oraz jej wpływie na właściwości fizykochemiczne, w szczególności rozpuszczalność i biodostępność. Uwzględniono wyłącznie publikacje w języku angielskim o charakterze naukowym. Kryterium kwalifikacji stanowiła zgodność tematyczna z zakresem pracy

WYNIKI: Kokryształizacja przyczynia się przede wszystkim do zwiększenia rozpuszczalności substancji czynnej, co stanowi kluczowy czynnik wpływający na jej biodostępność. Poprawa rozpuszczalności może prowadzić do zwiększenia szybkości rozpuszczania oraz lepszego wchłaniania leku z przewodu pokarmowego. W konsekwencji kokryształy mogą przyczyniać się do zwiększenia skuteczności terapeutycznej.

WNIOSKI: Kokryształizacja stanowi skuteczną metodę modyfikacji właściwości fizykochemicznych substancji bez zmiany jej struktury chemicznej. Ta metoda może stanowić obiecującą strategię poprawy rozpuszczalności oraz biodostępności substancji leczniczych, przyczyniając się do optymalizacji farmakoterapii i rozwoju medycyny spersonalizowanej.

Piśmiennictwo:

- [1]. Desai, H., Gulhane, N., Bhawe, G., Chatale, B., Shah, P., Asiri, Y. I., Hassan, M. Z., & Faiyazuddin, M. (2025). Mesalamine and ascorbic acid drug-drug cocrystal-loaded suppositories: A co-administrative approach for localized treatment of ulcerative colitis. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 20, 278. <https://doi.org/10.1007/s12247-025-10218-x>
- [2]. Jia, Y., Yang, D., Wang, W., Hu, K., Yan, M., Zhang, L., Gao, L., & Lu, Y. (2024). Recent advances in pharmaceutical cocrystals of theophylline. *Natural Products and Bioprospecting*, 14(1), 53. <https://doi.org/10.1007/s13659-024-00470-y>
- [3]. Batisai, E. (2021). Solubility Enhancement of Antidiabetic Drugs Using a Co-Crystallization Approach. *Chemistry Open*, 10(12), 1260–1268. <https://doi.org/10.1002/open.202100246>
- [4]. Dhondale, M. R., Thakor, P., Nambiar, A. G., Singh, M., Agrawal, A. K., Shastri, N. R., & Kumar, D. (2023). Co-Crystallization Approach to Enhance the Stability of Moisture-Sensitive Drugs. *Pharmaceutics*, 15(1), 189. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010189>

ZASTOSOWANIE BADAŃ METABOLOMICZNYCH DO OCENY ROLI NUKLEOZYDÓW ORAZ KARNITYN JAKO POTENCJALNYCH WSKAŹNIKÓW NOWOTWOROWYCH

*Adrianna Kowalska**, Wiktoria Struck-Lewicka, Renata Wawrzyniak, Michał Markuszewski, Danuta Siluk

Katedra Biofarmacji i Farmakodynamiki, Wydział Farmaceutyczny, Gdański Uniwersytet Medyczny

* Autor korespondencyjny e-mail: kowalska.adrianna@gumed.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Wiktoria Struck – Lewicka

Słowa kluczowe: metabolomika, osocze, nukleozydy, karnityny, biomarkery nowotworowe

WPROWADZENIE: Wysoka śmiertelność z powodu nowotworów podkreśla ciągłą potrzebę poszukiwania czułych i swoistych wskaźników diagnostycznych choroby. W tym kontekście, metabolomika jako zaawansowane podejście badawcze służące do kompleksowej analizy metabolitów, umożliwia poszukiwanie mechanizmów molekularnych rozwoju choroby, a także na wyselekcjonowanie potencjalnych związków biomarkerowych.

CEL PRACY: Celem pracy była analiza profilu metabolomicznego próbek osocza oraz wstępna identyfikacja metabolitów o potencjalnym znaczeniu diagnostycznym w kancerogenezie ze szczególnym uwzględnieniem nukleozydów i karnityn.

MATERIAŁY I METODY: Próbkę osocza poddano procedurze deprotenizacji z zastosowaniem zimnej mieszaniny MeOH:EtOH (1:1, v/v). Oznaczenia przeprowadzono z wykorzystaniem techniki ultrawysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej z wysokorozdzielczą spektrometrią mas (UHPLC-HRMS). Analizy przeprowadzono w trybie skanowania w jonizacji dodatniej oraz ujemnej. Uzyskane z oznaczeń surowe dane pomiarowe poddano wstępnemu przygotowaniu polegającemu na wyrównaniu sygnałów analitycznych, normalizacji oraz skalowaniu zmiennych. Następnie zastosowano jedno- i wielowymiarowe metody statystyczne w celu wyselekcjonowania metabolitów o największym potencjale diagnostycznym i poznawczym w stanie nowotworowym.

WYNIKI: W oparciu o przeprowadzone badania zaobserwowano istotne zmiany w poziomach metabolitów zaangażowanych w szlaki nukleozydowe oraz karnitynowe. Związki te pełnią istotną rolę w metabolizmie nowotworów, procesach zapalnych oraz odpowiedzi związanej ze stresem oksydacyjnym. Zaobserwowane zmiany metaboliczne wskazują na ich potencjalną użyteczność jako wskaźników zaburzeń biochemicznych towarzyszących rozwojowi choroby.

WNIOSKI: Uzyskane wyniki wskazują, że badania metabolomiczne stanowią użyteczne narzędzie do wyselekcjonowania potencjalnych wskaźników diagnostycznych choroby. Zaobserwowane zmiany w poziomach metabolitów z grupy nukleozydów i karnityn mogą odgrywać istotną rolę w toczącym się procesie nowotworowym, jednak konieczne są dalsze badania w celu potwierdzenia wstępnych rezultatów.

PODZIĘKOWANIA I FINANSOWANIE: Projekt został sfinansowany przez Agencję Badań Medycznych w ramach Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności Komponent D Efektywność, dostępność i jakość systemu opieki zdrowotnej Inwestycja D3.1.1 Kompleksowy rozwój badań w dziedzinie medycyny i nauk o zdrowiu (nr 2024/ABM/03/KPO/KPOD.07.07-IW.07-0075/24-00).

RECEPTA WETERYNARYJNA NA INSULINĘ HUMULIN N - ANALIZA PRZYPADKU

Maja Rutkowska

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Słowa kluczowe: recepta weterynaryjna, insulina, Humulin N, off-label

WPROWADZENIE: Nieodłączną częścią pracy farmaceuty w aptece ogólnodostępnej jest realizacja recept elektro-nicznych oraz papierowych. Wśród recept papierowych szczególne miejsce zajmują charakterystyczne druki z zielo-nym ukośnym paskiem - recepty weterynaryjne.

CEL PRACY: Analiza poprawności, celowości oraz bezpieczeństwa otrzymanej w aptece recepty weterynaryjnej dla psa, rasy owczarek niemiecki obejmującej insulinę Humulin N.

MATERIAŁ I METODY: Zawarte w pracy informacje pochodzą z wywiadu przeprowadzonego z właścicielami psie-go pacjenta przed wydaniem leku w celu weryfikacji znajomości preparatu oraz formy jego podania, w połączeniu z późniejszą analizą przypadku.

WYNIKI: Zgodnie z Charakterystyką Produktu Leczniczego - insuliny Humulin N, jest ona wskazana do leczenia ludzi chorujących na cukrzycę, którzy wymagają stosowania insuliny w celu utrzymania prawidłowego metabolizmu glu-kozy (Humulin N, ChPL, 2023). Przepisanie leku dla psa jest przykładem zastosowania produktu off-label.

WNIOSKI: Leki weterynaryjne są stosowane u zwierząt w ramach prawnie uregulowanej kaskady - hierarchii pierw-szeństwa wyboru. W przypadku braku leku oficjalnie zarejestrowanego dla danego gatunku, bądź innego gatunku umożliwia się zastosowanie preparatu wskazanego w lecznictwie ludzkim (Parlament Europejski i Rada UE, 2019). Insulina Humulin N została przepisana dla psa jednorazowo, w celu obniżenia wysokiego stężenia glukozy, związane-go z długotrwałą terapią glikokortykosteroidami.

Pismiennictwo:

[1]. Eli Lilly Nederland B.V. (2023). *Humulin N - ChPL. Europejska Agencja Leków.*

[2]. *Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/6 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie weterynaryjnych produktów leczni-czych i uchylające dyrektywę 2001/82/WE. (2019). Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, L 4, s. 43–167. eur-lex.europa.eu*

IV OGÓLNOPOLSKIE FORUM MŁODYCH
12 marca 2026



Sesja 2

OD CZĄSTECZKI DO LEKU
– NOWE KIERUNKI BADAŃ
W FARMACJI

Wykład Sesji

ŚWIAT JEST CHIRALNY – A CO NA TO NASZ METABOLIZM?

Łukasz Komsta

Katedra i Zakład Chemii Leków, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Autor korespondencyjny e-mail: lukasz.komsta@umlub.pl

Słowa kluczowe: chiralność, cytochrom, metabolizm

Chiralność leków jest powszechnie znaną właściwością, a różnice w działaniu poszczególnych enancjomerów mogą być skrajnie różne – od zbliżonego działania, przez brak działania jednego z enancjomerów, aż do działania toksycznego. Ze względu na to, że każdy z leków jest ksenobiotykiem, a zatem podlega metabolizmowi, ewolucja wykształciła również mechanizmy pozbywania się ksenobiotyków w stereoselektywny sposób. W zdecydowanej większości przypadków metabolizm wykazuje preferencję względem jednego z enancjomerów.

Wykład prezentuje syntetyczne porównanie różnych wariantów stereoselektywnego metabolizmu leków na przykładach, zgodnie z klasyfikacją zaproponowaną przez Testę (2015):

1. Metabolizm stereoselektywny, zachowanie konfiguracji chiralnej
2. Metabolizm prowadzący do zaniku centrum chiralnego i wytworzenia achiralnych metabolitów
3. Metabolizm substancji achiralnej, który prowadzi do wytworzenia jednego centrum chiralności w przypadkowy lub stereoselektywny sposób
4. Metabolizm substancji achiralnej, który prowadzi do wytworzenia dwóch centrów chiralności w przypadkowy lub stereoselektywny sposób
5. Metabolizm substancji chiralnej, który prowadzi do wytworzenia dodatkowego (drugiego) centrum chiralności w przypadkowy lub stereoselektywny sposób
6. Metabolizm substancji chiralnej, który zmienia konfigurację z R na S lub odwrotnie.

Piśmiennictwo:

Testa B. (2015). Types of stereoselectivity in drug metabolism: a heuristic approach. *Drug metabolism reviews*, 47(2), 239–251. <https://doi.org/10.3109/03602532.2014.984814>

Lu H. (2007). Stereoselectivity in drug metabolism. *Expert opinion on drug metabolism & toxicology*, 3(2), 149–158. <https://doi.org/10.1517/17425255.3.2.149>

ZASTOSOWANIE UPLC DO OZNACZANIA ZWIĄZKÓW W MATERIALE BIOLOGICZNYM

Natalia Hetman, Monika Dąbrowska*

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analityki Farmaceutycznej, Wydział Farmaceutyczny Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków

*Autor korespondencyjny e-mail: nhetman9@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Monika Dąbrowska

Słowa kluczowe: UPLC, spektrometria mas, materiał biologiczny

Ultrasprawa chromatografia cieczowa (UPLC) jest odmianą chromatografii cieczowej charakteryzującą się możliwością rozdzielania cząstek mniejszych niż 2 μm , która zapewnia krótszy czas analizy w porównaniu do innych technik chromatograficznych, w tym np. wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC). UPLC sprzężona ze spektrometrią mas (UPLC-MS/MS) umożliwia zarówno rozdzielanie jak i identyfikację związków i z tego względu jest często wykorzystywana w farmakokinetyce, bioanalizie, toksykologii, a także analizie leków i ich metabolitów.

Celem prezentacji jest omówienie możliwości wykorzystania UPLC w badaniach obejmujących analizę związków biologicznie czynnych w złożonej matrycy, jaką stanowi materiał biologiczny, bazując na artykułach opublikowanych w latach 2020 – 2025.

Na podstawie analizy literatury wybranych do analizy prac obejmujących oznaczenia m.in. glukuronidu etylu we włosach, filtrów UV w paznokciach, linezolidu i rifampicyny w osoczu oraz cukrów i słodzików w moczu można wnioskować, że UPLC-MS/MS może stanowić wiarygodną i skuteczną metodę do oznaczania związków na niskich poziomach stężeń (przy zakresie LOD od 0,07 do 23 ng/mL) i być doskonałą alternatywą do HPLC.

Metoda UPLC, mimo wielu zalet, stawia wymagania techniczne i analityczne. Systemy UPLC pracują przy wysokich ciśnieniach (>1000 barów), co wymaga specjalistycznej i kosztownej aparatury. Ponadto, w spektrometrze mas składniki osocza mogą wpływać na jonizację analitu, przez co niezbyt jest stosowanie wzorców wewnętrznych.

Podsumowując, UPLC ze względu na szybkość i czułość może być stosowana do analizy związków tj. antybiotyków, metabolitów czy substancji odżywczych dostarczając rzetelnych danych o ich stężeniu, co jest niezwykle istotne zarówno w diagnostyce, farmakologii jak i medycynie sądowej. Rozwój metod analitycznych umożliwiających szybką i wysokorozdzielczą separację związków, analizę bardzo małych stężeń substancji oraz zwiększenie czułości i precyzji pomiarów przyczynia się do rozwoju nauk medycznych i farmaceutycznych.

Piśmiennictwo:

Srinivas Rao S, Vijayalakshmi A, ULTRA PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY (UPLC) - A REVIEW. J. Global Trends Pharm Sci, 2020 Nov;11(3):8051-8056

Martín-Pozo L, Gómez-Regalado MDC, Cantarero-Malagón S, Navalón A, Zafra-Gómez A. Determination of ultraviolet filters in human nails using an acid sample digestion followed by ultra-high performance liquid chromatography-mass spectrometry analysis. Chemosphere. 2021 Jun;273:128603

Wang Y, Ye X, Lan Q, Ke X, Hu L, Hu L. UPLC-MS/MS Determination of Linezolid and Heme in Plasma of Infected Patients and Correlation Analysis. Biomed Res Int. 2021 Jul 10;2021:6679076



MAKROALGI MORSKIE JAKI INNOWACYJNE I ZRÓWNOWAŻONE ŹRÓDŁO SUBSTANCJI BIOAKTYWNYCH DLA PRZEMYSŁU FARMACEUTYCZNEGO

Anna Katra, Małgorzata Grembecka*

Katedra i Zakład Bromatologii, Wydział Farmaceutyczny, Gdański Uniwersytet Medyczny, Al. Gen. J. Hallera 107, 80-416, Gdańsk

Autor korespondencyjny: anna.katra@gumed.edu.pl

Opiekun naukowy: prof. dr hab. n. farm. inż. Małgorzata Grembecka

Słowa kluczowe: makroalgi morskie, związki bioaktywne, właściwości biologiczne

WPROWADZENIE: W kontekście postępujących zmian klimatycznych oraz dynamicznego wzrostu populacji obserwuje się rosnące globalne zapotrzebowanie na innowacyjne i zrównoważone źródła substancji bioaktywnych. Makroalgi morskie stanowią bogate i zrównoważone źródło związków bioaktywnych, takich jak białka, polisacharydy, witaminy oraz związki fenolowe. Z tego względu zyskują one coraz większe znaczenie jako surowiec wykorzystywany w produkcji suplementów diety oraz wyrobów medycznych (Sivakumar, 2025).

CEL PRACY: Celem niniejszej pracy jest przedstawienie aktualnej wiedzy na temat właściwości biologicznych oraz potencjalnych zastosowań w przemyśle farmaceutycznym związków bioaktywnych pochodzących z makroalg morskich.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przeszukano bazy danych: Google Scholar oraz Science Direct. Analiza publikacji opierała się na określonych kryteriach, w tym na słowach kluczowych: „marine macroalgae”, „pharmacological properties” oraz „bioactive compounds”. Uwzględniono artykuły pełnotekstowe w języku angielskim opublikowane w ostatnich 5 latach.

WYNIKI: Dostępne wyniki badań wskazują, że makroalgi morskie stanowią dobre źródło związków bioaktywnych. Do charakterystycznych dla nich substancji należą polisacharydy siarczanowe, aminokwasy mykosporynopodobne (MAA), polifenole (florotaniny) oraz barwniki, takie jak β -karoten i fukoksantyna. Obecność tych związków warunkuje szerokie spektrum właściwości biologicznych, takich jak działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne oraz przeciwnowotworowe. Właściwości biologiczne wykazywane przez makroalgi morskie mogą mieć istotne znaczenie w profilaktyce oraz wspomaganiu terapii chorób niezakaźnych, przyczyniając się do utrzymania homeostazy redoks w organizmie (Katra & Grembecka, 2025; Negreanu-pirjol et al., 2022; Silva & Avni, 2024; Sivakumar, 2025).

WNIOSKI: Makroalgi morskie wykazują duży potencjał zastosowania w przemyśle farmaceutycznym, zarówno w produkcji suplementów diety, jak i wyrobów medycznych, dzięki unikalnemu składowi chemicznemu, obecności specyficznych metabolitów wtórnych oraz korzystnym właściwościom fizykochemicznym. Związki pozyskiwane z makroalg coraz częściej znajdują zastosowanie m.in. w preparatach wspomagających odporność oraz w specjalistycznych opatrunkach hemostatycznych.

Piśmiennictwo:

Katra, A., & Grembecka, M. (2025). Bioactive Compounds from *Porphyra umbilicalis* : Implications for Human Nutrition.. *Appl. Sci.* 2025, 15, 11144. <https://doi.org/10.3390/app152011144>

Negreanu-pirjol, T., Popoviciu, D. R., Anton, R., & Prelipcean, A. (2022). Marine Bioactive Compounds Derived from Macroalgae as New Potential Players in Drug Delivery Systems : A Review. 1–28.<https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14091781>

Silva, M., & Avni, D. (2024). The Ocean ' s Pharmacy : Health Discoveries in Marine Algae. 1–64.<https://doi.org/10.3390/molecules29081900>

Sivakumar, K. R. P. R. S. R. (2025). A critical review on pharmacological properties of marine macroalgae. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(20), 26921–26945. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03134-4>

POSZUKIWANIE LIGANDÓW RECEPTORA SEROTONINOWEGO 5-HT₆ O AKTYWNOŚCI HAMUJĄCEJ KINAZĘ RIPK1 WŚRÓD POCHODNYCH 1,3,5-TRIAZYN

Diana Strelchuk¹, Magdalena Hawrylak^{2,3}, Sabina Podlewska⁴, Dorota Łazewska^{2}, Jadwiga Handzlik²*

¹Studenckie Koło Chemii Medycznej przy Katedrze Technologii Chemicznej i Biotechnologii Leków, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków

²Katedra Technologii Chemicznej i Biotechnologii Leków, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków

³Szkoła Doktorska Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, ul. św. Łazarza 15, 31-530 Kraków

⁴Instytut Farmakologii im. J. Maja Polskiej Akademii Nauk, ul. Smętna 12, 31-343, Kraków

* Autor korespondencyjny e-mail: dorota.lazewska@uj.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. Dorota Łazewska

Słowa kluczowe: receptor serotoninowy 5-HT₆; kinaza RIPK1; choroby neurodegeneracyjne; 1,3,5-triazyna; ligandy hybrydowe

WPROWADZENIE: Opracowanie skutecznych terapii chorób neurodegeneracyjnych, takich jak choroba Alzheimera, nadal stanowi istotne wyzwanie ze względu na złożoność mechanizmów biologicznych leżących u ich podłoża. Współczesne badania wskazują na zasadność jednoczesnego oddziaływania na różne cele molekularne zaangażowane w procesy neurodegeneracyjne. W tym kontekście szczególne zainteresowanie budzi strategia projektowania związków hybrydowych o wielokierunkowym mechanizmie działania, łączących modulację receptorów serotoninowych 5-HT₆ (5-HT₆R), istotnych dla funkcji poznawczych i neurotransmisji, z hamowaniem kinazy RIPK1 zaangażowanej w regulację procesów neurozapalnych i śmierci komórkowej [1,2].

CEL PRACY: Celem pracy było zaprojektowanie i synteza pochodnych 1,3,5-triazyny jako związków hybrydowych o podwójnej aktywności wobec 5-HT₆R oraz kinazy białkowej RIPK1. Związki te zostały zaprojektowane w oparciu o opisany w literaturze związek SS-3 (silny ligand 5-HT₆R otrzymany w Katedrze Technologii Chemicznej i Biotechnologii Leków UJ CM) oraz znane inhibitory RIPK1 (np. GSK12) [3,4].

MATERIAŁY I METODY: Wstępnej oceny potencjalnych oddziaływań z rozpatrywanymi wybranymi celami biologicznymi dokonano metodą dokowania molekularnego, wykorzystując model homologiczny 5-HT₆R w stanie nieaktywnym z bazy GPCRdb [5] oraz strukturę krystaliczną RIPK1 (PDB ID: 7YDX). Dokowania przeprowadzono w programie Glide z pakietu Schrödinger Suite 2025 (30 struktur). Na podstawie wizualnej oceny otrzymanych kompleksów ligand-receptor wybrano 12 związków. 3-etapowe syntezy zaplanowano w oparciu o metody opisane w literaturze i/lub własne modyfikacje. Produkty końcowe oczyszczano przez krystalizację i/lub chromatografię typu flash. Czystość i tożsamość związków potwierdzono metodą spektrometrii masowej sprzężonej z chromatografią cieczą (LC-MS) oraz spektroskopii jądrowego rezonansu magnetycznego (¹H NMR).

WYNIKI: Przeprowadzone dokowania molekularne pokazały korzystne oddziaływania z obydwojema celami biologicznymi. Do tej pory otrzymano 8 zaplanowanych związków. Związki te zostały przekazane do badań *in vitro* powinowactwa do 5-HT₆R w testach kompetycyjnych wiązania z użyciem znakowanego radioligandu oraz hamowania RIPK1 w testach enzymatycznych.

WNIOSKI: Uzyskane wstępne wyniki pokazują, że zaprojektowane pochodne 1,3,5-triazyny mogą stanowić obiecującą grupę związków hybrydowych o potencjalnym zastosowaniu w terapii chorób neurodegeneracyjnych.

Badania częściowo finansowane przez NCN OPUS UMO-2023/51/B/NZ7/02177 (kierownik projektu: prof. dr hab. Jadwiga Handzlik).

Piśmiennictwo:

- [1]. Zhang J, Zhang Y, Wang J, Xia Y, Zhang J, Chen L. (2024) Recent advances in Alzheimer's disease: Mechanisms, clinical trials and new drug development strategies. *Signal Transduct Target Ther*, 9(1), artykuł 211. doi: 10.1038/s41392-024-01911-3.
- [2]. Kucwaj-Brysz, K.; Baltrukevich, H.; Czarnota, K.; Handzlik, J. (2021) Chemical update on the potential for serotonin 5-HT₆ and 5-HT₇ receptor agents in the treatment of Alzheimer's disease. *Bioorg. Med. Chem. Lett*, 49, artykuł: 128275.
- [3]. Sudol, S.; Kucwaj-Brysz, K.; Kurczab, R.; Satała G, Mordyl B, Gluch-Lutwin M, Wilczyńska-Zawal N, Jastrzębska-Więsek M, Czarnota-Lydk K, Kurowska K, Kubacka M, Żesławska E, Nitek W, Olejarsz-Maciej A, Doroz-Plonka A, Partyka A, Latacz G, Wesółowska A, Handzlik J. (2020) Hydrophobicity modulation via the substituents at positions 2 and 4 of 1,3,5-triazine to enhance therapeutic ability against Alzheimer's disease for potent serotonin 5-HT₆R agents. *Eur J Med Chem*, 260, artykuł 115756. doi: 10.1016/j.ejmech.2023.115756.
- [4]. Bai Y, Qiao Y, Li M, Yang W, Chen H, Wu Y, Zhang H. (2024) RIPK1 inhibitors: A key to unlocking the potential of necroptosis in drug development. *Eur J Med Chem*, 265, artykuł 116123. doi: 10.1016/j.ejmech.2024.116123.
- [5]. <https://gpcrdb.org/>



BENZOSELENODIAZOLE JAKO OBIECUJĄCA GRUPA ZWIĄZKÓW O POTENCJALE BIOLOGICZNYM

Joanna Warguła¹, Hubert Roman², Filip Góralczyk², Andrzej Gzella¹

¹ Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, ul. Rokietnicka 3, 60-806, Poznań

² Studenckie Towarzystwo Naukowe, Studenckie Koło Naukowe Chemii Organicznej przy Katedrze i Zakładzie Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Autor korespondencyjny e-mail: jkruk@ump.edu.pl Opiekun naukowy pracy: Joanna Warguła, Andrzej Gzella

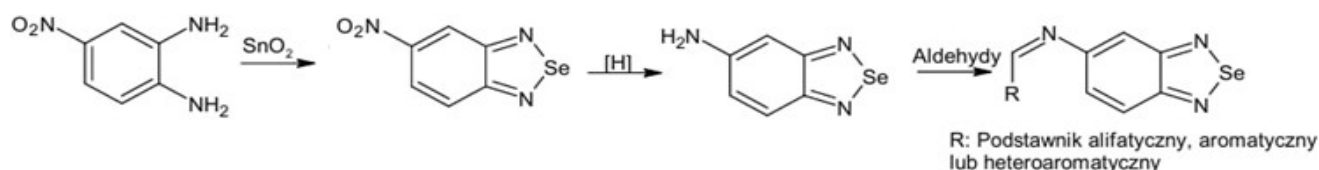
Słowa kluczowe: selenodiazole; benzoselenodiazole; zasady Schiffa; aldehydy; aktywność biologiczna

WPROWADZENIE: Rozwijane obecnie strategie otrzymywania leków wielotargetowych zainspirowały do zaprojektowania syntezy potencjalnych leków zawierających w swojej strukturze atom selenu, pierścień benzimidazolu oraz układ iminy. Selen wbudowany w azaheterocykliczny układ wykazuje nie tylko aktywności antyproliferacyjną, przeciwpalną ale też przeciwgrzybiczą [1-2]. Funkcjonalizowane pierścienie benzimidazolu stanowią istotny układ wielu potencjalnych leków przeciwnowotworowych i przeciwgrzybiczych. Zasady Schiffa są związkami o potwierdzonej aktywności przeciwbakteryjnej i przeciwgrzybiczej [5-6].

CEL PRACY: Celem projektu naukowego była synteza pochodnych zawierających ww. fragmenty strukturalne oraz potwierdzenie ich struktury metodami spektralnymi.

MATERIAŁY I METODY: Zaplanowana synteza składała się z kilku etapów: a) cyklizacji 4-nitro-fenilenodiaminy za pomocą SeO_2 ; b) redukcji grupy nitrowej za pomocą SnCl_2 , układu Sn/HCl , wodzian hydrazyny/katalizator palladowy lub wodzian hydrazyny/nikiel Raneya. W trzecim etapie poddano walidacji reakcję pomiędzy aminą a aldehydami (aromatycznymi, alifatycznymi, heteroaromatycznymi) otrzymując odpowiednie zasady Schiffa.

WYNIKI: Cyklizacja 4-nitrofenilenodiaminy przeprowadzono z użyciem SeO_2 , otrzymując pochodną benzoselenodiazolu z wydajnością 91%. Redukcja grupy nitrowej przebiegała z największą wydajnością przy użyciu Sn oraz SnCl_2 (wydajność redukcji ok 60%). Spośród przetestowanych metodologii tworzenia zasad Schiffa, najkorzystniejszą okazała się ta z użyciem lodowego kwasu octowego. Finalne związki otrzymano z wydajnością ok 70%. Struktury związków potwierdzono za pomocą metod spektroskopowych (UV, NMR, MS), a czystość oszacowano za pomocą chromatografii cienkowarstwowej TLC.



WNIOSKI: Zaproponowana metodologia pozwala na otrzymanie pochodnych benzoselenodiazoli o potencjalnej aktywności biologicznej z satysfakcjonującymi wydajnościami. W celu podniesienia wydajności syntezy organicznej rozważane jest użycie metod wspomaganych mikrofalowo oraz ultradźwiękami. Ponadto, zarówno studia literaturowe z wykorzystaniem baz PubMed i ScienceDirect, szczególnie z uwzględnieniem lat 2008–2026, ukierunkowują autorów na interesujące możliwe aktywności biologiczne otrzymanych pochodnych. W kolejnych krokach przeprowadzona zostanie analiza *in silico* potencjalnych aktywności biologicznych (m.in. *Pass Inet*, *SwissTarget*, *Antibac-Pred*), w celu oszacowania potencjału leczniczego otrzymanych zasad Schiffa oraz obrania dalszych kierunków badań aktywności biologicznej *in vitro* oraz *in vivo*.

Piśmiennictwo:

- [1]. Kanakaraju, S., & Suresh, L. (2015). Design, synthesis, in vitro antimicrobial and cytotoxic evaluation of novel 1, 2, 3-seleno/thiadiazolyltetrazole derivatives. *RSC advances*, 5(37), 29325-29334.
- [2]. Radomska, D., Czarnomysy, R., Radomski, D., & Bielawski, K. (2021). Selenium compounds as novel potential anticancer agents. *International journal of molecular sciences*, 22(3), 1009.
- [3]. Choi, H. S., Ko, Y. S., Jin, H., Kang, K. M., Ha, I. B., Jeong, H., ... & Jeong, B. K. (2021). Anticancer effect of benzimidazole derivatives, especially mebendazole, on triple-negative breast cancer (TNBC) and radiotherapy-resistant TNBC in vivo and in vitro. *Molecules*, 26(17), 5118.
- [4]. Lee, Y. T., Tan, Y. J., & Oon, C. E. (2023). Benzimidazole and its derivatives as cancer therapeutics: The potential role from traditional to precision medicine. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 13(2), 478-497.
- [5]. Affi, M. A., Rasmy, A. A., Elzayat, E. M., El-Medani, S. M., Shehata, M. R., & Elantabli, F. M. (2025). Spectroscopic, docking, antiproliferative, and anticancer activity of novel metal derivatives of phenylacetohydrazide Schiff base on different human cancer cell lines. *BMC chemistry*, 19(1), 69.
- [6]. Ceramella, J., Iacopetta, D., Catalano, A., Cirillo, F., Lappano, R., & Sinicropi, M. S. (2022). A review on the antimicrobial activity of Schiff bases: Data collection and recent studies. *Antibiotics*, 11(2), 191.

SYNTEZA NOWYCH POCHODNYCH 7-HYDROKSY-4,8-DIMETYLOKUMARYNY O MOŻLIWEJ AKTYWNOŚCI PRZECIWDROBNOUSTROJOWEJ

Piotr Wiliński, Aleksander Kurzątkowski, Kinga Ostrowska

Zakład Chemii Organicznej i Fizycznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Studenckie koło naukowe „Molekuła” z Zakładu chemii Organicznej i Fizycznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Autor korespondencyjny e-mail: s091877@student.wum.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. Kinga Ostrowska

Słowa kluczowe: kumaryny; synteza mikrofalowa; aktywność przeciwdrobnoustrojowa; pochodne O-aminoalkilowe; badania struktura–aktywność

WPROWADZENIE: Dotychczasowe badania wykazały, że niektóre pochodne 7-hydroksykumaryny wykazują aktywność przeciwdrobnoustrojową wobec różnych szczepów bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych. Poszukiwanie nowych związków o potencjalnej aktywności biologicznej stanowi istotny kierunek badań w kontekście narastającej oporności drobnoustrojów na stosowane leki.

CEL PRACY: Celem pracy było zaprojektowanie oraz synteza nowych pochodnych O-aminoalkilowych 7-hydroksy-4,8-dimetylokumaryny oraz ocena ich potencjalnej aktywności przeciwdrobnoustrojowej.

MATERIAŁY I METODY: Związek wyjściowy, 7-hydroksy-4,8-dimetylokumarynę, otrzymano metodą kondensacji Pechmanna z wykorzystaniem 2-metylorezorcyny. Następnie przeprowadzono syntezę serii nowych pochodnych z użyciem odpowiednich chlorowodorów amin w obecności węgla potasu w acetonitrylu, stosując syntezę wspomaganą promieniowaniem mikrofalowym. Otrzymane związki oczyszczano metodą chromatografii kolumnowej lub krystalizacji. Ich strukturę potwierdzono na podstawie analiz ^1H NMR, ^{13}C NMR oraz spektrometrii mas. Wybrane związki poddano badaniom krystalograficznym. Związki przekazano do badań biologicznych w celu oceny aktywności przeciwdrobnoustrojowej.

WYNIKI: Otrzymano serię nowych pochodnych O-aminoalkilowych kumaryny, których struktury zostały jednoznacznie potwierdzone metodami spektroskopowymi oraz, w wybranych przypadkach, analizą krystalograficzną. Uzyskane wyniki stanowią podstawę do dalszej oceny zależności między strukturą chemiczną a aktywnością przeciwdrobnoustrojową.

WNIOSKI: Synteza nowych pochodnych 7-hydroksy-4,8-dimetylokumaryny umożliwia dalsze badania nad zależnością struktura–aktywność oraz wybór struktur wiodących do kolejnych etapów syntezy i badań biologicznych.



POTENCJAŁ ROZJAŚNIAJĄCY SKÓRĘ OWOCÓW *VACCINIUM OXYCOCCOS*

Natalia Dycha^{1,2*}, Sławomir Dresler^{3,4}, Dimitris Michailidis⁵, Maria Halabalaki⁵, Wirginia Kukuła-Koch¹

¹ Katedra Farmakognozji z Ogrodem Roślin Leczniczych, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Szkoła Doktorska, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

³ Katedra Chemii Analitycznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

⁴ Katedra Fizjologii Roślin i Biofizyki, Instytut Nauk Biologicznych, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej

⁵ Wydział Farmakognozji i Chemii Produktów Naturalnych, Katedra Farmacji, Uniwersytet Narodowy im. Kapodistrias w Atenach

*Autor korespondencyjny e-mail: dychanatalia98@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: prof. dr hab. n. med. i n. o zdr. Wirginia Kukuła-Koch

Słowa kluczowe: *Vaccinium oxycoccos*; żurawina pospolita; działanie wybielające; tyrozynaza; ekstrakcja

WPROWADZENIE: *Vaccinium oxycoccos* (żurawina pospolita) to roślina z rodziny Ericaceae. Jej owoce od wieków są wykorzystywane w tradycyjnej medycynie w celu zapobiegania rozwojowi blaszki miażdżycowej i chorób dziąseł, redukcji stanów zapalnych oraz jako terapia wspomagająca w infekcjach dróg moczowych [1]. W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie zastosowaniem żurawiny w kosmetyce ze względu na jej działanie tonizujące, ściągające, antyseptyczne oraz wspomagające gojenie ran [2,3].

CEL PRACY: Celem badania była identyfikacja aktywnych składników ekstraktów żurawiny oraz opracowanie i optymalizacja procesu ekstrakcji w celu uzyskania substancji o możliwie najwyższej aktywności wybielającej skórę i wysokiej wydajności. Ekstrakty te mogą znaleźć zastosowanie w redukcji hiperpigmentacji poprzez hamowanie aktywności enzymu zaangażowanego w syntezę melaniny – tyrozynazy.

MATERIAŁY I METODY: Ekstrakty żurawinowe otrzymano z wykorzystaniem różnych technik ekstrakcyjnych. Kompozycję uzyskanych próbek określono za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej połączonej ze spektrometrią mas (HPLC-MS). Ekstrakt o najwyższej zawartości składników czynnych poddano frakcjonowaniu metodą odśrodkowej chromatografii podziałowej (CPC) oraz oceniono metodami spektrofotometrycznymi i biochromatograficznymi.

WYNIKI: Analiza HPLC-MS pozwoliła na identyfikację ponad 20 metabolitów wtórnych, w tym flawonoidów, glikozydów fenolowych, kwasów fenolowych i organicznych oraz proantocyjanidyn. Zastosowanie CPC pozwoliło na izolację frakcji zawierających związki o potwierdzonym działaniu rozjaśniającym skórę.

WNIOSKI: Uzyskane wyniki potwierdziły, że owoce *Vaccinium oxycoccos* mogą być istotnym źródłem związków bioaktywnych o potencjale rozjaśniającym skórę. Niezbędne są dalsze badania, m.in. z wykorzystaniem linii komórkowych keratynocytów w celu określenia bezpieczeństwa ekstraktów z żurawiny pospolitej.

Piśmiennictwo:

- [1]. Nemzer B. V., Al-Taher F., Yashin A., Revelsky I., Yashin Y. (2022). Cranberry: Chemical Composition, Antioxidant Activity and Impact on Human Health: Overview. *Molecules*, 27(5), 1504. <https://doi.org/10.3390/molecules27051503>.
- [2]. Kukuła-Koch W., Dycha N., Lechwar P., Lasota M., Okoń E., Szczepkowski P., Wawruszak A., Tarabasz D., Hubert J., Wilkołek P., Halabalaki M., Gawel-Bęben K. (2024). *Vaccinium* Species – Unexplored Sources of Active Constituents for Cosmeceuticals. *Biomolecules*, 14(9), 1110. <https://doi.org/10.3390/biom14091110>.
- [3]. Garcia Molina P., Saura-Sanmartin A., Berna J., Teruel J.A., Muñoz Muñoz J.L., Rodríguez López J.N., García Cánovas F., García Molina F. (2024). Considerations about the inhibition of monophenolase and diphenolase activities of tyrosinase. Characterization of the inhibitor concentration which generates 50% of inhibition, type and inhibition constants. A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 267:131513. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131513>.

Finansowanie. Niniejsze badania zostały sfinansowane przez projekt Komisji Europejskiej MSCA Staff Exchange Green-CosmIn „Podejścia do zielonej chemii i biotechnologii w rozwoju kosmetyków pochodzenia naturalnego” nr 101131346, HORIZON-MSCA-2022-SE-01. Zastrzeżenie: Poglądy i opinie wyrażone w niniejszym dokumencie są jednak poglądami i opiniami wyłącznie autora(-ów) i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy Unii Europejskiej ani Europejskiej Agencji Wykonawczej ds. Badań Naukowych (REA). Ani Unia Europejska, ani instytucja przyznająca grant nie ponoszą za nie odpowiedzialności.



CHALKONY ZAWIERAJĄCE UKŁAD 2,1,3-BENZOSELENODIAZOŁOWY: SYNTEZA I BADANIA STRUKTURALNE

Bożena Kamińska^{1*}, Jakub Górniak¹, Andrii Pyrih², Andrzej Gzella²

¹Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, ul. Rokietnicka 3, 60-806 Poznań, Polska

²Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, ul. Rokietnicka 3, 60-806 Poznań, Polska

*Autor korespondencyjny e-mail: 92808@student.ump.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: Dr Andrii Pyrih

Słowa kluczowe: benzo-2,1,3-selenodiazole; chalkony; kondensacja Claisena-Schmidta; oddziaływania chalkogenowe; analiza rentgenograficzna.

WPROWADZENIE: Związki organiczne zawierające selen cieszą się w ostatnich latach rosnącym zainteresowaniem badaczy zajmujących się chemią medyczną, a to z uwagi na szereg unikalnych właściwości fizykochemicznych tej grupy związków, takich jak właściwości farmakokinetyczne, związane z podwyższoną lipofilowością oraz podwyższonym potencjałem antyoksydacyjnym. Z literatury przedmiotu wynika, że badacze skupiają dużą uwagę na grupie związków, zawierających w swej strukturze układ benzoselenodiazolowy, niezbędny dla zaistnienia szeregu ważnych aktywności farmakologicznych, jak przeciwnowotworowa, przeciwwirusowa i przeciw chorobie Alzheimera. Dodatkowa obecność atomu selenu w cząsteczce sprawia, że związki zawierające w swojej strukturze układ benzoselenodiazolowy stają się bardzo atrakcyjnym obiektem w badaniach oddziaływań chalkogenowych, odgrywających znaczącą rolę w projektowaniu leków, ang.: *rational drug design*, oraz w projektowaniu materiałów o zaprogramowanych właściwościach. Również chalkony, występujące w licznych strukturach jak naturalnych, tak i syntetycznych, charakteryzują się szerokim spektrum działania farmakologicznego, w tym działaniem przeciwnowotworowym, przeciwutleniającym i przeciwzapalnym. Grupa karbonylowa obecna w strukturze tych ostatnich może również brać udział w oddziaływaniach. Obecność obydwu elementów strukturalnych w cząsteczce, to jest układu benzoselenodiazolowego i chalkonu, może działać synergistycznie na aktywność biologiczną związku, ukierunkowaną głównie na choroby centralnego układu nerwowego.

CEL PRACY: Celem badań było opracowanie metody otrzymywania pochodnych benzoselenodiazolu posiadających szkielet chalkonu oraz wykonanie analizy strukturalnej otrzymanych związków głównie w oparciu o metodę rentgenograficzną, dającą najwięcej informacji na temat zarówno budowy cząsteczki, jak i struktury supramolekularnej.

MATERIAŁY I METODY: 4-metylo-1,2-diaminobenzen, ditlenek selenu, pochodne acetofenonu, rozpuszczalniki ze źródeł komercyjnych, dyfraktometr rentgenowski SuperNova Dual Atlas (firma RIGAKU), programy komputerowe CrysAlisPRO, ShelXT, ShelXL, ORTEP3 for Windows, pakiety programów obliczeniowych Olex2 i WINGX.

WYNIKI: Na drodze syntezy otrzymano cztery produkty z grupy chalkonów, to jest 1-(4-F/Cl/Br/4-metoksyfenylo)-3-(2,1,3-benzoselenodiazol-5-yl)-prop-2-en-1-ony. Syntezę przeprowadzono w klasycznych warunkach reakcji Claisena-Schmidta w roztworze etanolowo-wodnym i środowisku zasadowym z wykorzystaniem uprzednio przygotowanego 2,1,3-benzoselenodiazolo-5-karbaldehydu jako substratu. Określono strukturę cząsteczki i kryształu wszystkich czterech badanych związków. Stwierdzono, że otrzymane z roztworów dimetyloformamidu (DMF) kryształy należą wyłącznie do układu jednoskośnego i grupy przestrzennej $P2_1/c$. W przypadku związków zawierających reszty F, Cl, Br-fenyłowe w cząsteczce odnotowano, że asymetryczna część komórki elementarnej zawiera jedną cząsteczkę oraz że kryształy są izostrukturalne. Inny obraz przedstawia chalkon z resztą 4-metoksyfenylową. W jego przypadku komórka elementarna jest dwukrotnie większa aniżeli u pozostałych kryształów, co wiąże się z obecnością dwóch cząsteczek związku w asymetrycznej części komórki elementarnej. W przypadku wszystkich czterech badanych związków odnotowano oddziaływania chalkogenowe.

WNIOSKI: W kryształach badanych związków odnotowano występowanie oddziaływań chalkogenowych (szczegółowo na prezentacji). Wszystkie otrzymane chalkony zostaną przekazane do badań biologicznych, ukierunkowanych na ocenę ich zdolności inhibicji acetylo- i butyrylocholinesterazy.



BIOTECHNOLOGIA ROŚLIN W POZYSKIWANIU BIOAKTYWNYCH METABOLITÓW – BADANIA NA KULTURACH *IN VITRO* MELILOTUS OFFICINALIS

Grzegorz Kos^{1,2*}, Łukasz Kulinowski³, Paweł Kubica¹, Inga Kwiecień¹, Adam Kokotkiewicz⁴, Maria Łuczkiwicz⁴, Krystyna Skalicka-Woźniak³, Łukasz Komsta⁵, Agnieszka Szopa¹

¹Katedra Biotechnologii Roślin i Grzybów Leczniczych, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Medyczna 9, 30-688 Kraków, Polska

²Studencie Koło Naukowe Biotechnologii Roślin i Grzybów Leczniczych, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Medyczna 9, 30-688 Kraków, Polska

³Zakład Chemii Produktów Pochodzenia Naturalnego, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Chodźki 1, 20-093 Lublin, Polska

⁴Katedra i Zakład Farmakognozji, Wydział Farmaceutyczny, Gdański Uniwersytet Medyczny, gen. J. Hallera 107, 80-416 Gdańsk, Polska

⁵Katedra i Zakład Chemii Leków, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Jaczewskiego 4, 20-090 Lublin, Polska

*Autor korespondencyjny e-mail: grzegorz.kos@student.uj.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: prof. dr hab. Agnieszka Szopa

Słowa kluczowe: nostrzyk żółty; biotechnologia roślin; izoflawony; fitochemia; roślinne metabolity bioaktywne

WPROWADZENIE: Nostrzyk żółty (*Melilotus officinalis* L., Fabaceae) to roślina o ugruntowanym zastosowaniu w medycynie i kosmologii. Ziele nostrzyka (*Meliloti herba*) jest uznawane za cenną substancję roślinną, również przez organy regulacyjne, takie jak EMA i EFSA, głównie ze względu na właściwości antyoksydacyjne, przeciwozrzętkowe i przyspieszające gojenie ran. Jest również bogatym źródłem kumaryny i flawonoidów, szczególnie z grupy izoflawonów (Liu i in., 2018; Szymański i in., 2020). Mimo dobrze poznanego składu roślin pochodzących z upraw tradycyjnych, jak dotąd nie badano kultur *in vitro* tego gatunku. Tymczasem biotechnologia roślin, jako istotny element nowoczesnej farmacji, umożliwia kontrolowaną i zrównoważoną produkcję metabolitów wtórnych oraz ich modulację poprzez odpowiedni dobór warunków hodowli. Poznanie potencjału kultur *in vitro* nostrzyka żółtego może więc przyczynić się do rozwoju nowych, standaryzowanych surowców o znaczeniu terapeutycznym.

CEL PRACY: Celem pracy było zbadanie wpływu doboru regulatorów wzrostu i rozwoju roślin – cytokinin i auksyn, na profil fitochemiczny różnych typów kultur *in vitro* *M. officinalis* ze szczególnym uwzględnieniem zawartości izoflawonów.

MATERIAŁY I METODY: Kultury *in vitro* – kalusa i pędów, założono z nasion i utrzymywano na podłożach stacjonarnych oraz w kolbach z mieszaniem na podłożu MS (Murashige & Skoog, 1962) z kombinacjami cytokinin i auksyn: BA + IBA, BA + NAA, 2iP + IBA i 2iP + NAA (każda w stężeniu 1 mg/l). Kultury kontrolne utrzymywano bez regulatorów wzrostu. Biomasa była zbierana po 21-dniowych cyklach wzrostu (trzy niezależne serie, n = 5). Ekstrakty metanolowe z uzyskanej biomasy oraz z ziela rośliny macierzystej analizowano z użyciem metody LC-HRMS/MS celem określenia ich składu jakościowego, natomiast analizę ilościową wykonano metodą LC-DAD z wykorzystaniem wzorców referencyjnych.

WYNIKI: Metodą LC-HRMS/MS we wszystkich ekstraktach zidentyfikowano ponad 30 związków. Stwierdzono istotne różnice jakościowe i ilościowe między składem fitochemicznym próbek *in vivo* i rośliną macierzystą. W ekstrakcie z ziela dominującymi metabolitami były kumaryna (786,64 mg/100 g suchej masy (s.m.)), rutyna (223,67 mg/100 g s.m.) i ononina (57,48 mg/100 g s.m.). Co istotne, kumaryna, rutyna, kwercetyna i astragalina były nieobecne w kulturach *in vitro*. Dominującymi metabolitami w ekstraktach z biomasy kultur *in vitro* były izoflawony, w tym ononina, daidzeina, daidzyna, kalikozyina i formononetyna. Daidzyna występowała wyłącznie w kulturach *in vitro*. Zawartości izoflawonów w tkankach *in vitro* były znacznie wyższe niż w ziele rośliny macierzystej. Profil jakościowy oraz stężenia metabolitów wykazywały ponadto zależność od rodzaju zastosowanych regulatorów wzrostu i typu kultury.

WNIOSKI: Badanie wykazało, że kultury *in vitro* nostrzyka żółtego charakteryzują się całkowicie odmiennym składem fitochemicznym w porównaniu do rośliny macierzystej. W warunkach *in vitro* następuje przekierowanie szlaków metabolicznych od syntezy flawonoidów i kumaryny w stronę izoflawonów. Co więcej, odpowiedni dobór regulatorów wzrostu i typu kultury umożliwia celowe kształtowanie składu metabolitów wtórnych, co podkreśla potencjał biotechnologii roślin jako narzędzia do pozyskiwania standaryzowanych surowców o znaczeniu farmakologicznym.

Piśmiennictwo:

- Liu, Y. T., Gong, P. H., Xiao, F. Q., Shao, S., Zhao, D. Q., Yan, M. M., & Yang, X. W. (2018). Chemical constituents and antioxidant, anti-inflammatory and anti-tumor activities of *Melilotus officinalis* (Linn.) Pall. *Molecules*, 23(2). <https://doi.org/10.3390/molecules23020271>
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473–497.
- Szymański, M., Szajkowska, D., & Szymański, A. (2020). Analiza fitochemiczna gatunków *Melilotus officinalis* i *Melilotus alba*. *Postępy Fitoterapii*, 21(4). <https://doi.org/10.25121/pf.2020.21.4.207>

OD INHIBICJI DO DEGRADACJI: IBUPROFEN W NOWEJ ODSŁONIE JAKO KOMPONENT CZĄSTECZEK PROTAC CELUJĄCYCH W COX-2

Kacper Kossakowski^{1,2*}, Anna Pawełczyk¹

¹ Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Katedra i Zakład Chemii Organicznej, ul. Rokietnicka 3, 60-806 Poznań, Polska

² Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Szkoła Doktorska UMP, ul. Fredry 10, 61-701 Poznań, Polska

* Autor korespondencyjny e-mail: kacper.kossakowski@student.ump.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: Dr hab. Anna Pawełczyk

Słowa kluczowe: chimery ukierunkowane na proteolizę, niesteroidowe leki przeciwzapalne, celowana degradacja białek, racjonalne projektowanie leków, stan zapalny, nowotwory

WPROWADZENIE: Cyklooksygenaza-2 (COX-2) to kluczowe białko, którego nadmiar towarzyszy procesom zapalnym oraz progresji nowotworowej [1]. Choć tradycyjne niesteroidowe leki przeciwzapalne (NLPZ) skutecznie hamują aktywność enzymatyczną COX-2, nie są w stanie zablokować jej niekatalitycznych funkcji komórkowych, które sprzyjają rozwojowi nowotworów. Rozwiązaniem tego problemu jest technologia chimier ukierunkowanych na proteolizę (PROTAC). Częsteczki te składają się z ligandu wiążącego białko docelowe (np. COX-2) oraz ligandu rekrutującego ligazę E3 (np. cereblon, CRBN), połączonych ze sobą za pomocą linkera [2]. Taka konstrukcja, zamiast czasowego blokowania białka, wymusza jego nieodwracalną degradację proteasomalną, eliminując tym samym pełne spektrum jego patogennego działania.

CEL PRACY: Głównym celem badawczym było udowodnienie, że klasyczny inhibitor COX-2 - ibuprofen - **może zostać** z powodzeniem wykorzystany jako element składowy cząsteczek typu PROTAC, prowadząc do farmakologicznie indukowanej degradacji tego białka.

MATERIAŁY I METODY: Strategia badawcza obejmuje modelowanie molekularne (dokowanie i dynamika molekularna) w celu racjonalnego zaprojektowania struktur PROTAC, a następnie ich syntezę i analizę strukturalną. Projekt zakłada ocenę właściwości fizykochemicznych oraz biofizyczną weryfikację formowania kompleksów z ligazą E3 i białkiem docelowym. W części biologicznej zaplanowano badania *in vitro* mające na celu ocenę profilu cytotoksycznego na komórki raka głowy i szyi (Detroit-562) oraz analizę zdolności związków do indukowania degradacji COX-2 (ELISA).

WYNIKI: W ramach dotychczasowych prac zsyntetyzowano serię 12 pochodnych PROTAC opartych na ibuprofenie. Wstępna ewaluacja biologiczna pozwoliła wyłonić cząsteczkę wiodącą KK-POM-69, zbudowaną z pomalidomidu (ligandu ligazy CRBN) połączoną z ibuprofenem za pomocą 12-węglowego linkera alkilowego. Związek ten wykazał zdolność do statystycznie istotnej ($p < 0,05$) degradacji COX-2 na poziomie 25%

WNIOSKI: Dotychczasowe wyniki potwierdzają słuszność koncepcji wykorzystania ibuprofenu jako ligandu w technologii PROTAC oraz możliwość indukowania CRBN-zależnej degradacji COX-2. Zidentyfikowanie aktywności degradacyjnej związku KK-POM-69 stanowi punkt wyjścia do dalszej optymalizacji strukturalnej. Wyniki sugerują, że choć długie łańcuchy alkilowe skutecznie naśladują naturalny substrat (kwas arachidonowy) w miejscu wiązania z COX-2, to ich znaczna hydrofobowość i niska rozpuszczalność ograniczają potencjał degradacyjny. Planowane dalsze etapy prac skupią się na modyfikacji charakteru chemicznego linkerów oraz ligandów CRBN w celu poprawy ich właściwości fizykochemicznych, co ma doprowadzić do otrzymania nowej klasy efektywnych degraderów o potencjale przeciwzapalnym i przeciwnowotworowym.

Finansowanie: Grant Badawczy Szkoły Doktorskiej, finansowany ze środków statutowych Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu (nr grantu: 176/2025/DGB).

Piśmiennictwo:

Hashemi Goradel, N., Najafi, M., Salehi, E., Farhood, B., & Mortezaee, K. (2019). Cyclooxygenase-2 in cancer: A review. *Journal of Cellular Physiology*, 234(5), 5683–5699. <https://doi.org/10.1002/jcp.27411>

Kossakowski, K., Jurga, M., & Pawełczyk, A. (2025). How to design PROTAC molecules? A practical guide to proteolysis-targeting chimeras. *Farmacja Polska*, 81(4), 195–211. <https://doi.org/10.32383/farmpol/214658>



NOWE POCHODNE PIRYDINO-1,2,4-TRIAZOLU JAKO POTENCJALNE INHIBITORY ACETYLO- I BUTYRYLOCHOLINESTERAZY O MOŻLIWYM DZIAŁANIU NEUROPROTEKCYJNYM

Marta Rusek^{1*}, *Karolina Wojtunik-Kulesza*², *Monika Pitucha*¹

¹ Samodzielna Pracownia Radiofarmacji, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Zakład Chemii Nieorganicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

* Autor korespondencyjny e-mail: marta.rusek@umlub.edu.pl

Słowa kluczowe: acetylocholinesteraza; butyrylocholinesteraza; choroby neurodegeneracyjne; inhibitory cholinesteraz; neuroprotekcja; medycyna spersonalizowana

WPROWADZENIE: Zaburzenia transmisji cholinergicznego stanowią jeden z kluczowych mechanizmów patogenetycznych w chorobach neurodegeneracyjnych, w szczególności w chorobie Alzheimera. Wzrost aktywności acetylocholinesterazy (AChE) oraz butyrylocholinesterazy (BuChE) prowadzi do obniżenia poziomu acetylocholinyl i nasilenia deficytów poznawczych (Begines i in., 2025). Obecne trendy badawcze koncentrują się na identyfikacji związków o działaniu wielokierunkowym, które wykazują aktywność w kierunku odwracalnej inhibicji obu enzymów, a także posiadają dodatkowe właściwości neuroprotektoryjne, w tym zdolność do modulowania stresu oksydacyjnego i metabolizmu jonów metali (Katsoulaki i in., 2025).

CEL PRACY: Celem pracy była ocena potencjału nowych pochodnych pirydyno-1,2,4-triazolu jako inhibitorów AChE i BuChE oraz analiza ich możliwego wielokierunkowego działania neuroprotektoryjnego z uwzględnieniem aktywności antyoksydacyjnej i wyników dokowania molekularnego.

MATERIAŁY I METODY: Zsyntetyzowano serię osiemnastu pochodnych pirydyno-1,2,4-triazolu (C1–C18). Aktywność inhibitorową wobec AChE i BuChE oznaczano metodą Ellmana w zakresie stężeń 10^{-3} – 10^{-6} M, porównując wyniki z galantaminą jako związkiem referencyjnym. Zdolność redukcji jonów Fe(III) oceniano metodą FRAP. Przeprowadzono również symulacje dokowania molekularnego do centrów aktywnych AChE i BuChE w celu analizy potencjalnych interakcji ligand-enzym.

WYNIKI: Najwyższą aktywność inhibitorową wobec AChE i BuChE wykazały związki C3, C10 oraz C14, osiągając ponad 70% inhibicji przy najwyższym badanym stężeniu. Dla większości związków obserwowano silniejsze hamowanie BuChE niż AChE, co potwierdzają zarówno wyniki *in vitro*, jak i dane z dokowania molekularnego. Analiza *in silico* wykazała korzystne dopasowanie ligandów do miejsc aktywnych obu enzymów oraz obecność stabilizujących wiązań wodorowych. Wybrane pochodne wykazywały jednocześnie istotną zdolność redukcji Fe(III), wskazując na potencjalne działanie antyoksydacyjne.

WNIOSKI: Badane pochodne pirydyno-1,2,4-triazolu stanowią obiecującą klasę związków o preferencyjnej aktywności wobec BuChE oraz umiarkowanej inhibicji AChE. Połączenie hamowania cholinesteraz z aktywnością redukującą Fe(III) sugeruje ich potencjalne wielokierunkowe działanie neuroprotektoryjne. Uzyskane wyniki uzasadniają dalsze badania farmakologiczne w kierunku zastosowań w terapii chorób neurodegeneracyjnych.

Piśmiennictwo:

Begines, P., Fernández-Bolaños, J. G., & López, Ó. (2025). An updated patent review of acetylcholinesterase inhibitors for the treatment of Alzheimer's disease (2021–present). *Expert Opinion on Therapeutic Patents*, 1–32. <https://doi.org/10.1080/13543776.2025.2602702>

Katsoulaki, E.-E., Dimopoulos, D., & Hadjipavlou-Litina, D. (2025). Multitarget Compounds Designed for Alzheimer, Parkinson, and Huntington Neurodegeneration Diseases. *Pharmaceuticals*, 18(6), 831. <https://doi.org/10.3390/ph18060831>

SYNTEZA I ZASTOSOWANIE HYDRAZONÓW JAKO INHIBITORÓW MAO

Julia Szewczyk^{1}, Jakub Balawejder¹, Kamil Baran¹, Kacper Kaczor¹, Julia Jakubowska¹, Maria Kubacka¹*

¹ *Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie*

*Autor korespondencyjny e-mail: jsz@opoczta.pl, 63669@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. Łukasz Popiołek, prof. uczelni

Słowa kluczowe: hydrazony; synteza chemiczna; MAO-A; MAO-B; choroba Parkinsona; inhibicja enzymatyczna

WPROWADZENIE: Depresja i choroba Parkinsona to choroby, które dotyczą coraz większej liczby osób na świecie. Jednym z punktów uchwytu dla środków leczniczych stosowanych w tych chorobach jest monoaminooksydaza (MAO). Jest to enzym mitochondrialny występujący w dwóch izoformach – A i B. Postać A odpowiada za deaminację serotoniny i noradrenaliny, a więc jej inhibicja prowadzi do poprawy stanu zdrowia pacjentów z depresją. Natomiast forma B preferencyjnie rozkłada fenyletyloaminę oraz fenylometyloaminę. Blokowanie izoformy B jest skuteczną metodą terapeutyczną w leczeniu choroby Parkinsona. Niestety typowe leki będące nieodwracalnymi inhibitorami MAO wywołują wiele objawów niepożądanych takich jak znużenie, senność, zawroty głowy, biegunka lub zaparcia. W związku z czym niezbędne staje się poszukiwanie nowych substancji o różnych mechanizmach działania, które cechowałyby się odwracalnym wiązaniem z enzymem MAO.

CEL PRACY: Przegląd literatury naukowej dotyczący syntezy związków z grupy hydrazonów jako nowych substancji wykazujących potencjał w leczeniu depresji oraz choroby Parkinsona.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd baz naukowych PubMed oraz ScienceDirect uwzględniający słowa kluczowe: „MAO” i „hydrazony”. Poszukiwania zawężono do publikacji naukowych z lat 2022 – 2026 [1-5].

WYNIKI: Na podstawie zebranego piśmiennictwa można stwierdzić, że ugrupowanie hydrazonowe wykazuje podobieństwo strukturalne do substratów MAO, co może tłumaczyć istotny biologiczny potencjał związków z tej grupy w tym kierunku. Udowodniono także, że hydrazony z reguły posiadają dobrą farmakokinetykę, nie wykazują cytotoksyczności oraz są stabilne w stanie plazmy, a także mają działanie neuroprotektoryjne i przeciwzapalne. Wysoka lipofilowość związków zawierających fragment hydrazonowy umożliwia ich łatwe przenikanie przez barierę krew-mózg, a tym samym bezpośredni wpływ na obie izoformy MAO w mózgu. W zależności od wprowadzonych dodatkowych podstawników związki z tej grupy wykazywały zwiększoną selektywność w kierunku jednego z izoenzymów – MAO A lub MAO B.

WNIOSKI: Hydrazony mają wysoki potencjał jako substancje mogące wpływać na poprawę stanu zdrowia pacjentów z depresją i chorobą Parkinsona. Ich właściwości fizykochemiczne umożliwiają odwracalne wiązanie do enzymów MAO, co eliminuje działania niepożądane występujące w znanych już lekach o podobnym mechanizmie działania. Liczne modyfikacje chemiczne jakim mogą podlegać pochodne z tej grupy umożliwiają ukierunkowywanie działania na poszczególne formy enzymów, co potencjalnie zwiększa ich selektywność.

Piśmiennictwo:

- [1]. Bolognino, I., Giangregorio, N., Tonazzi, A., Martínez, A. L., Altomare, C. D., Loza, M. I., Sablone, S., Cellamare, S., & Catto, M. (2021). Synthesis and Biological Evaluation of Dantrolene-Like Hydrazide and Hydrazone Analogues as Multitarget Agents for Neurodegenerative Diseases. *ChemMedChem*, 16(18), 2807–2816. <https://doi.org/10.1002/cmdc.202100209>
- [2]. Javid, N., Jalil, S., Munir, R., Zia-Ur-Rehman, M., Sahar, A., Arshad, S., & Iqbal, J. (2023). 2,1-Benzothiazine - (quinolin/thiophen)yl hydrazone frameworks as new monoamine oxidase inhibitory agents; synthesis, in vitro and in silico investigation. *RSC Advances*, 13(3), 1701–1710. <https://doi.org/10.1039/d2ra07045f>
- [3]. Kondeva-Burdina, M., Mateev, E., Angelov, B., Tzankova, V., & Georgieva, M. (2022). In Silico Evaluation and In Vitro Determination of Neuroprotective and MAO-B Inhibitory Effects of Pyrrole-Based Hydrazones: A Therapeutic Approach to Parkinson's Disease. *Molecules*, 27(23). <https://doi.org/10.3390/molecules27238485>
- [4]. Kumar, S., Oh, J. M., Prabhakaran, P., Awasti, A., Kim, H., & Mathew, B. (2024). Isatin-tethered halogen-containing acylhydrazone derivatives as monoamine oxidase inhibitor with neuroprotective effect. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51728-x>
- [5]. Zareen, W., Rafique, M., Ahmed, N., Khan, M. A., Tahir, M., Mali, S. N., Sadeghian, N., Taslimi, P., Ismail, M. A., Chaudhari, S. Y., Khan, A., Şenol, H., & Shafiq, Z. (2025). Design, synthesis, and computational insights into 3-acetyl-8-methoxy coumarin hybrids as potential anti-alzheimer's agents. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-28665-4>



IV OGÓLNOPOLSKIE FORUM MŁODYCH
12 marca 2026



Sesja 3

PACJENT

W CENTRUM FARMAKOTERAPII

DOBÓR LEKU NASENNEGO LUB SEDATYWNEGO W OPARCIU O PROFIL CHOROBY PACJENTA

Krzysztof Fronc^{2}, Joanna Listos¹*

¹ Katedra i Zakład Farmakologii z Farmakodynamiką Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Apteka Szpitalna Uniwersytecki Szpital Kliniczny nr 1 w Lublinie

³ Katedra i Zakład Farmakologii Doświadczalnej i Klinicznej Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: krzysztof.michal.fronc@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr Małgorzata Łupina³

Słowa kluczowe: Leki nasenne, Bezsenność, Leki sedatywne

WPROWADZENIE: Bezsenność to powszechne zaburzenie snu, które objawia się trudnościami z zasypianiem, częstym wybudzaniem się w nocy lub zbyt wczesnym wstawaniem rano. Może ona dotknąć każdego, niezależnie od wieku, choć statystycznie częściej zmagają się z nią kobiety, osoby starsze oraz pacjenci przechodzący przez okresy silnego stresu. Problem ten często pojawia się w sytuacjach napięcia emocjonalnego, w przebiegu chorób przewlekłych lub jako skutek niewłaściwej higieny życia i nadużywania urządzeń elektronicznych przed snem. Długofalowe konsekwencje braku odpoczynku są dotkliwe i obejmują spadek koncentracji, chroniczne zmęczenie oraz obniżenie nastroju, co znacząco utrudnia codzienne funkcjonowanie. W perspektywie zdrowotnej nieleczona bezsenność zwiększa ryzyko wystąpienia poważnych schorzeń, takich jak depresja, nadciśnienie tętnicze czy zaburzenia metaboliczne.

CEL PRACY: Celem niniejszej pracy jest analiza aktualnych wytycznych medycznych dotyczących leczenia bezsenności, ze szczególnym uwzględnieniem metod farmakologicznych w wybranych populacjach. Dokonany zostanie przegląd najnowszych badań farmakoterapii lekami nasennymi oraz sedatywnymi i zostaną określone najkorzystniejsze schematy leczenia w zależności od profilu chorobowego pacjenta. Praca ma na celu usystematyzowanie wiedzy na temat nowoczesnych algorytmów postępowania klinicznego, co pozwoli na lepsze zrozumienie procesów optymalizacji opieki nad pacjentem cierpiącym na deficyt snu.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Wykorzystane w niniejszym przeglądzie dane pozyskano z aktualnych ogólnoeuropejskich zaleceń psychiatrycznych oraz prac naukowych opublikowanych po 2000 roku. Przy doborze prac, zwrócono szczególną uwagę na znaczenie kliniczne otrzymanych wyników oraz uwzględnienie populacji geriatrycznej.

WYNIKI: Różnice w farmakologicznym działaniu poszczególnych leków sedatywnych i nasennych zależą od mechanizmu działania tych leków, jednak wybór odpowiedniego leku dla pacjenta zależy od jego działań niepożądanych, stanu klinicznego pacjenta (wątroby, nerek, układu krążenia), chorób współwystępujących oraz wieku pacjenta.

WNIOSKI: Indywidualizacja podejścia terapeutycznego stanowi fundament nowoczesnej medycyny. Wybór odpowiedniego preparatu powinien uwzględniać wiek pacjenta, jego stan kliniczny oraz profil chorób współistniejących. Odpowiedni dobór leku nasennego może skutecznie ograniczyć ryzyko potencjalnych działań niepożądanych, takich jak nadmierna sedacja w ciągu dnia czy zaburzenia równowagi, które są szczególnie niebezpieczne u seniorów. Precyzyjne dopasowanie farmakoterapii pozwala znacząco zwiększyć skuteczność leczenia, skracając czas potrzebny na zaśnięcie i poprawiając ogólną architekturę snu pacjenta. Prawidłowo prowadzona terapia ma również kluczowe znaczenie ekonomiczne i społeczne, gdyż może uchronić pacjenta przed ponowną hospitalizacją związaną ze skutkami nieoptymalnego leczenia, takimi jak upadki, złamania czy zaostrzenia stanów lękowych. W procesie wyboru leku niezbędna jest głęboka analiza interakcji farmakologicznych, aby uniknąć zjawiska polipragmacji. Ostatecznie, optymalna farmakoterapia powinna być traktowana jako element kompleksowego planu leczenia, dążącego do przywrócenia pacjentowi pełnej sprawności psychofizycznej.

Piśmiennictwo

Wichniak A, Biełkowski P, Dąbrowski R, Mastalerz-Migas A, Rymaszewska J. Leczenie bezsenności osób w starszym wieku. Zalecenia Polskiego Towarzystwa Badań nad Snem, Polskiego Towarzystwa Medycyny Rodzinnej i Polskiego Towarzystwa Psychiatrycznego. *Psychiatria Polska* 2023; 57(3): 495–516
Abad VC, Guilleminault C. Insomnia in Elderly Patients: Recommendations for Pharmacological Management. *Drugs Aging*. 2018 35(9):791-817.

SELENO-L-METIONINA JAKO MODULATOR PROCESÓW STARZENIA SIĘ SKÓRY – POTENCJAŁ W SPERSONALIZOWANYCH STRATEGIACH TERAPEUTYCZNYCH

Edyta Gołaś^{1,2}, Mateusz Maciejczyk³

¹ Szkoła Doktorska, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

² Studenckie Koło Naukowe „Biochemii Chorób Cywilizacyjnych” przy Zakładzie Higieny, Epidemiologii i Ergonomii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

³ Zakład Higieny, Epidemiologii i Ergonomii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

*Autor korespondencyjny e-mail: edyta.golas@sd.umb.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. med. Mateusz Maciejczyk

Słowa kluczowe: Seleno-L-metionina; HDF-a; działanie antyoksydacyjne; stres oksydacyjny; peroksydacja lipidów

WPROWADZENIE: Seleno-L-metionina (SLM) to organiczny związek z grupy aminokwasów stanowiący selenowy analog metioniny. SLM pobudza syntezę kluczowych selenoprotein regulujących równowagę redoks, a tym samym wpływa na ochronę przed stresem oksydacyjnym – kluczowym czynnikiem inicjującym proces starzenia komórkowego. Ostatnie doniesienia potwierdzają istotną rolę SLM w hamowaniu wytwarzania wolnych rodników oraz niwelowania stanu zapalnego, co sugeruje zastosowanie tego związku jako substancji dermoochronnej o potencjale przeciwstarzeniowym. Fundamentalną rolę w procesie starzenia się skóry odgrywa peroksydacja lipidów. Wykazano, że agregacja glikooksydacyjnie modyfikowanych białek i lipidów zaburza remodeling macierzy pozakomórkowej i osłabia zdolność skóry do regeneracji. Dotychczas nie zbadano jednak wpływu SLM na utlenianie lipidów, glikooksydację białek i remodeling macierzy pozakomórkowej.

CEL PRACY: Celem niniejszego badania jest ocena wpływu SLM na utlenianie lipidów, glikooksydację białek oraz aktywność metaloproteinaz macierzy pozakomórkowej (MMP) w modelu *in vitro* starzenia się skóry.

MATERIAŁY I METODY: Badania przeprowadzono na fibroblastach skóry ludzkiej (HDF-a, human dermal fibroblasts adult). Starzenie zostało indukowane przez ekspozycję komórek na H₂O₂ w stężeniu 500 µM przez 12 h, a następnie komórki zostały inkubowane przez 12 h z SLM o stężeniach 0, 1, 1, 10 oraz 100 µM. W celu oceny peroksydacji lipidów oznaczono całkowity status oksydacyjny (TOS) oraz zawartość malondialdehydu (MDA). Stopień glikooksydacji białek określono na podstawie pomiaru zawartości pentozydiny (PEN), natomiast intensywność procesu glikacji poprzez pomiar zawartości końcowych produktów zaawansowanej glikacji (Total AGE). Stopień remodelingu ECM oceniono poprzez pomiar aktywności metaloproteinazy-1 (MMP-1) i metaloproteinazy-2 (MMP-2). Doświadczenie przeprowadzono w 3 niezależnych eksperymentach w dwóch powtórzeniach. Analizę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono z użyciem analizy wariancji ANOVA i testu post-hoc Tukey’a

WYNIKI: Inkubacja z SLM w najwyższych stężeniach skutkowała znacznym obniżeniem stężenia TOS w porównaniu do kontroli. Wyniki zostały potwierdzone przez ocenę MDA, którego stężenie spadało wraz ze wzrostem stężenia SLM. Jednocześnie, zawartość PEN oraz total AGE były istotnie niższe przy najwyższym stężeniu SLM. Podobną zależność zaobserwowano dla aktywności MMP-1 i MMP-2.

WNIOSKI: SLM redukuje stres oksydacyjny i glikooksydację białek w fibroblastach ludzkiej skóry, co może przeciwdziałać uszkodzeniom wywołanym przez nadtlenek wodoru. Spadek aktywności MMP-1 i MMP-2 przy wyższych stężeniach SLM sugeruje hamowanie degradacji kolagenu i innych składników ECM, co może wspierać zachowanie struktury i elastyczności skóry. Podsumowując, SLM wykazuje właściwości przeciwstarzeniowe poprzez redukcję stresu oksydacyjnego, hamowanie glikooksydacji białek oraz degradacji ECM, co czyni go obiecującym kandydatem do dalszych badań nad innowacyjnymi, spersonalizowanymi strategiami terapeutycznymi w dermatologii i kosmetologii.

WPŁYW ZINDYWIDUALIZOWANEJ EDUKACJI NA BEZPIECZEŃSTWO I SKUTECZNOŚĆ FARMAKOTERAPII U CHORYCH KARDIODIABETOLOGICZNYCH Z OTĘPIENIEM – STUDIUM PRZYPADKU

Maja Grądział^{1*}, Magdalena Pstrągowska¹, Monika Trofimiuk², Justyna Hermanowicz², Marta Baranowska-Kuczko²

¹ Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Farmacji Klinicznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. Mickiewicza 2A, 15-222 Białystok

² Zakład Farmacji Klinicznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. Mickiewicza 2A, 15-222 Białystok

*Autor korespondencyjny e-mail: 42056@student.umb.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Monika Trofimiuk, dr hab. n. farm. Marta Baranowska-Kuczko

Słowa kluczowe: przegląd lekowy, otępienie, adherencja, kardiodiabetologia, edukacja pacjenta

WPROWADZENIE: Proces starzenia się społeczeństwa wiąże się nierozzerwalnie z narastającą liczbą pacjentów kardiodiabetologicznych, równocześnie z towarzyszącym rozpoznaniem zespołów otępiennych lub pokrewnych zaburzeń poznawczych. Takie diagnozy bardzo często skutkują lękiem i trudnościami w zrozumieniu zasad farmakoterapii, zdrowego podejścia do własnego organizmu oraz jego zmieniającej się fizjologii [1, 2]. Powyższe przeszkody kończą się obniżeniem compliance pacjenta, interakcjami lekowymi oraz działaniami niepożądanymi, czego można uniknąć poprzez zindywidualizowaną pracę z pacjentem poprzez edukację, prowadzenie przeglądów lekowych oraz regularną kontrolę wyników badań.

CEL PRACY: Celem pracy jest przedstawienie wpływu spersonalizowanej opieki farmaceutycznej nad 74-letnią pacjentką kardiodiabetologiczną, chorującą na cukrzycę t2 od ponad 30 lat z towarzyszącą dyslipidemią, nadciśnieniem tętniczym, arytmia i niedawno zdiagnozowaną chorobą Alzheimera.

METODYKA: Problemy lekowe zidentyfikowano na podstawie pogłębionego wywiadu z wykorzystaniem metody „brown bag” oraz skali ACB, kalkulatora SCORE – 2 DIABETES, a także kalkulatorów dietetycznych. Brak osiągnięcia optymalnego adherence oceniono na podstawie kwestionariuszy MARS 5 oraz Morisky -Green.

WYNIKI: Na podstawie przeprowadzonego wywiadu stwierdzono potencjalną interakcję pomiędzy sertralina i kwietiapną (wydłużenie odcinka QT), niestosowanie się do zaleceń terapeutycznych z powodu postępującej choroby otępiennej oraz niewystarczające wyrównanie metaboliczne (HbA1c 8,8%) wraz z jednym epizodem hipoglikemii nocnej. Wdrożono zalecenia zdrowotne i dietetyczne dostosowane do możliwości finansowych i poznawczych pacjentki. Wprowadzenie zindywidualizowanej edukacji pacjentki doprowadziło do poprawy wyrównania metabolicznego (HbA1c 7,3 %) i jej samopoczucia. Dodatkowo wprowadzenie interwencji ukierunkowanych na zwiększenie kontroli schematu dawkowania przyczyniły się do zwiększenia adherencji terapeutycznej, redukcji pominiętych dawek oraz poprawy regularności przyjmowania leków.

WNIOSKI: Uzyskane wyniki potwierdzają zasadność wdrażania zindywidualizowanych strategii wsparcia farmakoterapii u pacjentów z zaburzeniami funkcji poznawczych, w tym w przebiegu choroby Alzheimera. Dostosowanie zaleceń terapeutycznych do możliwości chorego, zwłaszcza w zakresie funkcji poznawczych, przekłada się na poprawę adherencji.

Piśmiennictwo:

[1]. Dao L., et al.: Type 2 diabetes mellitus and cognitive function: understanding the connections. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2023 Feb 1;30(1):7-13. doi: 10.1097/MED.0000000000000783.

[2]. Yan SC, et al.: Effects of Hypertension on Alzheimer's Disease: Updates in Pathophysiological and Neuroimaging Findings. *J Integr Neurosci.* 2024 Aug 12;23(8):143. doi: 10.31083/j.jin2308143.

NOWE HORYZONTY W FARMAKOTERAPII DEPRESJI POPORODOWEJ: OD KLASYCZNYCH LEKÓW PRZECIWDEPRESYJNYCH DO MODULATORÓW RECEPTORÓW GABA-A

Kamila Kisielewicz^{1*}, Milena Majchrzyk¹, Ewa Kędzierska², Ewa Gibuła-Tarłowska²

¹ Studenckie Koło Naukowe „Synapsa” przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Katedra i Zakład Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 4a, 20-093 Lublin,

*Autor korespondencyjny e-mail: 64237@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Jolanta Orzelska-Górka²

Słowa kluczowe: depresja poporodowa, syntetyczne neurosteroidy, zuranolon, breksanolon, GABA.

WPROWADZENIE: Depresja poporodowa (PPD, *ang. postpartum depression*) jest jednym z najczęstszych powikłań porodu, dotyczącym od 15% do 20% kobiet [4]. W przeciwieństwie do łagodnego i przemijającego, zwykle w ciągu 2 tygodni, stanu „baby blues”, PPD jest poważnym epizodem depresyjnym, który może trwać nawet do roku po porodzie, negatywnie wpływając na dobrostan matki oraz rozwój poznawczy i emocjonalny dziecka. PPD manifestuje się uporczywym smutkiem, anhedonią, poczuciem winy, a w skrajnych przypadkach myślami samobójczymi lub ryzykiem krzywdzenia dziecka [1,2,3].

CEL PRACY: Celem prezentacji jest przedstawienie nowoczesnych możliwości farmakoterapii depresji poporodowej, ze szczególnym uwzględnieniem nowych leków o odmiennym mechanizmie działania, takich jak neurosteroidy modulujące receptor GABA-A, oraz omówienie ograniczeń ich stosowania.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Praca została napisana na podstawie piśmiennictwa naukowego zamieszczonego w wyszukiwarkach baz danych i prac naukowych: PubMed, Google Scholar, Scopus. Artykuły naukowe wyszukiwane były poprzez używanie słów kluczy: *mental disorder, postpartum depression, zuranolone, brexanolone, synthetic neurosteroid, allopregnanolone, GABA*.

WYNIKI: Kluczowym czynnikiem etiologicznym PPD są gwałtowne zmiany neurohormonalne, do których dochodzi tuż po rozwiązaniu. W trakcie ciąży organizm kobiety adaptuje się do wysokich stężeń allopregnanolonu (neuroaktywnego steroidu – NAS), co powoduje spadek ekspresji receptorów GABA-A w celu utrzymania stabilnego hamowania. Nagły spadek tych hormonów po porodzie, przy opóźnionym powrocie receptorów do stanu pierwotnego, tworzy stan nadpobudliwości sieci neuronalnych, co uczestniczy w patogenezie PPD. W sytuacjach, gdy psychoterapia nie przynosi ukojenia, a stan pacjentki zagraża jej lub dziecku, farmakoterapia staje się nieodzownym elementem powrotu do zdrowia [1,3,4]. Dawniej do leczenia PPD głównie stosowano leki przeciwdepresyjne z grupy SSRI i SNRI, mimo iż nie są one specyficzne dla patofizjologii tej choroby, a ich używanie powoduje istotne problemy. Do głównych wad zalicza się ich opóźnione działanie, możliwość przenikania do mleka matki, brak efektów leczenia u części pacjentek. Choć większość z nich jest uważana za bezpieczną w niskich stężeniach, to możliwe działania niepożądane pozostają kluczowym czynnikiem przy wyborze terapii [2,3]. Przełomem w leczeniu PPD stało się wykorzystanie syntetycznych analogów allopregnanolonu - breksanolonu i nowszego zuranolonu, które działają jako dodatnie modulatory allosteryczne (PAM) receptora GABA-A [2,5].

WNIOSKI: Wybór odpowiedniego leku zawsze zależy od indywidualnej sytuacji pacjentki, w tym ciężkości objawów, planów dotyczących karmienia piersią oraz tolerancji na działania niepożądane. Nowoczesne neurosteroidy (jak zuranolon) oferują nową jakość w postaci szybkiego działania. Współczesna medycyna dąży do tego, by leczenie było nie tylko skuteczne, ale i dopasowane do dynamicznego życia młodej matki, minimalizując czas trwania kryzysu psychicznego

Piśmiennictwo:

- [1]. Ariela Frieder i in. (2019). *Pharmacotherapy of Postpartum Depression: Current Approaches and Novel Drug Development*. *CNS Drugs*, 10.1007/s40263-019-00605-7
- [2]. Li-Na Guan i in. (2025). *Research Progress in the Treatment of Postpartum Depression*. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 10.1007/s10571-025-01542-4
- [3]. Jolanta B. Zawilska i Ewa Zwierzyńska (2025). *Neuroactive Steroids as Novel Promising Drugs in Therapy of Postpartum Depression—Focus on Zuranolone*. *Int. J. Mol. Sci.* 2025, 26(13), 6545
- [4]. Athanasia Giannopoulos i in. (2025). *Clinical Utility of Zuranolone for Postpartum Depression: A Narrative Review*. *Dovepress. Taylor and Francis Group. Neuropsychiatric Disease and Treatment*. 10.2147/NDT.S466260
- [5]. Dea Kastrati (2024). *Medication Options for Patients with Postpartum Depression*. *Psychiatry Advisor*, 12 April 2024



WZROST STĘŻENIA TROMBOKSANU B₂ WE KRWI PACJENTEK ONKOLOGICZNYCH – NOWY KANDYDAT NA BIOMARKER NOWOTWORÓW GINEKOLOGICZNYCH?

Joanna Kirmuc^{1}, Joanna Wojtkiewicz², Maciej Jóźwik³, Marcin Jóźwik⁴, Karol Kramkowski¹*

¹Zakład Chemii Fizycznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. Mickiewicza 2A, 15-089 Białystok

²Katedra Fizjologii i Patofizjologii Człowieka, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Warszawska 30, 10-082 Olsztyn

³Klinika Ginekologii i Ginekologii Onkologicznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 24A, 15-279 Białystok

⁴Klinika Ginekologii Onkologicznej oraz Uroginekologii, Szpital Kliniczny Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji z Warmińsko-Mazurskim Centrum Onkologii w Olsztynie, al. Wojska Polskiego 37, 10-228 Olsztyn

*Autor korespondencyjny e-mail: joanna.kirmuc@sd.umb.edu.pl

Opiekun naukowy: dr hab. Karol Kramkowski

Słowa kluczowe: rak jajnika, tromboksan B₂, biomarkery, hemostaza

WPROWADZENIE: Rak jajnika jest nowotworem powodującym najwyższą śmiertelność w grupie pacjentek onkologiczno-ginekologicznych oraz stanowi 5 przyczynę zgonów w globalnej populacji pacjentek onkologicznych [1]. Obecnie diagnostyka raka jajnika opiera się głównie na klasycznych biomarkerach - CA125 oraz HE4 [2]. Nie są one jednak wystarczająco specyficzne, aby jednoznacznie potwierdzić lub wykluczyć rozwój nowotworu, co podkreśla ciągłą potrzebę poszukiwań nowych biomarkerów oraz udoskonalenia aktualnych metod diagnostycznych [3]. Związkami odgrywającymi istotną rolę w nowotworzeniu są eikozanoidy, szczególnie tromboksan B₂ (TxB₂), które znane są przede wszystkim z uczestnictwa w regulacji hemostazy [4]. Jako markery nowotworowe stanowią one mogą obiecujący kierunek we wczesnej detekcji raka jajnika oraz wsparcie rozwoju skutecznych strategii badań przesiewowych.

CEL PRACY: Pomiar stężenia TxB₂ w materiale pacjentek z nowotworami ginekologicznymi oraz ocena TxB₂ pod kątem wykorzystania jako biomarkera nowotworowego.

MATERIAŁY I METODY: Materiał badawczy, w tym osocze oraz tkankę nowotworową pobrano śródoperacyjnie od dorosłych pacjentek z rakiem jajnika (N=6-9), rakiem endometrium (N=9-11) oraz z grupy kontrolnej hospitalizowanych w Szpitalu Warmińsko-Mazurskiego Centrum Onkologii w Olsztynie oraz Uniwersyteckim Szpitalu Klinicznym w Białymstoku. Grupę kontrolną stanowiło osocze pobrane od pacjentek hospitalizowanych z innych przyczyn niż nowotwór. Homogenaty tkanek nowotworowych oraz osocze przechowywano w temperaturze (-80)°C do momentu przeprowadzenia oznaczeń. Stężenie TxB₂ w pobranym materiale oznaczono za pomocą testu ELISA według protokołu załączonego do testu. Nr zgody Komisji Bioetycznej: APK.002.253.2025 z dn. 26.06.2025r.

WYNIKI: Dane wskazują na istotnie wyższe stężenie TxB₂ w osoczu pacjentek z rakiem jajnika (**p<0,01) i z rakiem endometrium (**p<0,001) w porównaniu z grupą kontrolną.

WNIOSKI: Uzyskane wyniki mogą prowadzić do rozważenia TxB₂ jako biomarkera w nowotworach ginekologicznych. *Badania finansowane z subwencji B.SUB.26.152.*

Piśmiennictwo:

[1] Siegel et al. *Cancer statistics, 2023. CA Cancer J Clin. 2023; 73:17-48.*

[2] Fotopoulou et al. *European Society of Gynecological Oncology guidelines for the peri-operative management of advanced ovarian cancer patients undergoing debulking surgery. International Journal of Gynecological Cancer 2021; 31:1199-1206.*

[3] Akwinumi et al. *Chronic Medical Conditions and CA125 Levels Among Women without Ovarian Cancer. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2018; 27: 1483-1490.*

[4] Crescente et al. *Eicosanoids in platelets and the effect of their modulation by aspirin in the cardiovascular system and beyond. British Journal of Pharmacology 2019; 176: 988-999.*

LECANEMAB ORAZ DONANEMAB – LEKI BIOLOGICZNE JAKO NOWY KIERUNEK W FARMAKOTERAPII CHOROBY ALZHEIMERA

Emilia Listos^{1}, Małgorzata Łupina²*

¹Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 4A, 20-093 Lublin,

²Katedra i Zakład Farmakologii Doświadczalnej i Klinicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Jaczewskiego 8b, 20-090 Lublin

*Autor korespondencyjny e-mail: listosemilia@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Joanna Listos

Słowa kluczowe: Alzheimer's disease, Lecanemab, Donanemab

WPROWADZENIE: Choroba Alzheimer'a stanowi obecnie najczęstszą przyczynę otępienia na świecie. W patogenezie tej choroby dochodzi do zaniku neuronów układu cholinergicznego, co prowadzi do jego dysfunkcji. Charakteryzuje się również pozakomórkowym odkładaniem się złogów -amyloidu oraz wewnątrzkomórkowym odkładaniem się ufosforylowanego białka tau.

CEL PRACY: Obecne standardy terapeutyczne w chorobie Alzheimer'a koncentrują się na leczeniu objawowym z wykorzystaniem inhibitorów acetylocholinoesterazy. Brak skuteczności przyczynowej tych leków skłania do poszukiwania nowych kierunków farmakoterapii. Dlatego celem wystąpienia jest omówienie innowacyjnych preparatów tj. lecanemabu oraz donanemabu.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd został wykonany zgodnie ze standardem PRISMA [1]. Przeszukano bazy danych: PUBMED, GOOGLE SCHOLAR. Analizę literatury przeprowadzono w oparciu o określone kryteria, ze szczególną uwagą na lata publikacji wykorzystanych doniesień naukowych (2023-2025). Artykuły opublikowane, pełnotekstowe, w języku angielskim.

WYNIKI: Łącznie przeanalizowano 20 publikacji anglojęzycznych. Po wyłączeniu artykułów naukowych powtarzających się oraz niezwiązanych z tematyką niniejszej prezentacji, ostatecznie uwzględniono 5 publikacji. Na podstawie najnowszych doniesień naukowych wiadomo, że humanizowane przeciwciała monoklonalne skierowane przeciwko złogom pozakomórkowym -amyloidu, mogą stanowić obiecujące narzędzie w farmakoterapii choroby Alzheimer'a.

WNIOSKI: Rozwój nowej grupy leków tj. leków biologicznych, może przyczynić się do przełomu w farmakoterapii choroby Alzheimer'a. Leki te, działając przyczynowo, zmniejszają złogi - amyloidu oraz pośrednio złogi neurofibrylarne białka tau w strukturach ośrodkowego układu nerwowego. Częściczki te spowalniają rozwój choroby, szczególnie w zakresie zaburzeń poznawczych.

Piśmiennictwo:

- [1]. Rostagno, Agueda A. (2023). Pathogenesis of Alzheimer's Disease. *International Journal of Molecular Sciences* 24,107.
- [2]. Arroyo-Pacheco, N. i wsp. (2025). Monoclonal therapy with lecanemab in the treatment of mild Alzheimer's disease: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 104, 102620.
- [3]. Cummings, J i wsp. (2023). Lecanemab: Appropriate Use Recommendations. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*, 10(3), 362-377.
- [4]. Villain N. i wsp. (2025). Lecanemab for early Alzheimer's disease: Appropriate use recommendations from the French federation of memory clinics. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*, 12(4), 100094.
- [5]. Rabinovici GD. i wsp. (2025). Donanemab: Appropriate use recommendations. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*, 12(5), 100150.



LURAZYDON W TERAPII SCHIZOFRENII – SKUTECZNOŚĆ KLINICZNA I PROFIL BEZPIECZEŃSTWA NA TLE INNYCH LEKÓW PRZECIWPSYCHOTYCZNYCH

Dominika Kuceł^{1}, Adrianna Machnikowska¹, Maria Małysz¹, Grażyna Biała²*

¹Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką Uniwersytetu Medycznego w Lublinie, ul. Chodźki 4a, 20-093 Lublin

²Katedra i Zakład Farmakologii z Farmakodynamiką Uniwersytetu Medycznego w Lublinie, ul. Chodźki 4a, 20-093 Lublin

* Autor korespondencyjny e-mail: dominika.kucel@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Marta Kruk-Słomka

Słowa kluczowe: schizofrenia; lurazydon; leki przeciwpsychotyczne

WPROWADZENIE: Schizofrenia jest ciężkim zaburzeniem neuropsychiatrycznym obejmującym przewlekłą lub nawracającą psychozę, z rozpowszechnieniem w ciągu życia sięgającym na świecie około 1%. Charakteryzuje się obecnością objawów pozytywnych, negatywnych oraz deficytów poznawczych, prowadząc do istotnego pogorszenia funkcjonowania społecznego i zawodowego [1]. Pomimo dostępności leków przeciwpsychotycznych, znaczna część pacjentów nie osiąga pełnej remisji, a nawet 20–30% wykazuje niewystarczającą odpowiedź na standardową monoterapię [2]. Dodatkowo działania niepożądane, zwłaszcza metaboliczne, istotnie wpływają na adherencję i ryzyko nawrotów. W ostatnich latach szczególne zainteresowanie budzi lurazydon — atypowy lek przeciwpsychotyczny o korzystnym profilu receptorowym i metabolicznym, zarejestrowany do leczenia schizofrenii u dorosłych oraz młodzieży od 13. roku życia [3].

CEL PRACY: Celem pracy jest przedstawienie aktualnych danych dotyczących skuteczności, bezpieczeństwa oraz miejsca lurazydonu w terapii schizofrenii, ze szczególnym uwzględnieniem jego wpływu na objawy negatywne i poznawcze, profil metaboliczny oraz zastosowanie w leczeniu długoterminowym i w populacji młodzieży.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przeprowadzono analizę aktualnej literatury naukowej, obejmującą najnowsze publikacje wyszukane w bazach PubMed oraz Cochrane Library. Uwzględniono metaanalizy i przeglądy systematyczne dotyczące skuteczności oraz bezpieczeństwa stosowania lurazydonu w leczeniu schizofrenii.

WYNIKI: Analiza literatury wskazuje, że lurazydon wykazuje potwierdzoną skuteczność w redukcji objawów pozytywnych schizofrenii, przy jednocześnie korzystnym profilu metabolicznym w porównaniu z częścią innych atypowych leków przeciwpsychotycznych, co sprzyja poprawie adherencji pacjentów.

WNIOSKI: Pacjenci ze schizofrenią wymagają długoterminowej terapii przeciwpsychotycznej w celu zapobiegania nawrotom, dlatego ograniczenie przyrostu masy ciała i zaburzeń metabolicznych ma kluczowe znaczenie w prewencji chorób sercowo-naczyniowych, które stanowią istotną przyczynę zwiększonej śmiertelności w tej populacji. Ponadto lurazydon wykazuje korzystny wpływ na funkcje poznawcze oraz działanie przeciwlękowe i przeciwdepresyjne, co dodatkowo wzmacnia jego wartość terapeutyczną. Wyniki te otwierają również perspektywy dla dalszych badań nad opracowywaniem leków o podobnej skuteczności przy minimalnym ryzyku działań ubocznych [4].

Piśmiennictwo:

- [1] Storman, D., Koperny, M., Styczeń, K., Datka, W., & Jaeschke, R. R. (2025). Lurasidone versus typical antipsychotics for schizophrenia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1(1), CD012429. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012429.pub2>
- [2] Lähteenvuo, M., & Tiihonen, J. (2021). Antipsychotic polypharmacy for the management of schizophrenia: Evidence and recommendations. *Drugs*, 81(11), 1273–1284. <https://doi.org/10.1007/s40265-021-01556-4>
- [3] Guiller, T., Chart Pascual, J. P., Blasco, M. D. C., Calvo Estopiñán, P., Piernas González, R. A., Ramírez Martínez, I., Rodríguez Moyano, C., Prieto Pérez, R., Gabarda-Inat, I., Prados-Ojeda, J. L., Díaz-Marsá, M., & Martín-Carrasco, M. (2023). Lurasidone for the treatment of schizophrenia in adult and paediatric populations. *Drugs in Context*, 12, 2022-10-1. <https://doi.org/10.7573/dic.2022-10-1>
- [4] Miura, I., Horikoshi, S., Ichinose, M., Suzuki, Y., & Watanabe, K. (2023). Lurasidone for the treatment of schizophrenia: Design, development, and place in therapy. *Drug Design, Development and Therapy*, 17, 3023–3031. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S366769>

STĘŻENIE S-ADENOZYLOMETIONINY (SAM) U PACJENTÓW Z OTYŁOŚCIĄ

Antonina Kutyl^{1*}, Julia Smódrzak¹, Arkadiusz Kocur², Małgorzata Wrzosek¹

¹ Katedra i Zakład Biochemii i Farmakogenomiki, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Studenckie Koło Naukowe Farmakon przy Katedrze i Zakładzie Biochemii i Farmakogenomiki, Warszawski Uniwersytet Medyczny

² Zakład Chemii Leków, Analizy Farmaceutycznej i Biomedycznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

*Autor korespondencyjny e-mail: antonina.kuty@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Małgorzata Wrzosek

Słowa kluczowe: SAM, otyłość, nadciśnienie tętnicze, LC-MS/MS

WPROWADZENIE: S-adenozylometionina (SAM) jest głównym donorem grup metylowych w organizmie. Odgrywa kluczową rolę w procesach metylacji kwasów nukleinowych, białek oraz fosfolipidów. Zmiany epigenetyczne wynikające z zaburzeń metylacji mogą wpływać na ekspresję genów zaangażowanych w metabolizm lipidów i adipogenezę.

CEL PRACY: Ocena stężenia S-Adenozylometioniny u pacjentów z otyłością i chorobami towarzyszącymi.

MATERIAŁ I METODY: Badaniem objęto 750 osób z otyłością ($BMI = 42.9 \pm 7,0 \text{ kg/m}^2$). Stężenie S-adenozylometioniny (SAM) oznaczano w surowicy przy użyciu metody wysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS) z wykorzystaniem spektrometru mas QTRAP 6500+ (AB SCIEX) sprzężonego z systemem LC-40 (Shimadzu). Rozdział chromatograficzny prowadzono na kolumnie Poroshell 120 HILIC ($2,7 \mu\text{m}$, $3 \times 50 \text{ mm}$). Detekcję wykonano w trybie dodatniej jonizacji z zastosowaniem znakowanego izotopowo standardu wewnętrznego. Krzywą kalibracyjną dla SAM przygotowano w zakresie 1–1000 nM. Granica detekcji (LOD) wynosiła 0,5 nM. Metoda umożliwiała czułe i swoiste oznaczenie SAM w próbkach surowicy. Analizy statystyczne obejmowały testy korelacji oraz analizę wariancji; za poziom istotności statystycznej przyjęto $p < 0,05$.

WYNIKI: Stężenie SAM było dodatnio skorelowane z BMI pacjentów. Wraz ze wzrostem stopnia otyłości (klasyfikacja WHO: I, II, III stopień) zaobserwowano wzrost stężenia SAM w surowicy krwi.

U pacjentów z otyłością III stopnia stężenie SAM wynosiło $167,5 \pm 64,3 \text{ nM}$ i było istotnie statystycznie wyższe w stosunku do pacjentów z otyłością I stopnia ($146,5 \pm 54,6 \text{ nM}$; $p = 0,02$).

U badanych pacjentów z otyłością i z nadciśnieniem tętniczym stężenia SAM były wyższe ($164,9 \pm 62,4 \text{ nM}$) w porównaniu z pacjentami z prawidłowym ciśnieniem tętniczym ($p = 0,007$).

WNIOSKI: Stężenie S-adenozylometioniny (SAM) zostało skorelowane z masą ciała oraz może stanowić potencjalny marker współwystępowania nadciśnienia tętniczego u pacjentów z otyłością.

Piśmiennictwo:

- [1]. Elshorbagy, A. K., Jernerén, F., Samocha-Bonet, D., Refsum, H., & Heilbronn, L. K. (2016). Serum S-adenosylmethionine, but not methionine, increases in response to overfeeding in humans. *Nutrition & Diabetes*, 6(1), e192. <https://doi.org/10.1038/nutd.2015.42>
- [2]. Mentch, S. J., & Locasale, J. W. (2016). One-carbon metabolism and epigenetics: Understanding the specificity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1363(1), 91–98. <https://doi.org/10.1111/nyas.12956>

KOMPLEKSY ANTYBIOTYKÓW BETA LAKTAMOWYCH Z CYKLODEKSTRYNAMI JAKO STRATEGIA POPRAWY BIODOSTĘPNOŚCI I BEZPIECZEŃSTWA TERAPII ANTYBIOTYKOWEJ

Klaudia Moskwa^{1}, Klaudia Mazurek¹, Oliwia Koszła², Przemysław Sołek², Aneta Archuła²,
Iwona Komaniecka³, Jolanta Kutkowska³, Monika Dąbrowska⁴, Anita Płazińska²*

¹ *Studenckie Koło Naukowe Farmakologii Molekularnej przy Zakładzie Biofarmacji, Uniwersytet Medyczny w Lublinie*

² *Zakład Biofarmacji, Uniwersytet Medyczny w Lublinie*

³ *Katedra Genetyki i Mikrobiologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

⁴ *Katedra Chemii Nieorganicznej i Analityki Farmaceutycznej, Uniwersytet Jagielloński*

* Autor korespondencyjny e-mail: 61847@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n med. i n. o zdr. Justyna Kawka

Słowa kluczowe: poprawa biodostępności; nośniki leków; antybiotyki beta laktamowe; cyklodekstryny

WPROWADZENIE: Antybiotyki beta laktamowe stanowią jedną z najważniejszych i najczęściej stosowanych grup leków przeciwbakteryjnych. Leki te hamują syntezę peptydoglikanu (kluczowego składnika ściany komórkowej bakterii) poprzez wiązanie się z białkami PBP, co skutkuje lizą komórki bakteryjnej. Niektóre antybiotyki beta laktamowe wykazują ograniczoną rozpuszczalność w wodzie, przez co mniejsza część dawki leku zostaje wchłonięta do krążenia ogólnego i biodostępność takiego antybiotyku jest mniejsza. Obecnie stosuje się różne modyfikacje chemiczne i technologiczne, mające na celu poprawę biodostępności. Tworzenie kompleksów leków z cyklodekstrynami stanowi skuteczną strategię poprawy rozpuszczalności w wodzie, dostępności farmaceutycznej oraz biodostępności. Kompleksowanie antybiotyków z cyklodekstrynami może dodatkowo zmniejszać ich toksyczność poprzez modyfikację profilu uwalniania i poprawę ukierunkowanego dostarczania. Cyklodekstryny, jako cząsteczki cykliczne, zdolne są do enkapsulacji antybiotyku, co umożliwi kontrolę szybkości jego uwalniania, ogranicza ekspozycję tkanek zdrowych oraz poprawia stabilność i precyzję dawkowania.

CEL PRACY: Omówienie sposobu poprawy biodostępności antybiotyków beta laktamowych słabo rozpuszczalnych w wodzie przy wykorzystaniu kompleksowania z cyklodekstrynami.

MATERIAŁY I METODY: Dla wybranego antybiotyku beta laktamowego (cefepim) oraz jego kompleksów z cyklodekstrynami przeprowadzone zostały badania in vitro (test MTS, linia komórkowa fibroblastów mysich NCTC clone 929), in vivo (zwierzęcy model: danio pręgowany) oraz mikrobiologiczne.

WYNIKI: Badania wykazały, że kompleksy cefepimu z cyklodekstrynami istotnie zwiększały żywotność komórek in vitro już przy stężeniu 50 µg/ml, czyli dwukrotnie niższym niż w przypadku czystego leku. Ponadto wykazano obniżenie wartości MIC wobec szczepów E. coli i Klebsiella (około 1,5-krotne), przy jednoczesnym braku poprawy aktywności wobec Pseudomonas dla kompleksów z α-CD i β-CD. Ponadto, badania in vivo wskazują na ponad 4-krotne zmniejszenie toksyczności kompleksów z cyklodekstrynami (LD50=0.32 mM) w porównaniu z czystym lekiem (LD50=1.44 mM).

WNIOSKI: Podsumowując, uzyskane wyniki potwierdzają zwiększenie biodostępności oraz bezpieczeństwa cefepimu po przeprowadzeniu w kompleksy z cyklodekstrynami. Takie modyfikacje dają szansę na zwiększenie wykorzystania w medycynie antybiotyków słabo rozpuszczalnych w wodzie.

WIELOFUNKCYJNE LIGANDY ACHE/BCHE–NMDA JAKO STRATEGIA WALKI Z BÓLEM I ŁAGODZENIA ZABURZEŃ POZNAWCZYCH: PROFIL FARMAKOLOGICZNY ANALOGÓW TAKRYNY

*Joanna Nowak-Włodyga**, Szczepan Mogilski, Monika Kubacka

Katedra Farmakodynamiki, Wydział Farmaceutyczny Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków

* Autor korespondencyjny e-mail: joanna.wlodyga@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr hab. Monika Kubacka

Słowa kluczowe: receptor NMDA, acetylocholinoesteraza, butyrylocholinoesteraza, ból przewlekły

WPROWADZENIE: Dostępne strategie leczenia bólu przewlekłego są obciążone ograniczeniami w stosowaniu typowych leków przeciwbólowych ze względu na poważne działania niepożądane pojawiające się w trakcie terapii. Zdecydowana większość leków przeciwbólowych jest ukierunkowana na jeden cel molekularny, a biorąc pod uwagę złożoność przewlekłego procesu bólowego i ilość zaangażowanych szlaków w powstawanie i przewodzenie tego rodzaju bólu, odpowiednim staje się szukanie nowych strategii leczenia opierających się na stosowaniu wielofunkcyjnych ligandów różnych celów molekularnych. W leczeniu chronicznego bólu obiecującą koncepcją może być zastosowanie substancji będących jednocześnie inhibitorami cholinoesteraz (AChE/BChE) i antagonistami receptora NMDA. Blokada receptorów NMDA i hamowanie aktywności cholinoesteraz jest również aktualną strategią leczenia zaburzeń funkcji poznawczych towarzyszących chorobom otępiennym. Z powodu coraz większego odsetka chorych cierpiących jednocześnie z powodu bólu przewlekłego oraz zespołów otępiennych, a także skutków ubocznych występujących przy terapii tych schorzeń, istnieje konieczność poszukiwania nowych leków i tym samym udoskonalania terapii.

CEL PRACY: Celem pracy była ocena aktywności przeciwbólowej oraz ocena wpływu na procesy kognitywne trzech związków K1395, K1591, K1594, będących analogami takryny. Związki te są antagonistami receptorów NMDA oraz inhibitorami cholinoesteraz o różnym powinowactwie do tych celów i ich izoform.

MATERIAŁY I METODY: Badania prowadzone były na dorosłych samcach myszy rasy Albino Swiss (Krf: CD-1). Grupy kontrolne i eksperymentalne liczyły 8-10 zwierząt. Procedura pracy na zwierzętach została zatwierdzona przez Lokalną Komisję Etyczną ds. Doświadczeń na Zwierzętach w Krakowie – numer zgody: 738/2023. Jako związek odniesienia wykorzystano takrynę. Przeprowadzono: test formalinowy jako model bólu tonicznego, test gorącej płytki jako model bólu ostrego, test pręta obrotowego oceniający wpływ na koordynację ruchową, test ruchliwości spontanicznej oraz test biernego unikania.

WYNIKI: Najkorzystniejszy profil działania wykazał związek K1591, będący silnym inhibitorem AChE/BChE ($IC_{50} = 0.03 - 0.06 \mu M$) a słabym antagonistą receptorów NMDA, nie wykazującym selektywności wobec GluN1/GluN2A w stosunku do GluN1/GluN2B. K1591 wykazał wysoką aktywność przeciwbólową w obu fazach testu formalinowego, jak również w teście gorącej płytki, co wskazuje na jego skuteczność w łagodzeniu bólu ostrego i zapalnego. Działanie przeciwbólowe K1591 było przynajmniej częściowo spowodowane jego właściwościami cholinomimetycznymi, ponieważ jednoczesne podanie K1591 ze skopolaminą znosiło lub zmniejszało jego aktywność analgetyczną. Jednocześnie związek K1591 odwracał zaburzenia pamięci wywołane skopolaminą w teście biernego unikania. Ponadto związek K1591 nie wykazał negatywnego wpływu na funkcje motoryczne u zwierząt. Związek K1594 – silny i selektywny inhibitor AChE o umiarkowanym powinowactwie do receptorów NMDA z preferencją dla podtypu GLU1/2B – wykazał działanie przeciwbólowe w teście formalinowym, jednak w wysokich dawkach zaburzał funkcje motoryczne. Związek K1395 – silny i selektywny antagonist podtypu GLUN1/N2B receptora NMDA i słaby inhibitor AChE/BChE – nie wykazał istotnego działania przeciwbólowego.

WNIOSKI: Przeprowadzone eksperymenty pozwoliły na wyselekcjonowanie związku K1591, silnego inhibitora AChE/BChE i słabego antagonisty receptora NMDA. Taki profil mechanizmów farmakologicznych wiąże się z optymalną aktywnością przeciwbólową i jednocześnie wyraźnym działaniem prokognitywnym i jest pozbawiony negatywnego wpływu na koordynację ruchową. Wyniki te sugerują, że zwiększenie przekazywania cholinergicznego jest istotniejsze w kontekście działania przeciwbólowego i prokognitywnego aniżeli hamowanie receptorów NMDA.



ZNACZENIE INHIBITORÓW STEROIDOGENEZY W DŁUGOTERMINOWEJ KONTROLI EKTOPOWEGO ZESPOŁU CUSHINGA O NIEUCHWYTNEJ LOKALIZACJI – OPIS PRZYPADKU

Karolina Sas^{1}, Kamila Tokarczyk¹, Damian Zieliński¹, Janusz Strzelczyk²*

¹ Studenckie Koło Naukowe przy Klinice Endokrynologii i Nowotworów Neuroendokrynnych Katedry Patofizjologii i Endokrynologii, Śląski Uniwersytet Medyczny w Zabrzu

² Klinika Endokrynologii i Guzów Neuroendokrynnych, Katedra Patofizjologii i Endokrynologii, Wydział Nauk Medycznych w Zabrzu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

*Autor korespondencyjny e-mail: s83333@365.sum.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. med. i n. o zdr. Janusz Strzelczyk

Słowa kluczowe: ektopowe wydzielanie ACTH; zespół Cushinga; farmakoterapia; inhibitory steroidogenezy; metyrapon; osilodrostatstwo

WPROWADZENIE: Ektopowe wydzielanie adrenokortykotropiny (ACTH) jest rzadką i trudną diagnostycznie przyczyną zespołu Cushinga, szczególnie w przypadkach, w których nie udaje się zlokalizować ogniska pierwotnego pomimo zastosowania zaawansowanych metod obrazowych.

Utrzymująca się hiperkortyzolemia wiąże się z wysokim ryzykiem powikłań sercowo-naczyniowych, metabolicznych oraz zwiększoną śmiertelnością. W takich sytuacjach kluczową rolę odgrywa indywidualizacja farmakoterapii ukierunkowanej na kontrolę steroidogenezy oraz długoterminowe monitorowanie odpowiedzi klinicznej pacjenta.

CEL PRACY: Celem pracy jest przedstawienie przypadku pacjentki z ektopowym zespołem Cushinga o nieuchwytnej lokalizacji, u której zastosowanie inhibitorów steroidogenezy umożliwiło długoterminową kontrolę hormonalną i kliniczną.

MATERIAŁY I METODY: Przeanalizowano dokumentację medyczną 70-letniej pacjentki hospitalizowanej z powodu zespołu Cushinga ACTH-zależnego. Oceniono przebieg diagnostyki laboratoryjnej i obrazowej oraz skuteczność zastosowanej farmakoterapii w wieloletniej obserwacji.

WYNIKI: Siedemdziesięcioletnia pacjentka została skierowana do szpitala z powodu ciężkiej hiperkortyzolemii ACTH-zależnej, przebiegającej z istotnymi zaburzeniami elektrolitowymi oraz licznymi powikłaniami metabolicznymi. Pomimo przeprowadzenia rozszerzonej diagnostyki obrazowej, obejmującej tomografię komputerową, rezonans magnetyczny oraz badanie PET/CT z użyciem ⁶⁸Ga-DOTATATE, nie udało się zlokalizować źródła ektopowego wydzielania ACTH. Zastosowanie metyraponu, będącego inhibitorem steroidogenezy, doprowadziło do normalizacji stężeń kortyzolu i ACTH oraz uzyskania dwuletniej remisji klinicznej i biochemicznej po zakończeniu leczenia. W przebiegu nawrotu hiperkortyzolemii wdrożono terapię osilodrostatem, uzyskując ponowną stabilizację hormonalną, istotną poprawę parametrów metabolicznych oraz wyraźną redukcję objawów klinicznych.

WNIOSKI: Farmakoterapia inhibitorami steroidogenezy może stanowić skuteczną i bezpieczną alternatywę dla leczenia chirurgicznego u pacjentów z zespołem Cushinga w przebiegu ektopowego wydzielania ACTH. Przedstawiony przypadek potwierdza możliwość długoterminowej kontroli choroby przy zastosowaniu terapii metyraponem i osilodrostatem. Praca podkreśla znaczenie podejścia zorientowanego na pacjenta, indywidualizacji leczenia farmakologicznego oraz konieczność wieloletniej obserwacji endokrynologicznej.

KANNABINOIDY W LECZENIU MIGRENY – NOWE PODEJŚCIE TERAPEUTYCZNE

Julia Szewczyk^{2}*

¹ Katedra i Zakład Farmakologii z Farmakodynamiką Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Studenckie Koło Naukowe „Synapsa” przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: jsz@opoczta.pl, 63669@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: prof. dr hab. n. farm. Grażyna Biała¹

Słowa kluczowe: migrena, kannabinoidy, receptory kannabinoidowe

WPROWADZENIE: Migrena jest jedną z najczęstszych chorób występujących w populacji. Jej częste nawracające ataki z aurą wykluczają pacjentów z życia zawodowego i społecznego aż do ustąpienia objawów. Dlatego tak ważne jest poszukiwanie nowych celów farmakoterapii mających na celu zapobieganie atakom, lub szybkie ich przerywanie.

CEL PRACY: Celem prezentacji będzie przedstawienie receptorów kannabinoidowych CB1 i CB2 jako obiecujących punktów uchwytu dla nowych strategii terapeutycznych w zapobieganiu napadom migreny, a także omówienie znaczenia naturalnych i syntetycznych kannabinoidów w łagodzeniu dolegliwości bólowych.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Dokonano przeglądu bazy naukowej PubMed. Wyszukano prace naukowe dzięki słowom kluczom „migrane” i „cannabinoid”, a wyniki zawężono o publikacje powstałe w latach 2021-2026. Wybrano teksty skupiające się na badaniach przeprowadzonych na ludziach z wykorzystaniem naturalnych i syntetycznych kannabinoidów [1-8].

WYNIKI: Układ endokannabinoidowy naturalnie występuje w ludzkim organizmie. Odpowiada on za odczuwanie bólu, stan zapalny oraz neurotransmisję. W tym układzie główną rolę odgrywają dwa podtypy receptorów – CB1 i CB2. Receptory CB1 odpowiadają głównie za stan czynnościowy naczyń krwionośnych, leżący u podstaw patomechanizmu występowania migren. Pobudzenie receptorów CB2, zlokalizowanych głównie w komórkach układu odpornościowego, ogranicza stan zapalny oraz zmniejsza nadwrażliwości nocycceptorów, a tym samym osłabia przewodzenie sygnałów bólowych, wpływając na intensywność odczuwania bólu. Przeprowadzone w 2024 roku badanie kliniczne wykazało, że stosowanie naturalnych kannabinoidów zmniejszyło liczbę dni z atakami migreny, skutecznie ograniczało intensywność odczuwanego bólu, oraz niwelowało towarzyszące nudności.

WNIOSKI: Udowodniono, że inhibicja enzymów rozkładających endogenne kannabinoidy lub modulowanie receptorów CB1 i CB2 z pomocą substancji naturalnych lub syntetycznych skutecznie zmniejsza objawy migreny, w tym głównie migreny z aurą.

Piśmiennictwo:

- [1]. Bolognino, I., Giangregorio, N., Tonazzi, A., Martinez, A. L., Altomare, C. D., Loza, M. I., Sablone, S., Cellamare, S., & Catto, M. (2021). Synthesis and Biological Evaluation of Dantrolene-Like Hydrazide and Hydrazone Analogues as Multitarget Agents for Neurodegenerative Diseases. *ChemMedChem*, 16(18), 2807–2816. <https://doi.org/10.1002/cmdc.202100209>
- [2]. Della Pietra, A., & Russo, A. F. (2026). Overlapping pathways of migraine and the endocannabinoid system: Potential therapeutic targets. *Neurotherapeutics*. In press; <https://doi.org/10.1016/j.neurot.2026.e00833>
- [3]. Greco, R., Francavilla, M., Demartini, C., Zanaboni, A. M., Sodergren, M. H., Facchetti, S., Pacchetti, B., Palmisan, M., Franco, V., & Tassorelli, C. (2023). Characterization of the biochemical and behavioral effects of cannabidiol: implications for migraine. *Journal of Headache and Pain*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s10194-023-01589-y>
- [4]. Lo Castro, F., Baraldi, C., Pellesi, L., & Guerzoni, S. (2022). Clinical Evidence of Cannabinoids in Migraine: A Narrative Review. *Journal of Clinical Medicine*, 11(6), 1479; <https://doi.org/10.3390/jcm11061479>
- [5]. Romozzi, M., Scipioni, L., di Tella, S., Silveri, M. C., Cupini, L. M., Vollono, C., Maccarrone, M., & Calabresi, P. (2025). Genetic characterization of the endocannabinoid system and psychiatric features in patients with migraine and medication overuse headache. *Cephalalgia*, 45(7):3331024251314460; <https://doi.org/10.1177/03331024251314460>
- [6]. Schuster, N. M., Wallace, M. S., Marcotte, T. D., Buse, D. C., Lee, E., Liu, L., & Sexton, M. (2026). Vaporized cannabis versus placebo for acute migraine: A randomized, double-blind, placebo-controlled crossover trial. *Headache*. 30:10.1111/head.70025; <https://doi.org/10.1111/head.70025>
- [7]. Sherpa, M. L., Shrestha, N., Ojinn, B. T., Ravi, N., Shantha Kumar, V., Choday, S., Parisapogu, A., Tran, H. H.-V., KC, A., & Elshaikh, A. O. (2022). Efficacy and Safety of Medical Marijuana in Migraine Headache: A Systematic Review. *Cureus*. 14(12):e32622; <https://doi.org/10.7759/cureus.32622>
- [8]. Zorrilla, E., della Pietra, A., & Russo, A. F. (2024). Interplay between cannabinoids and the neuroimmune system in migraine. *Journal of Headache and Pain* 25(1):178. BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s10194-024-01883-3>



NOWA GENERACJA POCHODNYCH KWASU OLEANOLOWEGO I CYNAMONOWEGO JAKO OBIECUJĄCYCH CZYNNIKÓW PRZECIWNOWOTWOROWYCH – PROJEKTOWANIE I SYNTEZA.

Zuzanna Grześkowiak, Jakub Kąkolewski, Barbara Bednarczyk-Cwynar*

*Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Wydział Farmaceutyczny Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu,
ul. Rokietnicka 3, 60-806 Poznań*

*Autor korespondencyjny e-mail: zuzanna.grzeskowiak@student.ump.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: Prof dr hab. n. farm. Barbara Bednarczyk-Cwynar

Słowa kluczowe: triterpeny; kwas oleanolowy; kwas cynamonowy, właściwości cytotoksyczne

WPROWADZENIE: Triterpeny są związkami szeroko rozpowszechnionymi w przyrodzie, a liczne badania naukowe udowodniły szereg cennych właściwości farmakologicznych. Jednym z kierunków, z którymi naukowcy wiążą największe nadzieje, jest aktywność cytotoksyczna w stosunku do komórek nowotworowych (Wang i wsp., 2019). W związku z tym w ramach koła naukowego przy Katedrze Chemii Organicznej podjęliśmy realizację tematu ściśle wiążącego się z tym kierunkiem aktywności.

CEL PRACY: Przeprowadzenie syntezy nowych triterpenowych pochodnych o charakterze estru, zawierających resztę kwasu cynamonowego. Potwierdzenie ich struktury metodami spektroskopowymi i określenie ich podstawowych właściwości fizykochemicznych. Zbadanie aktywności biologicznej otrzymanych związków.

MATERIAŁY I METODY: Synteza z użyciem pochodnych kwasu oleanolowego i kwasu cynamonowego w dioksanie. Jako aktywatory acylowania zastosowano DCC i DMAP. Techniki analityczne: chromatografia cienkowarstwowa, spektroskopia NMR, spektroskopia IR, spektrometria mas.

WYNIKI: Przeprowadzono syntezę związków terpenowych na bazie kwasu oleanolowego i kwasu cynamonowego. Potwierdzono ich strukturę z zastosowaniem metod spektralnych. Wyznaczono właściwości fizykochemiczne.

WNIOSKI: Przeprowadzane syntezy opierają się na bazie reakcji chemicznych, które nie wymagają drogich lub toksycznych odczynników, a reakcje wykonano w temperaturze pokojowej. Przeprowadzone syntezy spełniają zatem wymagania zielonej chemii.

Piśmiennictwo:

Wang, R., Yang, W., Fan, Y., Dehaen, W., Li, Y., Li, H., Wang, W., Zheng, Q., Huai, Q. (2019). Design and synthesis of the novel oleanolic acid-cinnamic acid ester derivatives and glycyrrhetic acid-cinnamic acid ester derivatives with cytotoxic properties. *Bioorganic Chemistry*, 88, 102951. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2019.102951>

IV OGÓLNOPOLSKIE FORUM MŁODYCH
12 marca 2026



Sesja posterowa

NOWE ZWIĄZKI Z GRUPY SULFONAMIDÓW O AKTYWNOŚCI PRZECIWNOWOTWOROWEJ

Jakub Balawejder^{1*}, Kamil Baran¹, Julia Szewczyk¹, Kacper Kaczor¹, Julia Jakubowska¹, Maria Kubacka¹

¹ Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: 65441@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. Łukasz Popiołek, prof. uczelni

Słowa kluczowe: sulfonamidy; synteza chemiczna; aktywność biologiczna; aktywność przeciwnowotworowa; terapia celowana

WPROWADZENIE: Sulfonamidy stanowią ważną grupę związków organicznych o istotnym znaczeniu w chemii medycznej i cechują się szerokim spektrum aktywności biologicznej. Dzięki zdolności do oddziaływania z różnorodnymi celami molekularnymi, takimi jak receptory kinaz tyrozynowych [1,2], anhidrazy węglanowe [2] czy enzymy epigenetyczne [3], stanowią one istotny obiekt badań nad nowoczesnymi terapiami przeciwnowotworowymi.

CEL PRACY: Celem niniejszej pracy była analiza i podsumowanie najnowszych doniesień literaturowych dotyczących projektowania i syntezy chemicznej oraz aktywności biologicznej nowych związku z grupy sulfonamidów o potencjalnym działaniu przeciwnowotworowym.

METODOLOGIA PRZEGŁĄDU: Przegląd literatury naukowej z lat 2021 – 2026 został opracowany z wykorzystaniem baz danych PubMed oraz ScienceDirect. Uwzględnione w przeglądzie literatury zostały prace oryginalne opisujące zarówno syntezę jak i szczegółowe badania in vitro otrzymanych pochodnych [4-9].

WYNIKI: Analiza zebranego materiału wykazała, że nowe związki z ugrupowaniem sulfonamidowym wykazują wysoką skuteczność wobec szerokiego panelu linii komórek nowotworowych (m.in. raka płuc [1,4,9], piersi [1,4,5,8], jelita grubego [6] i pęcherza moczowego [3]). Przedstawiono również główne trendy w projektowaniu tego typu pochodnych, oparte na ich powinowactwie do konkretnych celów molekularnych [1,3,7,8,9].

WNIOSKI: Przegląd literatury naukowej potwierdza, że nowe związki z grupy sulfonamidów są obiecującą grupą pochodnych o istotnej aktywności przeciwnowotworowej. Możliwość modyfikacji struktury chemicznej otrzymywanych związków pozwala na projektowanie nowych hybrydowych pochodnych precyzyjnie oddziałujących z celem molekularnym, co może mieć znaczenie w minimalizacji skutków ubocznych w ich działaniu i pozwalać na przyszłe potencjalne ich zastosowanie w lecznictwie.

Piśmiennictwo:

- [1]. Al-Ziyadi, S. H., Halawa, A. H., Belal, A., Albezrah, N. K. A., Obaidullah, A. J., Abdelshafi, N. S., Al-Shareef, H. F., Mehany, A. B. M., Hassan, S. M., & Elgammal, W. E. (2025). Novel sulfonamide derivatives as anticancer agents, VEGFR-2 inhibitors, and apoptosis triggers: Design, synthesis, and computational studies. *ACS Omega*, 10, 39772–39790. <https://doi.org/10.1021/acsomega.4c10014>
- [2]. Charissopoulos, E., & Pontiki, E. (2025). Sulfonamides a promising hit for cancer therapy through VEGFR-2 inhibition. *Biomedicines*, 13(2), 434. <https://doi.org/10.3390/biomedicines13020434>
- [3]. Liu, J., Zhu, X., Yu, L., & Mao, M. (2022). Discovery of novel sulphonamide hybrids that inhibit LSD1 against bladder cancer cells. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 37(1), 866–875. <https://doi.org/10.1080/14756366.2021.2014830>
- [4]. Başaran, E., Çakmak, R., Türkmənöğlu, B., Akkoc, S., & Köprü, S. (2024). Synthesis of sulfonamide-based Schiff bases as potent anticancer agents: Spectral analyses, biological activity, molecular docking, ADME, DFT, and pharmacophore modelling studies. *Chemistry & Biodiversity*, 21(9), e202402229. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202402229>
- [5]. El-Saghier, A. M., Hashem, H., Maher, S. A., Enaili, S. S., Alkhamash, A., Bräse, S., & Aziz, H. A. (2025). Design, synthesis, anticancer screening, and mechanistic study of spiro-N-(4-sulfamoyl-phenyl)-1,3,4-thiadiazole-2-carboxamide derivatives. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(2), 863. <https://doi.org/10.3390/ijms26020863>
- [6]. Gornowicz, A., Szymanowska, A., Majzycz, M., Czarnomysy, R., Bielawski, K., & Bielawska, A. (2021). The anticancer action of a novel 1,2,4-triazine sulfonamide derivative in colon cancer cells. *Molecules*, 26(7), 2045. <https://doi.org/10.3390/molecules26072045>
- [7]. Güngör, T., Ozleyen, A., Yılmaz, Y. B., Siyah, P., Ay, M., Durdağı, S., & Boyunegmez Tumer, T. (2021). New nimesulide derivatives with amide/sulfonamide moieties: Selective COX-2 inhibition and antitumor effects. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 221, 113566. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2021.113566>
- [8]. Halawa, A. H., Eskandrani, A. A., Elgammal, W. E., Hassan, S. M., Hassan, A. H., Ebrahim, H. Y., Mehany, A. B. M., El-Agrody, A. M., & Okasha, R. M. (2024). Rational design and synthesis of diverse pyrimidine molecules bearing sulfonamide moiety as novel ERK inhibitors. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(8), 4190. <https://doi.org/10.3390/ijms25084190>
- [9]. Younas, F., Arshad, J. Z., Ashraf, A., Shah, S. S. A., Mumtaz, A., Shahzad, N., Shah, W. A., Arshad, S., Raza, M. A., & Javed, T. (2025). Design, synthesis, and biological evaluation of sulfonamide-functionalized pyridine carbothioamides as potent tubulin-targeting anticancer agents. *RSC Medicinal Chemistry*. <https://doi.org/10.1039/d5md00693g>



COBENFY (KARXT): NOWE PODEJŚCIE DO LECZENIA SCHIZOFRENII

Julia Bańka^{1}, Julia Bittner¹, Wioletta Parys²*

¹ *Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Chemii Analitycznej, Wydział Nauk Farmaceutycznych w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, ul. Jagiellońska 4, 41-200 Sosnowiec*

² *Zakład Chemii Analitycznej, Wydział Nauk Farmaceutycznych w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, ul. Jagiellońska 4, 41-200 Sosnowiec*

*Autor korespondencyjny e-mail: s84322@365.sum.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: *dr n. farm. Wioletta Parys*

Słowa kluczowe: schizofrenia; ksanomelina; trospium; Cobenfy; KarXT

WPROWADZENIE: We wrześniu 2024 FDA zatwierdziła nowy lek przeciwpsychotyczny - Cobenfy, którego mechanizm działania różni się od wszystkich terapii stosowanych w leczeniu schizofrenii w ciągu ostatnich 70 lat (Miron et al., 2025). Zatwierdzenie preparatu oparto na wynikach dwóch kluczowych badań klinicznych III fazy - EMERGENT-2 oraz EMERGENT-3 (Noor & Qazi, 2024). Cobenfy stanowi połączenie ksanomeliny i chlorku trospium, a jego działanie ukierunkowane jest na receptory muskarynowe (Hasan & Abid, 2024).

CEL PRACY: Celem niniejszej pracy przeglądowej jest analiza dostępnych publikacji naukowych dotyczących leku Cobenfy (KarXT) jako terapii o odmiennym mechanizmie działania, stanowiącej potencjalną alternatywę w leczeniu schizofrenii.

METODOLOGIA PRZEGŁĄDU: Analiza została oparta na przeglądzie literatury oraz wynikach badań klinicznych opublikowanych w latach 2021–2025. Autorzy przeglądanych publikacji korzystali z renomowanych baz medycznych, takich jak PubMed, Google Scholar, Scopus, EBSCOhost, Cochrane Library oraz ClinicalTrials.gov, aby zbierać dane dotyczące skuteczności i bezpieczeństwa preparatu Cobenfy (KarXT).

WYNIKI: Spośród dostępnych źródeł informacji wyselekcjonowano pięć publikacji, które posłużyły do opracowania niniejszego przeglądu.

WNIOSKI: Przegląd dostępnych publikacji wskazuje, że Cobenfy (KarXT) stanowi pierwszą od wielu lat nową opcję terapeutyczną w leczeniu schizofrenii. W przeciwieństwie do dotychczasowych leków przeciwpsychotycznych działających poprzez blokowanie receptorów dopaminergicznych D2, preparat ten wykorzystuje mechanizm cholinergiczny, co może stanowić alternatywę dla pacjentów niewykazujących odpowiedzi na standardową terapię (Kurzoba et al., 2025). W badaniach klinicznych wykazano skuteczność leku w redukcji objawów psychotycznych oraz korzystny profil bezpieczeństwa, obejmujący brak istotnego wpływu na masę ciała i niskie ryzyko objawów pozapiramidowych. Sugeruje się również potencjalny wpływ na funkcje poznawcze (Hasan & Abid, 2024). Jednocześnie większość dostępnych danych pochodzi z badań krótkoterminowych, co wymaga dalszej oceny długoterminowej skuteczności i bezpieczeństwa terapii. W literaturze podkreśla się także potrzebę badań nad zastosowaniem KarXT w leczeniu psychoz w chorobie Alzheimera oraz innych zaburzeń poznawczych (Azargoonjahromi & Nasiri, 2025).

Piśmiennictwo:

- [1] Miron, A.A., Ifteni, P.I., Nguyen, T., & Dima, L. (2025). Xanomeline/Trospium (Cobenfy): A Novel Approach for the Treatment of Schizophrenia in Adults. *American Journal of Therapeutics*, 32(6), e525-e535. <https://doi.org/10.1097/mjt.0000000000002026>
- [2] Noor, R., & Qazi, M.S. (2024). Cobenfy: A new ray of hope in schizophrenia treatment. *Asian Journal of Psychiatry*, 103, 104318. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2024.104318>
- [3] Hasan, A.H., & Abid, M.A. (2024). Cobenfy (Xanomeline-Trospium Chloride): A New Frontier in Schizophrenia Management. *Cureus*, 16(10), e71131. <https://doi.org/10.7759/cureus.71131>
- [4] Kurzoba, L., Skonieczna-Baudzisz, K., Badziąg, M., Szulc, P., Kłossowska, M., Wiciun, O., Kądziołka, O., & Ordon, K. (2025). Treatment Of Schizophrenia With Cobenfy (KarXT): A Literature Review. *Quality in Sport*, 41, 60359. <https://doi.org/10.12775/qs.2025.41.60359>
- [5] Azargoonjahromi, A., & Nasiri, H. (2025). Efficacy and Safety of KarXT (Xanomeline-Trospium; Cobenfy™) in Schizophrenia: A Systematic and Meta-Analysis Review of Randomized Controlled Trials. *Psychiatric Quarterly*. <https://doi.org/10.1007/s1126-025-10226-7>

LAKTOZA JAKO SUBSTANCJA POMOCNICZA W DPI

Julia Bartko^{1*}

¹ Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Katedra i Zakład Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: julia.bartko.2002@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr. n. farm. Michał Szumiło²

Słowa kluczowe: laktoza; technologia postaci leku; substancje pomocnicze; proszki do inhalacji

WPROWADZENIE: Laktoza to substancja pomocnicza pochodzenia naturalnego, w FP opisana jest dwukrotnie w monografii dla jej postaci jednowodnej (*monohydricum*) i bezwodnej (*anhydricum*) w obu formach: α i β . W przemyśle farmaceutycznym jest powszechnie stosowana do wytwarzania tabletek, kapsułek i proszków doustnych. Jednak oprócz tego można ją wykorzystywać w roztworach pozajelitowych i inhalatorach proszkowych będących tematem tej pracy.

CEL PRACY: Omówienie właściwości i zastosowania laktozy jako substancji pomocniczej w proszkach do inhalacji. Przedstawienie przykładowych preparatów oraz nowoczesnych metod modyfikacji poprawiających przyswajanie API.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Wykorzystane artykuły pochodzą z bazy danych Scopus Elsevier. Wyniki wyszukiwania prac naukowych zawężono do lat 2016 – 2026, opublikowanych w języku angielskim, zastosowano słowa kluczowe, a następnie przefiltrowano otrzymane rezultaty pod kątem abstraktu i treści w nich zawartych.

WYNIKI: Laktoza jest i nadal pozostaje substancją pomocniczą pierwszego wyboru w wytwarzaniu inhalatorów DPI, np. AirFluSal, Ultibro, Relvar ze względu na szeroką wiedzę o jej właściwościach i bezpieczeństwie stosowania. Jest powszechnie dostępna jako środek wypełniający zapewnia bardzo dobry przepływ proszku z urządzenia. Obecnie wykorzystywana jest również w inhalatorach kapsułkowych. Badane są, z dobrymi rezultatami, modyfikacje laktozy, które mają na celu udoskonalenie podania i dystrybucji leku do płuc takie jak: powlekanie fluidyzacyjne nośników roztworem zawierającym jej zmikronizowane cząsteczki, wykorzystanie sferycznych aglomeratów, czy stosowanie połączeń laktozy z mannitolem jako dodatkowej substancji pomocniczej.

WNIOSKI: Pomimo tego, że w nowoczesnym przemyśle farmaceutycznym poszukiwane są innowatorskie, alternatywne substancje pomocnicze, nie można całkowicie porzucić stosowania i rozwoju leków zawierających laktozę jako ich bazę. Dobrymi rokowaniami, wartymi dalszych badań charakteryzują się jej modyfikowane formy oraz połączenia z innymi związkami chemicznymi, np. mannitolem czy stearynianem magnezu.

Piśmiennictwo:

1. Sznitowska, Małgorzata. (red.). (2017) *Farmacja stosowana technologia postaci leku*. PZWL Wydawnictwo Lekarskie
2. Gerald A. Hebbink, Maarten Jaspers, Harry J.W. Peters, Bastiaan H.J. Dickhoff (2022). Recent developments in lactose blend formulations for carrier-based dry powder inhalation. *Advanced Drug Delivery Reviews* 189(114527). <https://doi.org/10.1016/j.addr.2022.114527>
3. Mickey Socrates Ferdynand, Ali Nokhodchi (2020). Co-spraying of carriers (mannitol-lactose) as a method to improve aerosolization performance of salbutamol sulfate dry powder inhaler. *Drug Delivery and Translational Research* 10(5), 1418–1427. <https://doi.org/10.1007/s13346-020-00707-6>
4. Sarah Zellnitz, Dejan Lamešić, Sandra Stranzinger, Joana T. Pinto, Odon Planinšek, Amrit Paudel (2021). Spherical agglomerates of lactose as potential carriers for inhalation. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 159, 11 – 20. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2020.12.015>
5. Qin Qin Gong, Justin Yong Soon Tay, Natalia Veronica, Jian Xu, Paul Wan Sia Heng, Yong PingZhang, Celine Valeria Liew (2023). Surface Modification of lactose carrier particles using a fluid bed coater to improve fine particle fraction for dry powder inhalers. *Pharmaceutical Development and Technology* 28(2), 164 – 175. <https://doi.org/10.1080/10837450.2023.2171434>

NANOSTRUKTURALNE NOŚNIKI LIPIDOWE (NLC) JAKO WEKTOR NOWEJ GENERACJI W TERAPII CELOWANEJ GLEJAKA WIELOPOSTACIOWEGO

Zuzanna Błaszczuk^{1}, Patrycja Garbar¹, Gabriela Caban¹, Maja Cęcora¹*

¹Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 4a, 20-093 Lublin, Wydział Farmaceutyczny, Studenckie Koło Naukowe „Synapsa” przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką

*Autor korespondencyjny e-mail: zuziabluszczuk.zb@gmail.com

Opiekun naukowy: dr. n. med. i n. o zdr. Paweł Grochecki

Słowa kluczowe: glejak wielopostaciowy, NLC, nanotechnologia, stabilność farmaceutyczna, bariera krew-mózg.

WPROWADZENIE: Glejak wielopostaciowy (GBM) pozostaje jednym z najtrudniejszych do leczenia nowotworów ośrodkowego układu nerwowego. Charakteryzuje się niezwykle wysoką agresywnością i opornością na leczenie. Mimo postępów w neurochirurgii i radioterapii, skuteczność chemioterapii systemowej pozostaje niezadowalająca. Główną przeszkodą nie jest tu brak silnych cytostatyków, lecz niemożność dostarczenia ich w stężeniu terapeutycznym do guza. Bariera krew-mózg skutecznie blokuje przenikanie ponad 98% leków małocząsteczkowych, a obecne w komórkach śródbłonna pompy efluksowe (głównie glikoproteina P) aktywnie „wyrzucają” cząsteczki, którym uda się przedostać [1]. W tym kontekście nanostrukturalne nośniki lipidowe (NLC) jawią się jako obiecująca platforma. Dzięki swojej lipofilowej naturze i zdolności do modyfikacji powierzchni, NLC mogą nie tylko chronić lek przed degradacją, ale przede wszystkim efektywnie przenikać przez barierę krew-mózg[2].

CEL PRACY: Analiza potencjału funkcjonalizowanych nośników NLC w dostarczaniu leków przeciwnowotworowych bezpośrednio do komórek glejaka. Szczególny nacisk położono na porównanie efektywności pasywnego przenikania nośnika z transportem aktywnym, indukowanym przez modyfikację powierzchni ligandami.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Dokonano systematycznego przeglądu baz danych (PubMed, Scopus) pod kątem najnowszych doniesień (2020–2026) dotyczących formulacji NLC w terapii glejaka, analizując parametry technologiczne oraz mechanizmy transportu molekularnego przez barierę krew-mózg.

WYNIKI: Badania *in vitro* i *in vivo* potwierdzają, że modyfikacja powierzchni NLC ligandami takimi jak transferyna, laktoferyna czy kwas foliowy znacząco zwiększa wychwyt komórkowy nanonośnika przez komórki nowotworowe. Wykazano, że inkapsulacja cytostatyków w matrycy lipidowej chroni je przed szybką degradacją metaboliczną i pozwala na ominięcie mechanizmów oporności wielolekowej związanej z aktywnością glikoproteiny P.

WNIOSKI: Funkcjonalizacja powierzchni NLC specyficznymi ligandami pozwala na selektywne gromadzenie się leku w obszarze guza, omijając zdrowe struktury mózgu. Wykorzystanie nanotechnologii lipidowej stanowi obiecujący kierunek w rozwoju medycyny spersonalizowanej, dając szansę na zwiększenie przeżywalności pacjentów z GBM przy jednoczesnej redukcji działań niepożądanych.

Piśmiennictwo:

[1] Wu, D., Chen, Q., Chen, X., Han, F., Chen, Z., & Wang, Y. (2023). *The blood–brain barrier: Structure, regulation and drug delivery. Signal Transduction and Targeted Therapy*, 8, Article 217

[2] Jnaidi, R. (2020). *Development of nanostructured lipid carriers loaded with atorvastatin for the effective delivery and treatment against glioblastoma cells (Doctoral dissertation, Universidade de Lisboa). ProQuest Dissertations & Theses Global. (Publication No. 31620072)*



ANALOGI GLP-1 JAKO POTENCJALNY PUNKT UCHWYTU NOWEJ STRATEGII TERAPEUTYCZNEJ W NADCIŚNIENIU PŁUCNYM

Sandra Budziak^{1,2,3*}, Przemysław Baranowski¹, Monika Trofimiuk⁴, Justyna Hermanowicz⁴,
Marta Baranowska-Kuczko⁴

¹ Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Farmacji Klinicznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

² Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Biofarmacji i Radiofarmacji, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

³ Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Diagnostyki Hematologicznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

⁴ Zakład Farmacji Klinicznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

* Autor korespondencyjny e-mail: 41638@student.umb.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Marta Baranowska-Kuczko

Słowa kluczowe: GLP-1; nadciśnienie płucne; stan zapalny; farmakoterapia

WPROWADZENIE: Analogi glukagonopodobnego peptydu-1 (GLP-1), takie jak liraglutyd, są lekami inkretynowymi, powszechnie stosowanymi w terapii cukrzycy typu 2 oraz otyłości. Jednym z poważnych powikłań tej choroby może być rozwinięcie nadciśnienia płucnego. GLP-1 wykazuje działanie pleiotropowe, w tym pozytywny wpływ na układ sercowo-naczyniowy u pacjentów diabetologicznych, hamując stan zapalny, proliferację komórek oraz dysfunkcję śródbłonna [1, 2, 3]. Obecne terapie nadciśnienia płucnego poprawiają jakość życia, lecz nie eliminują choroby, dlatego niezbędne jest opracowanie nowych, skutecznych strategii terapeutycznych.

CEL PRACY: Celem pracy jest przegląd literatury oraz podsumowanie mechanizmów działania analogów GLP-1 i ocena możliwości terapeutycznych ukierunkowanych na te cząsteczki w leczeniu nadciśnienia płucnego.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: W pracy uwzględnione zostały badania oryginalne. W wyborze literatury kierowano się kryteriami, takimi jak język i typ publikacji, a także rodzajem modeli doświadczalnych.

WYNIKI: Liraglutyd działał wielokierunkowo w eksperymentalnym nadciśnieniu płucnym. Poprawie uległy kluczowe cechy patofizjologiczne, takie jak wzrost ciśnienia w krążeniu płucnym czy przerost i włóknienie prawej komory serca. Analog GLP-1 znacząco zmniejszył w osoczu poziom endoteliny-1 (ET-1), która jest kluczowym mediatorem, przyczyniającym się do remodelingu naczyń płucnych w przebiegu nadciśnienia płucnego, natomiast zwiększył ekspresję śródbłonkowej syntazy tlenu azotu (eNOS), indukującego rozszerzenie naczyń oraz poziom cyklicznego guanozynomonofosforanu (cGMP). Leczenie liraglutylem znacząco zmniejszyło stan zapalny w nadciśnieniu płucnym, hamując nacieki komórek zapalnych wokół naczyń płucnych i obniżając poziom cytokin prozapalnych, takich jak transformujący czynnik wzrostu beta 1 (TGF- β 1), czynnik martwicy nowotworów (TNF- α), interleukina 1 (IL-1) oraz interleukina 6 (IL-6). Co więcej, liraglutyd zapobiegał przejściu śródbłonkowo-mezenchymalnemu (EndMT) w modelu nadciśnienia płucnego, zmniejszając odsetek komórek śródbłonna naczyń płucnych o nieprawidłowej morfologii i hamując szlaki sygnałowe białek Smad 2/3 oraz zewnątrzkomórkowych kinaz regulowanych sygnałem (ERK 1/2) [2, 3].

WNIOSKI: Powyższe obserwacje sugerują, że analogi GLP-1, w tym te o wieloreceptorowym punkcie uchwytu, mają potencjał stać się obiecującym celem terapeutycznym w leczeniu nadciśnienia płucnego. Konieczne są jednak dalsze badania przedkliniczne i kliniczne w celu oceny skuteczności oraz bezpieczeństwa strategii opartych na nowych lekach inkretynowych.

Piśmiennictwo:

- [1]. Ma, X., Liu, Z., Ilyas, I., Little, P. J., Kamato, D., Sahebka, A., Chen, Z., Luo, S., Zheng, X., Weng, J., & Xu, S. (2021). GLP-1 receptor agonists (GLP-1RAs): cardiovascular actions and therapeutic potential. *International journal of biological sciences*, 17(8), 2050–2068. <https://doi.org/10.7150/ijbs.59965>
- [2]. Lee, M. Y., Tsai, K. B., Hsu, J. H., Shin, S. J., Wu, J. R., & Yeh, J. L. (2016). Liraglutide prevents and reverses monocrotaline-induced pulmonary arterial hypertension by suppressing ET-1 and enhancing eNOS/sGC/PKG pathways. *Scientific reports*, 6, 31788. <https://doi.org/10.1038/srep31788>
- [3]. Wang, J., Yu, M., Xu, J., Cheng, Y., Li, X., Wei, G., Wang, H., Kong, H., & Xie, W. (2019). Glucagon-like peptide-1 (GLP-1) mediates the protective effects of dipeptidyl peptidase IV inhibition on pulmonary hypertension. *Journal of biomedical science*, 26(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s12929-019-0496-y>

MIKROBIOTA JELITOWY JAKO NOWY CEL TERAPEUTYCZNY W LECZENIU CUKRZYCY TYPU 2

Gabriela Caban^{1}, Zuzanna Błaszczyk¹, Maja Cęcora², Patrycja Garbar²*

¹Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

²Zakład Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: 63695@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. med. i n. o zdr. Paweł Grochecki

Słowa klucze: mikrobiom, cukrzyca typu 2, probiotyki, farmakoterapia, bariera jelitowa, surowce roślinne.

WPROWADZENIE: Mikrobiota, to ogół zróżnicowanych organizmów takich jak bakterie, wirusy i grzyby, zasiedlających między innymi przewód pokarmowy. Różnorodność i równowaga mikrobioty jelitowej są kluczowe dla zachowania zdrowia, natomiast dysbioza sprzyja rozwojowi chorób metabolicznych, takich jak otyłość i cukrzyca. Cukrzyca typu 2 (T2DM) uznawana jest za chorobę cywilizacyjną, której rozwój w dużej mierze zależy od stylu życia pacjenta. Spowodowana jest upośledzoną odpowiedzią komórek tkanek obwodowych na insulinę oraz postępującą dysfunkcją komórek β trzustki.

CEL PRACY: Celem niniejszej pracy jest podsumowanie aktualnej wiedzy na temat wpływu mikrobioty jelitowej na przebieg T2DM oraz ocena roli farmakoterapii i surowców roślinnych jako wsparcie standardowej terapii cukrzycy typu 2.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przeprowadzono kompleksowe przeszukanie głównych baz danych i platform z uwzględnieniem pełnotekstowych publikacji z lat 2020-2024, koncentrując się na mechanizmach interakcji między mikrobiotą a gospodarzem w kontekście metabolicznym.

WYNIKI: Na podstawie dotychczas przeprowadzonych dostępnych badań wykazano zależność między zmianami w składzie mikroflory jelitowej a rozwojem cukrzycy. Badania potwierdzają, że u pacjentów z T2DM dochodzi do spadku liczebności bakterii prozdrowotnych (np. *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Akkermansia muciniphila*) przy jednoczesnym wzroście mikroorganizmów o potencjale negatywnym (*Fusobacterium*, *Blautia*). Kluczowym mechanizmem ochronnym jest produkcja krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, takich jak maślan, które stymulują wydzielanie hormonów inkretynowych oraz uszczelniają barierę jelitową. Wykazano również, że leki przeciwcukrzycowe modulują skład mikrobioty, co stanowi istotny element ich mechanizmu działania.

WNIOSKI: Modulacja mikrobioty jelitowej za pomocą celowanej probiotykoterapii, diety bogatobłonnikowej oraz surowców roślinnych stanowi obiecujące wsparcie farmakoterapii T2DM.

Piśmiennictwo:

Miazga, A., Fabisiak, A., & Fabisiak, N. (2023). Mikrobiota jelitowa jako cel terapeutyczny i wsparcie farmakoterapii w cukrzycy typu 2. *Postępy Fitoterapii*, 24(1), 51–63.

Szewczyk, A., & Pikuła, S. (2023). Mitochondria jako cel terapeutyczny – nowe nadzieje i wyzwania. *Postępy Biochemii*, 69(3), 253–262.

Dudzińska, E., & Gondek, M. (2022). Mikrobiota jelitowa a oś mózgowo-jelitowa w kontekście chorób neurodegeneracyjnych. *Kosmos*, 71(2), 241–252.



WPŁYW UGRUPOWANIA PIRAZOLOWEGO NA POWINOWACTWO RECEPTOROWE I PROFIL „LEKOPODOBIENSTWA” 1,3,5-TRIAZYNOWYCH MODULATORÓW RECEPTORA 5-HT₆ W POSZUKIWANIU LEKU CHOROBY ALZHEIMERA

Anna Czader¹, Małgorzata Więcek¹, Wiktoria Sajdok^{1,2}, Grzegorz Satała³, Jadwiga Handzlik^{1*}

¹Katedra Technologii Chemicznej i Biotechnologii Leków, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków

²Studenckie Koło Chemii Medycznej przy Katedrze Technologii Chemicznej i Biotechnologii Leków, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków

³Instytut Farmakologii im. J. Maja w Krakowie, ul. Smętna 12, 31-343, Kraków

* Autor korespondencyjny e-mail: j.handzlik@uj.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: prof. dr hab. Jadwiga Handzlik

Słowa kluczowe: receptor serotoninowy 5-HT₆; ADMET; pirazol; 1,3,5-triazyna, BBB

WPROWADZENIE: Choroba Alzheimer (AD) stanowi ogromne wyzwanie dla współczesnej medycyny. Wciąż brak skutecznego leku małocząsteczkowego, który odwracałby procesy neurodegeneracyjne hamując postęp choroby. Duże nadzieje niosą ligandy receptora 5-HT₆ (5-HT₆R), lecz wciąż nie przekłada się to na sukces kliniczny, co akcentuje potrzebę rozszerzenia ich profilu farmakologicznego – zwłaszcza w kierunku modulacji kinaz białkowych związanych z neurodegeneracją, w tym z nekroptozą. Wprowadzenie pirazolu do cząsteczki antagonisty 5-HT₆R stwarza szansę na uzyskanie dualnego modulatora 5-HT₆R/kinazy nekroptozy, o potencjalnej skuteczności w terapii AD, jeśli tylko modyfikacja taka nie obniży aktywności w kierunku 5-HT₆R oraz zapewni zadowalający profil „lekoopodobieństwa” (ADMET).

CEL PRACY: Korzystając z wyników zależności struktura-aktywność (SAR) dla otrzymanych uprzednio selektywnych antagonistów 5-HT₆R w grupie pochodnych 1,3,5-triazyny, zaplanowano modyfikacje chemiczne służące syntezie serii par analogów aryloksy-1,3,5-triazynowych pochodnych, odpowiednio, z- lub bez ugrupowania pirazolu w strukturze, w celu weryfikacji eksperymentalnej *in vitro* oraz *in silico* wpływu tego ugrupowania na powinowactwo do 5-HT₆R oraz profil ADMET pożądany dla leku działającego w ośrodkowym układzie nerwowym (OUN).

MATERIAŁY I METODY: Nowe związki otrzymano w wyniku dwu- lub trójetapowej syntezy typu „one-pot”, startując z chlorku kwasu cyjanurowego lub 2-amino-4,6-dichloro-1,3,5-triazyny. Skrining farmakologiczny *in vitro* obejmował testy wypierania radioliganda z wykorzystaniem ludzkiego 5-HT₆R i [³H]-LSD jako radioliganda (Boess et al., 1997). W badaniach *in silico* profilu ADMET wykorzystano narzędzie bioinformatyczne *pkCSM* oraz oprogramowanie *ChemDraw Professional* (Pires et al., 2015).

WYNIKI: W ramach syntezy uzyskano serię 18 (9 par) oryginalnych pochodnych 1,3,5-triazyny. Testy *in vitro* potwierdziły istotne powinowactwo do 5-HT₆R dla większości tej serii (K_i < 1 μM). Najaktywniejsze związki zawierały w strukturze pirazol, wyraźnie (2-3 razy) przewyższając swoje „niepirazolowe” analogi, przy czym odwrotną sytuację obserwowano dla par o niższej, mikromolarnej, aktywności. Wyniki symulacji ADMET *in silico* wykazały korzystny profil bezpieczeństwa dla wszystkich par badanych związków oraz umiarkowaną przepuszczalność do mózgu, tylko minimalnie słabszą dla analogów z pirazolem.

WNIOSKI: Wprowadzenie ugrupowania aminopirazolu do struktury pochodnych 1,3,5-triazyny okazało się korzystne dla profilu receptorowego *in vitro*, bez istotnego wpływu na profil ADMET leku OUN, co jest dobrą prognozą dla poszukiwania nowego leku AD wśród pirazolowych pochodnych 1,3,5-triazyny.

Badania finansowane przez NCN OPUS UMO-2023/51/B/NZ7/02177. Część pracy została wykonana w ramach SKN Chemii Medycznej UJCM w Krakowie.

Piśmiennictwo:

Boess, F. G., Jr, F. J. M., Carolo, C., Meyer, V., Rudler, A., Zwingelstein, C., & Sleight, A. J. (1997). Functional and Radioligand Rat 5-HT₆ Receptors Stably Binding Characterization of Expressed in HEK293 Cells. In *All rights reserved Rinted in Great Britain* (Vol. 36, Number 415).

Pires, D. E. V., Blundell, T. L., & Ascher, D. B. (2015). *pkCSM: Predicting small-molecule pharmacokinetic and toxicity properties using graph-based signatures. Journal of Medicinal Chemistry*, 58(9), 4066–4072. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.5b00104>



OPRACOWANIE I WALIDACJA METODY OZNACZANIA AMINOKWASÓW ORAZ ICH POCHODNYCH W WYDZIELINACH LARW *LUCILIA SERICATA* Z WYKORZYSTANIEM ELEKTROFOREZY KAPILARNEJ SPRZĘŻONEJ ZE SPEKTROMETRIĄ MAS [CE-MS]

Magdalena Czuma-Pokusa^{1,2*}, Dominika Leoniec-Czajka², Anna Jarmuda², Maria Walczak²

¹ Szkoła Doktorska Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków, Polska

² Katedra i Zakład Toksykologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków, Polska

* Autor korespondencyjny e-mail: magdalena.czuma-pokusa@doctoral.uj.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: prof. dr hab. Maria Walczak

Słowa kluczowe: elektroforeza kapilarna; spektrometria mas; aminokwasy; *Lucilia sericata*; walidacja; wydzieliny larw

WPROWADZENIE: Larwoterapia, wykorzystująca sterylne larwy gat. *Lucilia sericata*, jest skuteczną metodą leczenia przewlekłych, trudno gojących się oraz zakażonych ran, takich jak stopa cukrzycowa, odleżyny i owrzodzenia żyłne podudzi. Jej działanie terapeutyczne wynika z enzymatycznego oczyszczania tkanek martwiczych oraz modulacji mikrośrodowiska rany. Larwy podczas żerowania wydzielają złożoną mieszaninę enzymów proteolitycznych oraz peptydów przeciwdrobnoustrojowych, które wspomagają oczyszczanie rany, ograniczają obciążenie mikrobiologiczne i sprzyjają regeneracji tkanek. Choć właściwości enzymatyczne i przeciwdrobnoustrojowe wydzielin larw zostały dobrze poznane, frakcja niskocząsteczkowa pozostaje słabiej scharakteryzowana. Szczególne znaczenie przypisuje się aminokwasom i ich pochodnym, które odgrywają istotną rolę w procesach gojenia ran, jednak ilościowe dane dotyczące ich zawartości w wydzielinach larw gat. *Lucilia sericata* są nadal ograniczone.

CEL PRACY: Celem pracy było opracowanie i walidacja metody oznaczania 19 aminokwasów, obejmujących aminokwasy białkowe, niebiałkowe oraz ich pochodne, w wydzielinach larw gat. *Lucilia sericata* z zastosowaniem techniki CE-MS

MATERIAŁY I METODY: W celu oznaczenia aminokwasów i ich pochodnych zastosowano technikę CE-MS. Analizy przeprowadzono w trybach pracy detektora masowego SCAN oraz SIM. Zoptymalizowano parametry rozdzielania elektroforetycznego (wielkość napięcia, objętość dozowanej próbki, warunki kondycjonowania kapilary). Larwy gat. *Lucilia sericata* w drugim stadium rozwojowym utrzymywano w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Przed zbieraniem wydzielin, larwy płukano wodą ultraczystą oraz 50% metanolem w celu usunięcia zanieczyszczeń na powierzchni larwy. Następnie na szalkach inkubowano po 15 larw w 2 mL wody ultraczystej, przez 4 godziny w temperaturze 23 ± 2 °C w ciemności. Po inkubacji roztwór zawierający wydzieliny zbierano, rozcieńczano do stężeń 2,5–20% (v/v) i filtrowano przez filtry strzykawkowe. Próbkę analizowano z użyciem 50 mM kwasu mrówkowego jako buforu oraz cieczy osłonowej zawierającej metanol-woda (1:1, v/v) z dodatkiem 1% kwasu mrówkowego.

WYNIKI: Optymalizacja metody pozwoliła na skuteczną separację i czułe oznaczanie analitów w czasie krótszym niż 20 minut. Metoda wykazała wysoką liniowość ($R^2 = 0,983-0,998$), akceptowalną precyzję i dokładność, niskie granice wykrywalności i oznaczalności oraz brak istotnych efektów matrycowych, przy jednoczesnym stwierdzeniu ograniczonej stabilności niektórych analitów wymagającej przygotowania próbek w krótkim czasie. Opracowana metoda pozwoliła na oznaczenie wszystkich 19 aminokwasów i ich pochodnych, uzyskując powtarzalne profile stężeń i zadowalającą rozdzielczość migracji.

WNIOSKI: Opracowana i zwalidowana metoda z zastosowaniem techniki CE-MS stanowi skuteczne narzędzie do kompleksowego oznaczania stężeń aminokwasów w wydzielinach larw gat. *Lucilia sericata* i dostarcza istotnych danych analitycznych dla badań związanych z terapią larwalną. Zidentyfikowany profil aminokwasów wskazuje na ich istotny udział w procesach gojenia ran, takich jak regeneracja tkanek, angiogeneza, modulacja zapalenia i utrzymanie równowagi oksydacyjnej.

WPŁYW FARMACEUTY NA POZYTYWNE ŻYCIE SENIORA

Jakub Dziczkowski^{1*}, Małgorzata Batorowska²

¹ Koło naukowe „Receptura”, Katedra Nauk Farmaceutycznych Collegium Medicum Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach ul. Aleja IX Wieków Kielc 19A 25-317 Kielce

² Koło naukowe „Receptura”, Katedra Nauk Farmaceutycznych Collegium Medicum Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach ul. Aleja IX Wieków Kielc 19A 25-317 Kielce

* Autor korespondencyjny e-mail: dziczkowskijakub@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr Ewa Bartusiak, dr Ewelina Błońska-Sikora

Słowa kluczowe: opieka farmaceutyczna; badania diagnostyczne; farmacja; zespół interdyscyplinarny

WPROWADZENIE: Opieka farmaceutyczna to nie tylko powszechnie rozumiana porada udzielona przez farmaceutę w momencie wydawania leku z apteki. To pojęcie bardziej złożone, umożliwiające wpływ farmaceuty na komfort i jakość życia seniora.

CEL PRACY: Celem pracy jest przedstawienie roli farmaceuty jako pracownika ochrony zdrowia, dysponującego doświadczeniem i wiedzą w zakresie wspierania procesów terapeutycznych zleconych przez lekarza, co bezpośrednio przekłada się na wzmocnienie bezpieczeństwa oraz skuteczności farmakoterapii.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Rutter, P. (2018). Opieka farmaceutyczna: Objawy, rozpoznawanie i leczenie (wyd. 4). Edra Urban & Partner. Kozłowska-Wojciechowska, M., Makarewicz-Wujec, M. (red.). (2023). Opieka farmaceutyczna w codziennej praktyce. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Tuszyński, P. K., Cimała-Nowak, R. (red.). (2023). Opieka farmaceutyczna nad pacjentem geriatrycznym: Choroby wieku podeszłego, leki i wytyczne (wyd. 3). Wydawnictwo Farmaceutyczne.

WYNIKI: Opieka farmaceutyczna jest kluczowa w jakościowej farmakoterapii. Współpraca z innymi zawodami ochrony zdrowia, kierowanie pacjenta poprzez rozmowę oraz badania profilaktyczne są nieodłącznymi jej składnikami.

WNIOSKI: Badania diagnostyczne, wywiad z pacjentem, wykonywanie szczepień ochronnych oraz przegląd lekowy to tylko niektóre z zadań farmaceuty, realizowanych w ramach opieki farmaceutycznej. Bardzo istotna jest współpraca lekarza, farmaceuty, pielęgniarki oraz samego pacjenta, która zapewnia bezpieczną, skuteczną oraz o wysokiej jakości farmakoterapię.

Piśmiennictwo:

Rutter, P. (2018). *Opieka farmaceutyczna: Objawy, rozpoznawanie i leczenie* (wyd. 4). Edra Urban & Partner.

Kozłowska-Wojciechowska, M., Makarewicz-Wujec, M. (red.). (2023). *Opieka farmaceutyczna w codziennej praktyce*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL.

Tuszyński, P. K., Cimała-Nowak, R. (red.). (2023). *Opieka farmaceutyczna nad pacjentem geriatrycznym: Choroby wieku podeszłego, leki i wytyczne* (wyd. 3). Wydawnictwo Farmaceutyczne.

SYNTEZA POCHODNYCH CHALKONÓW KURKUMINOIDOWYCH TYPU CHALKON-LINKER-AMINA O POTENCJALNEJ AKTYWNOŚCI BIOLOGICZNEJ

Antonina Fatyga^{2*}, Katarzyna Sowa-Kasprzak¹, Dorota Olender¹

¹Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu,

²SKN Chemii Organicznej, Collegium Pharmaceuticum, ul. Rokietnicka 3, Poznań

*Autor korespondencyjny e-mail: 92784@student.ump.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Dorota Olender

Słowa kluczowe: chalkony kurkuminoidowe, związki hybrydowe, kondensacja Claisena-Schmidta

WPROWADZENIE: Współczesna chemia medyczna stoi przed wyzwaniem odkrywania nowych związków o interesującej aktywności biologicznej oraz właściwościach farmakokinetycznych. W obszarze zainteresowań znajdują się między innymi związki opartenaszkieleciechalkonu. Najprostszy chalkon (1,3-difenylo-2-propen-1-on) jest α,β -nienasyconym ketonem zawierającym dwa pierścienie aromatyczne. Pochodne chalkonu stanowią grupę związków obecnych zarówno w surowcach naturalnych, jak i otrzymywanych z wykorzystaniem syntezy chemicznej. Wykazują szerokie spektrum aktywności biologicznej, takie jak: działanie przeciwdrobnoustrojowe, przeciwnowotworowe, przeciwvirusowe, przeciwzapalne a w szczególności przeciwutleniające oraz antyneurodegeneracyjne [1].

CEL PRACY: Głównym celem badań było opracowanie metod syntezy hybrydowych pochodnych chalkonów kurkuminoidowych typu pośredniego chalkon-linker-amina o potencjalnej aktywności biologicznej.

MATERIAŁY I METODY: Docelowe związki zsyntezowano w kilku etapowej reakcji [2]. W pierwszym etapie przeprowadzono reakcję O-alkilowania hydroksylowej pochodnej benzaldehydu, z wykorzystaniem wybranych dihalogenoalkanów. Następnie, otrzymano N-alkilopochodne w reakcji z aminą cykliczną. W ostatnim etapie, odpowiednio zmodyfikowane aldehydy poddano klasycznej, alkalicznej kondensacji Claisena-Schmidta z acetofenonem w środowisku wodno-alkoholowym, w temperaturze pokojowej. Prawdopodobieństwo wystąpienia aktywności biologicznej otrzymanych pochodnych typu chalkon-linker-amina oszacowano z wykorzystaniem narzędzi komputerowych.

WYNIKI: W wyniku kilku etapowej syntezy otrzymano związki hybrydowe typu chalkon-linker-amina. Ich struktura chemiczna i czystość zostały potwierdzone metodami spektralnymi. Przeprowadzona wstępna predykcja właściwości biologicznych otrzymanych związków dostarczyła interesujących wyników wskazujących na ich potencjał terapeutyczny.

WNIOSKI: Zastosowane procedury syntetyczne okazały się skuteczne i wydajne, a otrzymane pochodne chalkonów kurkuminoidowych stanowią punkt wyjścia do wielokierunkowych badań biologicznych.

Piśmiennictwo:

[1] Dhaliwal, J. S. et al. *Pharmacotherapeutics Applications and Chemistry of Chalcone Derivatives*. *Molecules*, 27 (2022) 7062. <https://doi.org/10.3390/molecules27207062>.

[2] Yang Y. et al. *Development of a novel nitric oxide (NO) production inhibitor with potential therapeutic effect on chronic inflammation*. *Eur J Med Chem.*, 193 (2020) 112216. doi: 10.1016/j.ejmech.2020.112216.



OCENA ZDOLNOŚCI PŁYNIĘCIA GRANULATÓW Z RÓŻNYMI FORMAMI CELULOZY MIKROKRystalicznej NA PODSTAWIE WYBRANYCH PARAMETRÓW FIZYCZNYCH

Dominika Goławska^{2}, Karolina Stacharska², Michał Szumiło¹*

¹ Katedra i Zakład Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: 63775@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Michał Szumiło¹

Słowa kluczowe: granulaty, zdolność płynięcia, celuloza mikrokrystaliczna

WPROWADZENIE: Według Farmakopei Polskiej XIII granulaty są doustną postacią leku złożoną ze stałych, suchych agregatów cząsteczek proszku, przeznaczoną do połykania, żucia lub podania po rozpuszczeniu bądź zawieszeniu w płynie. Mogą zawierać jedną lub więcej substancji czynnych, z dodatkiem substancji pomocniczych lub bez nich, oraz występować w postaci jedno- lub wielodawkowej. W preparatach jednodawkowych dawka znajduje się w pojedynczym opakowaniu, natomiast w wielodawkowych jest odmierzana za pomocą miarki lub dozownika. Substancje pomocnicze nie wykazują działania farmakologicznego i służą zapewnieniu odpowiedniej jakości, trwałości oraz właściwych parametrów fizycznych produktu leczniczego. Jedną z najczęściej stosowanych substancji pomocniczych jest celuloza mikrokrystaliczna (MCC), naturalny polisacharyd otrzymywany w procesie depolimeryzacji alfa-celulozy, dopuszczony do produkcji przez Amerykańską Agencję ds. Żywności i Leków (FDA) oraz odpowiednie organy Unii Europejskiej i otrzymała numer E460. MCC zwiększa objętość i masę preparatów, poprawia jednorodność składu oraz stabilność, szczególnie w przypadku substancji higroskopijnych.

CEL PRACY: Celem przedstawionej pracy było zbadanie wpływu różnych form celulozy mikrokrystalicznej na właściwości fizyczne granulatu.

MATERIAŁY I METODY: Granulaty otrzymano metodą granulacji na mokro, przygotowując sześć serii różniących się rodzajem zastosowanej celulozy mikrokrystalicznej Ceolus® (Asahi Kasei Corporation). Skład wszystkich granulatu był identyczny i obejmował 25% kofeiny, laktozę, Kollidon CL, PVP K30, stearynian magnezu oraz 37% odpowiedniego rodzaju celulozy mikrokrystalicznej (PH-101, PH-102, UF-702, UF-711, KG-1000, KG-802). Dla otrzymanych granulatu oznaczono gęstość nasypową i gęstość po ubiciu, a następnie obliczono wskaźnik zagęszczalności oraz współczynnik Hausnera jako parametry opisujące zdolność płynięcia. Dodatkowo wykonano pomiar kąta usypu przy użyciu aparatu Erweka GTB, przeprowadzając pięć pomiarów dla każdego granulatu przy objętości próbki 100 ml i średnicy dyszy 25 mm.

WYNIKI: Wartości wskaźnika zagęszczalności oraz współczynnika Hausnera mieściły się w zakresie od 10,25% i 1,11 dla granulatu z Ceolus UF-711 do 15,25% i 1,18 dla granulatu z Ceolus PH-102. Średnie wartości kąta usypu mieściły się w zakresie od 42,0° dla granulatu z Ceolus KG-1000 do 46,2° dla granulatu z Ceolus UF-711.

WNIOSKI: Granulaty z Ceolus KG-1000 miały najmniejsze wartości gęstości nasypowej i gęstości po ubiciu, największą średnią gęstość nasypową i gęstość po ubiciu wykazywał granulaty zawierający Ceolus PH-101. Granulaty z celulozą mikrokrystaliczną Ceolus UF-711 wykazywał bardzo dobrą zdolność płynięcia, co może umożliwić uzyskanie tabletek o jednolitym składzie, gdyż proces tabletkowania powinien przebiegać bez zakłóceń.

Piśmiennictwo:

1. Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych. (2023). Farmakopea Polska XIII (T. I). 2. Szniotowska, M. (2017). Farmacja stosowana. Technologia postaci leku. Wydawnictwo PZWL. 3. Beakawi Al-Hashemi, H. M., & Baghabra Al-Amoudi, O. S. (2018). A review on the angle of repose of granular materials. Powder Technology, 330, 397–417. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.02.003>. 4. Ciecuch, P. (2018, 4 lipca). Celuloza – właściwości, zastosowanie w odżywianiu, kosmetyce i medycynie. Medonet. <https://www.medonet.pl/zdrowie/zdrowie-dla-kazdego/celuloza---zastosowanie-w-diecie,artykul,1725872.html>. 5. Fabryka Siły. (n.d.). Celuloza mikrokrystaliczna – czy jest szkodliwa, działanie, opinie. Fabryka Siły. <https://www.fabrykasily.pl/suplementy/celuloza-mikrokrystaliczna-czy-jest-szkodliwa-dzialanie-opinie>. 6. Receptura.pl. (n.d.). Substancje pomocnicze. Receptura.pl. <https://receptura.pl/substancje-pomocnicze/>. 7. Wesołowski, M. (2012). Niezgodności fizykochemiczne między składnikami produktów leczniczych., 17(1), 19–22.

SKŁAD MIKROBIOTY NOSOGARDZIELI U DZIECI Z PRZEWLEKŁYM ZAPALENIEM ZATOK PRZYNOSOWYCH

Maria Gutowska^{1*}, Brygida Hagdej², Arkadiusz Standyło³

¹ Katedra i Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Klinika Otolaryngologii Dziecięcej, Foniatrii i Audiologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: marysiagutowska@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: prof. dr hab. n. med. i n. o zdr. Izabela Korona-Główniak

Słowa kluczowe: mikrobiota nosogardzieli; Real-Time PCR; *Streptococcus pneumoniae*; *Haemophilus influenzae*

WPROWADZENIE: Zapalenie błony śluzowej nosa i zatok przynosowych stanowi jedną z najpowszechniejszych chorób górnych dróg oddechowych. Wprowadzono klasyfikację zaproponowaną przez European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps na podstawie, której możemy wyróżnić ostre i przewlekłe zapalenie zatok przynosowych. Postać ostra charakteryzuje się nagłym pojawieniem objawów, które trwają krócej niż 12 tygodni, natomiast w przypadku postaci przewlekłej objawy utrzymują się 12 tygodni i dłużej.

CEL: W niniejszej pracy oceniono częstość występowania wybranych gatunków bakterii, najczęściej kolonizujących nosogardziel dzieci, u pacjentów w przebiegu przewlekłego zapalenia zatok w porównaniu do dzieci zdrowych, jak również analizie poddano ilości tych gatunków zasiedlających nosogardziel badanych grup dzieci.

MATERIAŁY I METODY: Materiał biologiczny do badań stanowiły wymazy pobrane z nosogardzieli dzieci w wieku od 5 do 17 lat, zarówno zdrowych jak i chorujących na przewlekłe zapalenie zatok przynosowych. Próbkę przechowywane były w temperaturze -20°C, w podłożu transportowym firmy Deltalab. Do oceny jakościowej i ilościowej występowania wybranych drobnoustrojów w materiale klinicznym, który stanowiły wymazy z nosogardzieli, wykorzystano technikę Real-Time PCR z użyciem termocyklera LightCycler® 96 oraz zestawów microbial qPCR firmy Qiagen.

WYNIKI: Od dzieci pobrano 58 próbek, w tym 26 próbek od zdrowych dzieci stanowiących grupę kontrolną oraz 32 pacjentów z rozpoznaniem przewlekłym zapaleniem zatok przynosowych. W badanych próbkach stwierdzono obecność *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Haemophilus influenzae*, *Haemophilus parainfluenzae*, *Streptococcus spp.*, *Cutibacterium acnes*, *Finegoldia magna*. Bakterie z rodzaju *Streptococcus* były najczęściej izolowane w badanych próbkach obu grup. W grupie dzieci ze zdiagnozowanym przewlekłym zapaleniem zatok przynosowych w porównaniu do dzieci zdrowych stwierdzono większą częstość występowania *H. influenzae* (73,1% vs. 65,38%), *S. pneumoniae* (53,13% vs. 26,92%). *S. aureus* natomiast (92,31% vs. 93,75%). Stwierdzono również większe ilości bakterii kolonizujących nosogardziel dzieci chorych w porównaniu ze zdrowymi.

WNIOSKI: Dzieci chorujące na przewlekłe zapalenie zatok przynosowych są wyraźnie częściej skolonizowane przez bakterie odpowiedzialne za infekcje górnych dróg oddechowych co pozwala przypuszczać, że ich obecność jest ściśle związana z rozwojem choroby. Dokładne zrozumienie etiopatogenezy przewlekłego zapalenia zatok przynosowych wymaga pogłębienia badań dotyczących podłoża infekcyjnego w aspekcie odpowiedzi immunologicznej w przebiegu tej choroby.

OD SZKOLENIA DO PRAKTYKI: ANALIZA EDUKACJI FARMACEUTÓW NA TEMAT PRAWIDŁOWEGO UŻYWANIA INHALATORÓW ORAZ PROBLEMÓW ZGŁASZANYCH PRZEZ PACJENTÓW Z ASTMĄ I POChP W OPIECE FARMACEUTYCZNEJ

Weronika Guzenda^{1}, Piotr Przymuszała², Magdalena Waszyk-Nowaczyk¹*

¹ Pracownia Farmacji Praktycznej i Opieki Farmaceutycznej, Katedra i Zakład Technologii Postaci Leku, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu

² Zakład Edukacji Medycznej, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu

* Autor korespondencyjny e-mail: wguzenda@ump.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Magdalena Waszyk-Nowaczyk

Słowa kluczowe: opieka farmaceutyczna; edukacja pacjentów; astma; POChP; szkolenia farmaceutów

WPROWADZENIE: Astma i przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP) stanowią poważny globalny problem zdrowotny o wysokiej częstotliwości występowania oraz istotnym wpływie na jakość życia pacjentów. Pomimo postępów w farmakoterapii wziewnej, kontrola choroby pozostaje nieoptymalna, głównie z powodu złej techniki inhalacji, braku przestrzegania zaleceń lekarskich i niewystarczającej edukacji pacjentów. Farmaceuci, jako najbardziej dostępni pracownicy ochrony zdrowia, są odpowiednio przygotowani do wspierania pacjentów poprzez ustrukturyzowaną edukację, identyfikację problemów związanych z lekami (DRP) i promowanie poprawnej samokontroli.

CEL PRACY: Celem tego badania była analiza, w jaki sposób farmaceuci po odbyciu dodatkowego szkolenia w zakresie astmy i POChP wdrażają edukację pacjentów w rzeczywistych konsultacjach oraz określenie najczęściej zgłaszanych problemów związanych z astmą i POChP zgodnie z klasyfikacją PCNE.

MATERIAŁY I METODY: W latach 2022-2025 przeprowadzono badanie przekrojowe wśród farmaceutów po studiach podyplomowych z zakresu profesjonalnego doradztwa i opieki farmaceutycznej. Każdy farmaceuta udokumentował konsultację z pacjentem z rozpoznaniem astmy lub POChP. Kwestionariusz obejmował dane demograficzne pacjentów, zgłaszane przez nich problemy oraz działania edukacyjne prowadzone przez farmaceutę. Problemy sygnalizowane przez pacjentów zostały zakodowane zgodnie z systemem klasyfikacji PCNE. Praca uzyskała zgodę Komisji Bioetycznej nr 315/22.

WYNIKI: W badaniu wzięło udział łącznie 243 farmaceutów. Najczęściej zgłaszanymi problemami pacjentów były niewystarczająca wiedza na temat nowo przepisanych leków (28.4%), liczne błędy i trudności w technice inhalacji (25.3%) oraz słaba kontrola objawów lub zaostrzenie choroby (14.2%). Według klasyfikacji PCNE najczęstszymi problemami związanymi z lekami były niewystarczające lub nieprawidłowe informacje przekazane pacjentowi (34.0%), brak lub niepełna farmakoterapia (14.2%) oraz celowe nieprzestrzeganie zaleceń lekarskich (11.1%). Interwencje farmaceutyczne miały głównie charakter edukacyjny i koncentrowały się na czynnościach związanych z inhalatorami, takimi jak szkolenie z obsługi urządzenia (36.8%), ocena techniki inhalacji (15.9%) oraz korygowanie błędów inhalacyjnych (20.0%). Rodzaj i zakres interwencji farmaceutycznych były istotnie zależne od czasu trwania choroby ($p < 0.001$), płci pacjenta ($p = 0.007$) oraz wcześniejszej edukacji pacjenta ($p < 0.001$). Co więcej, problemy związane z lekami klasyfikowane przez PCNE w dużym stopniu determinowały interwencje wdrażane przez farmaceutów ($p < 0.001$), co wskazuje, że działania edukacyjne były dostosowywane do zidentyfikowanych potrzeb pacjentów.

WNIOSKI: Kształcenie podyplomowe wyposaża farmaceutów w praktyczne umiejętności, umożliwiające skuteczne przełożenie wiedzy teoretycznej na ustrukturyzowaną edukację pacjentów oraz identyfikację problemów związanych z techniką inhalacji i farmakoterapią w leczeniu astmy i POChP. Wyniki potwierdzają wyraźną potrzebę systematycznej edukacji pacjentów w tym zakresie, a odbyte szkolenie przyczynia się do większej standaryzacji udzielanych porad farmaceutycznych.

PROJEKTOWANIE LEKÓW OPARTYCH NA RNA

Filip Hałdys

Wydział Przyrodniczo Techniczny, Uniwersytet Opolski

Autor korespondencyjny e-mail: filip.haldys@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: prof. dr hab. Jerzy Lis

Słowa kluczowe: leki na bazie RNA, antysensowne oligonukleotydy, niekodujące RNA, wyciszanie genów, projektowanie cząsteczek RNA

WPROWADZENIE: Kwas rybonukleinowy (RNA) to fundamentalny składnik komórek, występujący w wielu formach o zróżnicowanej funkcji. Dzięki jednoniciowej budowie i oddziaływaniom między zasadami azotowymi, jest on zdolny do przyjmowania złożonych struktur przestrzennych, które mogą wchodzić w interakcje z licznymi cząstkami biologicznymi. RNA jest atrakcyjnym narzędziem w terapii, zwłaszcza chorób genetycznych, ze względu na zdolność oddziaływania na hipotetycznie dowolną część genomu. W ciągu ostatnich dwóch dekad poczyniono znaczne postępy w zakresie terapii opartych na RNA. Założeniem tej pracy był przegląd i analiza głównych kierunków tego rozwoju.

CEL PRACY: Celem pracy było zebranie i scharakteryzowanie cząsteczek RNA, które wykorzystywane są przy produkcji leków.

METODA PRZEGLĄDU: Przegląd narracyjny, skupiający się na publikacjach badawczych i przeglądowych publikowanych w latach 2010-2024 w celu przedstawienia obecnego stanu wiedzy oraz publikacjach starszych, w celu omówienia historii badań w zakresie leków na bazie RNA.

WYNIKI: Głównymi cząsteczkami RNA, które wykorzystywane są jako leki lub cele dla leków są: mRNA, siRNA, miRNA, aptamery oraz antysensowne oligonukleotydy RNA. Aby zapewnić skuteczność i bezpieczeństwo terapii z wykorzystaniem tych cząstek, prowadzone są badania, zajmujące się mechanizmami ich oddziaływania, możliwościami produkcji cząsteczek RNA na dużą skalę oraz metodami dostarczania ich do docelowych tkanek. Istotna jest także rola modyfikacji cząsteczek RNA, pozwalających na zwiększenie ich stabilności w środowisku oraz precyzyjne modyfikowanie ich właściwości. W ostatnich latach wzrosło również znaczenie wyspecjalizowanych programów komputerowych, pozwalających na projektowanie i wstępną charakterystykę cząsteczek RNA, o potencjale terapeutycznym. Obecnie istnieją liczne leki, oparte na RNA, które zostały dopuszczone do stosowania w praktyce klinicznej przez EMA oraz FDA. Są to przede wszystkim leki na bazie siRNA, oraz leki antysensowne.

WNIOSKI: Przegląd ten pozwolił na usystematyzowanie wiedzy na temat struktury, mechanizmów działania i praktycznego zastosowania cząsteczek RNA jako leków. A także przedstawienie historii najważniejszych odkryć w tej dziedzinie. Jednocześnie zidentyfikowano główne luki badawcze, wyznaczające kierunki przyszłych badań, koncentrujące się na precyzyjnym dostarczaniu leków do docelowych tkanek, minimalizowaniu niepożądanych oddziaływań nieswoistych oraz optymalizacji procesów produkcji i izolacji cząsteczek RNA.

Piśmiennictwo:

Hałdys, F. (2024). Projektowanie leków opartych na RNA [Niepublikowana praca licencjacka, Uniwersytet Opolski]. Archiwum Prac Dyplomowych Uniwersytetu Opolskiego. <https://apd.uni.opole.pl/diplomas/57614/>

ZASTOSOWANIE KOLAGENU W CHOROBY ZWYRODNIENIOWEJ STAWÓW – SKUTECZNOŚĆ SUPLEMENTACJI

Bartosz Hocwik, Agata Domin, Agata Krawczyk*

¹ *Studenckie Koło Naukowe Misce Fiat, Uniwersytet Opolski, Wydział Chemii i Farmacji*

*Autor korespondencyjny e-mail: 133564@student.uni.opole.pl

Opiekun naukowy pracy: dr Radosław Balwierz

Słowa kluczowe: kolagen; choroba zwyrodnieniowa stawów; poprawa jakości życia; ból

WPROWADZENIE: Choroba zwyrodnieniowa stawów to choroba przewlekła charakteryzująca się bólem, ograniczeniem ruchomości i sztywnością w obrębie stawów (Materkowski, 2019). Występuje u ponad 520 mln osób na świecie. Najczęściej dotyczy stawu kolanowego. Leczenie choroby zwyrodnieniowej stawów opiera się na znoszeniu objawów i opóźnianiu progresji choroby (Lou & Bu, 2025). W lecnictwie stosowany jest m.in. kolagen, który występuje we wszystkich tkankach (Inacio et al., 2024) i wpływa na opóźnianie procesu starzenia organizmu (Campos et al., 2023). W ostatnim dziesięcioleciu wzrosło zainteresowanie jego suplementacją, która ma na celu wzmocnienie stawów, zmniejszenie bólu i poprawę funkcjonalności, u osób z chorobą zwyrodnieniową stawów. Ponadto możliwe jest skuteczne zastosowanie kolagenu u chorych na osteopenię lub osteoporozę poprawiając tym samym gęstość mineralną kości (Zdzieblik et al., 2021).

CEL PRACY: Niniejszy przegląd koncentruje się na zastosowaniu kolagenu i protokołach jego suplementacji, a także ocenia składniki synergistyczne wspierające jego działanie w chorobie zwyrodnieniowej stawów.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd aktualnego piśmiennictwa z baz PubMed oraz Scopus (lata 2015-2026) w celu określenia przydatności teraeutycznej kolagenu w chorobie zwyrodnieniowej stawów, zwiększeniu gęstości mineralnej kości i ogólnej poprawie jakości życia pacjentów. Wykorzystano następujące słowa kluczowe połączone operatorami modalnymi: collagen” „collagen type” „gelatin” „hydrolyzed collagen”) AND („therapeutic” „treatment” „intervention” „therapy”) AND („osteoarthritis” „joint disease” „degenerative arthritis” „osteoarthrosis”) AND („pain relief” „inflammation” „cartilage repair” „joint function”

WYNIKI: Analiza dostępnych literaturowych pozwala korzystnie ocenić wpływ kolagenu na ogólne samopoczucie pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawów. Stosowanie hydrolizowanego kolagenu i peptydów kolagenowych wykazało skuteczność w łagodzeniu bólu kostno – stawowego, obniżenie parametrów zapalnych jak OB I CRP i skutkowało ogólną poprawą jakości życia pacjentów. Stosowanie niedenaturowanego kolagenu typu II, zmniejszało stan zapalny oraz poprawiało jakość życia pacjentów; ponadto wykazano dodatni wpływ na regenerację chrząstki stawu kolanowego. Poza nielicznymi działaniami niepożądanymi, do których zaliczyć można alergie na kolagen pochodzenia rybnego i dysfunkcje żołądkowo-jelitowe, nie ma wykazano istotnych działań niepożądanych.

WNIOSKI: Różne typy kolagenu wykazują podobne działanie w zakresie redukcji objawów choroby zwyrodnieniowej stawów, skutecznie zmniejszając dolegliwości bólowe, poprawiając jakość życia, stymulując regenerację chrząstki stawowej. Konieczne jest przeprowadzenie większej ilości długoterminowych badań bezpieczeństwa w celu wykrycia potencjalnych działań niepożądanych wynikających ze stosowania kolagenu różnego pochodzenia. Warto nadmienić, iż wiele danych obecnych w literaturze nie jest możliwych do replikacji, a jednoznaczne ocenienie funkcji kolagenu jest trudne ze względu na ochronę patentową i marketingowy charakter niektórych publikacji.

Piśmiennictwo:

Campos, L. D., de Almeida Santos Junior, V., Pimentel, J. D., Carregã, G. L. F., & Cazarin, C. B. B. (2023). Collagen supplementation in skin and orthopedic diseases: A review of the literature. In *Heliyon* (Vol. 9, Number 4). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14961>

Inacio, P. A. Q., Chaluppe, F. A., Aguiar, G. F., de Faria Coelho, C., & Vieira, R. P. (2024). Effects of Hydrolyzed Collagen as a Dietary Supplement on Fibroblast Activation: A Systematic Review. In *Nutrients* (Vol. 16, Number 11). <https://doi.org/10.3390/nu16111543>

Lou, Z., & Bu, F. (2025). Recent advances in osteoarthritis research: A review of treatment strategies, mechanistic insights, and acupuncture. In *Medicine (United States)* (Vol. 104, Number 4, p. e41335). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000041335>

Materkowski, M. (2019). Complex approach to the osteoarthritis and treatment of this disease with aceclofenac. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 21(4), 307–312. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.5133>

Zdzieblik, D., Oesser, S., & König, D. (2021). Specific bioactive collagen peptides in osteopenia and osteoporosis: Long-term observation in postmenopausal women. *Journal of Bone Metabolism*, 28(3), 207–213. <https://doi.org/10.11005/JBM.2021.28.3.207>

SYNTEZA, CHARAKTERYSTYKA FIZYKOCHEMICZNA I ANALIZA ADME NOWYCH HYDRAZONÓW OPARTYCH NA KWASIE 6-HYDRAZYNONIKOTYNOWYM

Aleksander Jabłoński¹, Bartłomiej Rogalewicz^{1}, Emil Borecki¹, Paweł Szymański^{2,3}, Agnieszka Czyłkowska^{1*}*

¹ Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka Żeromskiego 114, 90-543 Łódź

² Zakład Chemii Farmaceutycznej, Analizy Leków i Radiofarmacji, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Muszyńskiego 1, 91-151 Łódź

³ Zakład Biologii Medycznej, Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii im. gen. Karola Kaczkowskiego, ul. Kozielska 4, 01-163 Warszawa

*Autor korespondencyjny e-mail: agnieszka.czyłkowska@p.lodz.pl; bartlomiej.rogalewicz@dokt.p.lodz.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. inż. Agnieszka Czyłkowska, prof. PŁ; mgr inż. Bartłomiej Rogalewicz

Słowa kluczowe: aktywność biologiczna, NMR, FTIR, analiza ADME

WPROWADZENIE: Nowotwory złośliwe pozostają jedną z czołowych przyczyn śmiertelności na świecie, zajmując drugie miejsce po chorobach układu krążenia. Według najnowszych danych, w 2023 roku odnotowano około 10,4 miliona zgonów spowodowanych nowotworami, a prognozy wskazują na dalszy wzrost – do ponad 18 milionów w 2050 roku (Force et al., 2025). Podkreśla to pilną potrzebę rozwijania nowych strategii terapeutycznych. Niedawne przełomy w chemii medycznej, w tym badania nad innowacyjnymi związkami przeciwnowotworowymi, które powodowały kompletny zanik guzów nowotworowych u myszy (Liaki et al., 2025) dają inspirację i nadzieje na kolejne przełomy w tej dziedzinie. Jedną z klas związków o potencjalnej aktywności przeciwnowotworowej są hydrazony.

CEL PRACY: Celem badań była synteza, charakterystyka fizykochemiczna i analiza profilu farmakokinetycznego pięciu nowych hydrazonów otrzymanych w wyniku reakcji kondensacji kwasu 6-hydrazynonikotynowego (HYNIC) z aldehydami o różnej ilości i położeniu grup metoksyłowych.

MATERIAŁY I METODY: Badane hydrazony otrzymane zostały w wyniku katalizowanej kwasem octowym reakcji pomiędzy kwasem 6-hydrazynonikotynowym, a odpowiednim aldehydem. Do tego celu wykorzystano aldehydy o różnej ilości i położeniu grup metoksyłowych: benzaldehyd, 4-metoksybenzaldehyd, 3,5-dimetoksybenzaldehyd, 2,6-dimetoksybenzaldehyd, oraz 3,4,5-trimetoksybenzaldehyd. Czystość i właściwości fizykochemiczne otrzymanych związków zostały przeanalizowane przy pomocy odpowiednich technik analitycznych: ¹H i ¹³C NMR, FTIR, a także wyznaczono ich temperatury topnienia. Profil farmakokinetyczny otrzymanych substancji został określony za pomocą analizy ADME.

WYNIKI: Zsyntezowano i przebadano 5 nowych, potencjalnie aktywnych biologicznie hydrazonów. Wszystkie związki otrzymano z dobrymi lub bardzo dobrymi wydajnościami (74-95%). Analiza widm ¹H i ¹³C NMR i FTIR potwierdziła ich wysoką czystość chemiczną. Badania profilu farmakokinetycznego ADME sugerują wysoką wchłanianiałość przez układ pokarmowy. Ponadto, żaden ze związków nie jest substratem glikoproteiny P.

WNIOSKI: Przeprowadzone badania pozwoliły na otrzymanie pięciu nowych hydrazonów kwasu 6-hydrazynonikotynowego z dobrymi wydajnościami i wysoką czystością chemiczną. Analiza właściwości fizykochemicznych oraz badania profilu farmakokinetycznego ADME wskazują na korzystne parametry badanych związków jako potencjalnych leków. Otrzymane wyniki sugerują, że badane hydrazony mogą stanowić obiecujące związki wyjściowe do dalszych badań biologicznych.

Piśmiennictwo:

[1]. Force, M. et al. (2025). The global, regional, and national burden of cancer, 1990–2023, with forecasts to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023. *The Lancet*, 406(10512), 1565-1586. 10.1016/S0140-6736(25)01635-6

[2]. Liaki, V. et al. (2025). A targeted combination therapy achieves effective pancreatic cancer regression and prevents tumor resistance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 122(49), e2523039122. 10.1073/pnas.2523039122

WYKORZYSTANIE FARMAKOGENETYKI JAKO POTENCJAŁU PERSONALIZACJI TERAPII DEPRESJI W PRAKTYCE KLINICZNEJ

Ewa Jarocka-Juszczak^{2*}, Aleksander Kowalczyk^{1,2}, Małgorzata Geszke-Moritz¹, Michał Moritz²

¹Zakład Farmakognozji i Naturalnych Środków Leczniczych, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Plac Polskiego Czerwonego Krzyża 1, 71-251 Szczecin

²Zakład Chemii Farmaceutycznej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Plac Polskiego Czerwonego Krzyża 1, 71-251 Szczecin

* Autor korespondencyjny e-mail: ewa.jarocka.juszczak@pum.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Michał Moritz

Słowa kluczowe: farmakogenetyka; farmakogenomika; depresja; medycyna spersonalizowana; leczenie przeciwdepresyjne; testy genetyczne

WPROWADZENIE: Zaburzenia depresyjne stanowią jedno z najczęstszych zaburzeń psychicznych na świecie, a skuteczność farmakoterapii pozostaje ograniczona (około 30–50% pacjentów nie uzyskuje satysfakcjonującej odpowiedzi na leczenie pierwszego rzutu). W ostatnich latach rosnące zainteresowanie budzi farmakogenetyka, która umożliwia personalizację terapii poprzez uwzględnienie indywidualnych różnic genetycznych wpływających na metabolizm leków, ich skuteczność oraz ryzyko działań niepożądanych.

CEL PRACY: Celem niniejszej pracy jest przegląd aktualnych badań dotyczących zastosowania farmakogenetyki w leczeniu depresji oraz ocena jej potencjału w personalizacji farmakoterapii. Na podstawie aktualnego piśmiennictwa dokonano analizy wpływu testów farmakogenetycznych na skuteczność leczenia przeciwdepresyjnego, częstość działań niepożądanych oraz wskaźniki odpowiedzi i remisji.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przeprowadzono przegląd piśmiennictwa dotyczącego zastosowania farmakogenetyki w leczeniu depresji. W ramach przeglądu porównano wyniki badań uwzględniając wpływ testów farmakogenetycznych na skuteczność leczenia, wskaźniki remisji i odpowiedzi terapeutycznej, a także bezpieczeństwo stosowanej farmakoterapii.

WYNIKI: W przeglądzie parasolowym i metaanalizie wykazano, że pacjenci leczeni zgodnie z wynikami testów genetycznych mieli o około 41–78% większe prawdopodobieństwo remisji oraz 20–49% większą szansę na odpowiedź terapeutyczną w porównaniu ze standardową farmakoterapią. Jednak w zaktualizowanej analizie randomizowanych badań klinicznych efekt ten nie zawsze osiągał istotność statystyczną (odpowiedź: RR = 1,20; 95% CI 0,96–1,51; remisja: RR ≈ 1,41; p = 0,06) [1], co sugeruje zależność skuteczności od rodzaju zastosowanego testu. Randomizowane badanie kliniczne z udziałem 665 pacjentów wykazało wyraźną przewagę podejścia farmakogenetycznego. Po 8 tygodniach remisję uzyskało 24,0% pacjentów w grupie farmakogenetycznej vs 15,1% w grupie kontrolnej, natomiast odpowiedź na leczenie osiągnęło odpowiednio 39,3% vs 25,7%. Po 12 tygodniach wartości te wzrosły do 31,0% vs 20,0% (remisja) oraz 48,7% vs 37,3% (odpowiedź). Dodatkowo obserwowano mniejszą częstość działań niepożądanych [2]. Z kolei analiza dużych badań kontrolowanych wskazuje na bardziej umiarkowane korzyści. W badaniu GUIDED nie wykazano istotnej różnicy w głównym punkcie końcowym, jednak w wynikach wtórnych odnotowano wyższe wskaźniki odpowiedzi (26% vs 20%) i remisji (15% vs 10%). W badaniu PRIME Care odnotowano niewielki wzrost szans remisji (OR = 1,28), lecz różnica ta nie utrzymywała się w dłuższej obserwacji [3].

WNIOSKI: Zastosowanie testów farmakogenetycznych może zwiększać skuteczność leczenia depresji poprzez lepsze dopasowanie leków do profilu genetycznego pacjenta. W wielu badaniach wykazano wyższe wskaźniki odpowiedzi terapeutycznej i remisji oraz potencjalnie mniejszą częstość działań niepożądanych w porównaniu ze standardową farmakoterapią. Jednocześnie część analiz wskazuje na niejednoznaczność wyników oraz zróżnicowaną wielkość efektu, zależną m.in. od rodzaju zastosowanego testu i badanej populacji. Obecne dane sugerują, że farmakogenetyka stanowi obiecujące narzędzie wspierające rozwój medycyny spersonalizowanej w psychiatrii.

Piśmiennictwo:

- [1]. Tesfamicael, K. G., Zhao, L., Fernández-Rodríguez, R., Adelson, D. L., Musker, M., Polasek, T. M., & Lewis, M. D. (2024). Efficacy and safety of pharmacogenomic-guided antidepressant prescribing in patients with depression: An umbrella review and updated meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 15, 1276410. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2024.1276410>
- [2]. Xu, L., Li, L., Wang, Q., Pan, B., Zheng, L., & Lin, Z. (2024). Effect of pharmacogenomic testing on the clinical treatment of patients with depressive disorder: A randomized clinical trial. *Journal of Affective Disorders*, 359, 117–124. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.05.063>
- [3]. Frye, M. A., & Nemeroff, C. B. (2024). Pharmacogenomic testing for antidepressant treatment selection: Lessons learned and roadmap forward. *Neuropsychopharmacology*, 49(1), 282–284. <https://doi.org/10.1038/s41386-023-01667-4>

ZASTOSOWANIE MEZOPOROWATYCH ADSORBENTÓW W PROCESIE IMMOBILIZACJI ENZYMÓW

Karolina Kamasa^{1}, Michał Moritz¹*

¹ Zakład Chemii Farmaceutycznej, Pomorski Uniwersytet Medyczny, Plac Polskiego Czerwonego Krzyża 1, 71-251 Szczecin

* Autor korespondencyjny e-mail: karolina.kamasa@pum.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Michał Moritz

Słowa kluczowe: immobilizacja enzymów, materiały mezoporowate, biokataliza, adsorpcja

WPROWADZENIE: Enzymy są wydajnymi biokatalizatorami, jednak ich niska stabilność w warunkach przemysłowych oraz trudności z odzyskiwaniem z mieszaniny reakcyjnej ograniczają ich zastosowanie. Mezoporowate adsorbenty, dzięki unikalnej strukturze porowatej i dużej powierzchni właściwej, stanowią obiecującą grupę materiałów do efektywnej adsorpcji białek enzymatycznych. Immobilizacja enzymów stanowi przedmiot studiów eksperymentalnych ze względu na potrzebę zwiększenia stabilności, reutilizacji oraz poprawy efektywności procesów przemysłowych.

CEL PRACY: Celem pracy jest dokonanie przeglądu literaturowego dotyczącego wykorzystania mezoporowatych adsorbentów w procesie immobilizacji enzymów oraz ocena ich wpływu na aktywność i możliwości aplikacyjne układów enzym-nośnik.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd literatury oparto na analizie prac badawczych z lat 2021-2025. Kryterium wyboru stanowiła efektywność immobilizacji oraz zachowanie aktywności katalitycznej. Uwzględniono prace dotyczące różnych strategii immobilizacji, wpływ modyfikacji powierzchni oraz ocenę aktywności katalitycznej, stabilności termicznej, odporności na pH i możliwość wielokrotnego użycia układów enzym-nośnik.

WYNIKI: Bezpośrednia immobilizacja celulazy oraz β -glukozydazy w celu hydrolizy lignocelulozy – materiału powstającego podczas przeróbki drewna na materiale COF (covalent organic framework) minimalizuje ograniczenie procesu katalizy uwarunkowane rozmiarem enzymu i wspomaga dyfuzję substratów i produktów z porów nośnika. Uzyskany układ zachował 75% swojej pierwotnej aktywności hydrolitycznej po 7 cyklach stosowania i odznaczał się aktywnością w szerokim zakresie temperatury (50–70°C) oraz odczynu środowiska (pH 4–7) [1]. Immobilizacja oksydazy glukozowej i peroksydazy chrzanowej na szkielecie metaloorganicznym zawierającym cer (UiO-66(Ce)) i modyfikowanym przeciwciałem wiążącym białko DENV2-NS1 umożliwiła wykrywanie białka wirusa dengi na poziomie 0,05–100 ng/ml białka, zachowując aktywność na poziomie 90% początkowej aktywności enzymatycznej podczas przechowywania w temperaturze pokojowej [2]. Lipaza izolowana z *Aspergillus oryzae* immobilizowana na porowatym szkielecie organicznym PAF (*porous aromatic Framework*) charakteryzowała się wyższą aktywnością hydrolityczną w zakresie T=30-100°C w porównaniu z aktywnością wolnego enzymu zarówno w kwasowym (pH=4), jak i zasadowym (pH=10) środowisku reakcji, a pojemność adsorpcyjna nośnika wynosiła 1456 mg/g [3]. Krzemionkowy nośnik SBA-15 modyfikowany hydrożelem złożonym z karboksymetylocelulozy i kwasu akrylowego pozwolił na immobilizację lipazy *Pseudomonas S.P.* Unieruchomiona lipaza PSL została efektywnie wykorzystana w procesie rozdziału estru etylowego ibuprofenu. Poprzez enancjoselektywną hydrolizę racematu otrzymano (S)-ibuprofen, potwierdzając wysoki potencjał aplikacyjny preparatu enzymatycznego[4].

WNIOSKI: Stosowanie mezoporowatych nośników w procesie immobilizacji biokatalizatorów pozwala na wielokrotne wykorzystanie układu enzym-nośnik, ochronę enzymu przed denaturacją chemiczną i termiczną, obniżając koszty procesów biotechnologicznych. Co więcej, eliminuje zużycie i powstawanie substancji niebezpiecznych dla ludzi i środowiska. Potwierdzenie wysokiego potencjału mezoporowatych kompozytów w skutecznej immobilizacji biokatalizatorów wymaga szczegółowych badań i optymalizacji kosztów procesów.

Piśmiennictwo:

- [1] Kuo, C., Lin, Z.-X., Wu, T.-Y., Hsu, C.-H., Lin, H.-P., & Wu, T.-S. (2021). Effects of morphology and pore size of mesoporous silicas on the efficiency of an immobilized enzyme. *RSC Advances*, 11, 10010–10018.
- [2] Lin, J., Fan, X., Yan, Y., Lin, T., Han, X., Tang, D., & Han, L. (2025). In situ amplified colorimetric immunoassay coupled with a dual-enzyme-functionalized UiO-66(Ce) framework for quantitative detection of the dengue virus. *Sensors & Diagnostics*, 4, 751–760.
- [3] Zhang, Z., Zheng, Y., Dou, Z., Gu, M., Sun, M., Song, J., Gao, N., Cui, F., Tian, Y., & Zhu, G. (2023). Multivariate porous aromatic frameworks with high porosity and hierarchical structures for enzyme immobilization. *ACS Central Science*, 9, 488–497.
- [4] Zhang, H., Liu, W., Wang, L., Zhang, X., Wang, B., Zeng, X., & Zhang, B. (2024). Functionalized corn stalk carboxymethyl cellulose and mesoporous silica SBA-15 composite hydrogel-immobilized lipase for the resolution of racemic ibuprofen ethyl ester. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 17(1), Artykuł 2338241



CHALKONY - OD NATURY DO SYNTEZY CHEMICZNEJ

Milena Kasprzak^{2*}, Dorota Olender¹

¹Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu

²SKN Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu

* Autor korespondencyjny email: milena.kasprzak01@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr hab. Dorota Olender

Słowa kluczowe: chalkony, kondensacja Claisena-Schmidta

WPROWADZENIE: Chalkony są związkami organicznymi szeroko rozpowszechnionymi w świecie roślin, charakteryzującymi się prostą budową oraz szerokim profilem właściwości farmakologicznych. W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie syntezą nowych pochodnych chalkonów jako cząsteczek m.in. o potencjalnym działaniu przeciwnowotworowym, przeciwzapalnym oraz przeciwko chorobom o podłożu neurodegeneracyjnym (Villa i in., 2024).

CEL PRACY: Celem pracy było podsumowanie aktualnych danych dotyczących występowania, budowy oraz aktywności biologicznych kilku najpopularniejszych chalkonów pochodzenia roślinnego, a także najbardziej efektywnych metod otrzymywania syntetycznych pochodnych.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Analizie poddano publikacje eksperymentalne z ostatnich lat dostępne w bazach PubMed oraz Google Scholar.

WYNIKI: Chalkony pochodzenia roślinnego charakteryzują się szerokim spektrum aktywności biologicznej, dlatego stanowią istotną inspirację do projektowania nowych analogów syntetycznych. Najczęściej wykorzystywaną metodą otrzymywania chalkonów jest kondensacja Claisena-Schmidta, umożliwiającą uzyskiwanie różnorodnych modyfikacji związków (Mulugeta, 2022).

WNIOSKI: Ze względu na swoje właściwości, chalkony stanowią obiecującą grupę związków w kontekście projektowania nowych leków. Dalsze badania nad ich aktywnością, biodostępnością a także bezpieczeństwem są kluczowe dla ich potencjalnego zastosowania klinicznego.

Piśmiennictwo: Dostępne u Autora

BIOTECHNOLOGICZNY POTENCJAŁ KULTUR *IN VITRO* *ACTINIDIA DELICIOSA* (HAYWARD): INICJACJA, CHARAKTERYSTYKA I WŁAŚCIWOŚCI PROZDROWOTNE W KONTEKŚCIE NOWOCZESNYCH ZASTOSOWAŃ NUTRACEUTYCZNYCH

Zuzanna Kiszowska^{1*}, Simona Lucioli², Emilia Caboni², Agnieszka Szopa^{3*}

¹ Studenckie Koło Naukowe Biotechnologii Roślin i Grzybów Leczniczych, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków, Polska

² Council for Agricultural Research and Analysis of Agricultural Economics - Research Centre for Olive, Fruit Trees and Citrus, Rzym, Włochy

³ Katedra Biotechnologii Roślin i Grzybów Leczniczych, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, Kraków, Polska

* Autor korespondencyjny email: zuzanna.kiszowska@student.uj.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: Prof. dr hab. Agnieszka Szopa

Słowa kluczowe: kiwi; fitochemia; kultury kalusowe; kultury pędowe; metabolity bioaktywne roślin; nutraceutyki

WPROWADZENIE: *Actinidia deliciosa* (kiwi, odmiana 'Hayward') jest jednym z bardziej wartościowych gatunków owocowych o udokumentowanych właściwościach prozdrowotnych, wynikających z bogatego profilu fitochemicznego obejmującego polifenole, flawonoidy, karotenoidy, witaminę C, błonnik pokarmowy oraz proteolityczny enzym aktynidynę. Liczne prace przeglądowe i badania eksperymentalne wskazują, że wyciągi z owoców, skórki, liści i korzeni kiwi wykazują szerokie spektrum aktywności biologicznej, w tym działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne, immunomodulujące, hipolipemiczne i hipoglikemiczne, a także wpływ na modulację mikrobiomu jelitowego i poprawę parametrów metabolicznych człowieka, co potwierdza ich potencjał nutraceutyczny oraz znaczenie w prewencji chorób cywilizacyjnych (Satpal et al., 2021). Kultury *in vitro* *A. deliciosa* pozostają rzadko opisywanym, lecz wyjątkowo obiecującym modelem biotechnologicznym, umożliwiającym kontrolowaną produkcję metabolitów wtórnych, analizę odpowiedzi metabolicznych oraz niezależnienie biosyntezy związków aktywnych od sezonowości, stanu fitosanitarnego roślin czy warunków środowiskowych. Ich znaczenie rośnie także w kontekście badań nad innowacyjnymi rozwiązaniami w biotechnologii roślinnej ukierunkowanej na pozyskiwanie metabolitów wtórnych (Verpoorte et al., 2002).

CEL PRACY: Celem pracy była ocena innowacyjnego systemu kultur *in vitro* – kalusowych i pędowych *A. deliciosa* – prowadzonych na zmodyfikowanych pożywkach MS, w kontekście ich potencjału biotechnologicznego oraz możliwości pozyskiwania metabolitów prozdrowotnych.

MATERIAŁY I METODY: Inicjacja kultur pędów została przeprowadzona na podłożu opartym na ½ siły soli mineralnych Murashige i Skoog (MS) (Murashige & Skoog, 1962), wzbogaconym o kwas giberelinowy GA₃, 6benzylaminopurynę (BAP), zeatynę, aktywny węgiel oraz zestaw witamin według Gautheret (1959), zgodnie z protokołem opisanym przez Spigaglia et al. (2020) (Spigaglia et al., 2020). W eksperymentalnym systemie zastosowano uproszczone pożywki MS pozbawione węgla aktywnego; kultury pędowe - pełnowartościowe MS + 30 g/L sacharozy + 1 mg/L BAP; kultury kalusowe - pełnowartościowe MS + 0,5 mg/L 2,4D + 0,1 mg/L kinetyny + 30 g/L sacharozy. Kultury pędowe prowadzono w warunkach ciągłego sztucznego oświetlenia światłem LED, a kalusowe w świetle i w ciemności, co umożliwiło ocenę zależności morfologiczno-metabolicznych.

WYNIKI: Uzyskano stabilne, długoterminowe linie kultur kalusowych i pędowych *A. deliciosa* o zróżnicowanej morfologii, zależnej od warunków świetlnych oraz zastosowanego regulatora wzrostu. Planowane analizy chromatograficzne (HPLC/UPLC-MS) biomasy wskażą profil metabolitów wtórnych, umożliwiając weryfikację hipotezy o zwiększonej produkcji związków fenolowych i antyoksydacyjnych w warunkach hodowli bez węgla aktywnego, którego brak ogranicza adsorpcję fitozwiązków i sprzyja ich akumulacji w tkance roślinnej.

WNIOSKI: Zastosowane systemy kultur kalusowych i pędowych *A. deliciosa* stanowią innowacyjne i efektywne narzędzie biotechnologiczne, umożliwiające pozyskiwanie metabolitów o znaczącym potencjale prozdrowotnym oraz rozwój badań z zakresu fitochemii, nutraceutyków i biotechnologii roślin.

Piśmiennictwo: Dostępne u Autora

POTENCJAŁ HETEROLIGANDOWYCH KOMPLEKSÓW NIKLU(II): POSZUKIWANIE EFEKTU SYNERGISTYCZNEGO AMIN Z POCHODNYMI 1,2,4-TRIAZOLO-3 TIONU

Barbara Klepacz^{1,2}, Emil Borecki², Bartłomiej Rogalewicz², Monika Pitucha³, Agnieszka Czyłkowska²*

¹Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Kościuszki 4, 90-419 Łódź

²Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka Żeromskiego 114, 90-543 Łódź

³Samodzielna Pracownia Radiofarmacji, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie Choćki 4a, 20-093 Lublin

*Autor korespondencyjny e-mail: barbara.klepacz@stud.umed.lodz.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. inż. Agnieszka Czyłkowska prof. PŁ

Słowa kluczowe: kompleksy niklu(II); pochodne 1,2,4-triazolo-3-tionu; ligandy aminowe; chemia koordynacyjna; potencjał biologiczny

WPROWADZENIE: Pochodne 1,2,4-triazolo-3-tionu (**TAT**) to grupa ligandów *N*-heterocyklicznych, efektywnie koordynujących jony metali przejściowych, co czyni je atrakcyjnym obiektem badań w chemii bionieorganicznej.

CEL PRACY: Głównym celem prezentowanej pracy jest synteza oraz kompleksowa charakterystyka fizykochemiczna nowych połączeń koordynacyjnych niklu(II).

MATERIAŁY I METODY: Materiał badawczy podzielono na dwie grupy: pierwszą stanowią kompleksy zawierające wyłącznie pochodne **TAT**, drugą zaś układy o sferze koordynacyjnej rozbudowanej o aminy: pirydynę (**py**) oraz etylenodiaminę (**en**). Wprowadzenie aminy jako liganda pomocniczego ma na celu modyfikację profilu farmakokinetycznego otrzymanych kompleksów, co może kluczowo wpłynąć na ich biodostępność.

WYNIKI: Do identyfikacji strukturalnej produktów wykorzystano metodę proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej (**PXRD**), a sposób koordynacji centrów metalicznych potwierdzono na podstawie analizy widm w podczerwieni z transformacją Fouriera (**FTIR**). Ilościową analizę zawartości niklu(II) przeprowadzono metodą optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (**ICP-OES**). Część eksperymentalną wsparto badaniami *in silico*, modelując potencjał biologiczny oraz interakcje molekularne badanych ligandów.

WNIOSKI: Otrzymane wyniki potwierdzają możliwość syntezy oraz charakterystyki nowych kompleksów niklu(II) zawierających aminy oraz pochodne **TAT**. Uzyskane wyniki stanowią podstawę do dalszych badań nad właściwościami biologicznymi otrzymanych układów, w tym oceną potencjalnego efektu synergistycznego ligandów.

POJEDYNCZA SUBSTANCJA, A FITOKOMPLEKS ROŚLINNY. ZASTOSOWANIE W TERAPII I PERSPEKTYWY

Magdalena Kniaziewicz^{1}, Eliza Blicharska², Małgorzata Tatarczak-Michalewska², Inga Kwiecień³, Aleksandra Łukaszyk³, Katarzyna Czarnek⁴, Agnieszka Szopa³*

¹Szkoła Doktorska Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

²Zakład Patobiochemii i Interdyscyplinarnych Zastosowań Chromatografii Jonowej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

³Katedra Biotechnologii Roślin i Grzybów Leczniczych, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

⁴Katedra Podstawowych Nauk Medycznych, Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II

*Autor korespondencyjny e-mail: magdalena.kniaziewicz@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. med. Eliza Blicharska

Słowa kluczowe: substancje naturalne; fitoterapia; antyoksydanty; synergizm; *Brassicaceae*

WPROWADZENIE: Tematyka wykorzystania pojedynczych, wyizolowanych związków pochodzenia roślinnego oraz złożonych fitokompleksów zyskuje coraz większe znaczenie w kontekście rosnącego zainteresowania terapiami wspomagającymi o korzystnym profilu bezpieczeństwa. Wyodrębnione substancje czynne umożliwiają precyzyjne określenie dawki oraz lepszą kontrolę farmakokinetyki i farmakodynamiki, natomiast ekstrakty wieloskładnikowe zachowują naturalną synergię obecnych w roślinie metabolitów wtórnych, co może istotnie modulować efekt terapeutyczny. Znaczenie tej problematyki wynika z potrzeby kompleksowego zrozumienia procesu prowadzącego od identyfikacji biologicznie aktywnych związków roślinnych do opracowania preparatów o udokumentowanej skuteczności oraz potencjale zastosowania klinicznego. Niniejszy przegląd koncentruje się na fitoterapii jako punktu wyjścia do rozwoju nowoczesnych strategii terapeutycznych, a także jako źródła inspiracji w projektowaniu innowacyjnych produktów leczniczych pochodzenia roślinnego.

CEL PRACY: Celem pracy było przedstawienie dwóch sposobów wykorzystania surowców roślinnych w kontekście współczesnego ziołolecznictwa: w postaci pojedynczych, wyizolowanych związków biologicznie czynnych oraz jako złożonych fitokompleksów. W opracowaniu omówiono proces identyfikacji i odkrywania naturalnych źródeł substancji o potencjale terapeutycznym, a także ich znaczenie w rozwoju nowoczesnej fitoterapii. Ponadto przedstawiono możliwości zastosowania terapeutycznego związków pochodzenia roślinnego oraz perspektywy dalszych badań nad ich wykorzystaniem w medycynie.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd uwzględnił artykuły naukowe, metaanalizy opublikowane w latach 2016–2026, pochodzące z baz danych takich jak Scopus, PubMed i Web of Science.

WYNIKI: Analiza dostępnej literatury wskazuje na istotne różnice dwóch podejść w wykorzystaniu surowców roślinnych: stosowania wyizolowanych pojedynczych związków biologicznie czynnych oraz wykorzystania złożonych fitokompleksów obecnych w całych roślinach lub standaryzowanych ekstraktach roślinnych. W badaniach szczególną uwagę poświęcono glukozynolanom występującym w roślinach z rodziny *Brassicaceae*, które jako siarkowe glikozydy ulegają hydrolizie do bioaktywnych izotiocyjanianów, takich jak sulforafan powstający z glukorafaniny. Wykazano, że związki te mogą odgrywać istotną rolę w hamowaniu proliferacji komórek nowotworowych oraz w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. Jednocześnie wyniki analiz wskazują na istotne ograniczenia związane ze zmiennością składu chemicznego naturalnych ekstraktów roślinnych, wynikającą z różnic w warunkach uprawy, zbioru i przetwarzania surowca, co stanowi wyzwanie dla standaryzacji oraz porównywalności wyników badań.

WNIOSKI: Leki pochodzenia roślinnego pozostają istotnym kierunkiem rozwoju współczesnej farmacji i medycyny, oferując szerokie perspektywy terapeutyczne. Choć uzyskanie jednorodnych i standaryzowanych preparatów bywa wyzwaniem, odpowiednie metody technologiczne pozwalają na precyzyjne dawkowanie i kontrolę efektu biologicznego. Rzetelne badania kliniczne są niezbędne do oceny wartości leczniczej, a wysoka jakość surowca oraz dogłębna znajomość właściwości roślin stanowią fundament dla efektywnego poszukiwania i wykorzystania cennych fitosubstancji.

Piśmiennictwo:

Abukhabta, S., Ghawi, S. K., Karatzas, K. A., Charalampopoulos, D., McDougall, G., Allwood, J. W., Verrall, S., Lavery, S., Latimer, C., Pourshahidi, L. K., Lawther, R., O'Connor, G., Rowland, I., & Gill, C. I. R. (2021). Sulforaphane-enriched extracts from glucoraphanin-rich broccoli exert antimicrobial activity against gut pathogens in vitro and innovative cooking methods increase in vivo intestinal delivery of sulforaphane. *European Journal of Nutrition*, 60, 1263–1276. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02322-0>

Al-Shehbaz I. A. (2025). The Brassicaceae then and now: Advancements in the past three decades, a review. *Annals of Botany* March 2025. doi: 10.1093/aob/mcaf055



ACHIRALNE POCHODNE DIHYDROURACYLU (DHU) JAKO NOWA GENERACJA LIGANDÓW CEREBLONU W TECHNOLOGII CELOWANEJ DEGRADACJI BIAŁEK

Kacper Kossakowski^{1,2*}, *Anna Pawełczyk*¹

¹ Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Katedra i Zakład Chemii Organicznej, ul. Rokietnicka 3, 60-806 Poznań, Polska

² Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Szkoła Doktorska UMP, ul. Fredry 10, 61-701 Poznań, Polska

* Autor korespondencyjny e-mail: kacper.kossakowski@student.ump.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. Anna Pawełczyk

Słowa kluczowe: pochodne dihydrouracylu (DHU), nowotwory hematologiczne, celowana degradacja białek, racjonalne projektowanie leków, cereblon (CRBN), kleje molekularne (MG)

WPROWADZENIE: Celowana degradacja białek (TPD, ang. *Targeted Protein Degradation*) z wykorzystaniem chimer ukierunkowanych na proteolizę (PROTAC, ang. *PROteolysis TARgeting Chimera*) oraz klejów molekularnych (MG, ang. *Molecular Glue*) zrewolucjonizowała współczesną chemię leków [1]. Najczęściej stosowanymi ligandami rekrutującymi ligazę E3 cereblonu (CRBN) jest talidomid i jego analogi (tzw. IMiDs, leki immunomodulujące), takie jak lenalidomid czy pomalidomid. Mimo sukcesu klinicznego, związki te posiadają istotną wadę: obecność zdolnego do racemizacji w warunkach in vivo centrum chiralnego w pierścieniu glutarimidowym, utrudniającą badania farmakodynamiczne oraz zmniejszającą bezpieczeństwo farmakoterapii [2]. Ponadto, klasyczne ligandy są słabo rozpuszczalne w wodzie oraz podatne na hydrolizę w fizjologicznym pH.

CEL PRACY: Głównym celem pracy jest zaprojektowanie i otrzymanie serii nowych, achiralnych związków opartych na strukturze dihydrouracylu, które będą wykazywały porównywalne bądź lepsze powinowactwo do CRBN niż komercyjnie dostępne IMiDs, przy jednoczesnym zwiększeniu stabilności chemicznej i poprawie właściwości fizykochemicznych.

MATERIAŁY I METODY: Projekt zakłada realizację badań w oparciu o racjonalne projektowanie leków, wykorzystując dokowanie molekularne do selekcji struktur o optymalnym dopasowaniu do kieszeni wiążącej białka CRBN. Synteza chemiczna została zaplanowana zgodnie z zasadami Zielonej Chemii przy użyciu wydajnej strategii typu „one-pot”, obejmującej reakcję aza-Michaela pochodnych aniliny z kwasem akrylowym oraz następczą cyklizację z mocznikiem. Otrzymane związki poddane zostaną pełnej charakterystyce spektroskopowej oraz analizie strukturalnej z wykorzystaniem krystalografii rentgenowskiej (XRD). Ewaluacja biologiczna obejmie ocenę powinowactwa ligandów do białka CRBN metodą HTRF oraz badanie profilu cytotoksycznego na linii nowotworu hematologicznego (szpiczak mnogi MM.1S) w odniesieniu do linii kontrolnej (monocyty THP-1).

WYNIKI: W ramach prac zsyntetyzowano bibliotekę 11 pochodnych DHU. Analiza NMR ujawniła unikalne właściwości strukturalne dla pochodnych zawierających podstawnik metylowy w pozycji *orto* pierścienia aromatycznego. Zaobserwowano diastereotopowość protonów geminalnych pierścienia dihydrouracylowego, co wskazuje na zahamowaną rotację wokół wiązania *N*-arylowego. Obserwacje te znalazły potwierdzenie w badaniach krystalograficznych, które wykazały odmienne, niemal prostopadłe ułożenie płaszczyzn pierścieni w tej podgrupie związków. Spośród siedmiu pochodnych poddanych ocenie biologicznej, trzy związki (KK-DHU-5, KK-DHU-11 i KK-DHU-12) wykazały wysokie powinowactwo do CRBN, porównywalne z racematem lenalidomidu oraz przewyższające powinowactwo racematów pomalidomidu i talidomidu. Ponadto, nowe ligandy charakteryzowały się znacznie korzystniejszym profilem fizykochemicznym niż klasyczne leki IMiDs, osiągając rozpuszczalność w wodzie >2 mg/ml (w porównaniu do <0.1 mg/ml dla pomalidomidu).

WNIOSKI: Opracowana seria achiralnych ligandów DHU stanowi atrakcyjną alternatywę dla tradycyjnych leków immunomodulujących. Eliminacja centrum chiralnego oraz znacząca poprawa rozpuszczalności, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej zdolności wiązania CRBN, czyni je obiecującą platformą do projektowania bezpieczniejszych i skuteczniejszych degraderów typu PROTAC oraz MG. Kolejne etapy badań koncentrować się będą na ocenie potencjału terapeutycznego otrzymanych pochodnych, ze szczególnym uwzględnieniem ich aktywności antyproliferacyjnej w modelach komórkowych szpiczaka mnogiego.

Piśmiennictwo:

- [1]. Kossakowski, K., Jurga, M., & Pawełczyk, A. (2025). How to design PROTAC molecules? A practical guide to proteolysis-targeting chimeras. *Farmacja Polska*, 81(4), 195–211. <https://doi.org/10.32383/farmpol/214658>
- [2]. Xie, H., Li, C., Tang, H., Tandon, I., Liao, J., Roberts, B. L., Zhao, Y., & Tang, W. (2023). Development of substituted phenyl dihydrouracil as the novel achiral cereblon ligands for targeted protein degradation. *Journal of Medicinal Chemistry*, 66(4), 2904–2917. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.2c01941>

ZWIĄZKI POCHODZENIA ROŚLINNEGO JAKO MODULATORY ODPOWIEDZI IMMUNOLOGICZNEJ W TERAPII SPERSONALIZOWANEJ

Aleksander Kowalczyk^{1,2*}, Ewa Jarocka-Juszczak², Małgorzata Geszke-Moritz¹, Michał Moritz²

¹Zakład Farmakognozji i Naturalnych Środków Leczniczych, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Plac Polskiego Czerwonego Krzyża 1, 71-251 Szczecin

²Zakład Chemii Farmaceutycznej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Plac Polskiego Czerwonego Krzyża 1, 71-251 Szczecin

* Autor korespondencyjny e-mail*: 80935@student.pum.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. Michał Moritz

Słowa kluczowe: immunostymulanty; związki pochodzenia naturalnego; terapia spersonalizowana

WPROWADZENIE: Spersonalizowane podejście do pacjenta stanowi jedno z kluczowych kierunków rozwoju współczesnych nauk farmaceutycznych. Koncentruje się ono na dostosowaniu terapii do indywidualnych cech pacjenta, takich jak uwarunkowania genetyczne, stan układu immunologicznego czy profil metaboliczny. Odpowiedź immunologiczna charakteryzuje się znaczną zmiennością osobniczą, co wpływa na skuteczność i bezpieczeństwo stosowanych terapii.

CEL PRACY: Celem niniejszej pracy jest przegląd literaturowy dotyczący roli związków pochodzenia roślinnego w modulowaniu odpowiedzi immunologicznej oraz ich potencjału jako wartościowego uzupełnienia terapii spersonalizowanych.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: W pracy przeprowadzono przegląd literatury dotyczącej roślinnych związków bioaktywnych, takich jak polifenole, flawonoidy i saponiny, które wykazują działanie immunomodulujące. Analizowane były również mechanizmy działania wybranych substancji, takich jak galusan 3-epigallokatechiny (EGCG), kurkumina oraz ginsenozyd-Re.

WYNIKI: - Galusan 3-epigallokatechiny (EGCG) – związek o budowie polifenolowej występujący w liściach zielonej herbaty. Polifenole działają przeciwutleniająco oraz chelatująco, co chroni DNA oraz błony lipidowe przed szkodliwym wpływem wolnych rodników. Zablokowanie możliwości uszkodzenia genomu przez ograniczenie tworzenia wolnych rodników jest jedną z możliwości działania antynowotworowego polifenoli występujących w zielonej herbacie.

- Kurkumina - pozyskiwana z kłącza byliny *Curcuma longa*. Badania wykazują, że kurkumina wpływa na gen regulujący wytwarzanie cyklooksygenazy-2 (COX-2). Zmniejszenie stężenia COX-2 prowadzi do osłabienia stanów zapalnych organizmu. Proces zapalny jest odpowiedzialny za wytwarzanie cząsteczek prozapalnych, w tym reaktywnych form tlenu oraz COX-2. Cząsteczki te odgrywają istotną rolę w powstawaniu jak i rozwoju nowotworów, ponieważ związane są one z niestabilnością genomową, która jest uważana za cechę charakterystyczną nowotworów.

- Ginsenozyd-Re (G-Re) wykazuje działanie przeciwzapalne poprzez hamowanie interakcji pomiędzy lipopolisacharydem (ang. Lipopolisaccharide, LPS), a receptorem TLR4 (ang. Toll-like receptor 4) w makrofagach, co skutkuje zahamowaniem ekspresji cytokin prozapalnych. Odpowiedź zapalna wywołana poprzez LPS jest ściśle związana z genezą choroby Parkinsona, choroby Alzheimera i stwardnienia rozsianego. G-Re za sprawą swojego protekcyjnego działania chroni organizm przed neurozapaleniem w ośrodkowym układzie nerwowym.

WNIOSKI: Związki pochodzenia roślinnego stanowią obiecujące narzędzie w rozwoju terapii wspomagających i profilaktycznych, zwłaszcza w chorobach o podłożu immunologicznym. Ich przyszłe zastosowanie w terapii może być ułatwione poprzez integrację danych genetycznych, immunologicznych i metabolicznych, co umożliwi spersonalizowaną farmakoterapię dostosowaną do indywidualnych potrzeb pacjenta.

Piśmiennictwo:

- [1] Donejko, M., Niczyporuk, M., Galicka, E., & Przyłipiak, A. (2013). Właściwości antynowotworowe galusanuepigallokatechiny zawartego w zielonej herbacie. *Anti-cancer properties epigallocatechin-gallate contained in green tea*. *Postępy HigMedDow* (Online), 67, 67.
- [2] Zoi, V., Galani, V., Lianos, G. D., Voulgaris, S., Kyritsis, A. P., & Alexiou, G. A. (2021). The Role of Curcumin in Cancer Treatment. *Biomedicines*, 9(9), 1086.
- [3] Geszke-Moritz, M., Nowak, G., & Moritz, M. (2023). Pharmacological Properties and Safe Use of 12 Medicinal Plant Species and Their Bioactive Compounds Affecting the Immune System. *Applied Sciences*, 13(11), 6477.
- [4] Kim, J. H., Yi, Y. S., Kim, M. Y., & Cho, J. Y. (2017). Role of ginsenosides, the main active components of *Panax ginseng*, in inflammatory responses and diseases. *Journal of Ginseng Research*, 41(4), 435–443.



PRZYSZŁOŚĆ OPAKOWAŃ FARMACEUTYCZNYCH W ŚWIELE ROZPORZĄDZENIA PPWR ORAZ NOWYCH ZANIECZYSZCZEŃ

Piotr Kowalczyk^{1,2*}, Kornelia Kadac-Czapska², Małgorzata Grembecka²

¹Pierwsza Szkoła Doktorska GUMed, Gdański Uniwersytet Medyczny

²Katedra i Zakład Bromatologii, Wydział Farmaceutyczny, Gdański Uniwersytet Medyczny

*Autor korespondencyjny e-mail: piotr.kowalczyk50668@gumed.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. chem. Kornelia Kadac-Czapska, prof. dr hab. n. farm. Małgorzata Grembecka

Słowa kluczowe: PPWR, opakowania, przemysł farmaceutyczny, zrównoważony rozwój, mikroplastik

WPROWADZENIE: Opakowania z tworzyw sztucznych stanowią znaczące ryzyko dla środowiska oraz społeczeństwa. Rozporządzenie w Sprawie Opakowań i Odpadów Opakowaniowych (ang. Packaging and Packaging Waste Regulation, PPWR) wprowadza nowe regulacje wynikające z założeń zrównoważonego rozwoju. Dostosowanie się do tych wymagań z zachowaniem jakości oraz dostępności leków dla pacjentów stanowi obecnie duże wyzwanie dla rynku farmaceutycznego (Świat Przemysłu Farmaceutycznego, 2026).

CEL PRACY: Celem pracy było zidentyfikowanie problemów oraz nowych rozwiązań w zakresie opakowań stosowanych w przemyśle farmaceutycznym wynikających z wad i zagrożeń związanych z dotychczas stosowanymi materiałami oraz transformacją rynku w Unii Europejskiej.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przeszukano bazy danych ScienceDirect i PubMed pod kątem publikacji z lat 2020-2026 w oparciu o słowa kluczowe: „PPWR”, „packaging”, „pharmaceutical industry”, „sustainability”, „microplastic”. Ponadto w przeglądzie uwzględniono akty prawne, dokumenty urzędowe i artykuły dostępne w sieci web, w języku polskim i angielskim, na podstawie tych samych słów kluczowych. Jako kryterium włączenia przyjęto bezpośredni związek publikacji z rozporządzeniem PPWR oraz rozwiązaniami na rzecz zrównoważonego rozwoju w farmacji.

WYNIKI: Szeroko stosowane materiały, tj. polichlorek winylu i polichlorek winylidenu, wymagają wysokiego zużycia energii przy ich produkcji, a możliwość recyklingu tych materiałów jest bardzo ograniczona (Alsabri & Al-Ghamdi, 2020). Potencjalną alternatywę stanowią opakowania jednoskładnikowe np. wykonane z polipropylenu (SENIEER, 2025). Producenci motywowani są również do szerszego zastosowania materiałów post-konsumenckich. Niestety, mogą one tracić swoje właściwości i wykazywać większą podatność na uwalnianie mikroplastiku (Ballestardelas Heras et al., 2024; Cecon et al., 2021; Patakam et al., 2025; Trunk et al., 2025). Wśród innych rozwiązań wymienia się polimery biodegradowalne, tj. polilaktyd (Yu et al., 2025), a także materiały naturalne (Manikandan et al., 2024). Główne ograniczenia dla nowych opakowań obejmują konieczność spełnienia wymagań Dobrej Praktyki Wytwarzania, zachowanie odpowiedniej trwałości produktów oraz walidacji i optymalizacji procesów oraz kosztów produkcji.

WNIOSKI: Alternatywne opakowania leków wykazują istotne wady. Opłaty konsumenckie i często droższe rozwiązania technologiczne mogą prowadzić do zwiększenia cen leków i zmniejszenia ich dostępności dla pacjentów. Niezbędne są dalsze prace nad rozwojem opakowań, a także działania w zakresie racjonalizacji ich stosowania, edukacji i profilaktyki.

Piśmiennictwo:

Alsabri, A., & Al-Ghamdi, S. G. (2020). Carbon foot print and embodied energy of PVC, PE, and PP piping: Perspective on environmental performance. *Energy Reports*, 6, 364–370. <https://doi.org/10.1016/j.egyrs.2020.11.173>

Ballestardelas Heras, R., Colom, X., & Cañavate, J. (2024). Comparative Analysis of the Effects of Incorporating Post-Industrial Recycled LLDPE and Post-Consumer PE in Films: Macrostructural and Microstructural Perspectives in the Packaging Industry. *Polymers*, 16(7), 916. <https://doi.org/10.3390/polym16070916>

Cecon, V. S., Da Silva, P. F., Vorst, K. L., & Curtzwiler, G. W. (2021). The effect of post-consumer recycled polyethylene (PCRPE) on the properties of polyethylene blends of different densities. *Polymer Degradation and Stability*, 190, 109627. <https://doi.org/10.1016/j.polydegradstab.2021.109627>

Manikandan, A., C. A., T. M., S., P. G., & Veinramuthu, S. (2024). Exploring the Alternatives for Pharma Packaging Materials – Wealth from Waste Concept to Control Climate Changes. *Proceedings of the First International Conference on Science, Engineering and Technology Practices for Sustainable Development, ICSETPSD2023, 17th–18th November 2023, Coimbatore, Tamilnadu, India*. <https://doi.org/10.4108/eai.17-11-2023.2342848>

SENIEER. (2025). *New Trends in Blister Packaging: Challenges And Responses To Polypropylene Applications*. SENIEER. Pobrano 10 lutego 2026z <https://www.senieer.com/new-trends-in-blister-packaging-challenges-and-responses-to-polypropylene-applications/>

Patakam, P., Selvakumar, K., Bhat, H. G., & Bandyopadhyay, R. (2025). Microplastics in sustainable pharmaceutical manufacturing. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 47, 102158. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2025.102158>

Trunk, U., Urbancic, N., Gündoğdu, S., & Özkan, I. (2025). Spinning Greenwash: How the fashion industry's shift to recycled polyester is worsening microplastic pollution. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16803.72487>

Yu, B., van de Pas, R., & Zahidi, I. (2025). Polylactic Acid (PLA), Polycaprolactone (PCL), and Chitosan: the Biodegradable Transition in Medical Waste Management. *Advanced Sustainable Systems*, 9. <https://doi.org/10.1002/adss.202500636>

Świat Przemysłu Farmaceutycznego. (2026, January 15). Zielone opakowania vs. sterylność GMP: Rozporządzenie PPWR zaczyna dusić logistykę farmaceutyczną. Świat Przemysłu Farmaceutycznego. <https://przemysl-farmaceutyczny.pl/artykul/ppwr-2026-czy-ekologia-zabije-produkcje-lekow-w-europie/>

NANOCZĄSTKI ZŁOTA JAKO PLATFORMA ZWIĘKSZAJĄCA SKUTECZNOŚĆ INHIBITORA KINAZY TYROZYNOWEJ W TERAPII RAKA TRZUSTKI

Adam Kozik¹, Anna Wiśniewska², Małgorzata Lasota^{1,3}

¹ SKN Terapii Celowanej i Układów Supramolekularnych, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków;

² Katedra Farmakologii, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków;

³ Ośrodek Biomedycyny i Nauk Interdyscyplinarnych, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków

*Autor korespondencyjny e-mail: adam.kozik@student.uj.edu.pl; malgorzata.lasota@uj.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n.med. Małgorzata Lasota

Słowa kluczowe: rak trzustki; nanocząstki złota; OSI-774; terapia celowana; nanomedycyna

WPROWADZENIE: Rak trzustki pozostaje jednym z najbardziej agresywnych nowotworów, o wysokiej inwazyjności i oporności na leczenie. Nadaktywacja receptorów kinaz tyrozynowych oraz szlaku PI3K/AKT/mTOR odgrywa kluczową rolę w jego progresji. Nanocząstki złota (AuNPs), dzięki unikalnym właściwościom fizykochemicznym i możliwości funkcjonalizacji powierzchni, stanowią obiecującą platformę do zwiększania skuteczności terapii celowanej.

CEL PRACY: Ocena potencjału kompleksu AuNP:OSI-774 jako innowacyjnej strategii zwiększającej skuteczność terapii celowanej w raku trzustki.

MATERIAŁY I METODY: Tworzenie kompleksów AuNP:OSI-774 analizowano metodą DLS, wyznaczając optymalny stosunek molowy 1:500. Badania przeprowadzono na liniach nowotworowych PANC-1 i BxPC3 oraz prawidłowych HPDE6c7. Oceniono proliferację (MTS), wyznaczono IC₅₀, analizowano apoptozę (Annexin V/PI) oraz zdolność migracji i inwazji komórek. Oceniono również cytotoksyczność badanych związków względem komórek prawidłowych testem LDH.

WYNIKI: Kompleks AuNP:OSI-774 wykazywał stabilne oddziaływanie oraz silniejsze działanie antyproliferacyjne niż inhibitor stosowany samodzielnie. Obserwowano istotne obniżenie wartości IC₅₀, nasiloną indukcję apoptozy oraz wyraźne zahamowanie migracji i inwazji komórek nowotworowych. Jednocześnie efekt wobec komórek prawidłowych pozostawał ograniczony, co wskazuje na korzystny profil selektywności.

WNIOSKI: Połączenie nanocząstek złota z inhibitorem kinazy tyrozynowej istotnie wzmacnia działanie przeciwnowotworowe w modelach raka trzustki. Nanotechnologiczna platforma dostarczania leku może stanowić przełomową strategię zwiększającą skuteczność i precyzję terapii celowanej.

Projekt finansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki w ramach Programu „Studentkie koła naukowe tworzą innowacje (nr grantu SKN/SP/601857/2024).

MIEJSCOWE ZASTOSOWANIE METFORMINY W WYBRANYCH SCHORZENIACH DERMATOLOGICZNYCH

Agata Krawczyk^{1*}, Bartosz Hocwik¹, Agata Domin¹

¹ Studenckie Koło Naukowe Misce Fiat, Uniwersytet Opolski, Wydział Chemii i Farmacji

* Autor korespondencyjny e-mail: agata.krawczyk1609@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr Radosław Balwierz

Słowa kluczowe: metformina, dermatologia, melasma, fotostarzenie, rany, terapia miejscowa

WPROWADZENIE: Metformina jest jednym z najczęściej stosowanych doustnych leków hipoglikemizujących w farmakoterapii cukrzycy typu 2. Wzrastające zainteresowanie miejscowym stosowaniem leku w schorzeniach skóry, wynika z właściwości przeciwzapalnych, antyoksydacyjnych, fotoprotekcyjnych i wspomagających gojenie ran (Afshar et al., 2024; Nilam et al., 2025).

CEL PRACY: Niniejszy przegląd koncentruje się na dermalnych aspektach wykorzystania metforminy, w tym mechanizmach działania oraz możliwościach terapeutycznych. Podkreśla jej potencjalne zastosowanie jako surowca do aplikacji w terapii schorzeń dermatologicznych.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd aktualnego piśmiennictwa – baz PubMed i Scopus (2020-2025) obejmujący zastosowanie metforminy w terapii schorzeń dermatologicznych. Zastosowano słowa kluczowe połączone operatorami logicznymi jak: „metformin”, „diabetes medication”, „dermatological”, „skin”, „cutaneous”, „dermatology”, „acne”, „hyperpigmentation”.

WYNIKI: Analiza dostępnych danych dowodzi, że miejscowo stosowana metformina wykazuje wielokierunkowe działanie dermatologiczne (Afshar et al., 2024; Nilam et al., 2025). Jej skuteczność została potwierdzona w redukcji objawów melasmy poprzez supresję kluczowych mechanizmów związanych z melanogenezą (tyrozinaza) (Mongkhon et al., 2023; Nilam et al., 2025). W modelach fotostarzenia zmniejsza stres oksydacyjny, obniża poziom cytokin prozapalnych i hamuje degradację kolagenu (zmniejszony poziom MMP-1) (Nilam et al., 2025). W gojeniu ran prowadzi do promocji angiogenezy, odbudowy macierzy tkanki łącznej i regeneracji nabłonka (Tawfeek et al., 2020). W badaniach wykorzystywano różne postacie preparatów miejscowych, w tym roztwory, maści, kremy i hydrożele.

WNIOSKI: Metformina, dzięki złożonym mechanizmom działania stanowi interesujący surowiec farmaceutyczny w terapii dermatologicznej. Niezbędne są jednak dalsze badania oraz optymalizacja postaci leku, aby w pełni wykorzystać jej potencjał w terapii miejscowej (Mousa et al., 2022). Warto zaznaczyć, że jest dostępna w recepturze aptecznej na terenie RP.

Piśmiennictwo:

- Afshar, K., Adibfard, S., Nikbakht, M. H., Rastegarnasab, F., Pourmahdi-Boroujeni, M., & Abtahi-Naeini, B. (2024). A Systematic Review on Clinical Evidence for Topical Metformin: Old Medication With New Application. *Health Science Reports*, 7(12), e70281. <https://doi.org/10.1002/hsr.70281>
- Mongkhon, P., Ruengorn, C., Awiphan, R., Phosuya, C., Ruanta, Y., Thavorn, K., Jamjanya, S., Chuamanochan, M., & Nochaiwong, S. (2023). Efficacy and safety of metformin for melasma treatment: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1281050. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1281050>
- Mousa, I. A., Hammady, T. M., Gad, S., Zaitone, S. A., El-Sherbiny, M., & Sayed, O. M. (2022). Formulation and Characterization of Metformin-Loaded Ethosomes for Topical Application to Experimentally Induced Skin Cancer in Mice. *Pharmaceutics*, 15(6), 657. <https://doi.org/10.3390/ph15060657>
- Nilam, E., Gunadi, J., & Hidayat, M. (2025). Mechanistic perspectives on the dermatologic potential of topical metformin: A scoping review. *World Academy of Sciences Journal*, 7(5), 1–13. <https://doi.org/10.3892/wasj.2025.384>
- Tawfeek, H. M., Abou-Taleb, D. A. E., Badary, D. M., Ibrahim, M., & Abdellatif, A. A. H. (2020). Pharmaceutical, clinical, and immunohistochemical studies of metformin hydrochloride topical hydrogel for wound healing application. *Archives of Dermatological Research*, 312(2), 113–121. <https://doi.org/10.1007/s00403-019-01982-1>

OCENA ROZPOWSZECHNIENIA OPORNOŚCI NA CEFIDEROKOL WŚRÓD SZPITALNYCH SZCZEPÓW *ACINETOBACTER BAUMANNII* WEDŁUG AKTUALNYCH REKOMENDACJI

Maria Kubacka^{1*}, *Sandra Górską*¹, *Patrycja Nowak*², *Kinga Paluch*², *Anna Zasadni*², *Kamil Pawlak*²

¹Studenckie Koło Naukowe „mikroGRAM” przy Katedrze i Zakładzie Mikrobiologii Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

²Laboratorium Mikrobiologiczne Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego nr 4 w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: 65142@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. inż. Sylwia Andrzejczuk

Słowa kluczowe: cefiderokol, bakterie wielolekooporne, *Acinetobacter baumannii*, metoda pasków gradientowych

WPROWADZENIE: Cefiderokol (tosylan siarczan cefiderokolu), cefalosporyna sideroforowa, jest uważany za lek ostatniej szansy w leczeniu zakażeń wywołanych przez wielolekooporne Gram-ujemne bakterie, w tym *Acinetobacter baumannii*. Wnikanie tego antybiotyku do komórek bakterii jest związane z jego aktywnością jako sideroforu. Lek po związaniu żelaza wykorzystuje systemy jego transportu do periplazmy, gdzie dochodzi do jego dysocjacji od żelaza i wiązania się z białkami PBP. Ta strategia typu „konja trojańskiego” powoduje zakłócenie syntezy peptydoglikanu, ważnego składnika ściany komórkowej. Kluczową zaletą cefiderokolu jest stabilność wobec większości beta-laktamaz, zarówno serynowych (np. KPC, OXA-48), jak i metalo-beta-laktamaz (np. VIM, NDM, IMP). W obliczu narastającej oporności *A. baumannii* na antybiotyki konieczne jest monitorowanie aktywności klinicznej tego leku.

CEL PRACY: Porównanie kategorii wrażliwości klinicznych szczepów *Acinetobacter baumannii* na cefiderokol według aktualnych wytycznych CLSI, EUCAST i FDA.

MATERIAŁY I METODY: W badaniach wykorzystano 58 klinicznych szczepów *A. baumannii* przekazanych w 2025 r. do kolekcji muzealnej Katedry Mikrobiologii Farmaceutycznej po wykonaniu rutynowej diagnostyki mikrobiologicznej. Lekowrażliwość na cefiderokol oznaczano metodą pasków gradientowych (LiofilChem) w zakresie stężeń 0,016–256 µg/mL na podłożu agarowym Mueller-Hinton (Biomaxima). Klasyfikacji do kategorii wrażliwości dokonywano na podstawie wartości granicznych minimalnego stężenia hamującego wzrost (MIC), interpretowanych zgodnie z trzema dostępnymi rekomendacjami międzynarodowych instytucji: CLSI, EUCAST i FDA.

WYNIKI: Spośród badanych bakterii 24,14% (14/58) i 7,58% (7/58) produkowało odpowiednio beta-laktamazy typu OXA-23 lub OXA-40/58, podczas gdy 63,79% (37/58) szczepów nie było producentami żadnej beta-laktamazy. Na podstawie otrzymanych wartości MIC w zakresie 0,038–24 µg/mL dokonano interpretacji zgodnie z dostępnymi wytycznymi. Wśród badanej populacji *A. baumannii* znajdowało się 1,72% (1/58) i 3,45% (2/58) szczepów opornych według CLSI/FDA i EUCAST. Według CLSI żaden szczep (0/58) nie był wrażliwy, o zwiększonej ekspozycji, natomiast według EUCAST i FDA było to odpowiednio 8,62% (5/58) i 6,90% (4/58) szczepów.

WNIOSKI: Znacząca większość szczepów *A. baumannii* wykazywała wysoką wrażliwość na cefiderokol. Różnice w ich kwalifikacji do kategorii wrażliwości zgodnie z wytycznymi CLSI, EUCAST i FDA podkreślają potrzebę ujednolicenia wartości granicznych dla rutynowej diagnostyki. Obecność enzymów typu OXA-23/40/58 nie korelowała jednoznacznie z podwyższonymi wartościami MIC dla cefiderokolu, co może wskazywać na stabilność leku wobec serynowych karbapenemaz. Sugeruje to także wysoką skuteczność leku w lokalnej populacji *A. baumannii*, jednak sytuacja wymaga podjęcia stałego monitoringu z uwagi na sporadyczne przypadki występowania szczepów o wrażliwości, zwiększona ekspozycja i opornych.

ROLA KUMARYN W REGULACJI FUNKCJI POZNAWCZYCH

Sylwia Kulczycka ^{1*}, Katarzyna Wojciechowska ¹, Ewa Poleszak ¹

¹ Katedra i Zakład Farmacji Stosowanej i Społecznej Uniwersytet Medyczny w Lublinie

* Autor korespondencyjny e-mail: sylwia.kulczycka@umlub.edu.pl

Słowa kluczowe: kumaryny, zaburzenia pamięci, zaburzenia funkcji poznawczych

WPROWADZENIE: Kumaryny stanowią liczną grupę biologicznie aktywnych związków roślinnych, będących pochodnymi benzopironu. Ich głównym źródłem są owoce, szczególnie cytrusowe, a także warzywa w tym pomidory, brokuły i papryka oraz nasiona i orzechy. Znaczące ilości tych związków wykazano również w olejku cynamonowym i lawendowym [1,3,13]. Różnorodność strukturalna w budowie cząsteczkowej kumaryn warunkuje ich wielokierunkowe właściwości biologiczne, co przekłada się na szeroki zakres zastosowania m.in. w kosmetyce, przemyśle perfumeryjnym i mydlarskim, ale przede wszystkim w medycynie i farmacji. Kumarynom przypisuje się m.in. działanie przeciwwzakrzepowe, hipotensyjne, hipoglikemiczne, przeciwzapalne, przeciwbólowe, przeciwutleniające, rozkurczowe, antyoksydacyjne, przeciwnowotworowe i przeciwbakteryjne [3,6,9,13]. W ostatnich latach odnotowuje się rosnące zainteresowanie wpływem kumaryn na ośrodkowy układ nerwowy (OUN). Liczne badania potwierdziły ich działanie nasenne, przeciwdrgawkowe oraz przeciwłękowe (2,15). Niektóre kumaryny wykazują też działanie przeciwdepresyjne, modulując aktywność i funkcjonowanie układu serotonergicznego i dopaminergicznego (7,12). Coraz więcej badań potwierdza również wielokierunkową aktywność biologiczną kumaryn w leczeniu chorób przebiegających z deficytami pamięci i funkcji poznawczych w tym chorób neurodegeneracyjnych, np. chorobie Alzheimera (7,11).

CEL PRACY: Celem niniejszej pracy jest przedstawienie korzystnego wpływu kumaryn na pamięć i funkcje poznawcze, oraz wykazanie ich potencjału jako naturalnych związków wspomagających pamięć.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przeprowadzono analizę literatury naukowej opublikowanej w latach 1998-2025, dotyczącej kumaryn oraz ich oddziaływania na pamięć i funkcje poznawcze. Analiza ta obejmowała ocenę wyników dotyczących pamięci, uczenia się oraz innych procesów poznawczych. Zebrane dane poddano analizie opisowej i porównawczej.

WYNIKI: Choroby przebiegające z deficytami pamięci i funkcji poznawczych, obejmują szerokie spektrum schorzeń o różnej etiologii, w tym choroby neurodegeneracyjne, naczyniowe, metaboliczne oraz psychiczne. Do najczęstszych przyczyn zaburzeń pamięci zalicza się chorobę Alzheimera, chorobę Parkinsona, otępienie naczyniowe, udary mózgu, czy depresję [4,5]. Aktualnie dostępne terapie zaburzeń pamięci charakteryzują się ograniczoną skutecznością i mają przede wszystkim charakter objawowy. Ich działanie polega na łagodzeniu zaburzeń funkcji poznawczych oraz spowolnieniu progresji choroby, nie prowadząc jednak do jej wyleczenia. Z danych literaturowych wynika, że niektóre kumaryny, np. ksantotoksyna (XT), bergapten (BG), umbeliferon (UMB), ostol (OST) i limetyna (LIM), w badaniach na modelach zwierzęcych, wykazały korzystny wpływ na procesy pamięciowe i funkcje poznawcze. Zaobserwowane efekty przypisuje się przede wszystkim modulacji układu cholinergicznego, a także właściwościom antyoksydacyjnym i neuroprotektynowym tych związków [8,10]. Inne kumaryny takie jak dafnetyna czy eskuletyna mogą również wykazywać potencjalną skuteczność w terapii choroby Alzheimera, poprzez hamowanie aktywności acetylocholinoesterazy i butyrylocholinoesterazy [14].

WNIOSKI: Całokształt dostępnych danych wskazuje, że kumaryny posiadają zdolność wspierania pamięci i funkcji poznawczych. Poprzez ochronę neuronów, ograniczenie stresu oksydacyjnego oraz modulację układu cholinergicznego kumaryny stały się obiecującymi obiektami dalszych badań nad nowymi substancjami o działaniu prokognitywnym.

Piśmiennictwo: Dostępne u Autora

STRATEGIE MODYFIKACJI AZULENU W KIERUNKU SYNTEZY BIOKONIUGATÓW AZULEN-PEPTYDY SYGNAŁOWE JAKO NOWEJ STRATEGII W TERAPII DERMATOZ

Antonina Kurowska-Okoń^{1,2}, Monika Wujec³, Piotr Stępnicki⁴*

¹ A-Sense Sp. Z. o. o.,

² Szkoła Doktorska, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

³ Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

⁴ Katedra Chemii Biomedycznej i Analitycznej, Instytut Nauk Biologicznych, Katolicki Uniwersytet Lubelski

* Autor korespondencyjny e-mail: akurowska123@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: prof. dr hab. n. farm. Monika Wujec

Słowa kluczowe: azulen; koniugaty; peptydy sygnałowe; dermatozy; antyoksydanty; funkcjonalizacja

WPROWADZENIE: Azulen jest aromatycznym węglowodorem o niebenzenoidowej strukturze, wykazującym właściwości przeciwzapalne i antyoksydacyjne, co warunkuje jego zastosowanie w preparatach dermatologicznych. Postępujący rozwój chemii medycznej wskazuje na potrzebę projektowania związków o zwiększonej selektywności i stabilności działania. Jednym z obiecujących kierunków jest tworzenie biokoniugatów łączących małocząsteczkowe antyoksydanty z peptydami sygnałowymi zdolnymi do ukierunkowanego działania w środowisku stresu oksydacyjnego.

CEL PRACY: Celem pracy było opracowanie i ocena strategii chemicznej modyfikacji pierścienia azulenowego umożliwiającej jego sprzężanie z peptydami sygnałowymi o potencjale antyoksydacyjnym jako kandydatów do terapii dermatoz.

MATERIAŁY I METODY: Zaprojektowano ścieżki syntezy obejmujące funkcjonalizację azulenu poprzez wprowadzenie reaktywnych grup (karboksylowych, hydroksylowych, aminowych), umożliwiających tworzenie trwałych wiązań kowalencyjnych z resztami aminokwasowymi peptydów. Proces sprzężania prowadzono z wykorzystaniem klasycznych metod aktywacji grup karboksylowych oraz kondensacji do wiązań amidowych. Otrzymane biokoniugaty analizowano z zastosowaniem metod spektroskopowych (m.in. NMR, IR, MS) w celu potwierdzenia struktury.

WYNIKI: Opracowane strategie umożliwiły skuteczne wprowadzenie grup funkcyjnych do układu azulenowego oraz otrzymanie stabilnych biokoniugatów azulen-peptyd. Analiza strukturalna potwierdziła powstanie wiązań amidowych między zmodyfikowanym azulenem a fragmentami peptydowymi. Zaprojektowane układy wykazują potencjał zwiększonej stabilności chemicznej oraz możliwość ukierunkowanego działania antyoksydacyjnego w porównaniu z niemodyfikowanym azulenem.

WNIOSKI: Modyfikacja chemiczna azulenu w celu uzyskania biokoniugatów z peptydami sygnałowymi stanowi obiecującą strategię projektowania nowych związków o potencjalnym zastosowaniu w terapii dermatoz. Połączenie właściwości przeciwzapalnych azulenu z selektywnością peptydów może przyczynić się do zwiększenia skuteczności terapeutycznej i ograniczenia działań niepożądanych. Dalsze badania *in vitro* i *in vivo* są niezbędne w celu pełnej oceny bezpieczeństwa oraz efektywności opracowanych struktur.

Piśmiennictwo:

- Guarrera, M., Turbino, L., & Rebora, A. (2001). The anti-inflammatory activity of azulene. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 15(5), 486–487.
- Sizova, N. V. (2012). Composition and antioxidant activity of essential oils containing azulene derivatives. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 46(6), 369–371.
- Bakun, P., Czarczynska-Goslinska, B., Goslinski, T., & Lijewski, S. (2021). *In vitro* and *in vivo* biological activities of azulene derivatives with potential applications in medicine. *Medicinal Chemistry Research*, 30(4), 834–846.
- Skibska, A., & Perlikowska, R. (2021). Signal peptides—Promising ingredients in cosmetics. *Current Protein & Peptide Science*, 22(10), 716–728.
- Xin, H., Hou, B., & Gao, X. (2021). Azulene-based π -functional materials: Design, synthesis, and applications. *Accounts of Chemical Research*, 54(7), 1737–1753.



NOWE KIERUNKI LECZENIA DEPRESJI LEKOOPORNYCH

Gabriela Lipiec*

Studenckie Koło Naukowe „Synapsa” przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: gabriela.lipiec2@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: Prof. dr hab. n. farm. Grażyna Biała

Słowa kluczowe: depresja lekooporna; leczenie depresji; esketamina; neuromodulacja

WPROWADZENIE: Depresja lekooporna (TRD – Treatment-Resistant Depression) jest podtypem depresji definiowanym jako brak satysfakcjonującej poprawy klinicznej, mimo zastosowania co najmniej dwóch konwencjonalnych terapii lekami przeciwdepresyjnymi o różnym mechanizmie działania, podawanych w odpowiedniej dawce i przez wymagany czas. Problem ten dotyczy nawet do 30% pacjentów zmagających się z zaburzeniami depresyjnymi i stanowi jedno z najpoważniejszych wyzwań współczesnej medycyny. Klasyczna hipoteza monoaminergiczna, oparta na niedoborze neuroprzekaźników okazuje się niewystarczająca do wyjaśnienia pełnego patomechanizmu TRD, co podkreśla złożone podłoże choroby. Współczesne badania podkreślają rolę zaburzeń neuroplastyczności, dysfunkcje układu glutaminergicznego oraz GABA-ergicznego, a także występowania przewlekłego stanu zapalnego w obrębie ośrodkowego układu nerwowego. Zrozumienie tych mechanizmów stało się podstawą medycyny spersonalizowanej, która pozwala na odejście od schematycznego leczenia na rzecz terapii celowanych, szczególnie ważnych w leczeniu zaburzeń depresyjnych.

CEL PRACY: Analiza nowoczesnych kierunków terapeutycznych w leczeniu depresji lekoopornej, obejmująca różne teorie patomechanizmu depresji oraz zaawansowane metody neuromodulacji.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przeszukano bazy naukowe Scopus oraz PubMed pod kątem badań naukowych dotyczących nowych kierunków leczenia TRD. Zakres źródeł zawężono do publikacji wydanych w latach 2021-2026. Dobór publikacji oparto na słowach kluczach: „TRD”; „depression”; „neuromodulation”.

WYNIKI: Terapia TRD zmierza w stronę wielokierunkowej modulacji neurotransmisji i plastyczności neuronalnej. Uwagę przykuwa wysoka skuteczność esketaminy w szybkiej redukcji objawów oraz potencjał neurosteroidów i leków przeciwzapalnych w personalizacji leczenia. W obszarze metod nefarmakologicznych kluczową rolę odgrywa przezskórna stymulacja nerwu błędnego (taVNS) oraz głęboka stymulacja mózgu (DBS).

WNIOSKI: Współczesna terapia depresji lekoopornej odchodzi od uniwersalnych schematów na rzecz precyzyjnego dopasowania leczenia do profilu biologicznego pacjenta. Integracja nowoczesnych leków z technikami takimi jak VNS czy DBS otwiera nowe możliwości terapeutyczne. Innowacje te pokazują, jak dynamicznie zmienia się opieka nad pacjentem, stawiając na szybki efekt i realną poprawę jakości życia.

Piśmiennictwo:

Borbély É., Simon M., Fuchs E., Wiborg O., Czéh B., & Helyes Z. (2022). Novel drug developmental strategies for treatment-resistant depression. *British Journal of Pharmacology*, 179(6), 1146–1186. <https://doi.org/10.1111/bph.15753>

Figee M., Riva-Posse P., Ki Sueng Choi, Bederson L., Mayberg H. S., & Kopell B. H. (2022). Deep brain stimulation for depression. *Neurotherapeutics*, 19(4), 1229–1245. <https://doi.org/10.1007/s13311-022-01270-3>

Gałecki P., & Bliźniewska-Kowalska K. (2021). Depresja oporna na leczenie – zalecenia Konsultanta Krajowego w dziedzinie psychiatrii. *Psychiatria Polska*, 55(1), 7–21. <https://doi.org/10.12740/PP/OnlineFirst/115208>

Kaczmarczyk M., Antosik-Wójcińska A., Dominiak M., & Świącicki Ł. (2021). Zastosowanie przezskórnej usznej stymulacji nerwu błędnego (taVNS) w leczeniu pacjentów z depresją lekooporną – badanie pilotażowe, prezentacja pięciu przypadków klinicznych. *Psychiatria Polska*, 55(3), 555–564. <https://doi.org/10.12740/PP/OnlineFirst/115191>

Kajumba M. M., Kakooza-Mwesige A., Nakasujja N., Koltai D., & Canli T. (2024). Treatment-resistant depression: molecular mechanisms and management. *Molecular Biomedicine*, 5(1), 43. <https://doi.org/10.1186/s43556-024-00205-y>

POLIPRAGMAZJA U OSÓB STARSZYCH JAKO WYZWANIE ZDROWIA PUBLICZNEGO: ROLA FARMACEUTY I NARZĘDZI CYFROWYCH

Natalia Łepik

Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Zakład Farmacji Klinicznej i Opieki Farmaceutycznej, Wojewódzki Szpital im. Św. Ojca Pio w Przemysłu

*Autor korespondencyjny e-mail: anna.kijewska@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Anna Kijewska

Słowa kluczowe: polipragmazja; osoby starsze; przegląd lekowy; opieka farmaceutyczna; bezpieczeństwo farmakoterapii; interakcje lekowe

WPROWADZENIE: Polipragmazja u osób starszych zwiększa ryzyko interakcji lekowych, działań niepożądanych, spadku adherencji oraz kaskady przepisywania. Przeglądy lekowe stanowią kluczowe narzędzie ograniczania tych ryzyk w ramach opieki farmaceutycznej.

CEL PRACY: Ocena najczęstszych problemów lekowych u pacjentów ≥ 65 lat z polipragmazją oraz opis interwencji farmaceutycznych realizowanych w ramach przeglądu lekowego z wykorzystaniem narzędzia cyfrowego.

MATERIAŁY I METODY: Przeanalizowano dokumentację medyczną i farmakologiczną 54 pacjentów w wieku ≥ 65 lat, przyjmujących ≥ 5 leków. Oceniano liczbę i rodzaj stosowanych preparatów, choroby przewlekłe, problemy lekowe oraz typy interwencji farmaceutycznych. Analizę wsparto aplikacją internetową doradztwolekowe.pl (PHARMINDEX Poland Sp. z o.o.).

WYNIKI: Najczęściej identyfikowane problemy obejmowały nieuzasadnione/zbędne stosowanie leków, potencjalne interakcje farmakologiczne oraz błędy w dawkowaniu. Interwencje farmaceutyczne umożliwiły uporządkowanie farmakoterapii, w tym redukcję liczby leków oraz poprawę bezpieczeństwa terapii.

WNIOSKI: Polipragmazja pozostaje istotnym wyzwaniem zdrowia publicznego i wymaga podejścia interdyscyplinarnego. Farmaceuta – poprzez przeglądy lekowe, edukację pacjentów i monitorowanie farmakoterapii, wspierane narzędziami cyfrowymi – odgrywa kluczową rolę w minimalizowaniu ryzyka związanego z nadmierną farmakoterapią. Rozwój usług opieki farmaceutycznej może ograniczać hospitalizacje i koszty leczenia oraz poprawiać jakość życia seniorów.

Piśmiennictwo:

1. United Nations Department of Economic and Social Affairs, World Population Ageing 2019, 2019. Online: <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210045544>
2. Lewicka E., Rady seniorów. Obraz, typologia, perspektywy, Narodowy Instytut Wolności, 2024. Online: https://niw.gov.pl/wp-content/uploads/2024/12/Rady_seniorow.pdf
3. Ministerstwo Zdrowia, Zdrowie osób starszych, 2024. Online: <https://www.gov.pl/web/zdrowie/zdrowie-osob-starszych>
4. Proniewska-Sadowska M., Matusiak U., Tałałaj M., „Polipragmazja – wyzwanie dla lekarzy POZ”, Forum Medycyny Rodzinnej, 2020; 14(4):165-172. Online: https://journals.viamedica.pl/forum_medycyny_rodzinnej/article/view/69712/51755
5. Neumann-Podczaska A., Wieczorowska-Tobis K., „Optymalizacja farmakoterapii starszych pacjentów z ciężką wielolekowością.” Gerontologia Polska, nr 27, 2019.
6. Czarkowski W., Bischof S., Mleczko K., Dziadkiewicz P., Kmita D., Wójcik M., Janecki M., „Polipragmazja jako problem terapeutyczny w populacji pacjentów objętych opieką paliatywną i geriatryczną.” Medycyna Paliatywna, nr 1, 2021.
7. Wierucki K., Błeszyńska E., Gaciąg Z., Jagiełło K., Sznirowska M., Wieczorowska-Tobis K., Wierzbka K., Więcek A., Woch S., & Zdrojewski T., „III.33. Farmakoterapia.”
8. Bogdan M., Świeczkowski D., Religioni U., Rola farmaceuty w polskim systemie ochrony zdrowia w kontekście ochrony zdrowia publicznego. Farmacja Współczesna, 2017. Online: <https://www.akademiamedycyny.pl/wp-content/uploads/2018/01/1-1.pdf>
9. Henman M. C., Rava S., Lery F.-X. Council of Europe Resolution on the implementation of pharmaceutical care – a step forward in enhancing the appropriate use of medicines and patient-centred care. (2024). Online: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10815874/>
10. Opieka farmaceutyczna – kompleksowa analiza procesu wdrożenia. Ministerstwo Zdrowia.
11. Błażniak A., Telegeriatria. Innowacje technologiczne a jakość życia seniorów, 2015, Online: <http://repozytorium.ukw.edu.pl/handle/item/6087>
12. Przegląd lekowy w aptece. Nowe narzędzia IT dla farmaceutów. OSOZ Polska. 2024. Online: <https://blog.osoz.pl/przegląd-lekowy-w-aptce-jak-go-zrealizować-cyfrowo>



NANOCZĄSTKI METALI JAKO STYMULATORY AKTYWNOŚCI ANTYOKSYDACYJNEJ, BIOSYNTETY POLIFENOLI I FLAWONOIDÓW W KULTURACH *IN VITRO* *BRASSICA OLERACEA* VAR. *ACEPHALA*

Aleksandra Łukaszyk^{1,2*}, Inga Kwiecień¹, Barbara Kusznierecz³, Anita Kanik⁴, Eliza Blicharska⁴, Małgorzata Tatarczak-Michalewska⁴, Katarzyna Czarnek⁵, Dariusz Majerek⁶, Grzegorz Wójcik⁷, Agnieszka Szopa¹

¹Katedra Biotechnologii Roślin i Grzybów Leczniczych, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków, Polska

²Szkoła Doktorska Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, ul. Św. Łazarza 16, 30-530, Kraków, Polska

³Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności, Wydział Chemii, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Polska

⁴Katedra Patobiologii i Interdyscyplinarnych Zastosowań Chromatografii Jonowej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin, Polska

⁵Instytut Nauk Medycznych, Wydział Nauk Medycznych, Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, ul. Konstantynów H 1, 20-708 Lublin, Polska

⁶Katedra Matematyki Stosowanej, Wydział Matematyki i Informatyki, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 38, 20-618 Lublin, Polska

⁷Katedra Chemii Nieorganicznej, Instytut Nauk Chemicznych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, ul. Plac Marii Curie-Skłodowskiej 2, 20-031 Lublin, Polska

* Autor korespondencyjny e-mail: aleksandra.lukaszyk@student.uj.edu.pl

Opiekunowie naukowcy pracy: Prof. dr hab. Agnieszka Szopa, Dr Inga Kwiecień

Słowa kluczowe: *Brassica oleracea* var. *acephala*; potencjał antyoksydacyjny; kultury *in vitro*; nanocząstki

WPROWADZENIE: *Brassica oleracea* var. *acephala* (jarmuż zielony) jest ceniony za unikalny profil odżywczy, obejmujący glukozynolany, kwasy fenolowe i flawonoidy, a także witaminy oraz minerały, co stawia go wysoko w hierarchii żywności funkcjonalnej jako produkt „super-food”. Związki bioaktywne jarmużu odznaczają się silnymi właściwościami przeciwutleniającymi, przeciwdrobnoustrojowymi, przeciwzapalnymi i przeciwnowotworowymi, co potwierdzono zarówno badaniami *in vitro*, jak i *in vivo* (Łukaszyk et al., 2025). Nowoczesna biotechnologia roślin poszukuje skutecznych metod zwiększania biosyntezy związków bioaktywnych — jedną z nich jest stosowanie nanocząstek metali jako elicytorów.

CEL PRACY: Celem pracy było zbadanie efektu suplementacji pędów *in vitro* *B. oleracea* var. *acephala* niejonowymi nanocząstkami metali (5-15 ppm, < 5nm): złota (AuNPs), platyny (PtNPs), srebra (AgNPs) i miedzi (CuNPs) na aktywność antyoksydacyjną oraz całkowitą zawartość flawonoidów oraz polifenoli.

MATERIAŁY I METODY: Wytrąsane kultury pędowe *B. oleracea* var. *acephala* prowadzono w płynnej pożywce Murashige-Skooga (MS) bez dodatku regulatorów wzrostu w 14-dniowym cyklu hodowlanych. Podłoże było suplementowane AuNPs, PtNPs, AgNPs i CuNPs w stężeniach 0, 5, 10 i 15 ppm (aXonnite®, NANO-TECH). Eksperyment przeprowadzono w trzech seriach (n=5). Aktywność przeciwutleniającą ekstraktów metanolowych analizowano testami ABTS, CUPRAC, DPPH oraz FRAP. Całkowitą zawartość flawonoidów zbadano stosując zmodyfikowany kolorymetryczny test chlorku glinu, natomiast polifenoli metodą Folina-Ciocalteu.

WYNIKI: Wykazano, że najskuteczniejszym elicytorem były PtNPs. Ekstrakty z pędów *B. oleracea* var. *acephala* traktowanych PtNPs charakteryzowały się najwyższą aktywnością antyoksydacyjną we wszystkich zastosowanych testach (ABTS, CUPRAC, DPPH i FRAP), a wartości rosły wraz ze zwiększaniem stężenia NPs. Jednocześnie PtNPs istotnie zwiększały biosyntezę metabolitów wtórnych — całkowita zawartość flawonoidów osiągała 2,07–3,43 mg QE/g DW, a polifenoli 1,13–1,46 mg GA/g DW. Wyniki jednoznacznie potwierdzają, że PtNPs najefektywniej podnoszą zarówno potencjał antyoksydacyjny, jak i poziom związków fenolowych w pędach jarmużu.

WNIOSKI: Nanocząstki metali, zwłaszcza PtNPs, silnie stymulują potencjał antyoksydacyjny oraz zwiększają biosyntezę flawonoidów i polifenoli w kulturach *in vitro* jarmużu zielonego. Stanowią obiecujące narzędzie elicytacji metabolicznej, mogące znaleźć zastosowanie w biotechnologicznej produkcji nutraceutyków i surowców farmaceutycznych.

Finansowanie: Badania te zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki, numer grantu 2023/49/B/NZ7/02428.

Piśmiennictwo:

Łukaszyk, A., Kwiecień, I., Kanik, A., Blicharska, E., Tatarczak-Michalewska, M., Białowś, W., Czarnek, K., & Szopa, A. (2025). Nutritional, Therapeutic, and Functional Food Perspectives of Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*): An Integrative Review. *Molecules*, 30(21), 4214. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES30214214>

KARXT (XANOMELINA + TROSPIUM) – PRZEŁOM W LECZENIU SCHIZOFRENII BEZ BLOKADY RECEPTORÓW D2?

Adrianna Machnikowska^{1}, Dominika Kuceł¹, Maria Małysz¹*

¹ *Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką Uniwersytetu Medycznego w Lublinie, ul. Chodźki 4a, 20-093 Lublin*

*Autor korespondencyjny e-mail: adamachnikowska@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: prof. dr hab. n. farm. Grażyna Biała

Słowa kluczowe: schizofrenia, xanomelina, trospium

WPROWADZENIE: Leczenie schizofrenii opiera się głównie na blokadzie receptorów dopaminowych D2, co wiąże się z istotnymi działaniami niepożądanymi, w tym objawami pozapiramidowymi i zaburzeniami metabolicznymi. KarXT, będący połączeniem xanomeliny (agonisty receptorów muskarynowych M1/M4) i trospium (obwodowego antagonisty muskarynowego), reprezentuje nową strategię terapeutyczną niezależną od bezpośredniej modulacji receptorów D2.

CEL PRACY: Celem pracy jest przegląd i analiza dostępnych danych dotyczących leku KarXT (xanomelina + trospium) jako nowej strategii terapeutycznej w schizofrenii, ze szczególnym uwzględnieniem jego mechanizmu działania, skuteczności klinicznej oraz profilu bezpieczeństwa

METODOLOGIA PRZEGŁĄDU: Praca została przygotowana na podstawie szczegółowej analizy dostępnej literatury naukowej, uwzględniając najnowsze publikacje na temat xanomeliny i trospium w leczenie schizofrenii. Do tego celu wykorzystano bazy danych, głównie PubMed. Publikacje przeanalizowano pod względem skuteczności, bezpieczeństwa, mechanizmów neurobiologicznych oraz implikacji klinicznych dotyczące bezpośrednio omawianej interwencji.

WYNIKI: Analiza literatury wskazuje, że KarXT reprezentuje nową klasę leków przeciwpsychotycznych, których działanie opiera się na modulacji receptorów muskarynowych M1 i M4. Mechanizm ten umożliwia uzyskanie efektu przeciwpsychotycznego bez bezpośredniej blokady receptorów D2. Badania kliniczne wykazały istotną redukcję nasilenia objawów psychotycznych. Jednocześnie profil bezpieczeństwa KarXT różni się od klasycznych i atypowych neuroleptyków – obserwuje się słabsze objawy pozapiramidowe oraz mniejsze ryzyko zaburzeń metabolicznych.

WNIOSKI: Przegląd dostępnych danych wskazuje, że KarXT stanowi istotny krok w kierunku zmiany leczenia schizofrenii. Zastosowanie mechanizmu niezależnego od bezpośredniej blokady receptorów D2 może przełożyć się na korzystniejszy profil tolerancji i nowe możliwości terapeutyczne, szczególnie u pacjentów z wysokim ryzykiem działań niepożądanych związanych z klasycznymi neuroleptykami.

Piśmiennictwo:

- [1] Brannan, S. K., Sawchak, S., Miller, A. C., Lieberman, J. A., Paul, S. M., & Breier, A. (2021). Muscarinic cholinergic receptor agonist and peripheral antagonist for schizophrenia. *New England Journal of Medicine*, 384(8), 717–726.
- [2] Harvey, P. D., Kaul, I., Chataverdi, S., Patel, T., Claxton, A., Sauder, C., Saber, J. N., Brannan, S. K., & Horan, W. P. (2025). Capturing changes in social functioning and positive affect using ecological momentary assessment during a 12-month trial of xanomeline and trospium chloride in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 276, 117–126.
- [3] Kaul, I., Sawchak, S., Walling, D. P., Tamminga, C. A., Breier, A., Zhu, H., Miller, A. C., Paul, S. M., & Brannan, S. K. (2024). Efficacy and safety of xanomeline–trospium chloride in schizophrenia: A randomized clinical trial. *JAMA Psychiatry*, 81(8), 749–756.
- [4] Vaidya, S., Guerin, A. A., Walker, L. C., & Lawrence, A. J. (2022). Clinical efficacy of muscarinic receptor–targeted interventions in neuropsychiatric disorders: A systematic review. *CNS Drugs*, 36(11), 1171–1206.



OCENA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNYCH PREPARATÓW EMULSYJNYCH ZAWIERAJĄCYCH HYDROLIZAT SKROBIOWY

Katarzyna Machowiec^{2}, Hubert Nowak²*

¹ Katedra i Zakład Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: 63701@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Piotr Belniak¹

Słowa kluczowe: hydrolizat skrobiowy; lepkość; reologia

WPROWADZENIE: Substancje modyfikujące właściwości reologiczne stanowią istotny element formulacji preparatów emulsyjnych, wpływając na ich stabilność fizyczną, trwałość oraz właściwości aplikacyjne. Odpowiednio dobrana lepkość i charakter przepływu ograniczają zjawiska niepożądane, takie jak śmietankowanie, flokulacja czy koalescencja fazy rozproszonej, a także determinują komfort stosowania i rozprowadzania preparatu na powierzchni skóry lub błon śluzowych. Hydrolizaty skrobiowe, będące produktami częściowej depolimeryzacji skrobi, wykazują zdolność do modyfikowania lepkości oraz struktury reologicznej układów rozproszonych. Z uwagi na swoje pochodzenie naturalne, biodegradowalność oraz dobrą tolerancję biologiczną stanowią interesującą alternatywę dla syntetycznych substancji pomocniczych, takich jak karbomery czy pochodne celulozy. Ocena wpływu hydrolizatu skrobiowego na parametry reologiczne emulsji pozwala na określenie jego przydatności technologicznej w formulacji nowoczesnych preparatów farmaceutycznych i kosmetycznych.

CEL PRACY: Celem pracy była ocena właściwości reologicznych emulsji zawierających hydrolizat skrobiowy.

MATERIAŁY I METODY: Sporządzono 5 serii w których zastosowano hydrolizaty skrobi - SH2 (uzyskany według przepisu patentowego w Katedrze i Zakładzie Farmacji Stosowanej i Społecznej) w stężeniach procentowych 1%, 3%, 5% oraz 7,5%. Emulsje otrzymano przy użyciu unguatora. Następnie otrzymane preparaty poddano badaniom zgodnie z wytycznymi FP XIII tj. badanie lepkości, pomiar płynięcia w reowiskozymetrze RheolabQC Anton Paar z układem Peltiera. Analizowano zmiany tych parametrów w czasie (do 30 dni), aby ocenić wpływ hydrolizatu na stabilność emulsji.

WYNIKI: Uzyskane wyniki wykazały, że dodatek SH2 na poziomie 7,5% zwiększył lepkość układu do 1155,8 mPa x s, co pozytywnie wpływał na stabilność i jednorodność fizykochemiczną emulsji, ograniczając flokulację cząstek fazy olejowej. Obserwacje te potwierdzają, że hydrolizaty skrobiowe mogą pełnić funkcję stabilizatorów emulsji, co czyni je atrakcyjnym składnikiem recepturowym w preparatach farmaceutycznych.

WNIOSKI: Krzywe płynięcia emulsji wykazują cechy płynięcia dla cieczy plastycznych. Dodatki hydrolizatu SH2 stabilizuje emulsje, wydłużając czas przechowywania.

Piśmiennictwo:

1. Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych. (2023). *Farmakopea Polska XIII*.
2. Akbari, S., & Nour, A. H. (2018). *Emulsion types, stability mechanisms and rheology: A review. International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 1(1), 11–17. <https://doi.org/10.53894/ijirss.v1i1.4>
3. Compart, J., Singh, A., Fettke, J., & Apriyanto, A. (2023). *Customizing starch properties: A review of starch modifications and their applications. Polymers*, 15(16), 3491. <https://doi.org/10.3390/polym15163491>

STAŁA STYMULACJA DOPAMINERGICZNA W CHOROBY PARKINSONA – CZY SPOSÓB PODAWANIA LEKU JEST WAŻNIEJSZY NIŻ SAM LEK?

Milena Majchrzyk^{1*}, Kamila Kisielewicz¹, Ewa Gibuła-Tarłowska²

¹ Studenckie Koło Naukowe „Synapsa” przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Katedra i Zakład Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: milena.majchrzyk@interia.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Ewa Kędzierska

Słowa kluczowe: choroba Parkinsona, stała stymulacja dopaminergiczna

WPROWADZENIE: Choroba Parkinsona jest przewlekłą, postępującą chorobą neurodegeneracyjną układu pozapiramidowego, prowadzącą do stopniowego upośledzenia kontroli ruchu. Jej podłożem jest degeneracja neuronów dopaminergicznych części zbitęj istoty czarnej, skutkująca zaburzeniem równowagi funkcjonalnej w obrębie pętli pędów podstawy. Klinicznie manifestuje się przede wszystkim bradykinezą, sztywnością mięśniową oraz drżeniem spoczynkowym. Terapia choroby Parkinsona polega przede wszystkim na uzupełnianiu niedoboru dopaminy w ośrodkowym układzie nerwowym (OUN), poprzez stosowanie jej prekursora (lewodopy) lub aktywacji receptorów dopaminergicznych. Tradycyjne doustne podawanie lewodopy, mimo że pozostaje złotym standardem leczenia, prowadzi do pulsacyjnego wchłaniania leku oraz krótkotrwałych wahań jego stężenia w OUN. Skutkuje to nieregularną stymulacją receptorów dopaminergicznych, co sprzyja rozwojowi fluktuacji ruchowych oraz zjawiska „on-off” u pacjentów z bardziej zaawansowaną postacią choroby. Koncepcja stałej stymulacji dopaminergicznej (*continuous dopaminergic stimulation*, CDS) zakłada ograniczenie tych wahań poprzez utrzymanie możliwie stabilnego tonicznego pobudzenia receptorów dopaminergicznych.

CEL PRACY: Celem pracy jest analiza wpływu drogi i technologii podania leków dopaminergicznych na ograniczenie skutków pulsacyjnej stymulacji receptorów dopaminowych oraz omówienie metod umożliwiających realizację koncepcji CDS.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przeglądu literatury dokonano zgodnie z wytycznymi PRISMA 2020. Analizie poddano publikacje indeksowane w bazach PubMed, Scopus, Web of Science. Wyszukiwanie przeprowadzono z użyciem słów kluczowych: *advanced Parkinson's disease*, *continuous dopaminergic stimulation*. Uwzględniono artykuły oryginalne, przeglądowe oraz wytyczne kliniczne dotyczące terapii zaawansowanej choroby Parkinsona. Wykluczono prace niepełnotekstowe, doniesienia kazuistyczne oraz publikacje niezwiązane bezpośrednio z zagadnieniem ciągłej stymulacji dopaminergicznej. Selekcję przeprowadzono wstępnie na podstawie tytułów i abstraktów (20 prac), następnie po analizie pełnych tekstów (14 prac). Ostatecznie do analizy włączono 6 publikacji spełniających przyjęte kryteria.

WYNIKI: Analiza literatury wskazuje, że koncepcja CDS opiera się na utrzymaniu możliwie stabilnego, tonicznego pobudzenia receptorów dopaminowych, co ogranicza patologiczne zmiany plastyczności postsynaptycznej indukowane przez pulsacyjne podawanie lewodopy. Strategie terapeutyczne realizujące założenia CDS obejmują: preparaty lewodopy o przedłużonym uwalnianiu, dojelitową infuzję lewodopy z karbidopą, podskórną ciągłą infuzję foslewodopy z foskarbidopą lub apomorfiny oraz przezskórne systemy transdermalne z rotygotyną. Metody te omijają zmienność wchłaniania z przewodu pokarmowego, umożliwiając uzyskanie bardziej stabilnych stężeń leku w OUN. W badaniach klinicznych wykazano istotne zmniejszenie czasu „off”, redukcję dyskinez indukowanych lewodopą oraz poprawę funkcjonowania pacjentów.

WNIOSKI: W terapii zaawansowanej choroby Parkinsona znaczenie ma nie tylko wybór substancji czynnej, lecz również droga i technologia jej podania. Dane kliniczne wskazują, że stabilizacja profilu farmakokinetycznego lewodopy lub agonistów dopaminy przekłada się na bardziej fizjologiczną stymulację receptorów dopaminergicznych, ograniczenie fluktuacji ruchowych oraz poprawę jakości życia pacjentów.

Piśmiennictwo:

Bogucki Andrzej; Apomorfina w zaawansowanej chorobie Parkinsona, *Neurologia i Neurochirurgia Polska* 2013;47,5:476-483

Cheng-long Xie, Wen-Wen Wang, Su-fang Zhang, Jing Gan, Zhen-Guo Liu; Continuous dopaminergic stimulation (CDS)-based treatment in Parkinson's disease patients with motor complications: A systematic review and meta-analysis, *SciRep*. 2014 Aug 12;4:6027

Insha Zahoor, Amrina Shafiq and Ehtishamul Haq; Chapter 7 Pharmacological Treatment of Parkinson's Disease; *Parkinson's Disease: Pathogenesis and Clinical Aspects*; Codon Publications; 2018 Dec 21.



PORÓWNANIE DŁUGODZIAŁAJĄCYCH NEUROLEPTYKÓW W POSTACI INIEKCJI (LAI) Z FORMAMI DOUSTNYMI W ASPEKcie TERAPEUTYCZNYCH KORZYŚCI DLA PACJENTÓW ZE SCHIZOFRENIĄ

Olga Matek^{1}, Karolina Marzęda¹, Milena Majchrzyk¹*

¹Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmacji Stosowanej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: olga230703@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Regina Kasperek-Nowakiewicz

Słowa kluczowe: LAI, doustne neuroleptyki, efektywność, porównanie

WPROWADZENIE: Schizofrenia jest przewlekłym, złożonym zespołem chorobowym o niejednoznacznej etiologii. Zależy od wielu czynników, takich jak czynniki genetyczne, stresowe, czy zaburzenia neuroprzekaźników. Leczenie farmakologiczne ma charakter długoterminowy i wymaga indywidualizacji w zależności od przebiegu choroby. Oprócz codziennie stosowanych neuroleptyków (leków przeciwpsychotycznych) w formach doustnych istnieje możliwość podania preparatów o przedłużonym działaniu w formie iniekcji. Znaczenie podjętego tematu wynika z potrzeby uporządkowania danych naukowych oraz przedstawienia różnic związanych z działaniem i wykorzystaniem neuroleptyków w postaci iniekcji w porównaniu z formą doustną, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów klinicznie istotnych dla bezpieczeństwa i skuteczności leczenia schizofrenii.

CEL PRACY: Celem przeglądu jest ocena czy stosowanie leków przeciwpsychotycznych w postaci iniekcji wiąże się z istotnymi korzyściami klinicznymi w porównaniu z terapią doustną u pacjentów ze schizofrenią.

METODOLOGIA PRZEGŁĄDU: Przeprowadzono systematyczne przeszukanie artykułów w bazie danych PubMed z ostatnich pięciu lat pod hasłami schizofrenia, LAI oraz doustne leki przeciwpsychotyczne. Analizowano parametry takie jak droga podawania, ryzyko zgonu pacjentów, nawrotu choroby, hospitalizacji, przestrzeganie warunków leczenia, ilość prób samobójczych oraz właściwości fizyczne, chemiczne i parametry farmakokinetyczne form doustnych i iniekcji. Zwrócono szczególną uwagę na porównanie preparatów LAI i leków doustnych zarówno neuroleptyków pierwszej jak i drugiej generacji [1-4]. Kryteriami włączenia byli pacjenci powyżej 18 roku życia z rozpoznaniem schizofrenii w badaniu RCT [4] i metaanalizach [1,4].

WYNIKI: Postacie LAI wykazywały podobne właściwości z doustnymi formami leków neuroleptycznych pod względem skuteczności. Dzięki analizie dostępnych leków i ich sposobu podania można stwierdzić, że leki zastosowane w iniekcjach powodują mniejsze działania niepożądane w porównaniu z lekami podanymi doustnie oraz lepiej utrzymują stabilne stężenie leku w organizmie pacjenta, co przekłada się na korzystny efekt kliniczny. Leczenie olanzapiną LAI wykazywało mniejszy wpływ na przyrost masy ciała oraz niższą częstość działań niepożądanych o charakterze cholinolitycznym niż leczenie postacią doustną. Podanie paliperydonu LAI powodowało mniejszy wzrost prolaktyny i wiązało się z niższym ryzykiem objawów pozapiramidowych niż jego odpowiednik doustny

WNIOSKI: Stosowanie długodziałających leków przeciwpsychotycznych w postaci iniekcji wiąże się z mniejszym ryzykiem przerwania leczenia, hospitalizacji oraz zgonu w porównaniu z lekami doustnymi. LAI szczególnie zalecane są u pacjentów, którzy nie stosują się do zaleceń lekarza, są objęci większym ryzykiem nawrotu choroby lub mają skłonności samobójcze. Ta postać leków wykazuje wysoką skuteczność w leczeniu ostrej fazy schizofrenii i niesie za sobą mniejsze ryzyko wystąpienia niektórych działań niepożądanych. Jednak dla pacjentów stosujących się do wskazań lekarskich na pewno forma doustna jest bardziej przyjazna.

Piśmiennictwo:

- [1]. Aymerich C, Salazar de Pablo G, Pacho M, Pérez-Rodríguez V, Bilbao A, Andrés L, Pedruzo B, Castillo-Sintes I, Aranguren N, Fusar-Poli P, Zorrilla I, González-Pinto A, González-Torres MÁ, Catalán A. All-cause mortality risk in long-acting injectable versus oral antipsychotics in schizophrenia: a systematic review and meta-analysis. *Mol Psychiatry*. 2025 Jan
- [2]. Bardi F, Moccia L, Kotzalidis GD, Boggio G, Brugnamì A, Sfratta G, Janiri D, Sani G, Simonetti A. Clinical Outcomes in Patients with Schizophrenia Treated with Long-Acting Injectable vs. Oral Antipsychotics: A Naturalistic Study. *Healthcare (Basel)* 2025 Jul
- [3]. Correll CU, Kim E, Sliwa JK, Hamm W, Gopal S, Mathews M, Venkatasubramanian R, Saklad SR. Pharmacokinetic Characteristics of Long-Acting Injectable Antipsychotics for Schizophrenia: An Overview. *CNS Drugs*. 2021 Jan
- [4]. Wang D, Schneider-Thoma J, Sifakis S, Qin M, Wu H, Zhu Y, Davis JM, Priller J, Leucht S. Efficacy, acceptability and side-effects of oral versus long-acting-injectables antipsychotics: Systematic review and network meta-analysis. *Eur Neuropsychopharmacol*. 2024 Jun

PSYLOCYBINA W LECZENIU DEPRESJI LEKOOPORNEJ - NOWY KIERUNEK TERAPEUTYCZNY CZY PRZEJŚCIOWY TREND?

Marta Mazur^{1*}, Karolina Jeczeń¹, Ewa Kędzierska², Jolanta Orzelska-Górka²

¹Studenckie Koło Naukowe „Synapsa” przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

²Katedra i Zakład Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

* Autor korespondencyjny e-mail: martamazur1207@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr n. med. i n. o zdr. Justyna Kawka

Słowa kluczowe: psylocybina, psylocyna, depresja lekooporna, neuroplastyczność, receptor 5-HT2A

WPROWADZENIE: Klasyczne psychodeliki, w tym psylocybina, działające głównie jako agoniści receptora 5-HT2A, ponownie znalazły się w centrum zainteresowania psychiatrii ze względu na potencjalne, szybkie i długotrwałe działanie przeciwdepresyjne. Ograniczona skuteczność konwencjonalnych leków przeciwdepresyjnych, zwłaszcza u pacjentów z depresją lekooporną (*treatment-resistant depression*, TRD), oraz rozwój koncepcji szybko działających leków przeciwdepresyjnych (rapid-acting antidepressants, RAADs) uzasadniają potrzebę systematycznej analizy aktualnych danych przedklinicznych i klinicznych.

CEL PRACY: Celem niniejszego przeglądu było podsumowanie aktualnej wiedzy dotyczącej mechanizmów działania psylocybiny oraz ocena jej potencjału terapeutycznego w leczeniu TRD, w oparciu o dane przedkliniczne i kliniczne

METODOLOGIA PRZEGŁĄDU: Przegląd obejmuje analizę badań przedklinicznych oraz klinicznych opublikowanych w latach 2010–2024. Uwzględniono badania eksperymentalne na modelach zwierzęcych, badania obrazowe (fMRI), badania otwarte oraz randomizowane badania kliniczne z podwójnie ślepą próbą dotyczące zastosowania psylocybiny w TRD. Przegląd został wykonany zgodnie ze standardem PRISMA. Przeszukano bazę danych Medline via PubMed wpisując w języku polskim oraz angielskim słowa kluczowe: psylocybina, psylocyna, depresja lekooporna, neuroplastyczność, receptor 5-HT2A. Selekcję przeprowadzono etapowo, najpierw na podstawie tytułów, abstraktów, a następnie z uwzględnieniem pełnych tekstów publikacji. Odrzucono badania w języku innym niż polski i angielski.

WYNIKI: Psylocybina po przekształceniu do psylocyny działa jako agonista receptorów serotoninowych, szczególnie 5-HT2A. Badania przedkliniczne wykazały zwiększoną ekspresję genów plastyczności synaptycznej, takich jak c-Fos i Arc oraz szybkie i utrzymujące się działanie przeciwdepresyjne w modelach zwierzęcych depresji oraz w modelach oporności na leczenie przeciwdepresyjne. Badania kliniczne potwierdziły szybki początek działania przeciwdepresyjnego, utrzymywanie się efektów terapeutycznych do 12 tygodni u części pacjentów, a także korelację odpowiedzi klinicznej ze zwiększoną globalną integracją sieci mózgowych w fMRI.

WNIOSKI: Psylocybina stanowi obiecującą alternatywę dla klasycznych leków przeciwdepresyjnych oraz wpisuje się w koncepcję RAADs. Jej działanie wydaje się związane zarówno z modulacją układu serotonergicznego, jak i z indukcją neuroplastyczności. W 2023 r. australijska agencja rządowa ds. regulacji produktów leczniczych, jako pierwsza, dopuściła możliwość przepisywania psylocybiny przez specjalnie upoważnionych psychiatrów w leczeniu TRD. Decyzja ta opiera się na rosnącej liczbie badań wskazujących, że psylocybina może wywoływać trwałą, klinicznie istotną poprawę zdrowia psychicznego, trudną do osiągnięcia przy użyciu konwencjonalnych terapii. Jednakże konieczne są dalsze badania obejmujące większe populacje pacjentów oraz ocenę długoterminowego bezpieczeństwa.

Piśmiennictwo:

- Carhart-Harris, R. L., et al. (2018). Psilocybin with psychological support for treatment-resistant depression: six-month follow-up. *Psychopharmacology*, 235(2), 399–408.
- Daws, R. E., et al. (2022). Increased global integration in the brain after psilocybin therapy for depression. *Nature medicine*, 28(4), 844–851.
- Goodwin, G. M., et al. (2022). Single-Dose Psilocybin for a Treatment-Resistant Episode of Major Depression. *The New England journal of medicine*, 387(18), 1637–1648.
- Hibicke, M., et al. (2020). Psychedelics, but Not Ketamine, Produce Persistent Antidepressant-like Effects in a Rodent Experimental System for the Study of Depression. *ACS chemical neuroscience*, 11(6), 864–871.
- Jeffer, O. H., et al. (2021). Transcriptional regulation in the rat prefrontal cortex and hippocampus after a single administration of psilocybin. *Journal of Psychopharmacology*, 35(4), 483–493.
- McIntyre, R. S., et al. (2021). Synthesizing the Evidence for Ketamine and Esketamine in Treatment-Resistant Depression: An International Expert Opinion on the Available Evidence and Implementation. *The American journal of psychiatry*, 178(5), 383–399.
- Moliner, R., et al. (2023). Psychedelics promote plasticity by directly binding to BDNF receptor TrkB. *Nature neuroscience*, 26(6), 1032–1041.



NOWE STRATEGIE TERAPEUTYCZNE W ENDOMETRIOZIE: MODULACJA ANGIOGENEZY Z WYKORZYSTANIEM DENDRYMERÓW PAMAM

Klaudia Mazurek^{1}, Klaudia Moskwa¹, Ewa Gibuła-Tartowska²*

¹ *Studenckie Koło Naukowe Farmakologii Molekularnej przy Zakładzie Biofarmacji, Uniwersytet Medyczny w Lublinie*

² *Katedra i Zakład Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie*

* Autor korespondencyjny e-mail: k.mazurek2107@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr n med. i n. o zdr. Justyna Kawka

Słowa kluczowe: endometrioza; angiogeneza; nanonośniki; PAMAM

WPROWADZENIE: Endometrioza to przewlekłe schorzenie charakteryzujące się obecnością tkanki endometrium i podścieliska poza jamą macicy, dotykające około 10% kobiet w wieku rozrodczym na całym świecie. Współczesne badania wskazują, że angiogeneza stanowi kluczowy proces patofizjologiczny, umożliwiający rozwój i utrzymanie zmian endometriotycznych. W ostatnich latach rośnie zainteresowanie terapiami celowanymi, w tym nanonośnikami leków oraz dendrymerami PAMAM jako potencjalnych nośników czynników antyangiogennych w leczeniu endometriozy.

CEL PRACY: Celem przeglądu jest omówienie roli angiogenezy w endometriozie oraz przedstawienie aktualnego stanu wiedzy dotyczącego wykorzystania dendrymerów PAMAM jako platform terapeutycznych o działaniu antyangiogennym w leczeniu endometriozy.

METODOLOGIA PRZEGŁĄDU: Przegląd obejmuje publikacje dotyczące patofizjologii angiogenezy w endometriozie oraz badań przedklinicznych nad zastosowaniem PAMAM jako nośników leków antyangiogennych. Uwzględniono artykuły oryginalne, przeglądowe oraz badania na modelach zwierzęcych, głównie z lat 2014–2024, pochodzące z baz Frontiers, Spandidos Publications, Hindawi/Wiley, Europe PMC oraz Google Scholar.

WYNIKI: Angiogeneza jest procesem kluczowym dla powstawania, utrzymania i progresji ognisk endometriozy. Proces ten jest regulowany przez liczne czynniki proangiogenne, wśród których kluczową rolę odgrywa VEGF, cytokiny prozapalne oraz mechanizmy immunologiczne modulujące mikrośrodowisko jamy otrzewnej. W badaniach eksperymentalnych przeprowadzonych na modelach zwierzęcych wykazano, że dendrymery PAMAM stanowią obiecującą platformę do celowanego dostarczania czynników antyangiogennych. W szczególności nośniki te wykorzystywane do transportu endostatyny skutecznie hamują tworzenie nowych naczyń. Co istotne, zastosowanie PAMAM jako nośnika zwiększa stabilność cząsteczki terapeutycznej, chroni materiał genetyczny lub białkowy przed degradacją i umożliwia celowane dostarczenie go do komórek endometrium. Dane literaturowe potwierdzają, że modulacja angiogenezy za pomocą PAMAM pozwala na bardziej precyzyjne oddziaływanie terapeutyczne, co czyni te dendrymery obiecującą platformą dla dalszych badań przedklinicznych i ewentualnych przyszłych zastosowań klinicznych.

WNIOSKI: Antyangiogenne działanie niektórych dendrymerów PAMAM, szczególnie z grupami aminowymi na powierzchni, stanowi obiecującą, niehormonalną strategię terapeutyczną w endometriozie, mogącą ograniczać progresję choroby poprzez hamowanie tworzenia nowych naczyń, wpływać na proliferację komórek śródbłonna lub modulować ekspresję czynników proangiogennych (np. VEGF). Potencjalne zastosowania obejmują celowaną terapię lekami antyangiogennymi oraz siRNA modulującymi ekspresję genów angiogennych. Konieczne są jednak dalsze badania kliniczne, aby potwierdzić bezpieczeństwo i skuteczność terapii PAMAM oraz określić ich miejsce w standardach leczenia endometriozy.

Piśmiennictwo:

Bo, C., & Wang, Y. (2024). *Angiogenesis signaling in endometriosis: Molecules, diagnosis and treatment*. *Molecular Medicine Reports*, 43. <https://doi.org/10.3892/mmr.2024.13167>

Chung, M. S., & Han, S. J. (2022). *Endometriosis-associated angiogenesis and anti-angiogenic therapy for endometriosis*. *Frontiers in Global Women's Health*, 3. <https://doi.org/10.3389/fgwh.2022.856316>

Wang, N., et al. (2014). *Antiangiogenesis therapy of endometriosis using PAMAM as a gene vector in a noninvasive animal model*. *BioMed Research International*, 2014, Article 546479. <https://doi.org/10.1155/2014/546479>



OCENA AKTYWNOŚCI PRZECIWBIOFILMOWEJ TYMOLU WOBEC *CANDIDA ALBICANS* IZOLOWANYCH OD PACJENTÓW HEMATOONKOLOGICZNYCH

Martyna Mroczkowska¹, Magdalena Rząd¹, Anna Biernasiuk^{2*}, Agnieszka Chojęta³, Kornelia Szponar³, Julia Maklakiewicz³, Anna Malm²

¹ Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Mikrobiologii Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Katedra i Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

³ Zakład Diagnostyki Laboratoryjnej, Uniwersytecki Szpital Dziecięcy w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: anna.biernasiuk@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr Anna Biernasiuk, mgr Agnieszka Chojęta

Słowa kluczowe: tymol; *Candida albicans*; biofilm

WPROWADZENIE: W ostatnich latach znacznie wzrosła częstość występowania zakażeń grzybiczych wywołanych przez grzyby drożdżopodobne, przy nadal ograniczonej liście dostępnych antymikotyków. Co więcej, infekcje te są trudne do leczenia ze względu na pojawiającą się oporność drożdżaków na leki przeciwgrzybicze oraz zdolność grzybów do formowania struktury biofilmu. W związku z tym konieczne jest poszukiwanie alternatywnych rozwiązań terapeutycznych, jakimi mogą być m.in. substancje roślinne o potencjalnym działaniu antymikotycznym.

CEL PRACY: W przeprowadzonych badaniach oceniono aktywność przeciwbiofilmową tymolu – terpenu obecnego w roślinnych olejkach eterycznych wobec klinicznych szczepów *Candida albicans*.

MATERIAŁY I METODY: Do badań wykorzystano 30 izolatów *C. albicans* pochodzących z błon śluzowych jamy ustnej od pacjentów hematoonkologicznych. Potwierdzono zdolność szczepów do tworzenia biofilmu, a następnie oceniono wpływ tymolu na jego hamowanie oraz eradykację. Zastosowano w tym celu metodę seryjnych rozcieńczeń w podłożu płynnym. Do studzienek płytek titracyjnych wprowadzono zawiesiny drożdżaków, a następnie w odpowiednim czasie dodawano tymol w zakresie stężeń 31,25 – 64 000 µg/ml. Po inkubacji dokonywano wizualizacji biofilmu z wykorzystaniem fioletu krystalicznego oraz mierzono absorbancję za pomocą czytnika mikroplatek BioTek ELx800. Odczytywano minimalne stężenia tymolu, które wykazywały zdolność ≥50% i ≥90% hamowania tworzonego biofilmu (Minimum Biofilm Inhibitory Concentration; MBIC₅₀ i MBIC₉₀) oraz jego minimalne stężenia prowadzące do eradykacji ≥50% i ≥90% dojrzałego biofilmu (Minimum Biofilm Eradication Concentration; MBEC₅₀ i MBEC₉₀).

WYNIKI: Wykazano, że stężenia tymolu wymagane do zahamowania ≥50% (MBIC₅₀) i ≥90% (MBIC₉₀) tworzącego się biofilmu *C. albicans* mieściły się odpowiednio w zakresie 62,5 – 2000 µg/ml oraz 125 – 2000 µg/ml. U największej liczby badanych szczepów stwierdzono hamowanie formującej się struktury przy MBIC₅₀ = 250 µg/ml i MBIC₉₀ = 500 µg/ml. Stężenia terpenu pozwalające na eradykację utworzonego biofilmu były wyższe. Wartości MBEC₅₀ wahały się od 250 do 4000 µg/ml, zaś MBEC₉₀ od 500 do 8000 µg/ml. Najczęściej biofilm był eliminowany przy MBEC₅₀ = 500 µg/ml i MBEC₉₀ = 2000 µg/ml. Struktura ta spowodowała nawet 4-32-krotny wzrost niewrażliwości izolatów na tymol. Jednakże, komponent roślinny, w zależności od stężenia, wykazał korzystne działanie terapeutyczne wobec *C. albicans*.

WNIOSKI: Zaobserwowano, że tymol działa zarówno hamująco jak i eradykująco na trudną do eliminacji strukturę biofilmu badanych szczepów. Wskazuje to na możliwość jego wykorzystania zarówno w profilaktyce jak i terapii kandydoz na różnym etapie zakażenia drożdżakami.

WŁAŚCIWOŚCI PROBIOTYCZNE KLINICZNYCH SZCZEPÓW BAKTERII Z RODZAJU *LACTOBACILLUS* IZOLOWANYCH OD ZDROWYCH KOBIET

Agata Niewczas*, Katarzyna Szwed, Michał Szyszko,

1 SKN „mikroGRAM” przy Katedrze i Zakładzie Mikrobiologii Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

* Autor korespondencyjny e-mail: agataniewczas111@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: prof. dr hab. Izabela Korona-Główniak; dr Katarzyna Suśniak

Słowa kluczowe: *Lactobacillus* spp.; mikrobiota pochwy, probiotyk

WPROWADZENIE: W ostatnich latach ważnym kierunkiem badań stało się poszukiwanie nowych szczepów *Lactobacillus* spp. sensu lato, które dzięki właściwościom probiotycznym mogłyby stanowić składnik preparatów wspomagających utrzymanie prawidłowej mikrobioty pochwy.

CEL PRACY: Celem niniejszej pracy była identyfikacja gatunkowa klinicznych szczepów *Lactobacillus* s.l., pochodzących od zdrowych kobiet oraz ocena ich potencjału probiotycznego w ramach określenia potencjalnego zastosowania tych szczepów w preparatach wspierających profilaktykę zaburzeń równowagi mikrobiologicznej środowiska pochwy.

MATERIAŁY I METODY: Szczepy *Lactobacillus*, wykorzystane do badania zostały wyizolowane z pochwy zdrowych kobiet. Identyfikację gatunkową przeprowadzono z wykorzystaniem metody multiplex PCR oraz spektrometrii mas przy użyciu analizatora MALDI-TOF-MS. Lekowrażliwość określono dla 16 antybiotyków różnych grup na podstawie wartości MIC. Potencjał antagonistyczny badanych szczepów oceniono wobec patogenów stanowiących potwierdzony czynnik etiologiczny zakażeń w obrębie pochwy u kobiet, za pomocą metody dyfuzyjnej. W celu oceny przeżywalności szczepów badano ich zdolność do wzrostu w warunkach pH 3 oraz w obecności soli żółciowych. Ponadto, oznaczono potencjał badanych *Lactobacillus* s.l. do produkcji nadtlenu wodoru oraz egzopolisacharydów (EPS).

WYNIKI: Wśród 10 badanych szczepów stwierdzono obecność gatunków takich jak *Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Limosilactobacillus reuteri*, *Lactiplantibacillus plantarum* oraz *Lacticaseibacillus rhamnosus*, przy czym *L. crispatus* występował najczęściej (50%). Większość badanych szczepów wykazywała aktywność antagonistyczną wobec *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Gardnerella vaginalis* oraz *Streptococcus agalactiae*, jednak żaden nie hamował wzrostu *Candida albicans*. W badaniu przeżywalności, największe miana (CFU/ml) zaobserwowano dla szczepów *L. rhamnosus*, *L. plantarum* oraz *L. reuteri*, które wykazywały zdolność do wzrostu zarówno w warunkach niskiego pH jak i soli żółciowych. Wartości MIC badanych szczepów dla testowanych antybiotyków w większości mieściły się w granicach epidemiologicznych wartości granicznych (ECOFF, Epidemiological Cut-Off Values) wskazując na ich wrażliwość na badane leki.

WNIOSKI: Kliniczne szczepy *Lactobacillus* izolowane od zdrowych kobiet mogą stanowić składnik preparatów probiotycznych wspomagających utrzymanie prawidłowej mikrobioty pochwy. Konieczne są jednak dalsze badania w celu wyboru szczepów o najwyższym potencjalnie ochronnym.

Badania zostały wykonane w ramach realizacji projektu finansowanego przez Agencję Badań Medycznych (nr 2024/ABM/03/KPO/KPOD.07.07-IW.07-0038/24-00): „Innowacyjne kompozycje nowych probiotyków i postbiotyków w żelowych preparatach dopochwowych o przedłużonym uwalnianiu oraz w preparatach doustnych probiotyczno-żelowych dla kobiet cierpiących z powodu dysbiozy i atrofii pochwy”.

NAPAR Z PLASTIKU? HERBATA W TOREBKACH JAKO ŹRÓDŁO MIKROPLASTIKU

Natalia Nowak^{1}, Justyna Ośko¹, Małgorzata Grembecka¹*

¹Katedra i Zakład Bromatologii Gdański Uniwersytet Medyczny

*Autor korespondencyjny e-mail: natalia.nowak@gumed.edu.pl

Słowa kluczowe: mikroplastik, herbata w torebkach, uwalnianie

WPROWADZENIE: Herbata, dzięki swoim szczególnym właściwościom zdrowotnym i sensorycznym, jest jednym najczęściej wybieranych napojów na świecie (Czarnecka-Skubina et al., 2022). W 2022 roku roczne spożycie herbaty na jednego mieszkańca Polski wyniosło 0,47kg. Według statystyk 85% ankietowanych wybierało herbatę w torebkach ze względu na łatwość jej przygotowania oraz niską cenę (Jánská & Luberda, 2024). Wiele dostępnych na rynku torebek wykonanych jest z tworzyw sztucznych, takich jak polipropylen (PP), politereftalan etylenu (PET), polietylen (PE) oraz nylon6 (NY6) (Meietal., 2022). Polimery te mogą być źródłem mikroplastiku (MPs), czyli cząstek tworzyw sztucznych o wielkości od 0,1 do 5000 mikrometrów (μm) (Yurtsever, 2021). Badania przeprowadzone w 2021 i 2024 roku wskazują, że MPs mogą potencjalnie negatywnie wpływać na zdrowie człowieka (Jadhav et al., 2021; Jin et al., 2024).

CEL PRACY: Celem pracy było określenie stopnia uwalniania mikroplastiku z torebek herbacianych do naparu podczas procesu parzenia.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd literatury przeprowadzono na podstawie analizy publikacji naukowych z lat 2021-2026 dotyczących uwalniania mikroplastiku z torebek herbacianych podczas parzenia. Wyszukiwanie artykułów przeprowadzono w oparciu o bazy ScienceDirect oraz Scopus z wykorzystaniem słów kluczowych „microplastics”, „tea bags”, „release”.

WYNIKI: Uwalnianie MPs z torebek zawierających herbatę jest potwierdzonym zjawiskiem. Dobór materiału, z którego wykonana jest torebka, ma istotny wpływ na liczbę uwalnianych cząstek. W analizowanych próbkach herbaty zidentyfikowano różne cząstki tworzyw sztucznych (PP, PE, PET, NY6) przy czym najwięcej zidentyfikowano PP-MPs oraz NY6-MPs. Dotychczasowe badania wskazują, że MPs nie powstają wyłącznie w wyniku degradacji termicznej podczas parzenia, lecz są to cząstki już obecne na włóknach, które zostają uwolnione wskutek kontaktu tworzywa z wodą oraz w trakcie mieszania naparu.

WNIOSKI: Torebki do herbaty, szczególnie te wykonane z polimerów syntetycznych, stanowią istotne źródło MPs w diecie. Liczba uwolnionych cząstek zależy głównie od materiału, z którego wykonana jest torebka, a nie od samego procesu parzenia. Dotychczas przeprowadzone badania nie pokazują długoterminowych konsekwencji zdrowotnych narażeniem na MPs. Jednakże zarówno proste interwencje technologiczne, jak i konsumenckie mogą pomóc w ograniczeniu liczby cząstek przedostających się do naparu.

Piśmiennictwo:

- Czarnecka-Skubina, E., Korzeniowska-Ginter, R., Pielak, M., Sałek, P., Owczarek, T., & Kozak, A. (2022). Consumer Choices and Habits Related to Tea Consumption by Poles. *Foods*, 11(18), 2873. <https://doi.org/10.3390/foods11182873>
- Jadhav, E. B., Sankhla, M. S., Bhat, R. A., & Bhagat, D. S. (2021). Microplastics from food packaging: An overview of human consumption, health threats, and alternative solutions. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 16, 100608. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100608>
- Jánská, M., & Luberda, P. (2024). The Importance of Stereotypes about Tea in Consumers' Purchasing Decisions. *Coffee & Tea Marketing Journal*, 1(2). <https://doi.org/10.69102/CTMJ.2024.010202>
- Jin, T., Liu, Y., Lyu, H., He, Y., Sun, H., Tang, J., & Xing, B. (2024). Plastic take away food containers may cause human intestinal damage in routine life usage: Microplastics formation and cytotoxic effect. *Journal of Hazardous Materials*, 475, 134866. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.134866>
- Mei, T., Wang, J., Xiao, X., Lv, J., Li, Q., Dai, H., Liu, X., & Pi, F. (2022). Identification and Evaluation of Microplastics from Tea Filter Bags Based on Raman Imaging. *Foods*, 11(18), 2871. <https://doi.org/10.3390/foods11182871>
- Yurtsever, M. (2021). Are nonwoven fabrics used in foods made of cellulose or plastic? Cellulose/plastic separation by using Schweizer's reagent and analysis based on a sample of tea bags. *Process Safety and Environmental Protection*, 151, 188–194. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.05.016>

KULTURA ZAWIESINOWA *SALVIA ATROPATANA* JAKO ŹRÓDŁO KWASU ROZMARYNOWEGO

Aleksandra Nowicka^{1*}, *Izabela Grzegorzczak-Karolak*²

¹Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Biologii i Botaniki Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Muszyńskiego 1, 90-151 Łódź

²Zakład Biologii i Botaniki Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Muszyńskiego 1, 90-151 Łódź

*Autor korespondencyjny e-mail: aleksandra.nowicka1@stud.umed.lodz.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Izabela Grzegorzczak-Karolak, prof.UM

Słowa kluczowe: szalwia (*Salvia*); krzywa wzrostu; kwas rozmarynowy; kultura zawiesinowa

WPROWADZENIE: *Salvia atropatana* jest gatunkiem bogatym w związki polifenolowe, naturalnie występującym w Turcji, Turkmenistanie, Iranie oraz Iraku i tradycyjnie wykorzystywanym w terapii stanów zapalnych i infekcji. W kontekście rosnącego zapotrzebowania na standaryzowane surowce farmaceutyczne, roślinne kultury in vitro, w tym kultury zawiesinowe, mogą stanowić nowoczesną, kontrolowaną i niezależną od czynników środowiskowych platformę do produkcji bioaktywnych metabolitów wtórnych.

CEL PRACY: Celem badań było wyznaczenie krzywej wzrostu oraz produkcji kwasu rozmarynowego kulturze zawiesinowej *S. atropatana*, w celu wyznaczenia optymalnego momentu zbioru biomasy charakteryzującej się maksymalną akumulacją tego wartościowego metabolitu.

MATERIAŁY I METODY: Zawiesinę szalwii hodowano na wytrząsarce rotacyjnej w podłożu MS (Murashige i Skoog'a) uzupełnionym 0,2 mg/L NAA (kwas naftylo-1-octowy) i 2 mg/L CPPU (forchlorfenuron). Biomase zbierano w dniu 2, 4, a następnie, co 4 dni do 28-go dnia hodowli. W każdym punkcie czasowym wyznaczano świeżą i suchą masę kultury, a zliofilizowany materiał ekstrahowano mieszaniną metanolu z wodą (8:2, v/v) i analizowano przy użyciu wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) w celu określenia zawartości kwasu rozmarynowego (RA) w materiale roślinnym.

WYNIKI: Maksymalny przyrost biomasy zawiesiny *S. atropatana* odnotowano w 20-stym dniu hodowli z 16-krotnym wzrostem świeżej i 13-krotnym suchej masy względem inokulatu. Spośród 9 zidentyfikowanych związków polifenolowych dominował RA, który od 12-stego dnia hodowli stanowił ponad 80% całkowitej zawartości polifenoli. Najwyższy poziom RA (17,93 mg/g suchej masy) stwierdzono w 16-stym dniu hodowli; wartość ta była ponad 22-krotnie wyższa niż w dniu drugim niemal trzykrotnie wyższa niż wędach kilkumiesięcznych roślin gruntowych (6,55 mg/g s.m.).

WNIOSKI: Kultury zawiesinowe *S. atropatana* stanowią obiecujący i innowacyjny system kontrolowanej produkcji kwasu rozmarynowego, w którym w ciągu nieco ponad dwóch tygodni uzyskano 350 mg tego wartościowego metabolitu na litr podłoża. Optymalizacja czasu zbioru tworzy podstawę do dalszych badań nad intensyfikacją biosyntezy RA oraz rozwojem nowoczesnych, wysokoskalowych strategii jego pozyskiwania dla przemysłu farmaceutycznego.

BIAŁKA SERWATKOWE W SUPLEMENTACH I DERMOKOSMETYKACH – POTENCJAŁ BIOAKTYWNY I ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

Patrycja Pakuła^{2*}

¹ Katedra i Zakład Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

* Autor korespondencyjny e-mail: 63708@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Katarzyna Wojciechowska¹

Słowa kluczowe: serwatka, suplementy, dermokosmetyki, zrównoważony rozwój

WPROWADZENIE: Serwatka jest płynnym produktem ubocznym powstałym w procesie produkcji sera. Zawiera głównie wodę (ok. 93%), laktozę (ok. 66-77% suchej masy), globularne białka serwatkowe (ok. 8-15%), sole mineralne oraz niewielkie ilości witamin z grupy B. Główne frakcje białek serwatkowych to β -laktoglobulina, α -laktalbumina, albumina surowicza, immunoglobuliny oraz peptydy, w tym glikomakropeptyd (GMP). Składniki pozyskane z serwatki mogą być wykorzystane jako potencjalne składniki preparatów dermokosmetycznych.

CEL PRACY: Celem pracy było ukazanie potencjału wykorzystania serwatki jako surowca funkcjonalnego w suplementach, dermokosmetykach i produktach farmaceutycznych oraz podkreślenie aspektu wykorzystania odpadów mleczarskich w kontekście zrównoważonego rozwoju.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd literatury przeprowadzono w bazach PubMed, ScienceDirect i Google Scholar, obejmując publikacje z lat 2021-2025 dotyczące składu, właściwości i wykorzystania serwatki w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym.

WYNIKI: Białka serwatkowe w postaci koncentratów, izolatów i hydrolizatów, wykazują dużą biodostępność i pełny profil aminokwasów egzogennych. Mają działanie antyoksydacyjne oraz immunomodulujące, co uzasadnia ich zastosowanie w suplementach diety dla osób o zwiększonym zapotrzebowaniu na białko. W dermokosmetykach białka i peptydy serwatkowe zmniejszają transepidermalną utratę wody, poprawiają funkcję bariery naskórkowej oraz działają nawilżająco. Zawartość aminokwasów siarkowych wspiera produkcję glutationu, co umożliwia neutralizację wolnych rodników i ochronę przed fotostarzeniem. Białka serwatkowe, dzięki właściwościom amfifilowym i powierzchniowym, mogą tworzyć zaawansowane nanonośniki: nanocząstki, nanoemulsje oraz systemy wielofazowe (oleogelee, biogelee), umożliwiające enkapsulację, ochronę i kontrolowane uwalnianie substancji aktywnych w układach farmaceutycznych. Globalna produkcja serwatki osiąga setki milionów ton rocznie, z czego 40-60% nie jest wykorzystywane i stanowi obciążenie środowiska. Produkcja koncentratów białek, hydrolizatów i frakcji bioaktywnych zmniejsza odpady i umożliwia wykorzystanie serwatki jako cennego surowca, wpisując się w model gospodarki obiegu zamkniętego.

WNIOSKI: Serwatka jest surowcem o wysokiej wartości funkcjonalnej i biologicznej. Białka serwatkowe znajdują zastosowanie w suplementach diety, dermokosmetykach oraz zaawansowanych nanonośnikach bioaktywnych. Wykorzystanie serwatki pozwala ograniczyć odpady i wspiera strategię zrównoważonego rozwoju, umożliwiając jednocześnie wytwarzanie produktów o istotnych właściwościach odżywczych i kosmetycznych.

Piśmiennictwo:

- [1]. Sobkowska, D., Micek, I., Urbańska, M., Seraszek-Jaros, A., Nowak, G., Zaprutko, L., Czajkowski, R., Adamski, Z., Gornowicz-Porowska, J. (2021). The effects of baths and wet wraps with a sweet whey solution on the level of hydration and barrier function of the epidermis. *Postępy dermatologii i alergologii*, 38(5), 798–803. <http://doi.org/10.5114/ada.2021.110078>
- [2]. Czarniecka-Skubina, E., Pielak, M., Neffe-Skocińska, K., Kajak-Siemaszkó, K., Karp-Paździerska, S., Głuchowski, A., Moczowska-Wyrwisz, M., Rosiak, E., Rutkowska, J., Antoniewska-Krzeska, A., Zielińska, D. (2025). Whey—A valuable technological resource for the production of new functional products with added health-promoting properties. *Foods*, 14(24), 4258. <https://doi.org/10.3390/foods14244258>
- [3]. Selmi, H., Presutto, E., Spano, G., Capozzi, V., Fragasso, M. (2025). Valorising whey: From environmental burden to bio-based production of value-added compounds and food ingredients. *Foods*, 14(21), 3646. <https://doi.org/10.3390/foods14213646>
- [4]. Jiang, L., Zhang, Z., Qiu, C., Wen, J. (2024). A review of whey protein-based bioactive delivery systems: Design, fabrication, and application. *Foods*, 13(15), 2453. <https://doi.org/10.3390/foods13152453>

WPŁYW TEMPERATURY PRZECHOWYWANIA NA STABILNOŚĆ FORMULACJI DERMATOLOGICZNYCH ZAWIERAJĄCYCH HYDROCHINON JAKO SKŁADNIK CZYNNY

Patrycja Pakuła^{2*}

¹ Zakład Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: 63708@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Katarzyna Wojciechowska¹

Słowa kluczowe: hydrochinon; stabilność; reologia; przechowywanie

WPROWADZENIE: Hydrochinon (1,4-dihydroksybenzen) jest substancją czynną powszechnie stosowaną w dermatologii i farmacji, przede wszystkim jako środek depigmentujący w leczeniu zaburzeń pigmentacji skóry, takich jak melazma czy przebarwienia pozapalne. Mechanizm jego działania polega głównie na hamowaniu aktywności tyrozynazy oraz procesów melanogenezy, co prowadzi do zmniejszenia syntezy melaniny w melanocytach, a w konsekwencji do rozjaśnienia skóry. Pomimo wysokiej skuteczności farmakologicznej, hydrochinon cechuje się niską stabilnością chemiczną, co stanowi istotne wyzwanie technologiczne, szczególnie w przypadku formulacji półstałych. Pod wpływem czynników środowiskowych, takich jak tlen, światło czy podwyższona temperatura, hydrochinon ulega procesom utleniania, prowadzącym do powstawania produktów degradacji, takich jak 1,4-benzochinon. Związki te mogą powodować zmianę barwy preparatu, obniżenie zawartości substancji czynnej oraz potencjalne zwiększenie ryzyka podrażnień i toksyczności. Badanie wpływu warunków przechowywania na stabilność fizykochemiczną kremów zawierających hydrochinon ma kluczowe znaczenie zarówno z perspektywy oceny jakości preparatów, jak i opracowania zaleceń dotyczących ich właściwego magazynowania. Ma to bezpośredni wpływ na trwałość produktu, skuteczność terapeutyczną oraz bezpieczeństwo stosowania.

CEL PRACY: Celem pracy była ocena wpływu temperatury przechowywania na stabilność formulacji dermatologicznych zawierających hydrochinon jako składnik czynny.

MATERIAŁY I METODY: Sporządzono formulację typu krem o/w zawierającą 2% hydrochinonu, według własnej receptury. Formulację zbadano a następnie rozdzielono do dwóch opakowań, które przechowywano w temperaturze 4°C i 20°C przez cały okres badania. W ustalonych dniach tj. w 1, 7, 14, 21 dniu wykonano badania. Formulację poddano badaniom: analizie organoleptycznej, zawartości substancji czynnej metodą spektrofotometryczną, analizie pH, analizie mikroskopowej, analizie reologicznej oraz ocenie rozsmarowalności.

WYNIKI: Formulacja przechowywana w temperaturze 4°C zachowała stabilność do 14 dnia, po czym nastąpiła jej destabilizacja. Formulacja przechowywana w temperaturze 20°C już po 1 dniu przechowywania miała wyraźną zmianę barwy, zmniejszenie zawartości hydrochinonu, zmianę wskaźników reologicznych, wskazujących na destabilizację oraz spadek wartości pH.

WNIOSKI: Temperatura przechowywania ma wpływ na stabilność hydrochinonu w formulacjach dermatologicznych. Formulacje przechowywane w temperaturze pokojowej stopniowo tracą aktywność już od 1 dnia przechowywania do całkowitej utraty stabilności po 7 dniach. W temperaturze 4°C krem jest stabilny i aktywny do 14 dnia przechowywania.

Piśmiennictwo:

- [1]. Serrano, D. R., Gordo, M. J., Matji, A., González, S., Lalatsa, A., & Torrado, J. J. (2019). Tuning the transdermal delivery of hydroquinone upon formulation with novel permeation enhancers. *Pharmaceutics*, 11(4), Article 167. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics11040167>
- [2]. DeCaprio A. P. (1999). The toxicology of hydroquinone--relevance to occupational and environmental exposure. *Critical reviews in toxicology*, 29(3), 283–330. <https://doi.org/10.1080/10408449991349221>



POSTĘPOWANIE Z FARMAKOTERAPIĄ NA CZAS „DNI Z CHOROBA” – ANALIZA DRUKÓW INFORMACYJNYCH

Oliwia Popławska¹, Magdalena Dziakiewicz¹, Olga Chojnacka¹, Patrycja Klimek¹, Bartłomiej Kot¹, Kamila Lickindorf¹, Małgorzata Mazurek¹, Wiktoria Milejska¹, Zuzanna Niestępska¹, Paulina Paw¹, Paulina Pieńkosz¹, Aleksandra Załuska¹

¹Studenckie Koło Naukowe Opieki Farmaceutycznej PANACEUM, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Banacha 1, 02-097 Warszawa

*Autor korespondencyjny e-mail: s088942@student.wum.edu.pl

Opiekun naukowy: dr n. farm. Anna Dworakowska

Katedra i Zakład Farmakoterapii i Opieki Farmaceutycznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Banacha 1, 02-097 Warszawa

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo terapii; charakterystyka produktu leczniczego; ostre uszkodzenie nerek

WPROWADZENIE: Wskazówki postępowania w czasie „dni z chorobą” (dni z występowaniem nudności i/lub wymiotów, tzw. „sick days”), mogąca doprowadzić do odwodnienia i/lub ketozy, mają na celu zapobieganie niepożądanym zdarzeniom u pacjentów leczonych przewlekłe m.in. z powodu cukrzycy (Watson et al., 2022). Postępowanie w czasie „dni z chorobą” zwykle obejmuje okresowe zaprzestanie podawania lub zmniejszenie dawek niektórych leków (Watson et al., 2022). Niestety nie ma wyraźnych dowodów na korzyści kliniczne z wdrażania omawianego postępowania w czasie „dni z chorobą”, dlatego wytyczne KDIGO (2024) nie formułują zaleceń tego postępowania, ograniczając się do podkreślenia konieczności zapewnienia jasnego planu przywrócenia odstawionych leków (Watson et al., 2022; Fink et al., 2022). Podstawowymi dokumentami urzędowymi o produkcie leczniczym stanowią druki informacyjne, czyli charakterystyka produktu leczniczego (CHPL), ulotka dla pacjenta oraz materiały opakowaniowe. Dokumenty te stanowią załącznik do decyzji o dopuszczeniu produktu do obrotu (Ustawa – Prawo farmaceutyczne, 2001; Dyrektywa 2001/83/WE, 2001).

CEL PRACY: Porównanie oraz uporządkowanie zaleceń zawartych w CHPL wybranych produktów leczniczych dopuszczonych do obrotu w Polsce w zakresie zaleceń czasowego odstawienia produktu leczniczego na czas „dni z chorobą”.

MATERIAŁY I METODY: Badanie deskrytywne, przekrojowe, oparte na ustrukturyzowanej analizie treści ChPL pozyskanych z Rejestru Produktów Leczniczych Dopuszczonych do Obrotu na Terytorium RP. Analizę celowaną przeprowadzono w okresie: 7.01-25.01.2026. Analizie poddano CHPL 352 produktów.

WYNIKI: Na podstawie analizy sekcji 4.8 CHPL nefrotoksyczność (rozumianą jako bezpośrednie uszkodzenie nerek lub zaburzenia czynności nerek) wykazują głównie cztery grupy analizowanych leków: NLPZ, antagoniści układu RAA, antybiotyki oraz leki moczopędne. Analiza zapisów ChPL (punkty 4.3 i 4.4) wskazuje, że w przypadku wystąpienia ostrej choroby przebiegającej z odwodnieniem (wymioty, biegunka, gorączka), należy czasowo wstrzymać przyjmowanie metforminy, NLPZ oraz leków moczopędnych. W przypadku innych grup leków decyzja o wstrzymaniu przyjmowania leku zależy od stanu klinicznego pacjenta.

WNIOSKI: Leki z grupy metforminy są klasyfikowane w sekcji 4.3 (Przeciwwskazania) w kontekście ostrych stanów chorobowych, co stanowi bezwzględny nakaz odstawienia. Pozostałe grupy (SGLT2, ACEi, diuretyki) posiadają zazwyczaj ostrzeżenia w sekcji 4.4, sugerujące czasowe wstrzymanie terapii w celu uniknięcia ostrego uszkodzenia nerek.

Piśmiennictwo:

Watson, K. E., Dhaliwal, K., McMurtry, E., Donald, T., Lamont, N. et al. (2022). Sick day medication guidance for people with diabetes, kidney disease, or cardiovascular disease: A systematic scoping review. *Kidney Medicine*, 4(9), 100491. <https://doi.org/10.1016/j.xkme.2022.100491>

Fink, J. C., Maguire, R. M., Blakeman, T., Tomlinson, L. A., Tomson, C., et al. (2022). Medication holds in CKD during acute volume-depleting illnesses: A randomized controlled trial of a “sick-day” protocol. *Kidney Medicine*, 4(9), 100527. <https://doi.org/10.1016/j.xkme.2022.100527>

Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. (2024). KDIGO 2024 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. *Kidney International*, 105(4S), S117–S314. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2023.10.018>

Ustawa z dnia 6 września 2001 r. – Prawo farmaceutyczne (Dz.U. 2021 poz. 1977).

Dyrektywa 2001/83/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 listopada 2001 r. w sprawie wspólnotowego kodeksu odnoszącego się do produktów leczniczych stosowanych u ludzi (Dz. Urz. WE L 311 z 28.11.2001).



PRZEGLĄD LEKOWY PACJENTKI GERIATRYCZNEJ Z WIELOCHOROBOWOŚCIĄ – ANALIZA METODĄ BROWN BAG REVIEW

Magdalena Pstrągowska ^{1*}, Maja Grądział ¹, Monika Trofimiuk ², Justyna Hermanowicz ²,
Marta Baranowska-Kuczek ²

¹Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Farmacji Klinicznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. Mickiewicza 2A, 15-222 Białystok

²Zakład Farmacji Klinicznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. Mickiewicza 2A, 15-222 Białystok

*Autor korespondencyjny e-mail: 42111@student.umb.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Monika Trofimiuk, dr hab. n. farm. Marta Baranowska-Kuczek

Słowa kluczowe: przegląd lekowy, wielochorobowość, polipragmazja, brown bag review

WPROWADZENIE: Wielochorobowość oraz polipragmazja są powszechne w populacji geriatrycznej i zwiększają ryzyko interakcji lekowych, działań niepożądanych oraz problemów z przestrzeganiem zaleceń terapeutycznych [1]. Systematyczny przegląd lekowy stanowi narzędzie poprawy bezpieczeństwa farmakoterapii i optymalizacji leczenia. Jest to to kompleksowa analiza wszystkich stosowanych przez pacjenta produktów leczniczych, zarówno przepisywanych na receptę, jak i preparatów dostępnych bez recepty (OTC), suplementów diety oraz produktów ziołowych, w odniesieniu do aktualnych wskazań klinicznych, stanu chorego, chorób współistniejących oraz parametrów laboratoryjnych. W ramach przeglądu lekowego oceniana jest zasadność stosowania każdego leku, potencjalne interakcje lek-lek oraz lek-choroba, a także zgodność terapii z aktualnymi wytycznymi i indywidualnymi potrzebami pacjenta [2].

CEL PRACY: Celem pracy było przeprowadzenie przeglądu lekowego z oceną bezpieczeństwa oraz zidentyfikowanie rzeczywistych i potencjalnych problemów lekowych u pacjentki geriatrycznej z wielochorobowością metodą brown bag review.

MATERIAŁY I METODY: Przegląd lekowy przeprowadzono podczas dwóch spotkań u 90 letniej pacjentki metodą brown bag review, podczas którego analizie poddano wszystkie stosowane produkty lecznicze, w tym leki na receptę, preparaty insulinowe, leki przeciwbólowe oraz suplementy diety i preparaty roślinne. Oceniono dawkowanie, schemat przyjmowania, potencjalne interakcje, zasadność terapii oraz ryzyko działań niepożądanych.

WYNIKI: Pacjentka stosowała ponad 15 produktów leczniczych, w tym leki kardiologiczne (m.in. beta-adrenolityki, inhibitor ACE, antykoagulant), przeciwcukrzycowe (empagliflozyna, insuliny krótko- i długo działające), gastroenterologiczne (mesalazyna, pantoprazol, mebeweryna), statynę, lek przeciwdepresyjny oraz opioid przeciwbólowy. Zidentyfikowano istotną polipragmazję, okresową podwójną terapię beta-adrenolitykiem, potencjalne zwiększone ryzyko krwawień w terapii przeciwzakrzepowej przy jednoczesnym stosowaniu suplementów roślinnych, niejednoznaczności w schematach insulinoterapii oraz liczną suplementację bez wyraźnych wskazań klinicznych. W trakcie drugiego spotkania odnotowano modyfikacje terapii, co potwierdza dynamiczny charakter leczenia i potrzebę jego monitorowania.

WNIOSKI: Przegląd lekowy metodą brown bag review umożliwia identyfikację problemów lekowych u pacjentów geriatrycznych z wielochorobowością. Regularna ocena farmakoterapii przez farmaceutę klinicznego może przyczynić się do ograniczenia polipragmazji, zmniejszenia ryzyka działań niepożądanych oraz poprawy bezpieczeństwa i skuteczności leczenia

Piśmiennictwo:

[1]. Ngcobo NN.: Silent Dangers in Elderly Pharmacotherapy: The Interplay of Polypharmacy, Multimorbidity and Drug Interactions. *J Eval Clin Pract.* 2025 Oct;31(7):e70283. doi: 10.1111/jep.70283.

[2]. Wytyczne Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego dotyczące prowadzenia świadczenia zdrowotnego – przegląd lekowy, stan na 19.02.2026

KARBAPENEMO-OPORNE IZOLATY *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* (CRPA): PROFILE LEKOOPORNOŚCI I ANALIZA PODOBIEŃSTWA METODĄ MALDI-TOF MS

Zuzanna Pudzianowska¹, Katarzyna Szwed¹, Katarzyna Szwed¹, Julia Szewczyk¹, Maciej Grzegorzczuk¹,
Patrycja Nowak², Kinga Paluch², Anna Zasadni², Kamil Pawlak², Dorota Pietras-Ożga³

¹Studenckie Koło Naukowe „mikroGRAM” przy Katedrze i Zakładzie Mikrobiologii Farmaceutycznej,
Uniwersytet Medyczny w Lublinie

²Laboratorium Mikrobiologiczne Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego nr 4 w Lublinie

³Katedra Epizootologii i Klinika Chorób Zakaźnych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Autor korespondencyjny e-mail: 62681@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. inż. Sylwia Andrzejczuk

Słowa kluczowe: *Pseudomonas aeruginosa*, CRPA, lekooporność, MALDI-TOF MS

WPROWADZENIE: Narastająca oporność na karbapenemy wśród *Pseudomonas aeruginosa* (CRPA) stanowi kluczowe wyzwanie dla spersonalizowanej farmakoterapii zakażeń szpitalnych. Ogranicza wybór antybiotyków i zwiększa ryzyko niepowodzeń terapeutycznych. W tym kontekście ważne jest nie tylko zrozumienie mechanizmów oporności na poziomie molekularnym, ale także szybkie dostosowanie terapii do lokalnych populacji drobnoustrojów. Nowoczesne technologie diagnostyczne, w tym MALDI-TOF MS z algorytmami grupowania klonów (UPGMA), umożliwiają cyfrową analizę populacji bakterii i precyzyjne wsparcie decyzji farmakoterapeutycznych – od identyfikacji gatunku po ocenę ryzyka transmisji klonalnej. Rozwiązania te mogą wspierać nadzór epidemiologiczny nad populacją CRPA w środowisku szpitalnym, lepiej zrozumieć biomarkery oporności, a dzięki integracji danych proteomicznych wspomagać personalizację terapii zakażeń CRPA.

CEL: Ocena profilu lekooporności i struktury populacji klinicznych izolatów karbapenemo-opornych *Pseudomonas aeruginosa* z wykorzystaniem automatycznego oznaczania lekowrażliwości (VITEK 2 Compact) i analizy profili białkowych MALDI-TOF MS (dendrogram UPGMA).

MATERIAŁY I METODY: Materiał biologiczny stanowiły 44 izolaty CRPA, izolowane z różnych materiałów diagnostycznych w Laboratorium Mikrobiologicznym USK 4 w Lublinie w terminie od lipca 2025 do stycznia 2026 roku, oraz 2 szczepy wzorcowe *P. aeruginosa* ATCC 27853 i *P. aeruginosa* NIL. Lekowrażliwość bakterii oznaczono metodą VITEK® 2 Compact z użyciem kart AST-N331 (Biomerieux). Interpretacji wyników dokonywano zgodnie z rekomendacjami EUCAST. Do identyfikacji gatunkowej wykorzystano technikę MALDI-TOF MS, aby zbadać relacje między poszczególnymi izolatami — oprogramowanie MALDI Biotyper 3.1 (algorytm UPGMA).

WYNIKI: Na podstawie wyników lekowrażliwości zidentyfikowano 19 różnych profili oporności (dominujący wzór „TIC, PIP, PIT, CAZ, FEP, IMP, MEM, AMK, GE, CIP, LEV” u 21,74%, 10/46 izolatów) i 7 profili wrażliwości, zwiększonej ekspozycji (dominujący „AZT” u 58,69%, 27/46 izolatów). Dla 86,96% (40/46) izolatów (*score value* > 1,700) wyznaczono dendrogram podobieństwa, dzieląc populację bakterii na dwa główne kłady i po kilka blisko spokrewnionych podkladów.

WNIOSKI: Wśród badanych izolatów CRPA stwierdzono wysokie zróżnicowanie profili lekooporności, co może potwierdzać znaczącą skalę zjawiska i podkreślać konieczność personalizacji farmakoterapii. Analiza profili białkowych MALDI-TOF MS z dendrogramem UPGMA umożliwiła cyfrowy nadzór epidemiologiczny, identyfikując transmisję klonalną i wspierając decyzje farmakoterapeutyczne. Integracja VITEK 2 z MALDI-TOF MS może stanowić użyteczne narzędzie do określania epidemiologii CRPA. Może być wsparciem decyzji dotyczących spersonalizowanej terapii i polityki antybiotykowej oraz kontroli zakażeń w środowisku szpitalnym i minimalizowania ryzyka selekcji opornych klonów.

LORNOKSYKAM – LEK O WŁAŚCIWOŚCIACH ANTYGLIKACYJNYCH?

Michał Radzikowski^{1*}, Mateusz Maciejczyk²

¹ Studenckie Koło Naukowe "Biochemii Chorób Cywilizacyjnych" przy Zakładzie Higieny, Epidemiologii i Ergonomii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

² Zakład Higieny, Epidemiologii i Ergonomii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

*Autor korespondencyjny e-mail: m.radzikowski20@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. med. Mateusz Maciejczyk

Słowa kluczowe: lornoksykam; NLPZ; glikacja; AGE

WPROWADZENIE: Cukrzyca uznawana jest za epidemię XXI wieku ze względu na jej szerokie rozpowszechnienie oraz stale rosnącą zachorowalność. Jednym z kluczowych mechanizmów uszkodzeń wywołanych hiperglikemią jest proces glikacji, czyli nieenzymatyczne przyłączanie reszt cukrowych do struktury białek. Proces ten prowadzi do zmian konformacyjnych białek i zaburzenia ich funkcji, czego konsekwencją są m.in. powikłania naczyniowe i neuropatie cukrzycowe. Farmakoterapia cukrzycy koncentruje się głównie na kontroli glikemii, jednak równie istotna może być ochrona białek przed procesem glikacji. Doniesienia naukowe wskazują, że niesteroidowe leki przeciwzapalne (NLZP) mogą wykazywać dodatkowe właściwości antyglikacyjne. Lornoksykam, NLPZ należący do grupy oksykamów, nie został dotychczas zbadany pod tym względem.

CEL PRACY: Celem badania było określenie potencjału antyglikacyjnego lornoksykamu w modelu *in vitro*.

MATERIAŁY I METODY: Badanie przeprowadzono z wykorzystaniem modelu albuminy surowicy bydlęcej (BSA) podanej glikacji z udziałem glukozy oraz rybozy. Roztwory zawierające 0,09 mM BSA, 0,5 M glukozy lub rybozy oraz 1 mM lornoksykamu inkubowano przez 7 dni. Następnie metodami fluorometrycznymi oznaczono stężenia zaawansowanych produktów glikacji (AGE), dityrozyny oraz krosliny. Jako kontrolę dodatnią zastosowano aminoguanidynę (1 mM) – znany inhibitor glikacji białek.

WYNIKI: Lornoksykam istotnie ograniczał tworzenie produktów glikacji i glikooksydacji w porównaniu do próbek kontrolnych pozbawionych badanego leku. W modelu glukozowym działanie lornoksykamu było porównywalne do aminoguanidyny, co wskazuje na jego wyraźny potencjał antyglikacyjny.

WNIOSKI: W przedstawionym modelu *in vitro* lornoksykam wykazał zdolność do zmniejszania nieenzymatycznej glikacji i glikooksydacji białek. Uzyskane wyniki sugerują zasadność dalszych badań z wykorzystaniem modeli komórkowych, zwierzęcych oraz klinicznych w celu oceny jego możliwego zastosowania w prewencji powikłań cukrzycowych.

KULTURA PĘDÓW *CLERODENDRUM TRICHOTOMUM* W BIOREAKTORZE PLANTFORM JAKO WYDAJNE ŹRÓDŁO FENYLOETANOIDÓW

Renkiewicz Justyna^{1 *}, Grzegorz-Karolak Izabela²

¹Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Biologii i Botaniki Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Muszyńskiego 1, 90-151 Łódź

²Zakład Biologii i Botaniki Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Muszyńskiego 1, 90-151 Łódź

* Autor korespondencyjny e-mail: justyna.renkiewicz@stud.umed.lodz.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Izabela Grzegorz-Karolak, prof. UM

Słowa kluczowe: szczęśliń późny; werbaskozyd; systemy czasowego zalewania; kultury in vitro

WPROWADZENIE: *Clerodendrum trichotomum* (Lamiaceae) jest gatunkiem występującym naturalnie w Korei, Japonii i Chinach, szeroko stosowanym w tradycyjnej medycynie Azji Wschodniej. Surowcem zielarskim są przede wszystkim pędy, którym przypisuje się działanie przeciwzapalne, antyoksydacyjne, przeciwbólowe, uspokajające i obniżające ciśnienie. Ich aktywność jest związana z obecnością fenyloetanoidów, zwłaszcza werbaskozydu. W obliczu rosnącego zapotrzebowania na standaryzowane surowce roślinne o powtarzalnym składzie chemicznym, kultury roślinne in vitro stanowią innowacyjną alternatywę dla upraw polowych. Umożliwiają one kontrolowaną, całoroczną produkcję biomasy i metabolitów wtórnych w ściśle zdefiniowanych warunkach, co sprzyja uzyskaniu wysokiej jakości surowców dla przemysłu farmaceutycznego i kosmetycznego.

CEL PRACY: Celem badań była próba zwiększenia skali hodowli pędów *C. trichotomum* z wykorzystaniem bioreaktora z czasowym systemem zalewania Plantform oraz ocena zdolności tej kultury do akumulacji fenyloetanoidów.

MATERIAŁY I METODY: Inokulat stanowiło 20 węzłów pędowych pozyskiwanych z hodowanych na stałym podłożu pędów *C. trichotomum*. Rosły one w bioreaktorze Plantform w podłożu WP (Woody Plant) suplementowanym 0,1 mg/l IAA (kwas indoliloctowy) oraz 1 mg/l meta-topoliny. System czasowego zalewania zapewniał okresowy kontakt eksplantatów z pożywką, przez 3 minut co 3 godz. Po 6 tygodniach hodowli określono przyrost świeżej i suchej masy kultury oraz współczynnik proliferacji. Analizę zawartości werbaskozydu i sumy analizowanych fenyloetanoidów przeprowadzono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC).

WYNIKI: W ciągu 6 tygodni obserwowano niemal 120-krotny przyrost biomasy względem inokulum i świeża masa kultury w bioreaktorze wyniosła 47,8 g, zaś sucha - 5,9 g. Pędy namnażały się efektywnie osiągając współczynnik proliferacji na poziomie 9. Dominującym metabolitem w kulturze *C. trichotomum* był werbaskozyd, którego zawartość osiągnęła 53,1 mg/g suchej masy (s.m.), natomiast całkowita zawartość fenyloetanoidów wyniosła 67,5 mg/g s.m. Były to poziomy około 25% wyższe niż w pędach rosnących w probówkach na stałym podłożu.

WNIOSKI: Zastosowanie bioreaktora Plantform umożliwiło efektywne zwiększenie skali hodowli pędów *C. trichotomum* oraz uzyskanie wysokiej produktywności fenyloetanoidów, na poziomie ponad 600 mg werbaskozydu i ponad 800 mg sumy fenyloetanoidów na litr podłoża. Otrzymane wyniki wskazują, że system czasowego zalewania Plantform stanowi obiecującą platformę do kontrolowanej produkcji standaryzowanych metabolitów wtórnych, wpisującą się w koncepcję innowacyjnego pozyskiwania substancji bioaktywnych na dużą skalę.

POLIPIGUŁKI DRUKOWANE 3D: WIELOSKŁADNIKOWE POSTACIE LEKU W PERSONALIZACJI TERAPII

Agnieszka Rogalska^{1}, Oliwier Bućdak¹, Małgorzata Świąder¹*

¹ *Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie*

² *Katedra i Zakład Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie*

*Autor korespondencyjny e-mail: 63691@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm Katarzyna Świąder²

Słowa kluczowe: polipigułka, druk 3D, polifarmacja, polipragmazja

WPROWADZENIE: Polipragmazja, czyli jednoczesne stosowanie wielu leków przez pacjenta, stanowi istotny problem zdrowia publicznego, głównie w leczeniu przewlekłych, współistniejących schorzeń, takich jak choroby układu krążenia, cukrzyca typu 2, choroby neurodegeneracyjne i choroby psychiczne. Chociaż jest to konieczna metoda, aby zapewnić kontrolę nad chorobą, wiąże się z podwyższonym ryzykiem działań niepożądanych i wystąpieniem interakcji. Preparaty wielolekowe typu FDC (Fixed-Dose Combination) poprawiają wygodę stosowania terapii, jednak ich główną wadą jest brak możliwości indywidualnej modyfikacji dawek, co utrudnia leczenie pacjentów o specyficznych uwarunkowaniach genetycznych, metabolicznych lub słabej tolerancji na określone dawki substancji czynnych. Proponowanym rozwiązaniem powyższych problemów jest użycie polipigułek drukowanych 3D.

CEL PRACY: Celem pracy jest analiza aktualnego stanu wiedzy na temat polipigułek drukowanych w technologii 3D jako narzędzia personalizacji farmakoterapii z uwzględnieniem aspektów farmaceutycznych, klinicznych oraz regulacyjnych.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: W celu przygotowania powyższej pracy wykorzystano elektroniczne bazy danych, takie jak Scopus, Web of Science, PubMed oraz Google Scholar z lat 2015-2025. Uwzględniono artykuły oryginalne, przeglądowe i eksperymentalne dotyczące polipigułek drukowanych 3D i ich roli w terapii.

WYNIKI: Stosując technologię druku 3D możliwe jest tworzenie struktur tabletek zapewniających kontrolę nad różnymi aspektami rozpuszczania i uwalniania leku poprzez zmodyfikowaną porowatość i gęstość materiału użytego podczas wytwarzania. Polipigułki wytwarzane technologią druku 3D stanowią innowacyjne rozwiązanie terapeutyczne, umożliwiające integrację kilku substancji czynnych w jednej modyfikowalnej postaci leku. Takie podejście może ograniczyć liczbę przyjmowanych pigułek nawet o 60–70%, zwiększyć przestrzeganie zaleceń terapeutycznych o 30–40% oraz wspierać precyzyjne dawkowanie oparte na profilu genetycznym i klinicznym pacjenta.

WNIOSKI: Polipigułki wytwarzane metodą druku 3D to rozwiązanie umożliwiające projektowanie pojedynczej postaci dawkowania, precyzyjnie dostosowanej do indywidualnych potrzeb pacjenta. Technologia ta pozwala na integrację wielu substancji czynnych w jednej strukturze przestrzennej z ich rozmieszczeniem w odrębnych warstwach, co umożliwia kontrolę kinetyki uwalniania. Mimo że polipigułki drukowane w technologii 3D wykazują duży potencjał, ich produkcja cechuje się ograniczoną precyzją i niską wydajnością procesową.

Piśmiennictwo:

- [1]. Keerikkadu, M., Chennamsetty, S., Shetty, A., Tippavajhala, V. K., & Rathnanand, M. (2025). 3D-printed polypills for personalized medicine and precision oral drug delivery in pharmaceutical practice: A review. *International journal of pharmaceutics*, X, 11, 100474. <https://doi.org/10.1016/j.ijpx.2025.100474>
- [2]. Cosin-Sales, J., Murcia-Saragossa, JM, Pereyra-Rico, HO, la Guía-Galipienso, F., Hermans, K., & Rubio, G. (2021). Ocena satysfakcji i preferencji pacjentów za pomocą polipigułki sercowo-naczyniowej w profilaktyce wtórnej: badanie Aurora. *Journal of porównawczych badań efektywności*, 10(13), 975–985. <https://doi.org/10.2217/ce-2021-0105>
- [3]. Goh, W. J., Tan, S. X., Pastorin, G., Ho, P. C. L., Hu, J., & Lim, S. H. (2021). 3D printing of four-in-one oral polypill with multiple release profiles for personalized delivery of caffeine and vitamin B analogues. *International journal of pharmaceutics*, 598, 120360. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2021.120360>



ROLA MIKROBIOTY JELITOWEJ W MODULACJI UKŁADU GABA-ERGICZNEGO: POTENCJALNE IMPLIKACJE DLA PRZYSZŁYCH TERAPII PSYCHOFARMAKOLOGICZNYCH

Agnieszka Rogalska^{1}, Gabriela Machnik¹, Katarzyna Machowiec¹*

¹ *Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie*

² *Katedra i Zakład Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie*

*Autor korespondencyjny e-mail: 63691@umlub.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm Katarzyna Świąder²

Słowa kluczowe: GABA, oś jelita-mózg, psychobiotyki

WPROWADZENIE: Oś jelita-centralny układ nerwowy wpływa na procesy poznawcze, nastrój i odczuwanie bólu. Sieć komunikacyjna między jelitami i mózgiem obejmuje jelitowy układ nerwowy, współczulne i przywspółczulne gałęzie autonomicznego układu nerwowego oraz neuroendokrynne i neuroimmunologiczne szlaki sygnałowe. Zaburzenia sygnalizacji osi jelita-centralny układ nerwowy są powiązane z wieloma chorobami psychicznymi i neurologicznymi takimi jak: depresja, stany lękowe, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona, zaburzenia ze spektrum autyzmu. Nowe dane pokazują, że mikroorganizmy jelitowe mogą produkować neuroprzekaźnik GABA, modulować ekspresję receptorów GABA-A i GABA-B, zmieniać aktywność nerwu błędnego, a także wpływać na zachowanie, lęk i nastrój. Dysbioza (zaburzenie równowagi mikrobiomu jelitowego) może więc znacząco wpływać na oś jelita-mózg poprzez zmianę składu i funkcjonowania drobnoustrojów.

CEL PRACY: Celem pracy jest analiza aktualnego piśmiennictwa naukowego dotyczącego udziału mikrobioty w leczeniu chorób psychicznych i neurologicznych ze szczególnym uwzględnieniem wpływu na układ GABA-ergiczny.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: W celu przygotowania pracy wykorzystano z elektronicznych baz danych, takich jak Scopus, Web of Science, PubMed oraz Google Scholar z lat 2016-2024. Uwzględniono artykuły oryginalne, przeglądowe i eksperymentalne dotyczące roli osi mikrobiota-jelito-mózg w patogenezie i terapii zaburzeń psychicznych oraz neurologicznych, ze szczególnym uwzględnieniem mechanizmów związanych z układem GABA-ergicznym.

WYNIKI: Istnieje coraz więcej dowodów, że mikrobiota jelitowa odgrywa znaczącą rolę w modulacji układu GABA-ergicznego. Badania in vitro i in vivo potwierdzają zdolności wybranych szczepów bakteryjnych (głównie Bifidobacterium i Lactobacillus) do produkcji kwasu gamma-aminomastowego z glutaminianu.

WNIOSKI: Suplementacja określonych szczepów probiotycznych może zredukować lęk i stres u ludzi, co może być potencjalnie wykorzystane w przyszłości w terapii depresji i lęku. Niemniej jednak ze względu na dużą złożoność osi jelito-mózg wyniki tych badań wymagają dalszych weryfikacji w badaniach randomizowanych.

Piśmiennictwo:

- [1]. Dziedzic, A., Maciak, K., Bliźniewska-Kowalska, K., Gałęcka, M., Kobińska, W., & Saluk, J. (2024). The Power of Psychobiotics in Depression: A Modern Approach through the Microbiota-Gut-Brain Axis: A literature Review. *Nutrients*, 16(7), 1054. <https://doi.org/10.3390/nu16071054>
- [2]. Mayer, E. A., Nance, K., & Chen, S. (2022). The Gut-Brain Axis. *Annual Review of Medicine*, 73(1), 439-453. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-042320-014032>
- [3]. Soćka, K., Doboszewska, U., Szopa, A., Serefko, A., Włodarczyk, M., Zielińska, A., Poleszak, E., Fichna, J., & Wlaź, P. (2021). The role of microbiota-gut-brain axis in neuropsychiatric and neurological disorders. *Pharmacological Research*, 172, 105840. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2021.105840>
- [4]. Mazzoli, R., & Pessione, E. (2016). The neuro-endocrinological role of microbial glutamate and GABA signaling. *Frontiers in Microbiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01934>

METFORMINA W ZESPOLE POLICYSTYCZNYCH JAJNIKÓW: AKTUALNE WSKAZANIA I EFEKTY TERAPEUTYCZNE

Emilia Rudnicka^{1}, Wioletta Parys²*

¹ *Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Chemii Analitycznej, Wydział Nauk Farmaceutycznych w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, ul. Jagiellońska 4, 41-200 Sosnowiec*

² *Zakład Chemii Analitycznej, Wydział Nauk Farmaceutycznych w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, ul. Jagiellońska 4, 41-200 Sosnowiec*

* Autor korespondencyjny e-mail: s85201@365.sum.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Wioletta Parys

Słowa kluczowe: metformina; PCOS; pochodne biguanidów

WPROWADZENIE: Zespół policystycznych jajników (PCOS) dotyczy 8–13% kobiet w wieku rozrodczym i stanowi najczęstsze zaburzenie endokrynologiczne w tej grupie. Schorzenie wiąże się z zaburzeniami metabolicznymi, reprodukcyjnymi, dermatologicznymi i psychicznymi, których nasilenie zależy od stylu życia, czynników środowiskowych i predyspozycji genetycznych. PCOS zwiększa ryzyko nadciśnienia tętniczego, dyslipidemii, miażdżycy subklinicznej oraz chorób sercowo-naczyniowych.

CEL PRACY: Celem pracy było przedstawienie aktualnych danych dotyczących wskazań oraz efektów terapeutycznych stosowania metforminy u kobiet z rozpoznanym zespołem policystycznych jajników (PCOS).

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Dokonano przeglądu literatury z wykorzystaniem baz danych PUBMED oraz ResearchGate, a także aktualnych zaleceń dotyczących leczenia PCOS. Analizę przeprowadzono na podstawie publikacji wyszukanych przy użyciu słów kluczowych: „metformina”, „PCOS”, „pochodne biguanidów”.

WYNIKI: Do analizy włączono sześć publikacji, z których po ocenie merytorycznej wyodrębniono cztery kluczowe prace stanowiące podstawę niniejszego przeglądu.

WNIOSKI: Metformina jest uznawana za względnie bezpieczną u kobiet z zespołem policystycznych jajników, również w okresie ciąży. Poprzez wpływ na gospodarkę węglowodanową poprawia kontrolę metaboliczną i może sprzyjać utrzymaniu ciąży oraz redukcji ryzyka poronień. Dostępne dane nie pozwalają jednak jednoznacznie wykluczyć potencjalnych działań niepożądanych u płodu, co uzasadnia potrzebę dalszych badań.

Piśmiennictwo

- [1] Telagarapu, V. M. L., Nallamothu, P. D., Telagarapu, V. N., Nalluri, S. R. C., Nathani, S., Kopani, C. P., Yarraguntla, V., & Vyasalapu, S. (2025). Revisiting metformin in the management of polycystic ovary syndrome (PCOS). *Cureus*, 17(7), e88216. <https://doi.org/10.7759/cureus.88216>
- [2] Saadati, S., Mason, T., Godini, R., Vanky, E., Teede, H., & Mousa, A. (2025). Metformin use in women with polycystic ovary syndrome (PCOS): Opportunities, benefits, and clinical challenges. *Diabetes Obesity and Metabolism*, 27(S3), 31–47. <https://doi.org/10.1111/dom.16422>
- [3] Peña, A. S., Witchel, S. F., Boivin, J., Burgert, T. S., Ee, C., Hoeger, K. M., Lujan, M. E., Mousa, A., Oberfield, S., Tay, C. T., & Teede, H. (2025). International evidence-based recommendations for polycystic ovary syndrome in adolescents. *BMC Medicine*, 23(1), 151. <https://doi.org/10.1186/s12916-025-03901-w>
- [4] Leathersich, S., Roche, C., & Hart, R. (2025). Minimising OHSS in women with PCOS. *Frontiers in Endocrinology*, 16, 1507857. <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1507857>



RADIOFARMACEUTYKI W CHOROBYCH NEURODEGENERACYJNYCH: OD PRECYZYJNEGO OBRAZOWANIA DO MEDYCyny SPERSONALIZOWANEJ

Marta Rusek^{1*}, Monika Pitucha¹

¹Samodzielna Pracownia Radiofarmacji, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

* Autor korespondencyjny e-mail: marta.rusek@umlub.edu.pl

Słowa kluczowe: radiofarmaceutyki; choroby neurodegeneracyjne; PET/SPECT; amyloid β ; białko tau; medycyna spersonalizowana

WPROWADZENIE: Choroby neurodegeneracyjne, takie jak choroba Alzheimera, choroba Parkinsona czy atypowe zespoły parkinsonowskie, stanowią jedno z największych wyzwań współczesnej medycyny ze względu na narastającą częstość występowania, złożoną patogenezę oraz ograniczone możliwości leczenia przyczynowego. Radiofarmaceutyki, stosowane w obrazowaniu PET i SPECT, umożliwiają nieinwazyjną ocenę procesów molekularnych zachodzących w ośrodkowym układzie nerwowym, oferując unikalne narzędzie do wczesnej diagnostyki, różnicowania chorób oraz monitorowania postępu neurodegeneracji. Równolegle postępująca cyfryzacja farmacji oraz rozwój sztucznej inteligencji otwierają nowe możliwości w zakresie analizy danych obrazowych, optymalizacji procesów radiofarmaceutycznych oraz personalizacji diagnostyki.

CEL PRACY: Celem pracy było przedstawienie aktualnego stanu wiedzy dotyczącego zastosowania radiofarmaceutyków w diagnostyce chorób neurodegeneracyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem znaczników amyloidu β , białka tau, układu dopaminergicznego oraz perspektyw rozwoju strategii theranostycznych i medycyny spersonalizowanej w neurologii.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd oparto na analizie aktualnych publikacji naukowych, obejmujących badania kliniczne, przeglądy systematyczne oraz prace translacyjne dotyczące radiofarmaceutyków stosowanych w obrazowaniu PET i SPECT w chorobach neurodegeneracyjnych (Rabinovici et al., 2005; Herrmann et al., 2005; Zhang S., 2005). Uwzględniono doniesienia z ostatnich lat, koncentrujące się na skuteczności diagnostycznej, specyficzności molekularnej znaczników oraz aspektach farmaceutycznych i jakościowych preparatów radiofarmaceutycznych, a także zastosowania algorytmów sztucznej inteligencji i radiomiki w przetwarzaniu oraz interpretacji danych obrazowych.

WYNIKI: Analiza literatury wskazuje, że radiofarmaceutyki ukierunkowane na amyloid β i białko tau odgrywają kluczową rolę w diagnostyce choroby Alzheimera, umożliwiając jej wykrycie na etapie przedklinicznym. Znaczniki układu dopaminergicznego znajdują zastosowanie w różnicowaniu zespołów parkinsonowskich oraz ocenie stopnia neurodegeneracji. Coraz większe znaczenie zyskuje integracja danych obrazowych z metodami radiomiki i sztucznej inteligencji, co pozwala na lepszą stratyfikację pacjentów oraz przewidywanie przebiegu choroby. Jednocześnie podkreśla się kluczową rolę jakości farmaceutycznej radiofarmaceutyków dla wiarygodności diagnostyki.

WNIOSKI: Radiofarmaceutyki stanowią nieodzowny element nowoczesnej diagnostyki chorób neurodegeneracyjnych, umożliwiając ocenę procesów molekularnych *in vivo* i wspierając rozwój medycyny spersonalizowanej w neurologii. Dalszy rozwój selektywnych znaczników, integracja zaawansowanej analizy obrazów oraz badania nad potencjałem theranostycznym mogą w przyszłości przyczynić się do wcześniejszego rozpoznawania chorób neurodegeneracyjnych oraz optymalizacji strategii terapeutycznych.

Piśmiennictwo:

- Rabinovici, G. D., Knopman, D. S., Arbizu, J., Benzinger, T. L. S., Donohoe, K. J., Hansson, O., Herscovitch, P., Kuo, P. H., Lingler, J. H., Minoshima, S., Murray, M. E., Price, J. C., Salloway, S. P., Weber, C. J., Carrillo, M. C., & Johnson, K. A. (2025). Updated appropriate use criteria for amyloid and tau PET: A report from the Alzheimer's Association and the Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging Workgroup. *Journal of Nuclear Medicine*, 66(Suppl. 2), S5–S31. <https://doi.org/10.2967/jnumed.124.268756>
- Herrmann, K., Schwaiger, M., Lewis, J. S., Solomon, S. B., McNeil, B. J., Baumann, M., Gambhir, S. S., Hricak, H., & Weissleder, R. (2020). Radiotheranostics: A roadmap for future development. *The Lancet Oncology*, 21(3), e146–e156. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(19\)30821-6](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30821-6)
- Zhang, S. (2025). Radiopharmaceuticals and their applications in medicine. *Signal Transduction and Targeted Therapy*. <https://doi.org/10.1038/s41392-024-02041-6>

ZWIĘKSZENIE SKALI PRODUKCJI KWASU ROZMARYNOWEGO Z WYKORZYSTANIEM BIOREAKTORA TYPU PLANTFORM

Dominika Sarowska^{1*}, *Wiktoria Ejsmont-Gralewska*², *Izabela Grzegorzczak-Karolak*²

¹Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Biologii i Botaniki Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Muszyńskiego 1, 90-151 Łódź

²Zakład Biologii i Botaniki Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Muszyńskiego 1, 90-151 Łódź

* Autor korespondencyjny e-mail: dominika.sarowska@stud.umed.lodz.pl

Opiekun naukowy pracy: mgr Wiktoria Ejsmont-Gralewska, dr hab. n. farm. Izabela Grzegorzczak-Karolak, prof. UM

Słowa kluczowe: szalwia; *Salvia atropatana*; bioreaktor; kwas rozmarynowy; Plantform

WPROWADZENIE: Kwas rozmarynowy jest metabolitem wtórnym wykazującym udokumentowane działanie przeciwzapalne, antyoksydacyjne, przeciwbakteryjne oraz przeciwnowotworowe. Z uwagi na te właściwości stanowi on perspektywiczny składnik preparatów o znaczeniu profilaktycznym i wspomagającym w terapii chorób cywilizacyjnych. Potencjalnym źródłem jego pozyskiwania może być *Salvia atropatana* (Lamiaceae), gatunek naturalnie występujący na obszarze Bliskiego Wschodu, bogaty w związki fenolowe. Zastosowanie kultur roślinnych *in vitro* oraz narzędzi biotechnologicznych umożliwia uzyskanie standaryzowanej biomasy i intensyfikację biosyntezy kwasu rozmarynowego w warunkach kontrolowanych, co stwarza realne możliwości zwiększenia wydajności jego produkcji.

CEL PRACY: Celem badań było zwiększenie skali produkcji kwasu rozmarynowego w pędach *S. atropatana* poprzez zastosowanie bioreaktora z czasowym systemem zalewania typu Plantform.

MATERIAŁY I METODY: Pędy szalwii hodowano w bioreaktorze Plantform w zoptymalizowanym podłożu Murashige i Skooga (MS) z dodatkiem 0,1 mg/L IAA (kwas indolilo-3-octowy) oraz 1 mg/L BAP (6-benzyloaminopuryna). Inokulat stanowiło 20 wierzchołków pędów pozyskanych z hodowli na podłożu stałym. W systemie czasowego zalewania eksplantaty poddawano immersji podłożem co 3 godziny przez 3 minuty. Po 40 dniach hodowli określano współczynnik proliferacji oraz indeks przyrostu biomasy kultury. Wodno-metanolowy ekstrakt z pozyskanego materiału roślinnego poddano analizie metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) w celu określenia zawartości kwasu rozmarynowego.

WYNIKI: W hodowli bioreaktorowej stwierdzono intensywny przyrost biomasy pędów szalwii z indeksem wzrostu suchej masy wynoszącym 36. Współczynnik proliferacji, będący sumą pąków i pędów bocznych, przypadających na eksplantant, osiągnął wartość 6,6. Zawartość kwasu rozmarynowego w badanej kulturze wynosiła około 30 mg/g suchej masy i była to wartość prawie dwukrotnie wyższa niż w pędach hodowanych w probówkach na podłożu stałym. Ostatecznie po 40 dniach hodowli można uzyskać około 300 mg kwasu rozmarynowego w przeliczeniu na litr podłoża hodowlanego.

WNIOSKI: Pędy *S. atropatana* hodowane w bioreaktorze typu Plantform stanowią obiecujące źródło kwasu rozmarynowego. Zastosowanie systemu czasowego zalewania pozwoliło na jednoczesne zwiększenie przyrostu biomasy kultury i zawartości bioaktywnego metabolitu. Technologia ta może stanowić innowacyjną, skalowalną alternatywę dla konwencjonalnych metod pozyskiwania kwasu rozmarynowego z surowca roślinnego.

PŁYNNE KULTURY PĘDÓW *SALVIA NUBICOLA*

Natalia Sendacka^{1*}, Ewa Skąła²

¹ Studenckie Koło Naukowe Botaniki Farmaceutycznej przy Zakładzie Biologii i Botaniki Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

² Zakład Biologii i Botaniki Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

*Autor korespondencyjny e-mail: natalia.sendacka@stud.umed.lodz.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. Ewa Skąła

Słowa kluczowe: kolby Erlenmeyera, bioreaktor okresowo-zalewowy; bioreaktor mgłowy

WPROWADZENIE: *Salvia nubicola* Wall. ex Sweet (Lamiaceae) występuje w stanie naturalnym m.in. w Afganistanie, Pakistanie, Nepalu i Himalajach. Liczne gatunki z tego rodzaju wykorzystywane są od wieków w medycynie tradycyjnej. Monografie *S. officinalis* oraz innych gatunków szatwii (*S. fruticosa*, *S. lavandulifolia*, *S. miltiorrhiza*, *S. sclarea*) ujęto w Farmakopei Polskiej XIII i Farmakopei Europejskiej 11.0. W Indiach i Chinach wywary z korzeni *S. nubicola* stosuje się podczas gorączki, w leczeniu przeziębienia, grypy, kaszlu i astmy, natomiast napary z liści, używane przez mieszkańców Uralu, działają hemostatycznie oraz wspomagają gojenie ran. Gatunek ten zawiera liczne terpeny, flawonoidy, kwasy fenolowe, kumaryny, garbniki i olejek eteryczny. Badania naukowe z ostatnich lat wykazały m.in. działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne, przeciwdrobnoustrojowe czy antyglukacyjne *S. nubicola*.

CEL PRACY: Celem badania było namnażanie pędów *S. nubicola* w kulturze in vitro w płynnym podłożu z zastosowaniem różnych systemów hodowlanych.

MATERIAŁY I METODY: Pędy szatwii namnażano z wierzchołkowych części pędu w płynnym podłożu Murashige i Skooga uzupełnionym kwasem indolilo-3-octowym (0,1 mg/L) i 6-benzyloaminopuryną (1 mg/L) w kolbach Erlenmeyera, wstrząsanych i stacjonarnych, zawierających 25 mL lub 50 mL podłoża oraz w dwóch bioreaktorach okresowo-zalewowych PlantForm i Rita®. Pędy hodowane w bioreaktorach zalewane były podłożem co 3 godziny przez 3 minuty. W badaniu zastosowano ponadto bioreaktor mgłowy, w którym pędy rosły w środowisku mgły wytwarzanej przez nebulizator (pożywka rozpylana była co godzinę przez 30 sekund). Kultury pędów prowadzono przez 25 dni w fitotronie z zastosowaniem fotoperiodu (16 godzin światła) i lamp fluorescencyjnych o natężeniu PPFD 40 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

WYNIKI: Współczynnik namnażania, przyrosty biomasy oraz morfologia pędów różniły się w zależności od warunków hodowli, tj. naczynia hodowlanego, objętości podłoża w kolbach Erlenmeyera i systemu hodowlanego (kultury wstrząsane i stacjonarne). Najwyższy współczynnik namnażania, jak i najwyższą biomasę i indeks wzrostu osiągały pędy hodowane w bioreaktorze mgłowym. Ten system hodowlany wpływał także korzystnie na morfologię namnożonych pędów. Kolejnym etapem badań będzie ocena farmakognostyczna uzyskanego materiału roślinnego.

WNIOSKI: Optymalne warunki hodowli pędów szatwii uzyskano w bioreaktorze mgłowym, co wynika z lepszej dyfuzji składników odżywczych i zwiększonej aeracji w systemie mgłowym, kluczowych dla jakości namnożonego materiału roślinnego.

CYTYKOLINA: WIĘCEJ NIŻ SUPLEMENT. WIELOKIERUNKOWA NEUROPROTEKCJA I NOWE PERSPEKTYWY TERAPEUTYCZNE

Julia Skroban^{1}, Łukasz Popiołek²*

¹Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

²Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

³Katedra i Zakład Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

* Autor korespondencyjny e-mail: julia.skr6@interia.pl

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Marta Kruk-Słomka³

Słowa kluczowe: cytykolina; neuroprotekcja; neuroregeneracja; zaburzenia neurologiczne

WPROWADZENIE: Cytykolina (CDP-cholina) jest związkiem naturalnie występującym w niewielkich ilościach w organizmie człowieka. Odgrywa ważną rolę w metabolizmie fosfatydylocholiny, składnika fosfolipidów błon komórkowych neuronów. Ponadto cytykolina pobudza syntezę acetylocholiny, neuroprzekaźnika regulującego procesy kognitywne. Cytykolina stosowana jest w medycynie od lat 70. XX wieku jako lek o działaniu neuroprotektoryjnym i neuroregeneracyjnym w terapii choroby środkowego układu nerwowego (OUN). Obecnie w większości krajów Unii Europejskiej cytykolina jest powszechnie wykorzystywana jako suplement diety (wsparcie pamięci, koncentracji, neuroprotekcja u osób starszych oraz profilaktyka w jaskrze), a w niektórych krajach jest zarejestrowana jako lek stosowany w leczeniu udarów mózgu, urazów czaszkowych oraz zaburzeń funkcji poznawczych.

CEL PRACY: Do niedawna cytykolina była postrzegana wyłącznie jako związek o szerokim spektrum działania w schorzeniach związanych z zaburzeniami i dysfunkcjami OUN. Niniejszy przegląd ma na celu zebranie i podsumowanie dotychczas poznanych mechanizmów działania i potencjalnych nowych zastosowań terapeutycznych cytykoliny na podstawie przeprowadzonych badań naukowych.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przeprowadzono systematyczne przeszukiwanie wiodących baz danych naukowych, obejmujących PubMed, Scopus, Web of Science oraz Google Scholar. Analiza danych na podstawie zdefiniowanych kryteriów włączenia i wyłączenia obejmowała pełnotekstowe publikacje naukowe w języku polskim i angielskim opublikowane w latach 2020–2026.

WYNIKI: Wykorzystanie cytykoliny w leczeniu zaburzeń widzenia i schorzeń oczu (jaskra, uszkodzenie nerwu wzrokowego) stanowi przykład nowych zastosowań terapeutycznych tego związku w okulistyce. Liczne badania dostarczyły dowodów, że cytykolina może skutecznie przyczyniać się do poprawy funkcji neurologicznych, hamowania progresji zaburzeń poznawczych, zmniejszania stopnia niepełnosprawności oraz przyspieszenia czasu rekonwalescencji u pacjentów z ostrym udarem niedokrwiennym, urazowym uszkodzeniem mózgu, zaburzeniami pamięci oraz chorobami neurodegeneracyjnymi, jak choroba Alzheimera, choroba Parkinsona, stwardnienie rozsiane. Wyniki analiz eksperymentalnych przeprowadzonych w ostatnich latach badań wskazują także na właściwości przeciwdepresyjne, anksjolityczne i antyanalgetyczne cytykoliny stosowanej w połączeniu z innymi lekami. Ponadto cytykolina wykazała zdolność do łagodzenia niekorzystnych skutków działania substancji odurzających, takich jak kokaina czy amfetamina. Cytykolina może mieć również korzystny neuroprotektoryjny i immunomodulujący wpływ u pacjentów chorych na COVID-19.

WNIOSKI: Właściwości biologiczne cytykoliny wykraczają poza działanie neuroregeneracyjne i neuroprotektoryjne. Jej wielokierunkowy mechanizm działania oraz potencjalne efekty terapeutyczne z nim związane nie zostały jeszcze dokładnie poznane, dlatego tak ważne jest przeprowadzenie dalszych badań celem określenia potencjalnych korzyści z zastosowania cytykoliny jako nowej strategii w terapii różnych schorzeń.

CZERWIEŃ KONGO JAKO POTENCJALNY NOŚNIK SUPRAMOLEKULARNY WZMACNIAJĄCY TERAPEUTYCZNE DZIAŁANIE ERLOTYNIBU W RAKU TRZUSTKI

Seweryn Stempak^{1*}, Adam Kozik^{1*}, Urszula Głowacka², Anna Wiśniewska³, Małgorzata Lasota^{1,2}

¹SKN Terapii Celowanej i Układów Supramolekularnych, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków;

²Ośrodek Biomedycyny i Nauk Interdyscyplinarnych, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków

³Katedra Farmakologii, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków;

* - autorzy wnieśli równy wkład w powstanie niniejszej pracy

* Autor korespondencyjny e-mail: adam.kozik@student.uj.edu.pl; malgorzata.lasota@uj.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n.med. Małgorzata Lasota

Słowa kluczowe: rak trzustki; erlotynib; czerwień Kongo; nośniki supramolekularne; EGFR; terapia celowana

WPROWADZENIE: Rak trzustki charakteryzuje się wysoką śmiertelnością i ograniczoną skutecznością terapii. Erlotynib (OSI-774), inhibitor kinazy tyrozynowej EGFR, wykazuje umiarkowaną efektywność kliniczną, m.in. z powodu niskiej biodostępności i tendencji do agregacji. Zastosowanie nośników supramolekularnych może zwiększać aktywność biologiczną leku oraz poprawiać jego właściwości farmakologiczne.

CEL PRACY: Ocena wpływu kompleksowania erlotynibu z czerwienią Kongo na jego działanie przeciwnowotworowe w modelach raka trzustki.

MATERIAŁY I METODY: Kompleks CR:OSI-774 analizowano metodami UV-Vis i DLS. Badania *in vitro* przeprowadzono na liniach PANC-1 i BxPC-3. Oceniono proliferację (MTS), wyznaczono wartość połowicznej dawki cytostatycznej (IC₅₀), analizowano apoptozę i nekrozę (Annexin V/PI) oraz migrację i inwazję komórek. Zmiany w sygnalizacji EGFR oceniono poprzez analizę poziomu całkowitego i ufosforylowanego AKT.

WYNIKI: Kompleks CR:OSI-774 wykazywał niższe wartości IC₅₀ w porównaniu z erlotynibem stosowanym samodzielnie, co wskazuje na nasilone działanie antyproliferacyjne. Terapia hamowała migrację i inwazję komórek, a kompleks supramolekularny wykazywał silniejszy efekt antyinwazyjny. Zaobserwowano obniżenie poziomu fosforylacji AKT bez zmian w całkowitej ekspresji białka.

WNIOSKI: Kompleksowanie erlotynibu z czerwienią Kongo zwiększa jego aktywność przeciwnowotworową poprzez wzmocnienie efektu antyproliferacyjnego i antyinwazyjnego oraz modulację szlaku EGFR. Strategia supramolekularna może stanowić obiecujące podejście w optymalizacji terapii raka trzustki.

Projekt finansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki w ramach Programu „Studencie koła naukowe tworzą innowacje (nr grantu SKN/SP/601857/2024)

KSENOESTROGENY W PRODUKTACH LECZNICZYCH I KOSMETYCZNYCH – WYZWANIA BEZPIECZEŃSTWA I REGULACJI

Alicja Stępień^{1}, Dorota Wróbel¹, Magdalena Iwan²*

¹ *Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Toksykologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie*

² *Katedra i Zakład Toksykologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie*

*Autor korespondencyjny e-mail: stepien.ali@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr. n. med. Magdalena Iwan

Słowa kluczowe: ksenoestrogeny, kosmetyki, produkty lecznicze, ekspozycja, skutki

WPROWADZENIE: Ksenoestrogeny należą do grupy substancji zaburzających funkcjonowanie układu hormonalnego (endocrine disrupting chemicals, EDC) i wykazują zdolność do naśladowania lub modulowania działania endogennych estrogenów poprzez interakcję z receptorami estrogenowymi ER α i ER β . Związki te są powszechnie obecne w środowisku oraz w produktach leczniczych i kosmetycznych — zarówno jako składniki bezpośrednie (np. konserwanty czy filtry UV), jak i pośrednio poprzez migrację z opakowań z tworzyw sztucznych. Rosnąca liczba badań wskazuje na potencjalny związek przewlekłej, niskodawkowej ekspozycji z zaburzeniami reprodukcyjnymi, rozwojowymi oraz nowotworami hormonozależnymi, jednak wyniki te pozostają przedmiotem dyskusji naukowej. Szczególne kontrowersje budzą efekty mieszaninowe oraz trudności w ocenie ryzyka przy długotrwałej ekspozycji populacyjnej. Celem niniejszego przeglądu jest usystematyzowanie aktualnej wiedzy dotyczącej obecności ksenoestrogenów w produktach leczniczych i kosmetycznych, mechanizmów ich działania oraz wyzwań związanych z oceną bezpieczeństwa i regulacjami prawnymi.

CEL PRACY: Celem pracy jest przegląd aktualnych danych naukowych dotyczących obecności ksenoestrogenów w produktach leczniczych i kosmetycznych oraz omówienie ich mechanizmów działania i wyzwań związanych z oceną bezpieczeństwa i regulacjami prawnymi.

METODOLOGIA PRZEGŁĄDU: Przeprowadzono narracyjny przegląd piśmiennictwa naukowego dotyczącego obecności ksenoestrogenów w produktach leczniczych i kosmetycznych, mechanizmów ich działania oraz związanych z nimi zagrożeń zdrowotnych i regulacyjnych. Wyszukiwanie literatury wykonano w bazach danych PubMed (National Library of Medicine) oraz Google Scholar.

Do analizy włączono oryginalne prace badawcze, prace przeglądowe oraz stanowiska instytucji regulacyjnych, opublikowane głównie w języku angielskim w latach [np. 2010–2024]. Kryteriami włączenia były: (1) odniesienie do ksenoestrogenów stosowanych lub obecnych w produktach leczniczych i/lub kosmetycznych, (2) analiza mechanizmów działania estrogenopodobnego, (3) ocena potencjalnych skutków zdrowotnych lub aspektów regulacyjnych.

WYNIKI: Przegląd literatury wskazuje, że ksenoestrogeny obecne w lekach i kosmetykach (m.in. parabeny, benzo-fenony, BPA, ftalany) mogą oddziaływać na receptory ER α i ER β jako agoniści lub antagoniści, modulując szlaki estrogenowe. Kluczową kontrowersją pozostaje znaczenie przewlekłej ekspozycji na niskie dawki oraz efekt mieszaninowy, które mogą prowadzić do zaburzeń reprodukcyjnych, rozwojowych i nowotworów hormonozależnych. Mimo postępu regulacyjnego w UE, wyzwaniem pozostaje kompleksowa ocena ryzyka przy długotrwałej i wieloźródłowej ekspozycji populacyjnej.

WNIOSKI: Ksenoestrogeny obecne w produktach leczniczych i kosmetycznych stanowią złożone wyzwanie dla zdrowia publicznego. Przewlekła ekspozycja na niskie dawki oraz efekt mieszaninowy ograniczają skuteczność klasycznych modeli toksykologicznych i utrudniają ocenę ryzyka. Wyniki przeglądu wskazują na potrzebę dalszego rozwoju metod oceny bezpieczeństwa oraz interdyscyplinarnego podejścia łączącego aspekty toksykologiczne, farmaceutyczne, regulacyjne i projektowe.

MATERIAŁY MEZOPOROWATE JAKO NOWOCZESNE NOŚNIKI LEKU

Aleksandra Stoińska^{1*}, Małgorzata Geszke-Moritz¹

¹Zakład Farmakognozji i Naturalnych Środków Leczniczych, Wydział Farmacji, Biotechnologii Medycznej i Medycyny Laboratornej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, ul. Plac Polskiego Czerwonego Krzyża 1, 71-251 Szczecin

* Autor korespondencyjny e-mail: aleksandra.stoinska@pum.edu.pl

Słowa kluczowe: materiały mezoporowate; polifenole; funkcjonalizacja; nośnik leku

WPROWADZENIE: Polifenole stanowią rozległą grupę związków chemicznych naturalnie występujących w roślinach. Ze względu na udokumentowane właściwości prozdrowotne, budzą duże zainteresowanie w obszarze profilaktyki i terapii wielu chorób. Mimo obiecującego potencjału biologicznego ich zastosowanie w leczeniu jest jednak ograniczone. Związki te cechują się niską stabilnością, podatnością na degradację oraz krótkim okresem półtrwania. Często wykazują także słabą rozpuszczalność w wodzie i niską biodostępność, co utrudnia osiągnięcie odpowiedniego stężenia terapeutycznego. W odpowiedzi na te ograniczenia poszukuje się skutecznych metod poprawy właściwości fizykochemicznych i farmakokinetycznych polifenoli. Jednym z obiecujących rozwiązań jest zastosowanie materiałów mezoporowatych, szczególnie tych na bazie krzemionki. Materiały te charakteryzują się regulowanym rozmiarem porów (2–50 nm), znaczną powierzchnią właściwą (700–1000 m²/g) i objętością porów (>0,9 cm³/g), a także dobrą biokompatybilnością oraz wysoką stabilnością chemiczną i termiczną. Istotną zaletą mezoporowatych krzemionek jest możliwość funkcjonalizacji ich powierzchni. Modyfikacja powierzchni poprzez wprowadzanie różnorodnych grup funkcyjnych lub struktur organicznych pozwala dostosować właściwości materiału do konkretnego zastosowania. W rezultacie materiały te wykazują wysoką zdolność adsorpcji związków biologicznie czynnych i znajdują zastosowanie jako potencjalne nośniki w systemach kontrolowanego dostarczania leków (DDS, drug delivery systems). Badania nad adsorpcją, stabilnością oraz kontrolowanym uwalnianiem polifenoli z wykorzystaniem mezoporowatych nośników krzemionkowych mogą przyczynić się do zwiększenia ich biodostępności, poprawy skuteczności terapeutycznej oraz opracowania bezpieczniejszych i bardziej efektywnych form terapii.

CEL PRACY: Dokonanie przeglądu najnowszych doniesień literaturowych dotyczących wykorzystania mezoporowatych materiałów krzemionkowych jako nośników związków polifenolowych.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd literatury obejmował oryginalne prace badawcze opublikowane w latach 2020–2025. Do analizy włączono artykuły dotyczące zastosowania mezoporowatych materiałów krzemionkowych jako nośników związków polifenolowych. Uwzględniano badania opisujące: rodzaj zastosowanego związku polifenolowego, rodzaj i charakterystykę materiału krzemionkowego, wpływ funkcjonalizacji powierzchni na efektywność adsorpcji, profil i mechanizm uwalniania/desorpcji polifenoli z materiału oraz wyniki badań aktywności biologicznej lub terapeutycznej opracowanego systemu.

WYNIKI: Analiza literatury wskazuje, że funkcjonalizacja powierzchni mezoporowatych nośników krzemionkowych wybranymi grupami funkcyjnymi (m.in. aminowymi, tiolowymi i karboksylowymi) zwiększa efektywność adsorpcji polifenoli oraz umożliwia ich kontrolowane, przedłużone uwalnianie. Skuteczność procesu zależy zarówno od rodzaju zastosowanej modyfikacji powierzchni, jak i struktury chemicznej polifenolu, w szczególności liczby i rozmieszczenia grup hydroksylowych. W badaniach wykazano, że zaadsorbowane polifenole zachowują swoją aktywność biologiczną, a w niektórych przypadkach obserwuje się jej zwiększenie w porównaniu z wolną formą związku [1, 2, 3].

WNIOSKI: Uzyskane wyniki potwierdzają potencjał mezoporowatych materiałów krzemionkowych jako obiecujących systemów dostarczania związków polifenolowych, umożliwiając zwiększenie efektywności adsorpcji oraz kontrolowane uwalnianie substancji aktywnych. Konieczne są jednak dalsze badania in vivo oraz ocena długoterminowego bezpieczeństwa i możliwości zastosowań klinicznych.

Piśmiennictwo:

- [1] Mohebian, Z., Babazadeh, M., & Zargami, N. (2022). In vitro efficacy of curcumin-loaded amine-functionalized mesoporous silica nanoparticles against MCF-7 breast cancer cells. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 13(2), 317–327. <https://doi.org/10.34172/apb.2023.035>
- [2] Szewczyk, A., Brzezińska-Rojek, J., Ośko, J., Majda, D., Prokopowicz, M., & Grembecka, M. (2022). Antioxidant-loaded mesoporous silica—An evaluation of the physicochemical properties. *Antioxidants*, 11(7), 1417. <https://doi.org/10.3390/antiox11071417>
- [3] Saputra, O. A., Lestari, W. A., Kurniansyah, V., Lestari, W. W., Sugiura, T., Mukti, R. R., Martien, R., & Wibowo, F. R. (2022). Organically surface engineered mesoporous silica nanoparticles control the release of quercetin by pH stimuli. *Scientific Reports*, 12(1), 20661. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-25095-4>

ROŚLINNE PEPTYDY PRZECIWDROBNOUSTROJOWE JAKO POTENCJALNY SKŁADNIK PREPARATÓW DO HIGIENY JAMY USTNEJ

Natalia Szczygieł¹*, Małgorzata Miazga-Karska¹

¹ Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

* Autor korespondencyjny e-mail: nataliaszczygiel27@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Małgorzata Miazga-Karska

Słowa kluczowe: AMP; antybiotykooporność; alternatywa; próchnica; płukanka.

WPROWADZENIE: Narastająca antybiotykooporność stanowi istotne wyzwanie współczesnej medycyny i wymaga poszukiwania alternatywnych strategii ograniczania rozwoju drobnoustrojów chorobotwórczych. Jednym z obiecujących kierunków są peptydy przeciwdrobnoustrojowe (AMP), których mechanizm działania zmniejsza ryzyko indukowania oporności.

CEL PRACY: Celem pracy było opracowanie płukanki dla palaczy (szczególnie e-papierosów) zawierającej AMP, która będzie skuteczna wobec drobnoustrojów obecnych w jamie ustnej m.in. próchnicotwórczych, a jednocześnie bezpieczna do regularnego, długotrwałego stosowania, jako alternatywy dla antybiotyków.

MATERIAŁY I METODY: Dokonano wyboru roślin, zdecydowano się na użycie łopianu większego (*Arctium lappa* L.), wrotyczu pospolitego (*Tanacetum vulgare* L.), rdestu węzownika (*Bistorta officinalis* Delarbre) oraz rdestu japońskiego (*Reynoutria japonica* Houtt.), wyizolowano niskocząsteczkowe peptydy z zastosowaniem kolumn ultrafiltracyjnych Amicon 10 kDa, oceniono ich aktywność przeciwdrobnoustrojową na stałym podłożu agarowym (wobec *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis*, a także wobec *Escherichia coli*, *S. aureus* i *S. epidermidis* oraz szczepów z rodzaju *Candida*) i bezpieczeństwo działania oraz cytotoksyczność wobec prawidłowych fibroblastów skóry ludzkiej. Stworzono płukankę i sprawdzono jej aktywność przeciwdrobnoustrojową wobec tych samych drobnoustrojów.

WYNIKI: Wyniki wykazały, że wszystkie badane frakcje peptydowe wykazywały umiarkowaną aktywność hamującą wzrost testowanych bakterii. Najwyższą aktywność wobec szczepów próchnicotwórczych zaobserwowano dla peptydów wyizolowanych z rdestu japońskiego, następnie z rdestu węzownika. Peptydy pochodzące z łopianu i wrotyczu również wykazywały działanie hamujące, jednak o niższym nasileniu. Żadna z analizowanych frakcji nie wykazała aktywności wobec testowanych szczepów *Candida*. Wstępne wyniki oceniające cytotoksyczność peptydu z rdestu japońskiego względem fibroblastów skóry ludzkiej wskazują, że preparat jest bezpieczny w testowanym zakresie do 500 µg/ml, a wręcz sprzyja proliferacji tych komórek. Badania będą kontynuowane, ocenione również będą właściwości przeciwzapalne. Najbardziej aktywną frakcję włączono do składu opracowywanej płukanki do jamy ustnej przeznaczonej do regularnego stosowania w profilaktyce przeciwwolnorodnikowej i przeciwpróchniczej dla palaczy. Wytworzona płukanka wykazywała aktywność przeciwpróchniczą.

WNIOSKI: Uzyskane wyniki wskazują, że roślinne peptydy o masie <10 kDa mogą stanowić perspektywiczny – bezpieczny i skuteczny – składnik preparatów wspierających kontrolę mikrobioty jamy ustnej.

WERBASKOZYD W TERAPII GLEJAKA WIELOPOSTACIOWEGO: INNOWACYJNE ZASTOSOWANIE NANOFORMULACJI LIPOSOMALNYCH

Jagoda Szkudlarek^{1,2*}, Ludwika Piwowarczyk¹, Anna Jelińska¹

¹ Katedra i Zakład Chemii Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

² Szkoła Doktorska UMP, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

*Autor korespondencyjny e-mail: jszkudlarek@ump.edu.pl

Opiekun naukowy pracy: Prof. dr hab. Anna Jelińska

Słowa kluczowe: glejak wielopostaciowy, werbaskozyd, akteozyd, liposomy, synergizm

WPROWADZENIE: Glejak wielopostaciowy to jeden z najbardziej złośliwych nowotworów mózgu. Pięcioletni wskaźnik przeżycia pacjentów z tym nowotworem wynosi jedynie 4-5%, co podkreśla pilną potrzebę opracowania nowych, skutecznych terapii. Naturalne związki chemiczne, takie jak werbaskozyd (akteozyd), wykazują obiecujący potencjał w leczeniu tego nowotworu.

CEL PRACY: Celem pracy jest ocena potencjału werbaskozydu w leczeniu glejaka wielopostaciowego, z uwzględnieniem roli liposomalnych nanoformulacji w poprawie biodostępności tej substancji.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: W przeglądzie uwzględniono badania dotyczące werbaskozydu jako potencjalnego leku w leczeniu glejaka wielopostaciowego, ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych metod dostarczania, takich jak liposomy. Analizie poddano badania *in vitro* i *in vivo*, korzystając z baz danych takich jak PubMed i Google Scholar.

WYNIKI: Werbaskozyd wykazuje działanie przeciwnowotworowe, zatrzymując wzrost guza, wspomagając układ odpornościowy i indukując apoptozę komórek nowotworowych. Dodatkowo kombinacja werbaskozydu z innymi substancjami wykazuje działanie synergiczne, co może poprawić skuteczność terapii glejaka wielopostaciowego. Głównym ograniczeniem jest jednak jego niska biodostępność. Liposomy, jako nośniki leków, poprawiają biodostępność werbaskozydu, ułatwiając jego przejście przez barierę krew-mózg oraz umożliwiając skuteczniejsze dotarcie do komórek guza.

WNIOSKI: Werbaskozyd, w połączeniu z liposomalnymi nanoformulacjami, może stanowić nowatorską metodę leczenia glejaka wielopostaciowego. Dalsze badania są konieczne w celu optymalizacji tej terapii oraz zwiększenia jej skuteczności klinicznej.

DEACETYLAZA HISTONOWA 6 (HDAC6) JAKO CEL MOLEKULARNY AKTYWNYCH PRZECIWNOWOTWOROWO POCHODNYCH FENOTIAZYN

*Julia Szreder**, Małgorzata Jeleń, Beata Morak-Młodawska

Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Wydział Nauk Farmaceutycznych w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny

* Autor korespondencyjny e-mail: szrjulia@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: prof. dr hab. n.farm. inż. Beata Morak-Młodawska

Słowa kluczowe: HDAC6; fenotiazyny; terapia nowotworów; inhibitory HDAC

WPROWADZENIE: Deacetylaza histonowa 6 (HDAC6) to unikalny enzym należący do klasy IIb HDAC, zlokalizowany głównie w cytoplazmie komórek. Jego aktywność odpowiada za acetylację histonów oraz innych licznych białek nie-histonowych, takich jak α -tubulina, HSP90, kortaktyna. HDAC6 reguluje procesy nowotworzenia, obejmujące proliferację, migrację i inwazję komórek nowotworowych. Ze względu na swoją specyficzną lokalizację i pełniące funkcje stanowi atrakcyjny cel w terapiach nowotworów (Li et al., 2018). Równolegle zainteresowanie budzą pochodne fenotiazyn, które wykazują szerokie spektrum aktywności biologicznej, w tym aktywność przeciwnowotworową. Coraz więcej danych literaturowych wskazuje, że jednym z możliwych mechanizmów ich działania może być modulacja aktywności HDAC6 (Martula et al., 2026; Vögerl et al., 2019).

CEL PRACY: Celem pracy była analiza aktualnych danych literaturowych dotyczących roli HDAC6 jako celu molekularnego oraz ocena potencjału terapeutycznego pochodnych fenotiazyn w kontekście projektowania selektywnych inhibitorów HDAC6.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd literatury z lat 2016–2026 obejmujący artykuły przeglądowe na temat charakterystyki HDAC6 w komórkach nowotworowych oraz badania in vitro, in silico i analizy SAR inhibitorów HDAC6 pochodnych fenotiazyn.

WYNIKI: HDAC6 przez reorganizację cytoszkieletu, stabilizację białek onkogennych oraz modulację odpowiedzi immunologicznej uczestniczy w mechanizmach związanych z rozwojem nowotworów (Li et al., 2018). Selektywne inhibitory HDAC6 hamują proliferację i indukują apoptozę komórek nowotworowych. Pochodne fenotiazyn wykazują wielokierunkową aktywność biologiczną, wpływając m.in. na funkcje mitochondrialne, cykl komórkowy, apoptozę oraz interakcje z DNA. Analizy SAR i badania dokowania molekularnego sugerują, że modyfikacje strukturalne fenotiazyn zwiększają selektywność wobec HDAC6 i wpływa na aktywność przeciwnowotworową (Martula et al., 2026; Vögerl et al., 2019).

WNIOSKI: HDAC6 stanowi obiecujący cel molekularny w terapii nowotworów, a pochodne fenotiazyn mogą pełnić rolę potencjalnych inhibitorów jej aktywności. Dane literaturowe przedstawiają, że obiecujące jest prowadzenie dalszych badań ukierunkowanych na projektowanie selektywnych inhibitorów HDAC6 opartych na szkielecie fenotiazynowym oraz pogłębienie analizy mechanizmów molekularnych oraz oceny aktywności in vivo i bezpieczeństwa terapii. Połączenie danych chemicznych i biologicznych daje perspektywę dla nowych strategii terapeutycznych w leczeniu nowotworów.

Piśmiennictwo:

Li, T., Zhang, C., Hassan, S., Liu, X., Song, F., Chen, K., Zhang, W., & Yang, J. (2018). Histone deacetylase 6 in cancer. *Journal of Hematology & Oncology*, 11(1), 111. <https://doi.org/10.1186/s13045-018-0654-9>

Martula, E., Strzyga-Łach, P., Struga, M., Żurawska, K., Bagrowska, W., Kasprzycka, A., Jeleń, M., & Morak-Młodawska, B. (2026). Design, Synthesis, Analysis, and Cytotoxicity of Novel Heteroaryl Derivatives of Dipyridothiazines. *Current Issues in Molecular Biology*, 48(2), 128. <https://doi.org/10.3390/cimb48020128>

Vögerl, K., Ong, N., Senger, J., Herp, D., Schmidtkunz, K., Marek, M., Müller, M., Bartel, K., Shaik, T. B., Porter, N. J., Robaa, D., Christianson, D. W., Romier, C., Sippl, W., Jung, M., & Bracher, F. (2019). Synthesis and Biological Investigation of Phenothiazine-Based Benzhydroxamic Acids as Selective Histone Deacetylase 6 Inhibitors. *Journal of Medicinal Chemistry*, 62(3), 1138–1166. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.8b01090>

KARXT – POCZĄTEK ERY TERAPII CHOLINERGICZNEJ W PSYCHIATRII

Małgorzata Świąder^{1}, Oliwier Bułdak¹, Agnieszka Rogalska¹, Bartłomiej Świąder¹*

¹Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii Doświadczalnej i Klinicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

²Katedra i Zakład Farmakologii Doświadczalnej i Klinicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: m.swiader27@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. med Mariusz Świąder²

Słowa kluczowe: schizofrenia; KarXT; ksanomelina; trospium; leki niedopaminergiczne

WPROWADZENIE: Schizofrenia, dotycząca około 1% populacji, jest chorobą o złożonym obrazie klinicznym i dużym obciążeniu społecznym. Typowe neuroleptyki skutecznie łagodzą objawy pozytywne (urojenia, omamy), lecz w niewielkim stopniu wpływają na objawy negatywne (apatia, anhedonia, wycofanie społeczne). Co więcej, leki te często wywołują istotne działania niepożądane. W ostatnich latach coraz większe znaczenie w leczeniu zaburzeń schizoaфекtywnych przypisuje się lekom atypowym, oddziałującym przede wszystkim na receptory serotoniny. W odpowiedzi na ograniczenia dotychczasowych terapii opracowano KarXT - nowatorski lek przeciwpsychotyczny łączący dwa składniki: ksanomelinę, agonistę receptorów muskarynowych M₁/M₄ w ośrodkowym układzie nerwowym oraz trospium, obwodowego antagonistę tych receptorów, który ogranicza działania niepożądane ze strony układu pokarmowego. Mechanizm ten odróżnia KarXT od klasycznych neuroleptyków, które działają poprzez blokadę receptorów dopaminowych D₂ oraz od leków drugiej generacji wpływających na receptory serotoniny.

CEL PRACY: Celem pracy było przedstawienie aktualnych danych dotyczących skuteczności, bezpieczeństwa i potencjalnego znaczenia klinicznego KarXT w leczeniu schizofrenii.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Analizie poddano publikacje z lat 2022-2024, obejmujące badania kliniczne faz II i III (EMERGENT-1, EMERGENT-2, EMERGENT-3) oraz artykuły przeglądowe. Źródła wyszukano w bazach PubMed i ClinicalTrials.gov. Do analizy kwalifikowano wyłącznie publikacje recenzowane z wysokim współczynnikiem IF.

WYNIKI: Badania kliniczne wykazały, że KarXT skutecznie łagodzi objawy pozytywne schizofrenii, z możliwym korzystnym wpływem na objawy negatywne. W jednym z głównych badań pacjenci leczeni KarXT uzyskali istotną statystycznie poprawę w porównaniu z osobami otrzymującymi placebo. Działania niepożądane, takie jak nudności czy zaparcia, były łagodne i ustępowały w trakcie terapii. Potwierdzono także dobrą tolerancję leku - nie powodował on przyrostu masy ciała, senności ani objawów ruchowych typowych dla klasycznych neuroleptyków, a także nie wiązał się z ryzykiem zaburzeń metabolicznych charakterystycznych dla leków atypowych.

WNIOSKI: KarXT reprezentuje nową klasę leków przeciwpsychotycznych działających poprzez aktywację receptorów muskarynowych M₁/M₄. Wykazuje wysoką skuteczność, dobrą tolerancję i potencjalny wpływ na objawy negatywne i poznawcze. Może stanowić przełom w leczeniu schizofrenii, jednak konieczne są dalsze badania długoterminowe potwierdzające trwałość efektów.

Piśmiennictwo:

- [1]. Weiden, P. J., Breier, A., Kavanagh, S., Miller, A. C., Brannan, S. K., & Paul, S. M. (2022). Antipsychotic efficacy of KarXT (xanomeline-trospium): Post hoc analysis of Positive and Negative Syndrome Scale categorical response rates, time course of response, and symptom domains of response in a phase 2 study. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 83(3).
- [2]. Sauder, C., Allen, L. A., Baker, E., Miller, A. C., Paul, S. M., & Brannan, S. K. (2022). Effectiveness of KarXT (xanomeline-trospium) for cognitive impairment in schizophrenia: Post hoc analyses from a randomised, double-blind, placebo-controlled phase 2 study. *Translational Psychiatry*, 12, 491.
- [3]. Kaul, I., Sawchak, S., Walling, D. P., Tamminga, C. A., Breier, A., Zhu, H., Miller, A. C., Paul, S. M., & Brannan, S. K. (2024). Efficacy and safety of xanomeline-trospium chloride in schizophrenia: A randomized clinical trial. *JAMA Psychiatry*, 81(8), 749.

NOWA PODSKÓRNA FORMA LEKANEMABU – INNOWACJA FARMAKOLOGICZNA I KLINICZNA W LECZENIU WCZESNEJ POSTACI CHOROBY ALZHEIMERA

Anna Tokarczyk^{1*}, Ewa Kędzierska²

¹ Studenckie Koło Naukowe „Synapsa” przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Katedra i Zakład Farmakologii z Farmakodynamiką, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: anna.tokarczyk143@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Ewa Gibuła-Tarłowska²

Słowa kluczowe: lekanemab, podanie podskórne, choroba Alzheimer, przeciwciała monoklonalne

WPROWADZENIE: Lekanemab to humanizowane przeciwciało monoklonalne klasy IgG1, selektywne wobec agregatów rozpuszczalnego amyloidu beta, które znalazło zastosowanie w leczeniu wczesnej postaci choroby Alzheimer. Klasyczna forma podawana w postaci wlewów dożylnych wymaga częstych hospitalizacji oraz wiąże się z ryzykiem niepożądanych reakcji miejscowych i ogólnoustrojowych. Odpowiedzią na te wyzwania jest innowacyjna postać leku przeznaczona do podań podskórnych. Stanowi ona przełom w technologii farmaceutycznej, oferując możliwość udoskonalenia procesu terapeutycznego oraz poprawę komfortu pacjenta.

CEL PRACY: Celem niniejszej pracy jest podsumowanie aktualnych danych naukowych dotyczących farmakokinetyki, skuteczności klinicznej oraz bezpieczeństwa podskórnej postaci lekanemabu. Praca koncentruje się na porównaniu formy podskórnej z tradycyjną formą wlewu dożylnego oraz potencjale wprowadzenia samodzielnej aplikacji leku przez pacjenta jako nowego standardu w leczeniu choroby Alzheimer.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd został wykonany zgodnie ze standardem PRISMA. Przeszukano bazę danych Medline via PubMed wpisując w języku polskim oraz angielskim słowa kluczowe: lekanemab, podanie podskórne, choroba Alzheimer, przeciwciała monoklonalne. Selekcję przeprowadzono etapowo, najpierw na podstawie tytułów, abstraktów, a następnie z uwzględnieniem pełnych tekstów publikacji. Odrzucono badania w języku innym niż polski i angielski.

WYNIKI: Łącznie wzięto pod uwagę 40 publikacji. Wyłączono badania duplikujące się. Poddano analizie 20 abstraktów, co pozwoliło na zawężenie listy do 15 artykułów. Finalnie, po całościowym przeglądzie uwzględniono 12 publikacji, odrzucając te o niskiej wartości.

WNIOSKI: Podskórna forma podania lekanemabu stanowi przełomową innowację farmakologiczną, która rozwiązuje kluczowe problemy związane z tradycyjną terapią dożylną. Dzięki dobremu profilowi farmakokinetycznemu, nowa formuła zapewnia zarówno wysoką skuteczność wobec amyloidu jak również charakteryzuje się wyższym profilem bezpieczeństwa oraz jakości życia chorych i ich opiekunów.

Piśmiennictwo

- [1]. Van Dyck, C. H., Swanson, C. J., Aisen, P., Bateman, R. J., Chen, C., Gee, M., Kanekiyo, M., Li, D., Reyderman, L., Cohen, S., Froelich, L., Katayama, S., Sabbagh, M., Vellas, B., Watson, D., Dhadda, S., Irizarry, M., Kramer, L. D., & Iwatsubo, T. (2023). Lecanemab in Early Alzheimer's Disease. *The New England journal of medicine*, 388(1), 9–21.
- [2]. Ressa, R., Ettinger, J., Chowdhury, E., Graham, L., Ndirangu, K., Mancebo, J. Z., & Bodnar, C. (2025). A value assessment of patient-level outcomes and productivity loss for intravenous and subcutaneous lecanemab for patients with early Alzheimer's disease. *Journal of medical economics*, 29(1), 118–134.
- [3]. Penner, N., Rawal, S., Aluri, J., Li, D., Reyderman, L., Hersch, S., ... & Kramer, L. D. (2025). Development of Subcutaneous Lecanemab: Establishing the Comparability of Subcutaneous and Intravenous Lecanemab Formulations. *Alzheimer's & Dementia*, 21, e104694.
- [4]. Tahami Monfared, A. A., Barrows, S., Fox, L., Herbel, B., Herring, W. L., Krumbach, A., & Zhang, Q. (2025). Societal Costs and Efficiency of Subcutaneous versus Intravenous Lecanemab in Early Alzheimer's Disease: A US Cost Comparison Model. *Neurology and Therapy*, 1-26.



BADANIA IN SILICO LIPOFILOWOŚCI NOWYCH POCHODNYCH TIOSEMIKARBAZYDU

Konrad Trościński^{1*}, Beata Polak¹

¹Katedra i Zakład Chemii Fizycznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

²Samodzielna Pracownia Radiofarmacji, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: 60921@umlub.edu.pl

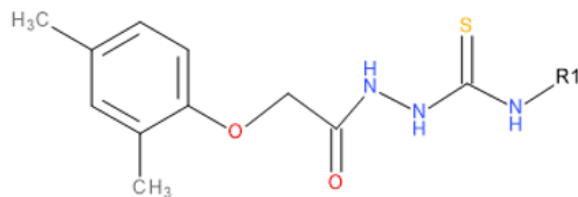
Opiekun naukowy pracy: dr hab. n. farm. Beata Polak

Słowa kluczowe: pochodne tioseмикarbazylu, lipofilowość, badania *in silico*

WPROWADZENIE: Podczas projektowania, a następnie badań nowych związków chemicznych o potencjalnej aktywności biologicznej nie można pominąć eksperymentów związanych z ich lipofilowością. Parametr ten należy do najważniejszych z parametrów fizykochemicznych, ponieważ decyduje o aktywności biologicznej związków chemicznych. Lipofilowość określana jest przez stosunek stężeń substancji badanej w dwóch niemieszających się ze sobą fazach: polarnej (wodnej, odpowiadającej płynom ustrojowym organizmu) i niepolarniej (olejowej, odpowiadającej lipidowym błonom komórkowym). Wyrażany jest on zazwyczaj w skali logarytmicznej (log P lub log D dla substancji jonizujących). Jego optymalne wartości przypadają w przedziale pomiędzy 0 a 3 i odpowiadają korzystnej równowadze między przenikalnością przez błony biologiczne a rozpuszczalnością związku chemicznego. Lipofilowość ma wpływ na profil ADME tj. wchłanianie, dystrybucję, metabolizm i wydalanie, czyli ocenę zachowania się substancji w organizmie pacjenta po jej podaniu, ale także możliwość wiązania z odpowiednim receptorem. Parametr ten można wyznaczyć doświadczalnie lub teoretycznie. Pierwszy ze sposobów wymaga czasu, licznych eksperymentów i jest kosztowny, natomiast drugi, *in silico*, wykorzystuje różnorodne programy obliczeniowe oraz deskryptory topologiczne związane z budową cząsteczki związku.

CEL: Wyznaczenie lipofilowości pochodnych tioseмикarbazylu metodami *in silico* w celu wstępnej oceny ich zdolności do penetracji błon biologicznych organizmu ludzkiego, a tym samym oszacowania potencjalnej aktywności biologicznej.

MATERIAŁY I METODY: Do badań wytypowano 10 nowych N-pochodnych tioseмикarbazylu, dla których wartości LogP obliczono ze wzorów SMILES w SwissADME v2023. W środowisku R v4.4.2 automatycznie wyekstrahowano deskryptory topologiczne: HAC (liczba ciężkich atomów), RingCount (liczba pierścieni), BranchCount (liczba rozgałęzień), AromCount (liczba atomów aromatycznych). Obliczono korelacje Pearsona z LogP, identyfikując najsilniejszą zależność z lipofilowością dla BranchCount ($r=0.68$, $p<0.05$). Zbudowano model regresji liniowej $\ln(\text{LogP}_{\text{SwissADME}} \sim \text{BranchCount})$ o parametrach $R^2=0.46$, RMSE (Root Mean Square Error, pierwiastek błędu średniokwadratowego)=0.30, F p=0.03. Na tej podstawie skonstruowano model QSAR generujący nowe wartości predykcyjne LogP w środowisku R: $\text{LogP}_{\text{pred}} = 2.54 + 0.19 \times \text{BranchCount}$. Walidację przeprowadzono przez porównanie wartości przewidywanych z LogP_SwissADME i analizę reszt.



(Wzór ogólny tioseмикarbazylu)

WYNIKI: Najbardziej lipofilowy był związek 7A ($p\text{-CF}_3\text{C}_6\text{H}_4$, $\text{LogP}=3.90$, $\text{BranchCount}=7$), najmniej lipofilowy 1A ($\text{CH}_3\text{S}(\text{CH}_2)_3$, $\text{LogP}=2.68$). Grupowanie wg BranchCount ukazuje trend: 3 rozg.=3.13, 4 rozg.=3.28, ≥ 5 rozg.=3.61 LogP. Analiza reszt potwierdziła brak systematycznych odchyleń. Model liniowy $\text{LogP} = 2.54 + 0.19 \times \text{BranchCount}$ dobrze przewiduje AR-tioseмикarbazylu (7A: przewidywane 3.86 vs 3.90; 9A-10A: błąd<0.05), niedoszacowując alifatyczne (1A: błąd -0.42) i dimetoksy (6A: -0.43).

WNIOSKI: Walidacja potwierdziła statystyczną istotność modelu QSAR (F p=0.03, $\text{RMSE}=0.30$). Zakres LogP 0-3 (optimum rozpuszczalności) spełnia 20% związków (1A,6A), pozostałe 80% (LogP 3.2-3.9), co na ich wskazuje na nienadmierną oraz akceptowalną lipofilowość predysponującą do dyfuzji do bariery krew-mózg oraz brak efektu nadmiernej kumulacji w tkance tłuszczowej. Reguła Lipińskiego ($\text{LogP} \leq 5$) spełniona przez wszystkie związki (max 3.90), co identyfikuje je jako potencjalne leki o aktywności biologicznej. Program SwissADME jest lepszy dla absolutnych i ogólnych wartości LogP (RMSE 0.46-0.65), QSAR(R) przewyższa w specyficznej analizie trendów tioseмикarbazylu ($\text{RMSE}=0.30$). Model QSAR przewyższa dokładnością dla serii tioseмикarbazylu poprzez wyjaśnienie strukturalnego trendu przy pomocy deskryptora topologicznego BranchCount.

WPŁYW L-TYROZYNY NA STYMULACJĘ BIOSYNTETY KWASU ROZMARYNOWEGO W KULTURACH PĘDÓW *DRACOCEPHALUM FORRESTII* HODOWANYCH W BIOREAKTORACH CZASOWO ZANURZENIOWYCH

Magdalena Walczak^{1*}, *Sonia Możdżeń*¹, *Izabela Weremczuk-Jeżyna*²

¹ Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Biologii i Botaniki Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

² Zakład Biologii i Botaniki Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

* Autor korespondencyjny e-mail: magdalena.walczak1@stud.umed.lodz.pl

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Izabela Weremczuk-Jeżyna

Słowa kluczowe: kwas rozmarynowy, *Dracocephalum forrestii*, bioreaktory, antyoksydant

WPROWADZENIE: *Dracocephalum forrestii* (Lamiaceae) to endemiczny gatunek występujący w Chinach. W medycynie tybetańskiej, roślina stosowana jest jako środek przeciwzapalny, moczopędny, ściągający oraz przeciwgorączkowy. Jej aktywność wynika głównie z obecności metabolitów fenolowych m.in. kwasu rozmarynowego (RA). Związek ten znany jest z silnych właściwości antyoksydacyjnych, wykazuje również działanie przeciwzapalne, przeciwwirusowe, przeciwbakteryjne i przeciwalergiczne.

CEL PRACY: Ocena wpływu L-tyrozyny (Tyr) na biosyntezę RA w kulturach pędów *D. forrestii* hodowanych w systemie Rita i Plantform oraz określenie aktywności antyoksydacyjnej pozyskanego materiału.

MATERIAŁY I METODY: Materiał do badań stanowiły kultury pędów *D. forrestii*, hodowane w płynnej pożywce Muraschige i Skoog'a wzbogaconej 0,5 mg/L 6-benzyloaminopuryny, 0,2 mg/L kwasu indolilo-3-octowego oraz 1 mg/L Tyr. Kontrolą były pędy rosnące w tym samym podłożu, ale bez dodatku Tyr. Kulturę prowadzono w fitotronie, w bioreaktorach czasowo zanurzeniowych typu Rita oraz Plantform. Po 3-tyg. cyklu wzrostu określano suchą (DW) oraz świeżą masę (FW) pędów. Pozyskany materiał ekstrahowano 80% MeOH i analizowano metodą HPLC na zawartość RA. Właściwości antyoksydacyjne ekstraktów oceniano metodami spektrofotometrycznymi FRAP i DPPH.

WYNIKI: Dodatek Tyr do podłoża wzrostowego powodował, istotny w stosunku do kontroli, wzrost biomasy pędów. W bioreaktorze Plantform FW i DW wynosiły odpowiednio 26,53 g/bioreaktor i 2,55 g/bioreaktor i były dwukrotnie wyższe niż biomasa pędów rosnących w systemie RITA. W obu typach bioreaktorów pędy produkowały podobne zawartości RA tj. 33,8 mg/g DW (Rita) i 35,7 mg/g DW (Plantform). W stosunku do kontroli była to zawartość sześć- i czterokrotnie wyższa. W przeliczeniu na litr kultury wyższą produkcją RA charakteryzowały się pędy rosnące w bioreaktorze Rita (144 mg/L), w drugim systemie wartość ta była prawie o połowę niższa.

Ekstrakty uzyskane z pędów hodowanych w obecności Tyr odznaczały się wysoką, zdolnością do redukcji jonów Fe³⁺ w teście FRAP tj. 2796.18 µM Fe (II)/mg ekstraktu (Plantform) i 2583.21 µM Fe (II)/mg ekstraktu (Rita). Zdolność do zmiatania wolnych rodników w teście DPPH, wyrażona jako IC₅₀ wynosiła ok. 60 µg/ml (dla obydwu systemów hodowlanych). Aktywność antyoksydacyjna była znacznie wyższa w porównaniu z pędami kontrolnymi.

WNIOSKI: Dodatek Tyr do podłoża wzrostowego znacznie zwiększył biosyntezę RA w zastosowanych systemach hodowlanych. Biorąc pod uwagę pozyskanie tego związku z litra kultury istotnie wydajniejsza jest kultura prowadzona w bioreaktorze Rita. Pędy rosnące na podłożach z tyroziną wykazywały znaczną aktywność antyoksydacyjną.

EKSTRAKCYJA WSPOMAGANA MICELARNIE A KONWENCJONALNA EKSTRAKCYJA: WPŁYW DODATKU SURFAKTANTU NA WYDAJNOŚĆ I AKTYWNOŚĆ EKSTRAKTÓW Z KIEŁKÓW FASOLI ZWYCZAJNEJ (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)

Katarzyna Wojciechowska^{1*}, *Syliwa Kulczycka*¹, *Ewelina Rostkowska*², *Ewa Poleszak*¹

¹ Katedra i Zakład Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Szkoła Doktorska, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

*Autor korespondencyjny e-mail: katarzyna.wojciechowska@umlub.edu.pl

Słowa kluczowe: ekstrakcja micelarna; ekstrakcja tradycyjna; kiełki fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.)

WPROWADZENIE: Ekstrakcja micelarna oraz ekstrakcja wspomagana micelarnie wykorzystują obecność środka powierzchniowo czynnego (SPC), który może tworzyć micelle i ułatwiać solubilizację związków o zróżnicowanej polarności, zwiększając tym samym ich przechodzenie do fazy ciekłej [1]. W porównaniu z klasyczną ekstrakcją rozpuszczalnikową, wykorzystanie miceli może prowadzić do wyższej wydajności procesu i większego odzysku metabolitów wtórnych (np. polifenoli) oraz do uzyskania ekstraktów o silniejszej aktywności biologicznej przy zachowaniu łagodnych warunków procesu [2]. Konwencjonalna ekstrakcja z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych jak etanol, metanol, chloroform pozostaje metodą szeroko stosowaną, jednak jej efektywność zależy m.in. od składu ekstrahenta, czasu i temperatury procesu oraz powtarzalności etapów ekstrakcji.

CEL PRACY: Celem pracy było porównanie skuteczności ekstrakcji konwencjonalnej (hydroetanolowej) i ekstrakcji wspomaganą micelarnie z zastosowaniem Polyoxyethylene (23) lauryl ether (Brij 35) w pozyskiwaniu związków fenolowych z kiełków *Phaseolus vulgaris* L. oraz wstępna ocena aktywności biologicznej uzyskanych ekstraktów (przeciwutleniającej oraz hamującej aktywność wybranych enzymów związanych ze starzeniem skóry).

MATERIAŁY I METODY: Materiał stanowiły rozdrobnione, 5-dniowe kiełki *Phaseolus vulgaris* L. Zastosowano ekstrakcję konwencjonalną (etanol 70%) oraz ekstrakcję wspomaganą micelarnie (etanol 70% + 0,4% m/m Brij 35). Proces obejmował dwukrotną macerację z mieszaniem (200 obr/min, 20°C, 3 h), z dodatkowym działaniem ultradźwięków (40°C, 20 min). Po pierwszej maceracji ekstrakty zebrano i zalano taką samo ilością rozpuszczalnika. Ekstrakty zagęszczano pod zmniejszonym ciśnieniem, zliofilizowano i przechowywano w temp. 2–8°C.

Całkowitą zawartość polifenoli oznaczono spektrofotometrycznie, profil związków określono metodą LC–MS. Aktywność antyoksydacyjną oceniono in vitro: DPPH• i ABTS•+ (ekwiwalent Troloksu), oceniono także hamowanie kolagenazy i elastazy z EGCG (galusan epigallokatechiny) jako wzorzec.

WYNIKI: Ekstrakcja wspomagana micelarnie zwiększyła efektywność pozyskiwania związków fenolowych względem ekstrakcji konwencjonalnej. Ekstrakt micelarny (etanol 70% + Brij 35) miał wyższą całkowitą zawartość polifenoli (mg GAE/g ekstraktu) niż ekstrakt suchy bez dodatku SPC. Analiza LC–MS potwierdziła obecność fenoli i flawonoidów, m.in. pochodnych kwasów fenolowych oraz glikozydów flawonoli (rutyna, pochodne kwercetyny i kemferolu). Ekstrakt micelarny wykazywał wyższą aktywność przeciwutleniającą w testach DPPH i ABTS. Ponadto silniej hamował enzymy proteolityczne: dla kolagenazy najsilniejszy efekt uzyskano przy 50 µg/ml (zbliżony do EGCG), a dla elastazy przy 100 µg/ml (zbliżony do EGCG).

WNIOSKI: Ekstrakcja wspomagana micelarnie (etanol 70% + Brij 35) okazała się skuteczniejsza niż konwencjonalna ekstrakcja hydroetanolowa w pozyskiwaniu polifenoli z kiełków *Phaseolus vulgaris* L., zapewniając istotny wzrost całkowitej zawartości polifenoli. Dodatek niejonowego SPC zwiększył zawartość polifenoli, a także aktywność antyoksydacyjną i enzymatyczną ekstraktów. Ekstrakt micelarny wykazywał jednocześnie korzystniejszy profil aktywności biologicznej: wyższą zdolność przeciwutleniającą (DPPH, ABTS) oraz silniejsze hamowanie kolagenazy i elastazy w badanych warunkach. Wyniki sugerują, że zastosowanie dodatku SPC podczas ekstrakcji zwiększa siłę działania fitoekstraktów przeznaczonych do zastosowań dermatologicznych.

Piśmiennictwo: Dostępne u Autora

PIELĘGNACJA DŁONI I STÓP U PACJENTÓW PODDAWANYCH CHEMO- I RADIOTERAPII: PRZEGLĄD ZALECEŃ ORAZ ANALIZA RYNKU PREPARATÓW

Katarzyna Wojciechowska¹, Gabriela Szewczyk²

¹ Katedra i Zakład Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² Studenckie Koło Naukowe przy II Katedrze i Klinice Położnictwa i Ginekologii, Uniwersytet Medyczny w Warszawie

Autor korespondencyjny e-mail: katarzyna.wojciechowska@umlub.pl

Słowa kluczowe: dermokosmetyki, erytrodyzestezja dłoniowo-podeszwowa, pielęgnacja

WPROWADZENIE: Chemioterapia oraz terapie celowane mogą wywoływać erytrodyzestezję dłoniowo-podeszwową czyli tzw: zespół ręka–stopa (hand-foot syndrom) (HFS) lub hand-foot skin reaction (HFSR), objawiający się rumieniem, pieczeniem, bolesnością, pękaniem i hiperkeratozą skóry dłoni oraz stóp [1]. Radioterapia sprzyja suchości, podrażnieniu i uszkodzeniu bariery naskórkowej w obszarze napromienianym, a skóra pacjenta onkologicznego często staje się bardziej reaktywna i wrażliwa na bodźce. Skuteczna, wczesna pielęgnacja barierowa ogranicza dyskomfort, ryzyko nadkażeń i może wspierać ciągłość leczenia.

CEL PRACY: Celem pracy była ocena zaleceń dotyczących pielęgnacji dłoni i stóp u pacjentów będących w trakcie chemo- i radioterapii oraz analiza rynku dostępnych preparatów (dermokosmetyki oraz wyroby medyczne) pod kątem dominujących klas składników i ich uzasadnienia klinicznego.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Wykonano przegląd literatury i wytycznych (bazy: PubMed, Google Scholar, rekomendacje kliniczne dotyczące HFS/HFSR i pielęgnacji skóry w radioterapii). Równolegle przeprowadzono przegląd rynku preparatów dedykowanych pacjentom onkologicznym.

WYNIKI: Wytyczne i przeglądy rekomendują regularne, wczesne stosowanie emolientów oraz preparatów z moczniem (10% - 40%) w profilaktyce i łagodzeniu HFS/HFSR [1]. Podkreśla się, że skuteczność pielęgnacji zależy od wdrożenia jej już na początku terapii i utrzymania wysokiej regularności aplikacji, ponieważ postępująca suchość, mikropęknięcia i narastająca bolesność sprzyjają ograniczeniu sprawności manualnej i lokomocyjnej pacjentów oraz zwiększają ryzyko wtórnych zakażeń. W zaleceniach praktycznych akcentuje się również konieczność ograniczania czynników nasilających objawy takie jak tarcie, ucisk, mikrourazy, ekspozycja na detergenty i temperaturę. Uzasadnia to stosowanie preparatów o działaniu barierowym oraz strategii zmniejszających obciążenie mechaniczne. W radioterapii rekomenduje się produkty bezzapachowe i łagodne, a także zasady bezpiecznego stosowania emolientów przed zabiegiem radioterapii [2]. W praktyce oznacza to preferowanie formułacji o prostym składzie, bez zapachów i potencjalnych alergenów kontaktowych.

Analiza rynku preparatów do pielęgnacji skóry dłoni i stóp u pacjentów onkologicznych wykazała dwie główne grupy. Pierwszą stanowią produkty dedykowane HFS/HFSR, których składniki zwykle łączą: humektanty i keratolityki ze składnikami lipidowymi i okluzyjnymi oraz komponentami łagodzącymi i wspierającymi regenerację. Druga grupa obejmuje uniwersalne emolienty i kremy barierowe, których celem jest przede wszystkim ograniczenie przesuszenia i drażnienia poprzez okluzję oraz wytworzenie warstwy ochronnej. Jednocześnie widoczna jest luka praktyczna: niewiele produktów jasno różnicuje zastosowanie w zależności od stopnia uszkodzenia skóry (np. suchość/hiperkeratoza vs. nadżerki/sączenie), co w praktyce klinicznej wymaga indywidualizacji i edukacji pacjenta.

WNIOSKI: Najbardziej racjonalny schemat pielęgnacji dłoni i stóp u pacjentów onkologicznych opiera się na wczesnym i regularnym stosowaniu emolientów, preferencji preparatów bezzapachowych oraz wsparciu działania nawilżająco-keratolitycznego moczniem, zwykle ok. 10%, a w nasilonej hiperkeratozie do 40%. Kluczowe znaczenie ma także ochrona bariery naskórkowej poprzez składniki okluzyjne ograniczające transepidermalną utratę wody (TEWL). Preparaty dedykowane pacjentom onkologicznym częściej łączą działanie zmiękczające i kojące, natomiast produkty uniwersalne koncentrują się głównie na wspieraniu funkcji barierowej skóry. Zawsze wybór preparatu powinien uwzględniać etap terapii, nasilenie objawów oraz indywidualną tolerancję pacjenta.

Piśmiennictwo:

[1] Kwakman JJM, Elshot YS, Punt CJA, Koopman M. Management of cytotoxic chemotherapy-induced hand-foot syndrome. *Oncol Rev.* 2020 May 13;14(1):442. doi: 10.4081/oncol.2020.442.

[2] Lacouture M.E., Sibaud V., Gerber P.A., et al.; on behalf of the ESMO Guidelines Committee. Prevention and management of dermatological toxicities related to anticancer agents: ESMO Clinical Practice Guidelines. *Annals of Oncology.* 2021;32(2):157–170.

[3] MD Anderson Cancer Center. Skin Management – Radiation Therapy (Clinical Management Algorithm). Houston, TX: The University of Texas MD Anderson Cancer Center; 2024. Available online: <https://www.mdanderson.org>.

LIMFOCYTY T REGULATOROWE JAKO MOLEKULARNY CEL NOWOCZESNEJ FARMAKOTERAPII

Krzysztof Zajac*

Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Wydział Farmaceutyczny, Studenckie Koło Naukowe przy Pracowni Badań Przedklinicznych

*Adres korespondencyjny e-mail: krzysztofzajac303@gmail.com

Opiekun naukowy pracy: dr n. farm. Sylwia Wośko

Słowa kluczowe: Treg, FoxP3, IL-2, REZPEG, choroby autoimmunologiczne i neurodegeneracyjne.

WPROWADZENIE: Równowaga immunologiczna jest kluczowa dla zdrowia, a jej zaburzenia prowadzą do chorób autoimmunologicznych, neurodegeneracyjnych i nowotworowych. Limfocyty T regulatorowe (Treg), zależne od czynnika transkrypcyjnego FoxP3, hamują nadmierną odpowiedź immunologiczną, wspierają procesy naprawcze i utrzymują tolerancję immunologiczną. Postępy w badaniach nad TregiFoxP3 pogłębiły wiedzę o mechanizmach regulujących odporność i otworzyły perspektywy nowych strategii terapeutycznych.

CEL PRACY: Celem pracy był przegląd aktualnych badań dotyczących roli Treg w utrzymaniu homeostazy immunologicznej oraz ich znaczenia w chorobach zapalnych i neurodegeneracyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem przełomowych odkryć M. E. Brunkow, F. Ramsdella i S. Sakaguchiego, które pozwoliły scharakteryzować Treg jako kluczowe regulatory odpowiedzi immunologicznej.

METODOLOGIA: Analizowano artykuły opublikowane od 2011 roku (10), głównie w bazie PubMed, obejmujące biologię Treg i FoxP3, ich rolę w chorobach zapalnych i neurodegeneracyjnych oraz interwencje terapeutyczne modulujące Treg, w tym małe dawki IL-2 (LD-IL-2) i repegaldesleukin (REZPEG).

WYNIKI: Treg to wyspecjalizowana populacja leukocytów, które ograniczają stan zapalny, nadmierną aktywność układu odpornościowego i wspierają regenerację tkanek¹. Rozwój i funkcję Treg warunkuje czynnik transkrypcyjny FoxP3. Mutacje genu FoxP3 prowadzą do niedoboru i dysfunkcji Treg, skutkując ciężkimi zaburzeniami immunologicznymi u myszy (model scurfy) i ludzi^{2,3}. Treg są intensywnie badane w chorobach neurodegeneracyjnych i zapalnych, m.in. w chorobie Alzheimera, Parkinsona, stwardnieniu zanikowym bocznym, zaburzeniach ze spektrum autyzmu czy pierwotnym zespole Sjögrena.

Terapie zwiększające liczbę Treg, takie jak LD-IL-2, ograniczają neurozapalenie i wspierają przeżycie neuronów⁴. Repegaldesleukin to lek działający jako selektywny aktywator receptora IL-2 z wydłużonym działaniem przez dodatek PEG (glikolu polietylenowego). Zwiększa on ilość limfocytów Treg, a w badaniach klinicznych zmniejsza nasilenie objawów oraz obszar zmian w łuszczycy i atopowym zapaleniu skóry⁵.

WNIOSKI: Limfocyty T (Treg) odgrywają kluczową rolę w utrzymaniu równowagi immunologicznej i ograniczaniu stanu zapalnego⁶. Niedobór FoxP3 prowadzi do ciężkich chorób autoimmunologicznych. Precyzyjne zwiększanie liczby i funkcji Treg przez LD-IL-2 lub REZPEG stanowi obiecującą strategię terapeutyczną w chorobach zapalnych, neurodegeneracyjnych, autoimmunologicznych, nowotworowych, jak również w transplantologii⁷. Lepsze poznanie biologii Treg i mechanizmów regulacji odporności umożliwia rozwój nowoczesnych, skuteczniejszych terapii dla szerokiego spektrum pacjentów.

Piśmiennictwo:

- [1]. Liston A. An education in tolerance: the 2025 Nobel Prize in Physiology or Medicine. *Dis. Model Mech.* 2025
- [2]. Attias M, Al-Aubodah T, Piccirillo CA. Mechanisms of human FoxP3+ Treg cell development and function in health and disease. *Clin Exp Immunol.* 2019
- [3]. Rudensky AY. Regulatory T cells and Foxp3. *Immunol Rev.* 2011
- [4]. Zou C., Li P., Li B., Sparwasser T, Yuan J. Next steps in regulatory T cells: Biology and clinical application. *Cell.* 2026
- [5]. Silverberg JJ, Rosmarin D, Chovatiya R, Bieber T, Schleicher S, Beck L, Gooderham M, Chaudhry S, Fantom C, Yu D, Levy J, Liu Y, Miyazaki T, Tagliaferri M, Schmitz C, Nirula A, Kotzin B, Zalevsky J. The regulatory T cell-selective interleukin-2 receptor agonist repegaldesleukin in the treatment of inflammatory skin diseases: two randomized, double-blind, placebo-controlled phase 1b trials. *Nat Commun.* 2024
- [6]. Boryczka K, Kuna P, Pietruczuk M. Rola czynnika transkrypcyjnego FOXP3 w rozwoju i funkcjonowaniu regulatorowych limfocytów T. *DiagnLab..* (2011)
- [7]. Redakcja Medical Press. Limfocyty, które uczą układ odpornościowy pokory. Nobel 2025 z perspektywy onkologii. *Medical Press.pl.* 2025



ROZWÓJ LIGANDÓW CEREBLONU: OD TALIDOMIDU PO ACHIRALNE POCHODNE DIHYDROURACYLU

Alicja Ziombra^{1}, Kacper Kossakowski^{2,3}, Anna Pawełczyk³*

¹Studenckie Koło Naukowe Chemii Organicznej, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Katedra i Zakład Chemii Organicznej, ul. Rokietnicka 3, 60-806 Poznań, Polska

²Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Szkoła Doktorska UMP, ul. Fredry 10, 61-701 Poznań, Polska

³Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Katedra i Zakład Chemii Organicznej, ul. Rokietnicka 3, 60-806 Poznań, Polska

* Autor korespondencyjny e-mail: 92905@student.ump.edu.pl

Opiekunowie naukowci pracy: mgr farm. Kacper Kossakowski, dr hab. Anna Pawełczyk

Słowa kluczowe: achiralne ligandy cereblonu, cereblon (CRBN), kleje molekularne (MG), talidomid, leki immunomodulujące (IMiDs), pochodne dihydrouracylu (DHU)

WPROWADZENIE: Cereblon (CRBN) to białko zidentyfikowane jako główny cel talidomidu oraz jego pochodnych z grupy leków immunomodulujących (IMiDs). Wykazano, że związki te rekrutują neosubstraty do kompleksu ligazy E3 po związaniu z CRBN, prowadząc do ich degradacji. Ze względu na mechanizm działania, ligandy CRBN stosowane są jako kleje molekularne (MG) oraz jako elementy strukturalne w technologii PROTAC, wykorzystywanej w celowanej degradacji białek (TPD). Pomimo potencjału farmakologicznego, istotnym ograniczeniem IMiDs są ich niekorzystne właściwości fizykochemiczne, takie jak skłonność do racemizacji w ustroju, wynikająca z obecności chiralnego atomu węgla w pierścieniu glutarimidowym, niska rozpuszczalność w wodzie i jednocześnie podatność na hydrolizę [1,2].

CEL PRACY: Celem pracy była analiza właściwości fizykochemicznych ligandów w zależności od wprowadzonych modyfikacji, komparatywne zestawienie oraz uporządkowanie stanu wiedzy dotyczącej związków o największym potencjale do przyszłego wykorzystania w technologii TPD.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Przegląd literatury został wykonany na podstawie artykułów naukowych wyszukanych w bazie PubMed oraz za pomocą wyszukiwarki Google Scholar, w zakresie lat 2010-2025. Do wyszukiwania zostały użyte następujące hasła: „CRBN ligands”, „CRBN molecular glues”, „cereblon”, „thalidomide”.

WYNIKI: Nową generacją IMiDs o zmodyfikowanym pierścieniu ftalimidowym jest grupa związków określana jako CELMoDs, której główni przedstawiciele – mezigidomid i iberdomid – wykazują lepsze powinowactwo do CRBN i bardziej wydajną degradację neosubstratów niż klasyczne IMiDs, jednak posiadające tę samą wadę – chiralność. Poza modyfikacjami w obrębie fragmentu ftalimidowego wzięto pod uwagę także fragment glutarimidowy, w którym atom wodoru przy chiralnym węglu, odpowiedzialny za powstawanie racematu *in vivo*, został zastąpiony wybranymi podstawnikami, co pozwoliło na ocenę różnic między poszczególnymi enancjomerami. W celu zwiększenia ich stabilności i hydrofilowości grupę karbonylową wspomnianego wcześniej fragmentu zastąpiono grupą oksetanową, co w pozytywny sposób wpłynęło na przytoczone właściwości, lecz nadal nie rozwiązywało problemu chiralności. Najnowszym odkryciem, które eliminuje zarówno problem racemizacji, jak i poprawia rozpuszczalność oraz stabilność w wodzie, są pochodne dihydrouracylu (DHU), struktury powstałe na bazie pierścienia glutarimidowego, którego chiralny atom węgla został zastąpiony atomem azotu.

WNIOSKI: Modyfikacje wprowadzone do ligandów CRBN na przestrzeni lat skutecznie udoskonalały ich profil fizykochemiczny, lecz doniedawanie było klasy związków, które racemizacja eliminowała by problem stereochemii, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiego powinowactwa do CRBN, odpowiedniej hydrofilowości i stabilności. Pochodne dihydrouracylu są pod tym względem innowacją, a ich unikalne właściwości fizykochemiczne czynią z nich perspektywicznych kandydatów do przyszłych badań nad technologią TPD.

Piśmiennictwo:

[1]. A.K., & M.K. (2022). Ligands for cereblon: 2017-2021 patent overview. *Expert Opinion on Therapeutic Patents*, 32(2). <https://doi.org/10.1080/13543776.2022.1999415>

[2]. Nutt, M.J., & Stewart, S.G. (2024). Strengthening Molecular Glues: Design Strategies for Improving Thalidomide Analogs as Cereblon Effectors and Anticancer Agents. *Drug Discovery Today*, 29(6), 104010. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2024.104010>

TERAPIA GENOWA JAKO POTENCJALNE LECZENIE MODYFIKUJĄCE PRZEBIEG CHOROBY ALZHEIMERA

Dominika Zwierzyńska^{1}, Karolina Żyła¹, Marta Kruk-Słomka², Grażyna Biała²*

¹Studenckie Koło Naukowe „Synapsa” przy Katedrze i Zakładzie Farmakologii z Farmakodynamiką, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. W. Chodźki 4a, 20-093 Lublin,

²Katedra i Zakład Farmakologii z Farmakodynamiką, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. W. Chodźki 4a, 20-093 Lublin

*Autor korespondencyjny e-mail: dominikazwierzyńska23@gmail.com

Opiekun naukowy: dr n. farm. Jolanta Orzelska-Górka, prof. UM

Słowa kluczowe: Choroba Alzheimer, terapia genowa, czynniki wzrostu, BDNF

WPROWADZENIE: Choroba Alzheimer (AD, Alzheimer's disease) to wieloczynnikowa choroba neurodegeneracyjna, która charakteryzuje się postępującym upośledzeniem funkcji poznawczych, emocjonalnych i językowych u osób starszych. Dotychczas w leczeniu AD wykorzystuje się głównie inhibitory acetylocholinoesterazy, które stanowią podstawę terapii objawowej. Ograniczona skuteczność tych leków w hamowaniu postępu choroby skłoniła jednak badaczy do intensywnych poszukiwań skuteczniejszych strategii terapeutycznych, zdolnych do modyfikowania jej przebiegu.

CEL PRACY: Celem pracy jest syntetyczne przedstawienie mechanizmów działania terapii genowej, aktualnego stanu badań klinicznych AD oraz omówienie potencjalnych korzyści i ograniczeń tej innowacyjnej strategii terapeutycznej.

METODOLOGIA PRZEGLĄDU: Praca została napisana na podstawie piśmiennictwa naukowego zamieszczonego w wyszukiwarkach baz danych i prac naukowych: PubMed, Google Scholar, Scopus. Artykuły naukowe wyszukiwane były poprzez używanie słów kluczy: *Alzheimer's disease, gene therapy, growth factors, BDNF*

WYNIKI: Jednym z obiecujących kierunków poszukiwań nowych leków w AD jest terapia genowa, która polega na wprowadzaniu do komórek nerwowych materiału genetycznego w celu modyfikacji procesów odpowiedzialnych za rozwój choroby. Może ona obejmować m.in. zwiększenie ekspresji genów o działaniu neuroprotektynowym, wyciszenie genów związanych z odkładaniem β -amyloidu lub białka tau, a także dostarczanie czynników wzrostu wspierających przeżycie neuronów. Celem takiej terapii jest nie tylko łagodzenie objawów, lecz przede wszystkim spowolnienie lub zahamowanie postępu choroby. W prezentowanym posterze skoncentrujemy się na terapii genowej opartej na dostarczaniu czynników wzrostu - nerve growth factor (NGF) czy brain-derived neurotrophic factor (BDNF) - których celem jest wspieranie przeżycia neuronów. W AD obserwuje się zaburzenia ich sygnalizacji, co przyczynia się do degeneracji neuronów.

WNIOSKI: Terapia genowa umożliwia bezpośrednie dostarczenie do ośrodkowego układu nerwowego genów kodujących wybrane czynniki wzrostu, najczęściej z wykorzystaniem wektorów wirusowych (np. AAV). Potencjalne korzyści tej strategii obejmują neuroprotekcję, poprawę plastyczności synaptycznej oraz spowolnienie postępu choroby. Jednocześnie należy uwzględnić możliwe ryzyko działań niepożądanych, takich jak niekontrolowana ekspresja czynnika wzrostu, reakcje immunologiczne, trudności w precyzyjnym dostarczaniu terapii do określonych struktur mózgu oraz wysokie koszty leczenia.

Piśmiennictwo:

Ewen Se Thoe i in. (2021) A review on advances of treatment modalities for Alzheimer's disease. *Life Sci.* 1;276:119129. doi: 10.1016/j.lfs.2021.119129.

Mark H Tuszyński (2024) Growth Factor Gene Therapy for Alzheimer's Disease. *J Alzheimers Dis.* 101(s1):S433-S441.





ISBN – 978-83-64968-41-9
(wersja elektroniczna)