



**IX SESJA MŁODYCH
MIKROBIOLOGÓW ŚRODOWISKA
ŁÓDZKIEGO**

KSIĄŻKA ABSTRAKTÓW

12 czerwca 2026 roku

Wydział Farmaceutyczny ul. Muszyńskiego 1, 90-151 Łódź, sala 4a

UNIwersytet Medyczny w Łodzi

Organizator konferencji

Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej,
Wydział Farmaceutyczny Uniwersytetu Medycznego w Łodzi,
ul. Muszyńskiego 1, 90-151 Łódź

Oddział Łódzki Polskiego Towarzystwa Mikrobiologów

Wykład inauguracyjny

dr hab. n. farm. Ewa Kochan, prof. UM
Zakład Biotechnologii Farmaceutycznej,
Katedra Biologii Medycznej i Biotechnologii Farmaceutycznej,
Wydział Farmaceutyczny,
Uniwersytet Medyczny w Łodzi

„Drobnoustroje w służbie farmacji i medycyny - od wrogów do sprzymierzeńców”

Przewodnicząca Komitetu Naukowego i Organizacyjnego

prof. dr hab. n. farm. Monika Sienkiewicz

Komitet Naukowy

prof. dr hab. inż. Beata Gutarowska
prof. dr hab. n. biol. Magdalena Mikołajczyk-Chmiela
prof. dr hab. inż. Katarzyna Śliżewska
dr hab. n. biol. Dominika Drzewiecka
dr hab. n. med. Michał Karbownik, prof. UM
dr hab. n. farm. Ewa Kochan, prof. UM
dr hab. n. biol. Beata Sadowska, prof. UŁ
dr hab. n. biol. Mirosława Słaba, prof. UŁ
dr hab. inż. Justyna Szulc, prof. PŁ
dr hab. n. biol. Agnieszka Torzewska, prof. UŁ

Komitet Organizacyjny

dr n. farm. Bożena Dudkiewicz
dr n. biol. Anna Lichota
dr n. farm. Paweł Lisiecki
dr n. med. Monika Łysakowska
dr n. med. Kamila Olszowiec
dr n. farm. Magdalena Szemraj
mgr Sylwia Grabowicz
mgr Aleksandra Kalmus

Finansowanie

prof. dr hab. n. med. Anna Kilanowicz-Sapota
Dziekan Wydziału Farmaceutycznego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Patronat honorowy

JM Rektor Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

JM Rektor Uniwersytetu Łódzkiego

JM Rektor Politechniki Łódzkiej

Polskie Towarzystwo Mikrobiologów

Polskie Towarzystwo Aromaterapeutyczne

Patronat wspierający

Avicenna Oil

APTEO

Redakcja

prof. dr hab. n. farm. Monika Sienkiewicz

dr n. biol. Anna Lichota

dr n. farm. Magdalena Szemraj

mgr Sylwia Grabowicz

mgr Aleksandra Kalmus

PATRONATY



UNIWERSYTET
MEDYCZNY
W ŁODZI



UNIWERSYTET
ŁÓDZKI



Politechnika Łódzka



POLSKIE TOWARZYSTWO MIKROBIOLOGÓW

POLSKIE
TOWARZYSTWO
AROMATERAPEUTYCZNE



AVICENNA OIL

SINCE 1993



Szanowni Państwo,

jest nam niezmiernie miło gościć Państwa na IX Sesji Młodych Mikrobiologów Środowiska Łódzkiego. Jest to konferencja cykliczna organizowana przez łódzkie uczelnie wyższe od 2017 roku z inicjatywy Łódzkiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Mikrobiologów.

W tym roku organizatorem konferencji jest Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej Wydziału Farmaceutycznego Uniwersytetu Medycznego. Patronami sesji są JM Rektorzy Uniwersytetu Medycznego, Uniwersytetu Łódzkiego, Politechniki Łódzkiej, a także Polskie Towarzystwo Mikrobiologów, Polskie Towarzystwo Aromaterapeutyczne, Avicenna Oil oraz firma APTEO.

Mamy nadzieję, że IX Sesja Młodych Mikrobiologów będzie inspirującym spotkaniem młodych mikrobiologów łódzkich uczelni wyższych i placówek naukowo-badawczych, a także gości spoza naszego regionu, co przyniesie wymierne korzyści dla nauki.

W czasie konferencji zostaną przedstawione wyniki badań uczestników w formie doniesień ustnych, a także jako prezentacje plakatów w trzech sesjach tematycznych: mikrobiologia medyczna, mikrobiologia przemysłowa oraz mikrobiologia ogólna i środowiskowa.

Ufamy, że nasze spotkanie przyczyni się do integracji środowisk naukowych łódzkich uczelni i placówek naukowo-badawczych, co pozwoli na planowanie wspólnych przedsięwzięć naukowo-badawczych i przyczyni się do rozwoju nauki.



Przewodnicząca Komitetu Naukowego i Organizacyjnego
prof. dr hab. n. farm. Monika Sienkiewicz

PROGRAM KONFERENCJI
IX SESJA MŁODYCH MIKROBIOLOGÓW ŚRODOWISKA ŁÓDZKIEGO

8:30-9:00	Rejestracja uczestników
9:00-9:15	Otwarcie konferencji
9:15-10:00	Wykład inauguracyjny dr hab. n. farm. Ewa Kochan, prof. UM Zakład Biotechnologii Farmaceutycznej, Katedra Biologii Medycznej i Biotechnologii Farmaceutycznej Kierownik Zakładu Biotechnologii Farmaceutycznej Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Łodzi „Drobnoustroje w służbie farmacji i medycyny - od wrogów do sprzymierzeńców”
	Sesja: mikrobiologia medyczna Przewodniczący: dr hab. n. med. Michał Karbownik, prof. UM
10:15-10:30	Dominika Caban, Marta Sztuka, Justyna Agier, Aleksandra Góralczyk-Bińkowska: Galusan epigallokatechiny (EGCG) jako potencjalny inhibitor formowania biofilmu wybranych patogenów.
10:30-10:45	Lidia Czerwińska, Aleksandra Dutkiewicz, Karolina Stępiak, Camille Loch, Magdalena Kowalewicz-Kulbat: Potencjał archeonów halofilnych wyizolowanych z Kopalni Soli Bochnia do indukcji zjawiska trenowanej tolerancji immunologicznej w komórkach THP-1.
10:45-11:00	Patrycja Jaroniek, Magdalena Chmiela, Weronika Gonciarz: Wpływ rozpuszczalnych komponentów <i>Helicobacter pylori</i> na proces mimikry waskularnej w komórkach raka żołądka <i>in vitro</i> .
11:00-11:15	Kamila Kwietniewska, Dominika Zdyb, Joanna Rywaniak, Beata Sadowska: Szczepowo-zależna aktywacja czynnika transkrypcyjnego NF-κB i cytotoksyczność klinicznych izolatów <i>Staphylococcus aureus</i> wobec monocytów THP-1 Blue.
11:15-11:30	Jakub Mucha, Natalia Wrońska: Ocena aktywności przeciwdrobnoustrojowej biogenicznych nanocząstek miedzi.
11:30-12:00	Przerwa kawowa
12:00-12:15	Sesja plakatu
	Sesja: mikrobiologia przemysłowa Przewodnicząca: dr hab. inż. Justyna Szulc, prof. PŁ
12:15-12:30	Justyna Bartczyk, Anna Szosland-Fałtyn, Justyna Szulc: Potencjał odpadów roślinnych jako źródła mikroorganizmów do produkcji biopreparatów.
12:30-12:45	Gabriela Chudzik, Anna Koziróg: Potencjał grzybów z rodzaju <i>Aureobasidium</i> jako nowoczesnego biofungicydu do ochrony materiału siewnego.

12:45-13:00	Patrycja Rowińska, Anna Ścigaczewska, Tomasz Boruta, Marcin Bizukojć, Justyna Szulc: Dobór warunków hodowli oraz skalowanie procesu biopreparatu na przykładzie szczepów środowiskowych <i>Bacillus subtilis</i> i <i>Bacillus velezensis</i> .
13:00-13:15	Karolina Stępień, Katarzyna Śliżewska: Dobór warunków otrzymywania biopolimerów w celu wykorzystania ich w kosmetykach.
13:15-13:30	Krzysztof Wojtaluk: Zastosowanie sprężonych gazów neutralnych w celu stabilizacji surowców i wyrobów gotowych w przemyśle spożywczym.
13:30-14:00	Przerwa kawowa
	Sesja: mikrobiologia ogólna i środowiskowa Przewodnicząca: dr hab. n. biol. Dominika Drzewiecka
14:00-14:15	Krzysztof Boczar, Mirosława Słaba: Ocena wpływu mikroplastiku LDPE na wzrost pszenicy zwyczajnej (<i>Triticum aestivum</i> L.) w modelu glebowym z udziałem <i>Trichoderma</i> spp.
14:15-14:30	Tomasz Grzyb, Justyna Szulc: Co je łączy, a co dzieli – ilościowa metataksonomia korzeni, liści i nasion inwazyjnej i alergizującej <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.
14:30-14:45	Jakub Kwasiborski, Zuzanna Szabra, Michał Maciejewski, Gabriela Rosiak, Justyna Agier, Aleksandra Góralczyk-Bińkowska: Ocena bezpieczeństwa mikrobiologicznego przypraw.
14:45-15:00	Karol Lubowicz, Emilia Młyniec, Kacper Musiał, Aleksandra Góralczyk-Bińkowska, Justyna Agier: Analiza bezpieczeństwa mikrobiologicznego bakalii dostępnych na rynku detalicznym.
15:00-15:15	Julia Mustwiłło, Agata Palusiak: Wpływ temperatury, dostępności tlenu oraz wybranych związków na wzrost rozpełzły izolatów klinicznych <i>Proteus mirabilis</i> .
15:30	Ogłoszenie wyników Zakończenie konferencji

Streszczenie wykładu inauguracyjnego

dr hab. n. farm. Ewa Kochan, prof. UM

Zakład Biotechnologii Farmaceutycznej, Katedra Biologii Medycznej i Biotechnologii Farmaceutycznej,
Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

„Drobnoustroje w służbie farmacji i medycyny - od wrogów do sprzymierzeńców”

Niniejszy wykład przedstawia, jak na przestrzeni dziejów zmieniał się postrzeganie mikroorganizmów. Przez większość historii ludzkości bakterie, wirusy i grzyby kojarzono przede wszystkim z chorobami i śmiercią. To właśnie drobnoustroje były odpowiedzialne za wielkie epidemie, takie jak dżuma, czarna śmierć czy pandemia grypy hiszpanki, które pochłonęły miliony istnień ludzkich i wpływały na rozwój całych cywilizacji. Przełom nastąpił wraz z rozwojem mikrobiologii oraz odkryciami naukowców takich jak Louis Pasteur i Robert Koch. Dzięki ich badaniom zrozumiano, że choroby zakaźne mają konkretne mikrobiologiczne przyczyny. Jeszcze większą rewolucję przyniosło odkrycie penicyliny przez Alexandra Fleminga. Okazało się wtedy, że mikroorganizmy mogą nie tylko wywoływać choroby, ale także pomagać w ich leczeniu. Produkują one bowiem antybiotyki, które wykorzystują do walki między sobą w środowisku naturalnym. Człowiek nauczył się stosować te substancje w medycynie.

W przemyśle farmaceutycznym drobnoustroje są także używane do produkcji witamin, takich jak witaminy z grupy B, witamina C, D czy K. Do tego celu stosuje się odpowiednio dobrane bakterie, drożdże i grzyby takie jak np. *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae* czy *Ashbya gossypii*. Mikroorganizmy przeprowadzają także reakcje biotransformacji, aby pozyskać leki steroidowe, których synteza chemiczna jest niemożliwa lub nieopłacalna. Dzięki inżynierii genetycznej możliwe stało się modyfikowanie tych organizmów w taki sposób, aby produkowały większe ilości potrzebnych substancji, stosowanych w lecznictwie. To mikroby są producentami insuliny, hormonu wzrostu, interferonów czy szeregu rekombinowanych peptydów szeroko wykorzystywanych w wielu wskazaniach terapeutycznych. Coraz większe znaczenie przypisuje się także mikrobiocie jelitowej, która może wpływać na skuteczność leczenia, zwłaszcza terapii przeciwnowotworowych. Niektóre szczepy bakterii mogą niszczyć komórki rakowe, pobudzać układ odpornościowy lub dostarczać leki bezpośrednio do guza. W tym zakresie opisano między innymi zastosowanie bakterii z rodzaju *Clostridium*, *Listeria*, *Salmonella* czy *Bifidobacterium*. Szczególnym przykładem jest terapia BCG stosowana w leczeniu raka pęcherza moczowego, która od lat pozostaje standardem terapii. Rozwój nowoczesnych terapii można także oprzeć na mikroorganizmach. Szczególne znaczenie ma system CRISPR-Cas9, wywodzący się z naturalnych mechanizmów obronnych bakterii. Technologia ta umożliwia bardzo precyzyjną edycję DNA, co daje szansę na leczenie chorób genetycznych oraz rozwój terapii spersonalizowanych. Cennymi produktami syntetyzowanymi przez drobnoustroje są także enzymy. Wykorzystuje się je w terapiach zastępczych, przemyśle farmaceutycznym czy diagnostyce laboratoryjnej.

Współczesna nauka całkowicie zmieniła sposób postrzegania drobnoustrojów. Dawniej były one traktowane wyłącznie jako zagrożenie, natomiast dziś stają się narzędziem nowoczesnej medycyny, farmacji i biotechnologii.

STRESZCZENIA

MIKROBIOLOGIA MEDYCZNA

WYSTĄPIENIA USTNE

Galusan epigallokatechiny (EGCG) jako potencjalny inhibitor formowania biofilmu wybranych patogenów

Dominika Caban, Marta Sztuka, Justyna Agier, Aleksandra Góralczyk-Bińkowska

SKN Let's Talk Science!

Zakład Mikrobiologii, Genetyki i Immunologii Doświadczalnej, Uniwersytet Medyczny
w Łodzi

Zjawisko zdolności mikroorganizmów do tworzenia biofilmów oraz narastająca oporność drobnoustrojów na konwencjonalne leczenie, stanowią istotne wyzwania współczesnej terapii zakażeń. Doniesienia naukowe wskazują, że galusan epigallokatechiny (EGCG; ang. *epigallocatechin gallate*), będący głównym polifenolem zielonej herbaty, może wykazywać aktywność hamującą zarówno wobec form planktonicznych bakterii, jak i form biofilmowych.

Celem pracy była ocena *in vitro* wpływu EGCG na wzrost form planktonicznych oraz zdolność tworzenia biofilmu przez wybrane, istotne klinicznie, szczepy bakterii.

Badania przeprowadzono z wykorzystaniem następujących szczepów referencyjnych (ATCC): *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus* oraz *Proteus mirabilis*. Minimalne stężenie hamujące (MIC, ang. *minimal inhibitory concentration*) EGCG oznaczono metodą seryjnych mikrorozcieńczeń (15,625 – 2000 µg/mL) w płytkach 48-studzienkowych przy $\lambda = 600$ nm. Wpływ EGCG na biofilm badano w stężeniach subinhibicyjnych (SIC) metodą barwienia fioletem krystalicznym. Po usunięciu form planktonowych i zabarwieniu biofilmu, związany barwnik wyekstrahowano etanolem, a absorbancję zmierzono przy długości fali $\lambda = 570$ nm.

EGCG w zakresie SIC wykazywał zróżnicowany wpływ na proces tworzenia biofilmu. U większości badanych szczepów obserwowano istotne ograniczenie biomasy biofilmu, przy czym najsilniejszy efekt przeciwbiofilmowy odnotowano dla *E. faecalis*, gdzie redukcja biofilmu osiągnęła 95% przy stężeniu 250 µg/mL. Odminną odpowiedź zaobserwowano w przypadku szczepu *E. coli*, dla którego ekspozycja na SIC EGCG prowadziła do stymulacji tworzenia biofilmu, osiągającej 260% wartości kontrolnej.

EGCG wykazuje zależne od stężenia właściwości przeciwbakteryjne i przeciwbiofilmowe. W wyższych stężeniach skutecznie ogranicza wzrost bakterii oraz eradykuje biofilm, natomiast ekspozycja na stężenia subinhibicyjne może indukować mechanizmy adaptacyjne i odpowiedź stresową drobnoustrojów, prowadząc do zwiększenia biomasy oraz zagęszczenia struktury biofilmu. Uzyskane wyniki wskazują, że podczas projektowania preparatów zawierających EGCG kluczowe znaczenie ma utrzymanie odpowiedniego lokalnego stężenia związku. W zależności od badanego szczepu nie powinno ono spadać poniżej zakresu 125 – 500 µg/mL, aby uniknąć efektu subletalnego sprzyjającego nasileniu procesu biofilmogenezy.

Potencjał archeonów halofilnych wyizolowanych z Kopalni Soli Bochnia do indukcji zjawiska trenowanej tolerancji immunologicznej w komórkach THP-1

Lidia Czerwińska¹, Aleksandra Dutkiewicz¹, Karolina Stępnia¹, Camille Locht^{1,2}, Magdalena Kowalewicz-Kulbat¹

¹ Katedra Immunologii i Biologii Infekcyjnej, Instytut Mikrobiologii, Biotechnologii i Immunologii, Uniwersytet Łódzki

² Univ. Lille, CNRS, Inserm, CHU Lille, Institute Pasteur de Lille, U1019 – UMR9017 – CIIL – Center for Infection and Immunity of Lille, F-59000 Lille, France

Archeony halofilne stanowią istotny komponent aerozolu solnego wykorzystywanego w celach haloterapeutycznych w kopalniach soli. Osoby odwiedzające kopalnie soli mają tym samym kontakt z tą grupą drobnoustrojów. Niewiele jednak wiadomo na temat oddziaływania archeonów halofilnych z ludzkimi komórkami układu odpornościowego. Celem pracy była ocena zdolności 7 różnych gatunków archeonów halofilnych, wyizolowanych z powietrza Kopalni Soli Bochnia, do indukcji trenowanej tolerancji immunologicznej z wykorzystaniem monocytarnej linii komórkowej THP-1.

W pierwszym etapie pracy sprawdzono zdolność dwóch szczepów (*Halalkalicoccus subterraneus* oraz *Halococcus hamelinensis*) do wydzielania cytokin przez komórki THP-1. Wykazano, że oba szczepy indukowały wydzielanie cytokiny prozapalnej TNF- α oraz przeciwzapalnej IL-10 w sposób zależny od dawki halofili. Podczas gdy 24-godzinna inkubacja 10^6 komórek THP-1/ml z 10^3 lub 10^4 jednostek tworzących kolonie archeonów halofilnych (CFU)/ml nie skutkowało istotnym wydzielaniem cytokin, to gęstość 10^5 i 10^6 CFU/ml indukowała wydzielanie każdej z cytokin w zakresie 1000-2000 pg/ml. Podobne wyniki uzyskano dla pozostałych 5 szczepów (*Halococcus salifodinae*, *Natrinema versiforme*, *Halococcus morrhuae*, *Halalkalicoccus paucihalophilus* oraz *Halococcus dombrowskii*).

W kolejnym etapie określono optymalny czas stymulacji komórek THP-1 archeonami halofilnymi do wydzielania cytokin. Wykazano, iż 6-godzinna stymulacja komórek THP-1 archeonami halofilnymi skutkowało istotnie wyższą produkcją TNF- α (10000-20000 pg/ml) w supernatantach pochodzących, w porównaniu do hodowli 24-godzinnych. Podobny efekt zaobserwowano dla IL-10.

W celu sprawdzenia zdolności archeonów halofilnych do indukcji zjawiska trenowanej tolerancji immunologicznej, komórki THP-1 poddano 6-godzinnej stymulacji 7 szczepami archeonów halofilnych, następnie pozostawiono je w stanie spoczynku na 5 dni, a w kolejnym etapie ponownie je inkubowano (24h) tymi samymi szczepami archeonów halofilnych. Wykazano istotny spadek produkcji TNF- α i IL-10 w porównaniu do komórek niepoddanych preinkubacji.

Wyniki te po raz pierwszy wskazują zdolność archeonów halofilnych wyizolowanych z powietrza Kopalni Soli Bochnia do indukcji trenowanej tolerancji immunologicznej, co może być jedną z przyczyn obserwowanych korzystnych efektów haloterapii w walce z chorobami układu oddechowego oraz skóry o podłożu zapalnym.

Finansowanie ULAM-NAWA project: BPN/ULM/2023/1/00090/U/00001.

Wpływ rozpuszczalnych komponentów *Helicobacter pylori* na proces mimikry waskularnej w komórkach raka żołądka *in vitro*Patrycja Jaroniek^{1,2}, Magdalena Chmiela¹, Weronika Gonciarz¹¹Katedra Immunologii i Biologii Infekcyjnej, Instytut Mikrobiologii, Biotechnologii i Immunologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź, Polska;²Szkoła Doktorska BioMedChem Uniwersytetu Łódzkiego i Instytutów PAN w Łodzi; ul. Matejki 21/23, 90-237 Łódź, Polska

Rak żołądka jest piątym pod względem śmiertelności i zachorowalności nowotworem na świecie. Jednym z głównych czynników prowadzących do rozwoju raka żołądka jest przewlekłe zakażenie pałeczkami *H. pylori*. W większości przypadków rak żołądka jest diagnozowany w późnym stadium, co skutkuje ograniczeniem możliwości terapeutycznych. Jest to związane ze zwiększoną opornością komórek raka żołądka na leki oraz nabyciem fenotypu inwazyjnego, sprzyjającego przerzutom [1]. W przypadku zaawansowanych zmian nowotworowych charakterystycznymi zjawiskami są hipoksja oraz niedożywienie komórek nowotworowych, które prowadzą do zmian metabolicznych i strukturalnych odpowiedzialnych za unaczynienie guza. Jednym ze zjawisk umożliwiających zaopatrzenie guza w substancje potrzebne do dalszego rozrostu jest proces mimikry waskularnej, który polega na tworzeniu nowych struktur podobnych do naczyń przez komórki nowotworowe, niezależnie od komórek śródbłonna naczyniowego, a do pewnego stopnia także w oparciu o klasyczne dla angiogenezy ścieżki sygnałowe [2]. Badania wskazują, że na ten proces mogą pośrednio lub bezpośrednio wpływać komponenty bakteryjne. W kontekście raka żołądka wykazano, że eradykacja zakażenia pałeczkami *H. pylori* prowadzi do zmniejszenia unaczynienia guza u pacjentów, co może świadczyć o potencjalnym zaangażowaniu komponentów *H. pylori* w ten proces [3].

Celem badań była ocena wpływu komponentów bakteryjnych na proces mimikry waskularnej w komórkach raka żołądka linii AGS CRL-1739.

Prowadzono hodowle 3D komórek raka żołądka linii AGS CRL-1739 na podłożu Matrigel®. Hodowle stymulowano komponentami bakteryjnymi – CagA *H. pylori* lub LPS *H. pylori* lub LPS *E. coli* i oceniono ich wpływ na zdolność tworzenia naczyń poprzez ocenę parametrów strukturalnych na podstawie analizy zdjęć mikroskopowych w programie Wimasis (ilość rozgałęzień, ilość pętli, ilość pseudonaczyń) oraz oceny produkcji wybranych białek będących markerami procesu mimikry waskularnej – czynnika wzrostu śródbłonna naczyniowego (VEGF), receptora 1 czynnika wzrostu śródbłonna naczyniowego (VEGFR1), receptora 2 czynnika wzrostu śródbłonna naczyniowego (VEGFR2), endogliny, VE-kadheryny, metaloproteinazy 9 (MMP-9) oraz macierzy zewnątrzkomórkowej (ECM) metodą mikroskopii konfokalnej.

Wykazano, że komórki AGS spontanicznie tworzą struktury pseudonaczyń. W hodowlach stymulowanych komponentami bakteryjnymi proces mimikry waskularnej był nasilony, co było związane ze wzrostem ilości rozgałęzień, ilości pętli oraz ilości pseudonaczyń oraz podwyższoną produkcją powierzchniowych białek VEGF, VEGFR2, endogliny oraz wzrost produkcji rozpuszczalnej formy VEGFR2 (trend, $p > 0.05$). Nie zaobserwowano zmian w produkcji białek VEGFR1 i VE-kadheryny.

W zaprezentowanym modelu wykazano, że komórki raka żołądka linii AGS CRL-1739 tworzą struktury pseudonaczyń. Komponenty bakteryjne – CagA *H. pylori*, LPS *H. pylori* oraz LPS *E. coli* prowadzą do nasilenia procesu mimikry waskularnej na modelu komórek raka żołądka *in vitro*.

[1] Bray F i wsp. CA: A Cancer Journal for Clinicians. 2024;74:0007-9235, [2] Knopik-Skrocka A i wsp. Postępy Biologii Komórki. 2016;43:213-236, [3] Biagioni A i wsp. Biomolecules. 2023;13:886.

**Szczepowo-zależna aktywacja czynnika transkrypcyjnego NF- κ B
i cytotoksyczność klinicznych izolatów *Staphylococcus aureus*
wobec monocytów THP-1 Blue**

Kamila Kwietniewska¹, Dominika Zdyb¹, Joanna Rywaniak¹, Beata Sadowska¹

¹ Katedra Immunologii i Biologii Infekcyjnej, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki ul. Stefana Banacha 12/16, 90-237 Łódź

Staphylococcus aureus wchodzi w złożone interakcje z gospodarzem, m.in. indukując kaskadę zapalną poprzez aktywację czynnika NF- κ B w komórkach odpornościowych. Ponadto produkowane przez ten patogen hemolizyny i leukocydyny warunkują jego działanie cytotoksyczne, skutecznie hamujące mechanizmy obronne układu odpornościowego.

Celem pracy była analiza porównawcza aktywacji czynnika NF- κ B przez izolaty kliniczne MRSA i MSSA oraz ocena korelacji między aktywacją tego czynnika a efektem cytotoksycznym w monocytach linii reporterowej THP-1 Blue. Szczepy *S. aureus* (n = 12): MRSA (5 klinicznych, ref. ATCC 43300) i MSSA (5 klinicznych, ref. ATCC 29213). W supernatantach THP-1 Blue po 4 i 24 godz. ekspozycji (MOI 5, 10) oznaczano aktywację NF- κ B (QUANTI-Blue, InvivoGen) oraz uwalnianie LDH (Cytotoxicity Detection Kit^{PLUS}, Roche).

Po 4 godz. ekspozycji aktywacja NF- κ B pozostawała na poziomie kontroli, istotnie rosnąc po 24 godz. ekspozycji. Nie stwierdzono istotnych różnic w aktywacji NF- κ B (24 godz., MOI 10) między MRSA ($Me=0,75$) a MSSA ($Me=0,52$). Wykazano jednak wysoką heterogenność szczepową w aktywacji NF- κ B (rozrzut 0,08–1,48 dla MOI 10, 24 godz.) oraz w cytotoksyczności (MOI 10, 4 godz.), gdzie uwalnianie LDH wynosiło $Me=4,5\%$ (MRSA) i $Me=8,0\%$ (MSSA) w zakresie 0–24,3%. Odnotowano silną ujemną korelację między aktywacją NF- κ B (24 godz.) a uwalnianiem LDH (4 godz.) przy MOI 10 ($\rho=-0,70$; $p=0,0126$).

Wczesna cytotoksyczność *S. aureus* stanowi kluczowy mechanizm unikania odpowiedzi immunologicznej. Szybka eliminacja monocytów przez szczepy cytotoksyczne ogranicza ich późniejszą aktywację przez NF- κ B i rozwój kaskady zapalnej. Efektywność patogenu zależy raczej od szczepowo-zależnej dynamiki uwalniania toksyn, a nie od statusu lekooporności (MRSA vs MSSA).

Ocena aktywności przeciwdrobnoustrojowej biogenicznych nanocząstek miedzi

Jakub Mucha, Natalia Wrońska

Studenckie Koło Naukowe Biotechnologiczno-Mikrobiologiczne, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska,
Uniwersytet Łódzki

W ostatnich latach dynamiczny rozwój nanotechnologii umożliwił opracowanie innowacyjnych rozwiązań wspierających walkę z narastającą antybiotykoopornością wśród drobnoustrojów. Nanocząstki metali, dzięki swoim unikatowym właściwościom fizykochemicznym oraz wysokiej aktywności biologicznej, wykazują szerokie działanie przeciwdrobnoustrojowe, obejmujące m.in. generowanie reaktywnych form tlenu oraz oddziaływanie z osłonami komórkowymi i materiałem genetycznym mikroorganizmów.

W prezentowanym badaniu wykorzystano grzyba strzępkowego *Fusarium oxysporum* do biosyntezy nanocząstek miedzi z użyciem siarczanu miedzi jako prekursora. Biologiczna metoda syntezy nanomateriałów stanowi obiecującą alternatywę dla konwencjonalnych metod fizycznych i chemicznych, czyniąc proces bardziej przyjaznym dla środowiska.

Celem niniejszego projektu była ocena aktywności przeciwbakteryjnej biogenicznych nanocząstek miedzi (CuNPs) wobec bakterii Gram-ujemnych i Gram-dodatnich. Właściwości przeciwdrobnoustrojowe określono z zastosowaniem zmodyfikowanej metody mikrorozcieńczeń w bulionie zgodnie z wytycznymi NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards). Dodatkowo oceniono wpływ badanych nanocząstek na aktywność metaboliczną komórek bakteryjnych przy użyciu testu AlamarBlue.

Przeprowadzona analiza wykazała wysoką aktywność przeciwbakteryjną CuNPs, szczególnie wobec szczepów Gram-ujemnych. Największą wrażliwość zaobserwowano dla szczepu *Escherichia coli*. Ponadto stwierdzono istotne obniżenie aktywności metabolicznej drobnoustrojów inkubowanych w obecności badanych nanocząstek.

Uzyskane wyniki wskazują istotny potencjał przeciwbakteryjny nowosyntetyzowanych nanocząstek miedzi. Zaobserwowana wysoka wrażliwość szczepu *Escherichia coli* sugeruje możliwość wykorzystania CuNPs jako obiecujących czynników przeciwdrobnoustrojowych w opracowywaniu nowych strategii ograniczania zakażeń bakteryjnych.

STRESZCZENIA

MIKROBIOLOGIA MEDYCZNA

SESJA POSTEROWA

Wpływ lipopolisacharydu *Helicobacter pylori* na ekspresję czynnika transkrypcyjnego Runx2 jako markera kalcyfikacji w ludzkich komórkach mięśniówki naczyniowej

Aleksandra Bortniczuk¹, Agata Tomaszewska¹, Agnieszka Krupa¹

¹Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego Stefana Banacha 12/16, 90-237 Łódź

Choroba niedokrwienna serca jest jedną z wiodących przyczyn zgonów na świecie. Choroba ta spowodowana jest przez miażdżycę tętnic wieńcowych, w przebiegu której istotną rolę odgrywa zwapnienie naczyń krwionośnych. Proces ten jest aktywnie regulowany i wiąże się z fenotypową transformacją komórek mięśni gładkich naczyń, z fenotypu kurczliwego do osteogennego. Markerami komórkowymi kalcyfikacji są białko kurczliwe - α -aktyna mięśni gładkich oraz Runx2 – czynnik transkrypcyjny odpowiedzialny za ekspresję wielu genów osteogenezy.

Celem badań było określenie, czy lipopolisacharyd (LPS) *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) i *Escherichia coli* (*E. coli*), a także 7-ketocholesterol (7KCh) oraz jony soli nieorganicznych wpływają na ekspresję α -aktyny mięśni gładkich oraz czynnika transkrypcyjnego Runx2 w ludzkich aortalnych komórkach mięśniówki naczyniowej (HAoSMC).

Przeprowadzono 14-dniową stymulację komórek HAoSMC w obecności LPS *H. pylori*, LPS *E. coli*, 7-ketocholesterolu oraz soli nieorganicznych – chlorku wapnia i diwodorofosforanu(V) potasu. Komórki dokarmiano co drugi dzień. W dniach 7. i 14. komórki utrwalano, barwiono z użyciem przeciwciał monoklonalnych przeciw α -aktynie oraz Runx2, a następnie analizowano w mikroskopie konfokalnym.

Zaobserwowano zmniejszenie intensywności sygnału fluorescencji α -aktyny w układach stymulowanych LPS *H. pylori*, LPS *E. coli* oraz 7-ketocholesterolem w 7. i 14. dniu stymulacji. W 7. dniu odnotowano zwiększenie intensywności fluorescencji Runx2 pod wpływem LPS *H. pylori*, LPS *E. coli* oraz jonów soli nieorganicznych. W 14. dniu podobny efekt obserwowano w komórkach stymulowanych 7-ketocholesterolem, natomiast w pozostałych układach sygnał Runx2 ulegał osłabieniu w obrębie jądra komórkowego, utrzymując się w dystalnych częściach komórek. Zmiany te sugerują reorganizację włókien α -aktyny oraz zwiększenie ekspresji czynnika Runx2 w komórkach. Wzrost ekspresji Runx2 w obrębie jądra komórkowego może wskazywać na trwający proces przestawienia fenotypowego w kierunku fenotypu osteopodobnego (zwapniałego). Z kolei zwiększona obecność Runx2 w obrębie wypustek komórkowych może wiązać się z produkcją i wydzielaniem przez komórki tzw. pęcherzyków macierzy — struktur zawierających związki prokalcyfikujące, w tym Runx2, odpowiedzialnych za inicjację kalcyfikacji zewnątrzkomórkowej. Pęcherzyki te mogą również wpływać na komórki sąsiednie, indukując w nich proces wapnienia.

Badania współfinansowane ze studenckiego grantu badawczego SGB DFIN/977/02/2026.

Aktywność komponentów olejków eterycznych wobec izolatów klinicznych *Acinetobacter baumannii* tworzących biofilmMałgorzata Cieślik¹, Barbara Kot², Małgorzata Piechota², Monika Sienkiewicz¹, Magdalena Szemraj¹¹Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej, Wydział Farmaceutyczny,
Uniwersytet Medyczny w Łodzi²Instytut Nauk Biologicznych, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet w Siedlcach

Nadmierne stosowanie antybiotyków o szerokim spektrum działania w leczeniu zakażeń bakteryjnych przyczyniło się do rozwoju licznych mechanizmów oporności drobnoustrojów na środki przeciwdrobnoustrojowe. W konsekwencji obserwuje się narastający problem szczepów wielolekoopornych, co znacząco ogranicza skuteczność dostępnych terapii. W związku z tym rośnie zainteresowanie alternatywnymi metodami leczenia, w tym zastosowaniem naturalnych substancji pochodzenia roślinnego, takich jak fitozwiązki.

Celem pracy była ocena zdolności do tworzenia biofilmu przez izolaty *A. baumannii* oraz określenie aktywności przeciwbakteryjnej wybranych komponentów olejków eterycznych wobec badanych bakterii. Użyto następujących związków: karwakrol, cytronelol, eugenol, geraniol, linalol, trans-anetol oraz 1,8-cyneol.

Zdolność do tworzenia biofilmu badano metodą barwienia fioletem krystalicznym. Aktywność badanych fitozwiązków oceniano poprzez oznaczenie minimalnego stężenia hamującego tworzenie biofilmu (MBIC) oraz minimalnego stężenia eradykacji biofilmu (MBEC).

Wszystkie analizowane izolaty tworzyły biofilm. Każdy z badanych komponentów olejkowych charakteryzował się aktywnością przeciwdrobnoustrojową wobec badanych izolatów jednak w różnym stężeniu. Najsilniejsze działanie obserwowano w przypadku karwakrolu i eugenolu (0,008 mg/mL), natomiast najmniej aktywność wykazały *trans*-anetol i 1,8-cyneol (0,25-0,125 mg/mL i 0,0625-0,03 mg/mL odpowiednio).

Uzyskane wyniki potwierdzają zdolność fitozwiązków do ograniczania tworzenia i eradykacji biofilmu tworzonego przez *A. baumannii*, co wskazuje na ich potencjalne zastosowanie w zwalczaniu zakażeń.

Indukcja trenowanej tolerancji immunologicznej ludzkich komórek dendrytycznych pochodzenia monocytarnego przez archeony halofilne wyizolowane z powietrza Kopalni Soli Bochnia

Aleksandra Dutkiewicz¹, Lidia Czerwińska¹, Karolina Stępnia¹, Camille Loch^{1,2}, Magdalena Kowalewicz-Kulbat¹

¹Katedra Immunologii i Biologii Infekcyjnej, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237, Łódź

²Univ. Lille, CNRS, Inserm, CHU Lille, Institute Pasteur de Lille, U1019 – UMR9017 – CHIL – Center for Infection and Immunity of Lille, F-59000 Lille, France.

Jednym z najważniejszych odkryć współczesnej immunologii jest zjawisko trenowanej odporności, polegające na długotrwałym przeprogramowaniu metabolicznym i epigenetycznym komórek wrodzonego układu odpornościowego, prowadzącym do zmienionej odpowiedzi na wtórną stymulację. Po ponownej stymulacji komórki mogą odpowiadać zwiększoną (trening odporności) lub zmniejszoną (trenowana tolerancja immunologiczna) produkcją cytokin.

Archeony halofilne to mikroorganizmy zasiedlające środowiska o wysokim stopniu zasolenia, w tym kopalnie soli, w których prowadzona jest haloterapia jako metoda wspomagająca leczenie chorób o podłożu zapalnym. Wpływ archeonów halofilnych, obecnych w bioaerozolu solnym, na komórki układu odpornościowego pozostaje wciąż nieznany.

Celem pracy była ocena zdolności archeonów halofilnych wyizolowanych z powietrza Kopalni Soli Bochnia (*Natrinema versiforme*, *Halalkalicoccus paucihalophilus*, *Halococcus dombrowskii*, *Halalkalicoccus subterraneus*, *Halococcus hamelinensis*) do indukowania trenowanej tolerancji immunologicznej w ludzkich komórkach dendrytycznych (KD) pochodzenia monocytarnego, na podstawie produkcji cytokiny prozapalnej (TNF- α) i przeciwzapalnej (IL-10).

KD uzyskano poprzez różnicowanie monocytów, wyizolowanych metodą separacji magnetycznej z kożuszków leukocytarnych 6 zdrowych krwiodawców, w obecności GM-CSF i IL-4. Następnie, KD poddano 6-godzinnej stymulacji szczepami archeonów halofilnych i pozostawiono na 5 dni w fazie spoczynku, po czym przeprowadzono ich ponowną, 24-godziną stymulację tymi samymi archeonami (bodziec homologiczny) lub *Escherichia coli* (bodziec heterologiczny). Stężenie TNF- α oraz IL-10 w supernatantach pochodzących oznaczono testem ELISA.

Pre-inkubacja KD z archeonami halofilnymi istotnie osłabiała wydzielanie TNF- α oraz IL-10 przez KD stymulowane tym samym szczepem archeonów halofilnych, jak i *E.coli*. Oznacza to, że archeony halofilne wyizolowane z powietrza Kopalni Soli Bochnia indukują w KD stan trenowanej tolerancji immunologicznej wobec bodźców homologicznych i heterologicznych. Uzyskane wyniki sugerują, że archeony halofilne wdychane podczas haloterapii mogą wykazywać potencjał przeciwzapalny u osób z chorobami układu oddechowego, takimi jak mukowiscydoza czy astma.

Finansowanie: SGB UŁ 2026, ULAM-NAWA BPN/ULM/2023/1/00090/U/00001.

Ocena aktywności przeciwbakteryjnej karwakrolu, geraniolu i ich kombinacji wobec *Staphylococcus aureus* ATCC 43300

Kacper Hartman¹, Wojciech Płaziński², Monika Sienkiewicz³, Paweł Kwiatkowski¹

¹Zakład Diagnostyki Immunologicznej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, al. Powstańców Wielkopolskich 72, 70-111 Szczecin

²Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN im. Jerzego Habera, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków

³Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Muszyńskiego 1, 90-151 Łódź

Praca została opracowana w ramach Studenckiego Koła Naukowego przy Zakładzie Diagnostyki Immunologicznej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie

Oporność bakterii na antybiotyki stanowi jedno z największych wyzwań współczesnej medycyny, szczególnie w przypadku zakażeń wywołanych przez szczepy *Staphylococcus aureus* oporne na metycylinę (MRSA). W związku z narastającą lekoopornością poszukiwane są nowe strategie wspomagające klasyczną antybiotykoterapię, w tym związki pochodzenia roślinnego o potencjalnym działaniu przeciwdrobnoustrojowym.

Celem pracy była ocena aktywności przeciwbakteryjnej karwakrolu i geraniolu, stosowanych pojedynczo oraz w połączeniu, wobec szczepu referencyjnego *S. aureus* ATCC 43300 o fenotypie MRSA. Dodatkowo przeprowadzono modelowanie cząsteczkowe w celu analizy oddziaływania badanych związków z błoną komórkową bakterii oraz oceny ich wpływu na właściwości fizykochemiczne błony.

Minimalne stężenie hamujące wzrost bakterii (MIC) oraz minimalne stężenie bakteriobójcze (MBC) oznaczono metodą mikrorozcieńczeń w płytkach 96-dołkowych zgodnie z wytycznymi CLSI. Typ interakcji pomiędzy badanymi substancjami oceniono przy użyciu testu szachownicy oraz wskaźnika indeksu frakcyjnego stężenia hamującego (FICI). Analizy modelowania cząsteczkowego wykonano z wykorzystaniem pakietu CHARMM36 w programie GROMACS.

Geraniol wykazał wyższą aktywność przeciwdrobnoustrojową niż karwakrol, osiągając niższe wartości MIC i MBC (6,87 mg/ml). Dla karwakrolu wartości MIC i MBC wynosiły odpowiednio 15,25 mg/ml oraz 30,50 mg/ml. Zastosowanie obu związków jednocześnie prowadziło do istotnego obniżenia wartości MIC, a uzyskana wartość FICI (0,09) wskazywała na efekt synergistyczny.

Symulacje molekularne wykazały, że karwakrol i geraniol lokalizują się w podobnych obszarach błony lipidowej, wpływając na zmniejszenie jej gęstości. Uzyskane wyniki sugerują zbliżony mechanizm oddziaływania obu substancji na błonę komórkową bakterii. Połączenie analiz mikrobiologicznych i modelowania cząsteczkowego wskazuje, że karwakrol i geraniol mogą stanowić obiecujące związki wspomagające terapię zakażeń wywołanych przez szczepy MRSA.

Wpływ antybiotyków na aktywność i cechy biologiczne bakteriofagów

Dominika Kończarek¹, Weronika Morgaś^{1,2}, Magdalena Moryl¹

¹Katedra Biologii Bakterii, Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska

²Studenckie Koło Naukowe Mikrobiologiczno-Immunologiczne

Proteus mirabilis to Gram-ujemna pałeczka, fakultatywnie beztlenowa, należąca do rodziny *Morganellaceae*. Jest tzw. bakterią oportunistyczną, co oznacza, że występuje u zdrowych ludzi, np. w przewodzie pokarmowym, ale w określonych warunkach może wywołać różne zakażenia, np. dróg oddechowych, ran, kości, przewodu pokarmowego, stawów, zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych. Najczęstszymi infekcjami spowodowanymi przez *P. mirabilis* są infekcje układu moczowego (ZUM), w tym związane z cewnikowaniem pęcherza moczowego. *P. mirabilis* stanowi trzeci najczęściej izolowany patogen w skomplikowanych zakażeniach dróg moczowych po *Escherichia coli* i *Klebsiella pneumoniae*. Patogen ten jest znany z silnej zdolności do tworzenia biofilmów oraz wytwarzania ureazy, co sprzyja krystalizacji i zatykaniu cewników. Biofilmy charakteryzują się ekstremalną opornością na antybiotyki, często wymagając stężeń 100 do 1000 razy wyższych niż stosowane dla komórek planktonowych. W obliczu rosnącej oporności *P. mirabilis* na antybiotyki, w tym na cyprofloksacynę i imipenem, terapia skojarzona oparta na oddziaływaniach synergistycznych między fagami i antybiotykami (PAS, Phage-Antibiotic Synergy) może stanowić istotną alternatywę w zwalczaniu uropatogennych szczepów *P. mirabilis*. Najnowsze badania sugerują, że połączenie fagów i antybiotyków (PAS) może być bardziej skuteczne niż monoterapie (czyli stosowanie samych bakteriofagów lub samych antybiotyków). Zrozumienie mechanizmów, za pomocą których antybiotyki wpływają na cechy biologiczne fagów jest kluczowe dla opracowania skutecznej strategii eliminacji patogenów.

Celem badania było określenie wpływu antybiotyków należących do dwóch różnych grup chemicznych: cyprofloksacyny - fluorochinolon (CIP) i imipenemu - β -laktam (IMP) na wybrane właściwości biologiczne dwóch szczepów fagowych: vB_Pm5211_72A i vB_PmC32_39A (w skrócie 72A i 39A).

Analizowano aktywność lityczną, stabilność fagów, zdolności adsorpcji do komórek gospodarza, czas latencji, wielkość wyrzutu (burst size) oraz morfologię lysinek, mające istotne znaczenie w procesie infekcji bakterii *Proteus mirabilis* 5211 i C32. Właściwości biologiczne fagów oceniano w warunkach kontrolnych, po dodaniu antybiotyku w momencie adsorpcji oraz po miesięcznej inkubacji fagów z antybiotykami.

Cechy biologiczne faga 39A ulegały mniejszym zmianom pod wpływem antybiotyków niż w przypadku faga 72A. W szczególności czas latencji pozostawał stały niezależnie od zastosowanych warunków. Dodanie cyprofloksacyny w momencie adsorpcji powodowało zwiększenie replikacji oraz wzrost liczby uwalnianych fagów potomnych zarówno dla 39A, jak i 72A, przy jednoczesnym spadku współczynnika adsorpcji. Długotrwała inkubacja faga 72A z cyprofloksacyną prowadziła jednak do znacznego wydłużenia okresu latencji, przy burst size zbliżonym do kontroli. Dodanie imipenemu powodowało w przypadku faga 39A obniżenie liczby fagów potomnych, natomiast u faga 72A zwiększenie współczynnika adsorpcji oraz nieznaczny wzrost burst size, któremu towarzyszyło wydłużenie okresu latencji.

Uzyskane wyniki wskazują, że antybiotyki mogą istotnie modulować właściwości biologiczne bakteriofagów, a charakter tych zmian zależy zarówno od rodzaju zastosowanego antybiotyku, jak i badanego faga. Mechanizm działania fluorochinolonów, polegający na hamowaniu gyrazy DNA bakterii oraz indukcji stresu komórkowego i odpowiedzi SOS, może sprzyjać aktywacji procesów związanych ze zwiększoną replikacją fagową.

Projekt finansowany w ramach studenckich grantów badawczych na Uniwersytecie Łódzkim.

Aktywność przeciwbakteryjna pochodnych 2-metoksypirydyny i 2-pirydonu wobec wybranych bakterii

Julia Kubiak¹, Zofia M. Myk², Łukasz Struk², Jacek G. Sośnicki²,
Paweł Kwiatkowski³, Monika Sienkiewicz¹, Anna Lichota¹

¹Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej, Wydział Farmaceutyczny,
Uniwersytet Medyczny w Łodzi

²Katedra Chemii Organicznej i Chemii Fizycznej, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

³Zakład Diagnostyki Immunologicznej, Wydział Medycyny, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

Współczesna medycyna mierzy się z postępującą antybiotykoopornością bakterii. Związki stosowane w leczeniu zakażeń bakteryjnych przestają być skuteczne, co generuje potrzebę opracowywania nowych leków. Potencjalne zastosowanie w tym zakresie mogą mieć związki heterocykliczne. Szczególną uwagę zwraca się na pochodne 2-metoksypirydyny i pochodne 2-pirydonu.

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu pochodnych 2-metoksypirydyny i pochodnych 2-pirydonu na rozwój *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 i *Klebsiella pneumoniae* ATCC BAA 1706. Ocena aktywności przeciwbakteryjnej dotyczyła 33 związków (12 pochodnych 2-metoksypirydyny i 21 pochodnych 2-pirydonu). Doświadczenia opierały się na oznaczeniu najmniejszego stężenia hamującego (MIC) oraz minimalnego stężenia bakteriobójczego (MBC) pochodnych wobec obu bakterii metodą mikrorozcieńczeń.

Spśród analizowanych związków wartość MIC wyznaczono dla 14 pochodnych (2 pochodne 2-metoksypirydyny i 12 pochodnych 2-pirydonu). Wartości MIC wobec gronkowca złocistego mieściły się w zakresie 1563–12500 µg/ml, natomiast wobec pałeczki zapalenia płuc w zakresie 1650–12500 µg/ml. Wartości MBC wynosiły odpowiednio 3925–12500 µg/ml oraz 1650–12500 µg/ml. W przypadku 6 związków zaobserwowano zahamowanie wzrostu obu bakterii. Natomiast 5 związków wykazało aktywność wyłącznie w stosunku do gronkowca złocistego, a 3 związki wobec pałeczki zapalenia płuc. Na podstawie dalszych oznaczeń sprawdzono, że 5 z 14 związków działa bakteriobójczo. Pozostałe 9 pochodnych to związki o aktywności bakteriostatycznej.

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że wybrane pochodne mogą mieć potencjalne zastosowanie w leczeniu zakażeń bakteryjnych. Jednak w celu dokładnego określenia możliwości zastosowania tych związków w praktyce klinicznej niezbędne są dalsze badania.

Występowanie wybranych genów wirulencji u klinicznych izolatów *Klebsiella pneumoniae*

Natalia Kwaśnik, Dominika Stępnia, Kamila Olszowiec, Monika Sienkiewicz, Magdalena Szemraj

Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej, Wydział Farmaceutyczny,
Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Klebsiella pneumoniae to Gram-ujemna pałeczka należąca do rodziny *Enterobacteriaceae*. Stanowi składnik mikrobioty przewodu pokarmowego, jednak w sprzyjających warunkach może wywoływać zakażenia o różnej lokalizacji. Drobnoustrój ten należy do najczęstszych czynników etiologicznych zakażeń szpitalnych. Zdolność do kolonizacji powierzchni abiotycznych, w tym sprzętu medycznego, związana jest m.in. z obecnością adhezyn uczestniczących w początkowych etapach tworzenia biofilmu. Istotną rolę w patogenezie odgrywają również czynniki wirulencji, takie jak polisacharydowa otoczka, lipopolisacharyd (LPS), siderofory oraz fimbrie.

Celem pracy było wykrycie wybranych genów wirulencji, w tym genów związanych z adhezją u klinicznych izolatów *K. pneumoniae*.

Materiał badawczy stanowiło 30 izolatów *K. pneumoniae*. DNA genomowe izolowano metodą grawitacyjną z wykorzystaniem zestawu Genomic Micro AX Bacteria Gravity. Obecność genów: *ureA*, *wabG*, *kfu*, *entB*, *mrkD*, *magA*, *rmpA*, *wcaG* oraz *hlyA* wykrywano metodą reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR) z użyciem specyficznych starterów. Produkty amplifikacji rozdzielano elektroforetycznie w żelu agarozowym, a następnie wizualizowano w świetle UV.

Geny *entB*, *ureA* oraz *wabG* wykrywano najczęściej (odpowiednio u 100%, 97% oraz 93% badanych izolatów). Odpowiadają one za syntezę enterobaktyny, kodowanie enzymu ureazy oraz syntezę LPS. Gen *kfu*, kodujący białko biorące udział w transporcie jonów żelaza, został wykryty u jednego izolatu, podczas gdy genu *hlyA*, kodującego hemolizynę, nie miał żaden z badanych izolatów. Wśród genów związanych z adhezją gen *mrkD*, kodujący adhezynę odpowiedzialną za przyleganie do powierzchni i tworzenie biofilmu, obecny był aż u 28 izolatów. Drugim z najczęściej wykrywanych genów adhezji był *wcaG*, zaangażowany w biosyntezę polisacharydów otoczki. Z kolei geny *magA* oraz *rmpA* związane ze zwiększoną wirulencją badanych bakterii wykryto u pojedynczych izolatów.

Uzyskane wyniki wskazują na istotny potencjał patogenny badanych izolatów klinicznych *K. pneumoniae* i podkreślają zróżnicowany profil genów wirulencji u tych bakterii.

Ocena wpływu wirującego pola magnetycznego na zdolność do produkcji biofilmu w szczepach *Klebsiella pneumoniae* pochodzących z zakażeń odrespiratorowych

Zuzanna Kwiatkowska, Agata Pruss

Katedra Mikrobiologii, Immunologii i Medycyny Laboratoryjnej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

K. pneumoniae jest pałeczką naturalnie bytującą w przewodzie pokarmowym człowieka i zwierząt, jak również należy do najważniejszych czynników etiologicznych zakażeń szpitalnych. Niebezpieczeństwo niepowodzenia terapeutycznego zakażeń tym drobnoustrojem wynika z obecności licznych czynników wirulencji, zdolności do produkcji biofilmu oraz ciągle narastającej wielolekooporności. Jedną z metod o dowiedzionej skuteczności w zaburzeniu struktury biofilmu bakteryjnego oraz niszczeniu komórek go produkujących jest zastosowanie wirującego pola magnetycznego.

Celem badań była ocena zmian w produkcji biofilmu przez szczepy *K. pneumoniae* pochodzące z zakażeń odrespiratorowych pod wpływem ekspozycji na wirujące pole magnetyczne.

Przebadano łącznie 16 szczepów *K. pneumoniae* odznaczające się wielolekoopornością i produkujące karbapenemazy typu NDM. Występowanie genów odpowiedzialnych za czynniki wirulencji potwierdzano za pomocą reakcji PCR. Zawartość biofilmu wytworzonego przez szczepy zmierzono metodą spektrofotometryczną. Badano wpływ RMF na zdolność do tworzenia biofilmu przy natężeniu prądu 100 V oraz częstotliwości 50 Hz.

Wszystkie szczepy wykazywały oporność na antybiotyki, w tym z grupy karbapenemów. Izolaty odznaczały się wrażliwością jedynie na kolistynę. Potwierdzono obecność genów związanych z wirulencją, takich jak: *wabG*, *uge*, *kfu*, *maga*, *rmpA*, *fimH1*. Wszystkie badane szczepy wykazały znaczne zmniejszenie zdolności do produkcji biofilmu po ekspozycji na RMF w porównaniu do próby kontrolnej.

Zastosowanie wirującego pola magnetycznego wydaje się być skutecznym narzędziem w zahamowaniu produkcji biofilmu przez kliniczne szczepy *K. pneumoniae*.

Potencjał leków chinolonowych i chinolinowych w zwalczaniu infekcyjnej kamicy moczowej: ocena działania antybakteryjnego i przeciwkrystalizacyjnego

Antoni Łykowski, Agnieszka Torzewska

Katedra Biologii Bakterii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska UŁ

Rozwój infekcyjnej kamicy moczowej (IKM) wiąże się z ekspansywnym zakażeniem układu moczowego spowodowanym przez bakterie ureazododatnie. Ureaza katalizuje rozkład mocznika obecnego w moczu do amoniaku oraz dwutlenku węgla, co w konsekwencji prowadzi do uszkodzenia nabłonka dróg moczowych, drastycznego podwyższenia pH moczu oraz w przypadku niewdrożenia farmakoterapii – do wytrącenia się kryształów moczowych apatytu węglanowego i struwitu, które agregują ze sobą tworząc kamienie moczowe. Schemat leczenia jest złożony i składa się z mechanicznego usunięcia złogów mineralnych, antybiotykoterapii, zakwaszenia moczu oraz podania inhibitorów ureazy. Opcje terapeutyczne są ograniczone i choroba nadal wykazuje wysoki wskaźnik nawrotów (w przypadku *Proteus mirabilis* aż do 50%). Z tego względu należy poszukiwać terapii alternatywnych oraz związków, które by spełniały za jednym razem kilka funkcji, odbarczając pacjenta od przyjmowania wielu leków. Jako model badawczy wybrano ureazododatnie pałeczki *Proteus mirabilis*, które są najczęstszym czynnikiem etiologicznym IKM. Badane substancje to chemioterapeutyki szeroko stosowane jako leki I rzutu w niepowikłanym ZUM – z grupy fluorochinolonów: ciprofloksacyna oraz z grupy chinolin: nitroksolina. Substancje te wybrano ze względu na udowodnione działanie przeciwdrobnoustrojowe oraz wynikającą z ich budowy chemicznej zdolność do wiązania jonów Mg^{2+} i Ca^{2+} , niezbędnych do krystalizacji zarówno apatytu, jak i struwitu.

Celem badań była kompleksowa analiza działania substancji badanych w wybranych stężeniach na intensywność krystalizacji na modelu *in vitro* w zakażonym *P. mirabilis* syntetycznym moczu. Analiza obejmowała oznaczenie kinetyki działania badanych substancji w czasie poprzez określenie następujących parametrów: aktywność enzymu ureazy (metoda fenolowo-podchlorynowa), żywotność bakterii (posiew ilościowy), wartość pH (pomiar pehametrem), poziom jonów Ca^{2+} i Mg^{2+} (testy kolorymetryczne), obrazowanie mikroskopowe kryształów (mikroskopia kontrastowo-fazowa).

W toku badań potwierdzono działanie przeciwbakteryjne ciprofloksacyny (żywotność po dobie spadła do 0), ale nie wykazano wpływu na przebieg krystalizacji (brak zmian w aktywności ureazy, przebieg pH oraz poziom kationów na poziomie podobnym do układu kontrolnego). W kontraście udowodniono znaczny wpływ nitroksoliny na przebieg krystalizacji, całkowicie go hamując (obniżenie aktywności ureazy, brak zmian w pH oraz brak zmian w poziomie kationów przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej żywotności drobnoustrojów). Mechanizm działania nitroksoliny opiera się na wiązaniu kationów ze środowiska, co ma wpływ zarówno na aktywność enzymatyczną jak i intensywność krystalizacji.

Ocena potencjalnego działania przeciwdrobnoustrojowego wybranych pochodnych piperydyny

Nikola Olczak¹, Zofia M. Myk², Łukasz Struk², Tomasz J. Idzik², Magdalena M. Lubowicz²,
Jacek G. Sośnicki², Paweł Kwiatkowski³, Monika Sienkiewicz¹, Anna Lichota¹

¹Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej, Wydział Farmaceutyczny,
Uniwersytet Medyczny w Łodzi

²Katedra Chemii Organicznej i Chemii Fizycznej, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

³Zakład Diagnostyki Immunologicznej, Wydział Medycyny, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

Pochodne piperydyny posiadają szeroką gamę właściwości biologicznych. W swojej budowie chemicznej związki te posiadają pierścień piperydynowy, który umożliwia uszkodzenie błony komórkowej i zaburzenie metabolizmu komórki bakteryjnej. *Staphylococcus aureus* i *Klebsiella pneumoniae* należą do grupy patogenów ESKAPE - to drobnoustroje szpitalne, które są odporne na wiele antybiotyków jednocześnie. Trudności terapeutyczne w leczeniu zakażeń, których czynnikami etiologicznymi są *S. aureus* i *K. pneumoniae* skłaniają do prowadzenia badań nad nowymi związkami o działaniu przeciwdrobnoustrojowym [1-3].

Celem pracy było określenie minimalnego stężenia hamującego (MIC) wzrost bakterii oraz minimalnego stężenia bakteriobójczego (MBC) wybranych pochodnych piperydyny metodą mikrorozcieńczeń. Materiał do badań stanowiły związki cykliczne będące pochodnymi piperydyny, mianowicie piperydyn-2-ony, bi- i policykliczne piperydyn-2-ony oraz piperydyno-2-tiony. Badane związki zostały ocenione pod kątem właściwości przeciwbakteryjnych wobec szczepów *S. aureus* ATCC 43300 oraz *K. pneumoniae* ATCC BAA 1706.

Badane pochodne wykazywały zróżnicowaną aktywność przeciwbakteryjną wobec analizowanych szczepów. Wartości MIC wobec gronkowca złocistego mieściły się w zakresie 494–14250 µg/ml, natomiast wobec pałeczki zapalenia płuc wynosiły 988–13200 µg/ml. Oznaczone wartości MBC kształtowały się odpowiednio w zakresie 2650–10900 µg/ml oraz 4013–12550 µg/ml. Najsilniejsze działanie przeciwdrobnoustrojowe zaobserwowano dla związku należącego do grupy piperydyn-2-onów i piperydyno-2-tionów, który skutecznie hamował wzrost obu badanych bakterii.

Uzyskane wyniki wskazują, że badane pochodne piperydyny mogą stanowić potencjalne związki o działaniu przeciwbakteryjnym i wymagają dalszych badań.

Piśmiennictwo:

- [1] M.M. Abdelshaheed i wsp., Piperidine nucleus in the field of drug discovery, Future Journal of Pharmaceutical Sciences (2021).
- [2] U. Nava-Solis i wsp., Antibacterial Activity and Chemical Analyses of the Alkaloidal Fraction of *Neltuma laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd) Britton & Rose Inflorescences, Molecules (2025).
- [3] S. Santajit i wsp., Mechanisms of Antimicrobial Resistance in ESKAPE Pathogens, BioMed Research International (2016).

Antybiotykooporność szczepów klinicznych *Proteus mirabilis* O78 jako czynnik sprzyjający ich rozpowszechnieniu wśród łódzkich pacjentówSylvia Plewa^{1,2}, Katarzyna Zegadło³, Grzegorz Czerwonka³, Dominika Drzewiecka¹¹Katedra Biologii Bakterii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź²Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet Łódzki, ul. Matejki 21/23, 90-237 Łódź³Instytut Biologii, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce

Proteus mirabilis jest warunkowym patogenem człowieka, który w sprzyjających warunkach, kiedy organizm jest osłabiony wiekiem lub chorobami, może wywoływać infekcje. Wzrastający odsetek szczepów *Proteus* spp. opornych na antybiotyki staje się dużym wyzwaniem w zwalczaniu zakażeń. Dotychczas opisano 86 serogrup O bakterii z rodzaju *Proteus*, z których serogrupa O78 jest najbardziej rozpowszechniona wśród łódzkich pacjentów.

Celem badania była analiza pokrewieństwa szczepów klinicznych *P. mirabilis* O78 i wytypowanie do dalszych badań izolatów najbardziej różniących się od siebie, możliwie niepokrewnych, a także określenie wrażliwości wybranych szczepów na antybiotyki oraz podłoża molekularnego obserwowanej lekooporności.

Pierwszy etap badań zrealizowano w oparciu o wcześniejsze różnicowanie szczepów z wykorzystaniem techniki rep-PCR, jak również testu Dienes. Wytypowano 20 najbardziej zróżnicowanych szczepów *P. mirabilis* O78 do analizy ich antybiotykooporności. Jako kontrole wykorzystano 10 szczepów *P. mirabilis* z serogrup rzadko izolowanych od pacjentów. Badanie wrażliwości szczepów wykonano metodą dyfuzyjno-krażkową w stosunku do antybiotyków rekomendowanych przez EUCAST dla pałeczek *Enterobacterales*, w tym rodzaju *Proteus* oraz antybiotyków pozostałych klas, aby zanalizować pełne spektrum lekooporności. W analizie obecności genów oporności na wybrane antybiotyki wykorzystano sekwencjonowanie całogenomowe i narzędzia CARD RGI oraz BLAST.

Szczepy kliniczne należące do serogrupy O78 w odróżnieniu od szczepów z serogrup rzadziej izolowanych charakteryzowały się opornością na większość użytych antybiotyków oraz obecnością licznych genów oporności. Mimo, że każdy szczep był oporny na tetracyklinę, gen oporności *tet(A)* wykryto tylko w niektórych szczepach. Świadczy to o tym, że powszechna wśród pałeczek *Proteus* oporność na tetracyklinę warunkowana jest przez dodatkowe mechanizmy, np. pompy efluksowe.

Badane szczepy należące do serogrupy O78 charakteryzują się wysokim poziomem oporności wielolekowej, która może tłumaczyć ich wysoki potencjał adaptacyjny oraz sukces rozprzestrzeniania się i dominacji w środowisku szpitalnym. Badania dają możliwość zastosowania odpowiedniej terapii antybiotykowej popartej wcześniejszą diagnostyką obejmującą typowanie serologiczne.

Działanie przeciwbakteryjne i przeciwbiofilmowe kwercetyny oraz rutyny wobec szczepów referencyjnych *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 i *Staphylococcus aureus* ATCC 29213Maria Połomska¹, Patrycja Jaroniek^{1,2}, Weronika Gonciarz¹¹Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Immunologii i Biologii Infekcyjnej, Instytut Mikrobiologii, Biotechnologii i Immunologii²Szkoła Doktorska BioMedChem Uniwersytetu Łódzkiego i Instytutów PAN w Łodzi

Staphylococcus aureus stanowi istotne zagrożenie dla zdrowia publicznego ze względu na wysoką wirulencję oraz narastającą oporność na antybiotyki. Istotnym czynnikiem jego patogenności jest zdolność do tworzenia biofilmu, który chroni bakterie przed działaniem leków oraz odpowiedzią odpornościową gospodarza, znacząco utrudniając leczenie zakażeń. W związku z tym poszukuje się nowych substancji o działaniu przeciwbakteryjnym i/lub przeciwbiofilmowym. Szczególne zainteresowanie budzą naturalne związki biologicznie czynne, które wykazują różnorodne mechanizmy działania i potencjał terapeutyczny, np. należąca do grupy flawonoidów polifenolowych kwercetyna oraz zaliczana do glikozydów flawonoidowych rutyna.

W badaniu hodowle dwóch referencyjnych szczepów *S. aureus* (*S. aureus* ATCC 6538 i *S. aureus* ATCC 29213) poddano *in vitro* działaniu kwercetyny oraz rutyny w zakresie stężeń 73,5-0,07 µg/ml, w celu wyznaczenia minimalnego stężenia hamującego wzrost (MIC) oraz minimalnego stężenia bójczego (MBC). Stymulację prowadzono w dwóch wariantach czasowych – przez 24 i 72 godziny. Dodatkowo oceniono wpływ badanych związków na 72-godzinny biofilm metodą pomiaru gęstości optycznej (OD), po 24-godzinnej ekspozycji na kwercetynę i rutynę w zakresie stężeń 73,5-0,07 µg/ml.

Po 24-godzinnej ekspozycji zarówno kwercetyna jak i rutyna hamowały wzrost obu szczepów *S. aureus*, przy czym dla najwyższego stężenia obserwowano efekt bakteriobójczy. Wydłużenie czasu ekspozycji do 72 godzin skutkowało obniżeniem wartości MIC i MBC, co wskazuje na zwiększenie aktywności badanych związków przy dłuższym czasie działania (z wyjątkiem wartości MIC dla *S. aureus* ATCC 29213 w przypadku kwercetyny). Kwercetyna i rutyna wykazuje działanie przeciwbiofilmowe, przy czym obserwuje się zróżnicowaną wrażliwość badanych szczepów wobec testowanych związków. Biofilm *S. aureus* ATCC 29213 wykazywał większą wrażliwość na rutynę niż kwercetynę, natomiast w przypadku *S. aureus* ATCC 6538 silniejsze działanie zaobserwowano dla kwercetyny. Jednocześnie oba związki wykazały większą skuteczność niszczenia biofilmu w przypadku szczepu *S. aureus* ATCC 6538.

Uzyskane dane potwierdzają potencjał kwercetyny i rutyny jako naturalnych związków o aktywności przeciwbakteryjnej i przeciwbiofilmowej wobec *S. aureus* oraz wskazują na ich możliwą rolę jako adjuwantów w terapii zakażeń bakteryjnych związanych z biofilmem.

Ocena aktywności przeciwdrobnoustrojowej aldehydu *trans*-cynamonowego wobec pałeczek *Acinetobacter baumannii*

Aleksandra Zuzanna Skomra¹, Marcin Aleksander Kułak¹, Jan Królak², Magdalena Szemraj³, Małgorzata Piechota¹, Monika Sienkiewicz³, Barbara Kot¹

¹Instytut Nauk Biologicznych, ²Instytut Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet w Siedlcach

³ Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Acinetobacter baumannii to oportunistyczny patogen wywołujący zakażenia szpitalne. Ze względu na jego wielolekooporność, uznawany jest za jeden z najgroźniejszych drobnoustrojów zagrażających zdrowiu pacjentów, co sprawia, że poszukiwanie nowych substancji o aktywności przeciwdrobnoustrojowej jest w pełni uzasadnione. Aldehyd cynamonowy pochodzący z kory drzewa cynamonowego, wykazuje m. in. działanie bakteriobójcze.

Celem badań była ocena wpływu aldehydu *trans*-cynamonowego na wzrost wielolekoopornych szczepów *A. baumannii*.

Badania obejmowały oznaczenie minimalnego stężenia hamującego (MIC, minimal inhibitory concentration) oraz minimalnego stężenia bakteriobójczego (MBC, minimal bactericidal concentration) aldehydu *trans*-cynamonowego, które wykonano zgodnie z wytycznymi EUCAST (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing). Dodatkowo oceniono wrażliwość badanych szczepów na imipenem – jeden z antybiotyków stosowanych w terapii zakażeń wywołanych przez wielolekooporne szczepy *A. baumannii*.

Przeprowadzone badania wykazały, że wartości MIC aldehydu *trans*-cynamonowego wobec szczepów *A. baumannii* mieściły się w zakresie 0,03–0,24 mg/ml, a MBC w zakresie 0,06–0,97 mg/ml. W zależności od analizowanego szczepu, wartości MIC dla imipenemu kształtowały się w zakresie 0,00023–0,06 mg/ml, a MBC 0,00046–0,5 mg/ml.

Uzyskane wyniki pokazują wysoki potencjał przeciwdrobnoustrojowy aldehydu *trans*-cynamonowego wobec *A. baumannii*.

Ocena wpływu składników bioaktywnych shotów funkcjonalnych na rozwój mikroorganizmów probiotycznych

Dawid Syrowy, Patrycja Nikiel, Dominika Czekalska,
Aleksandra Góralczyk-Bińkowska, Justyna Agier

SKN Let's Talk Science!

Zakład Mikrobiologii, Genetyki i Immunologii Doświadczalnej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Probiotyki są stosowane w celu wspomagania odbudowy mikrobioty jelitowej po antybiotykoterapii oraz w profilaktyce zaburzeń żołądkowo-jelitowych, w tym biegunek podróży. W ostatnich latach obserwuje się rosnącą popularność jednoczesnego spożywania preparatów probiotycznych oraz tzw. shotów na wzmocnienie odporności, zawierających bioaktywne składniki, takie jak gingerole pochodzące z imbiru, kurkumina z kurkumy czy witamina C. Związki te mogą wpływać na przeżywalność i aktywność mikroorganizmów probiotycznych, wykazując zarówno działanie stymulujące, jak i hamujące ich wzrost. Zrozumienie wzajemnych interakcji pomiędzy składnikami shotów funkcjonalnych a szczepami probiotycznymi jest istotne dla oceny skuteczności ich jednoczesnego stosowania oraz projektowania produktów o optymalnych właściwościach prozdrowotnych.

Ocena wpływu składników bioaktywnych obecnych w shotach funkcjonalnych na aktywność i przeżywalność wybranych szczepów probiotycznych stosowanych w suplementacji diety.

Analizie poddano trzy probiotyki dostępne komercyjnie – *Lactobacillus rhamnosus* i *Lactobacillus helveticus* (preparat 1), *Lactiplantibacillus plantarum* (preparat 2) oraz *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* (preparat 3). Drobnoustroje probiotyczne hodowano na 48-dółkowych mikropłytkach w podłożu Mueller-Hinton Broth przy CFU/mL równym 5×10^5 . W badaniu zastosowano 14 shotów funkcjonalnych opisanych przez producentów jako wspierające odporność, które dodawano do hodowli drobnoustrojów jako nierozcieńczone lub rozcieńczone 1:2, 1:4, lub 1:6 w 1 x PBS. Po 24-godzinnej inkubacji w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych oceniano wzrost drobnoustrojów metodą spektrofotometryczną poprzez pomiar gęstości optycznej przy długości fali 600 nm (OD600).

Wykazano zróżnicowany wpływ badanych shotów funkcjonalnych na żywotność drobnoustrojów probiotycznych. Odnotowano zarówno całkowitą inhibicję wzrostu probiotyków i utrzymujące się działanie antagonistyczne nawet w największym rozcieńczeniu (1:6) shotu, jak i oddziaływanie przeciwstawne oraz silny efekt prebiotyczny. Najwyższą tolerancję na dodatek shotu w hodowli wykazały *Lactobacillus helveticus* i *Lactobacillus rhamnosus* (preparat 1), natomiast największą wrażliwość *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* (preparat 3).

Uzyskane wyniki wskazują, że jednoczesne stosowanie shotów wspierających odporność i preparatów probiotycznych może modulować przeżywalność mikroorganizmów mikrobioty człowieka, przy czym efekt ten zależy od składu oraz stężenia zastosowanych preparatów.

Wpływ geraniolu i cytronelolu na wrażliwość szczepów *Acinetobacter baumannii* na wybrane antybiotyki

Zuzanna Walczak¹, Kamila Olszowiec¹, Barbara Kot², Małgorzata Piechota², Monika Sienkiewicz¹,
Magdalena Szemraj¹

¹Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

²Instytut Nauk Biologicznych, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet w Siedlcach

Narastająca oporność bakterii na antybiotyki, szczególnie wśród izolatów szpitalnych, stanowi istotne wyzwanie w leczeniu zakażeń. *Acinetobacter baumannii* należy do patogenów o wysokim potencjale do rozwoju wielolekooporności. W związku z tym rośnie zainteresowanie substancjami naturalnymi, które mogą modulować wrażliwość bakterii na antybiotyki, poprzez ich oddziaływanie na strukturę i integralność błony komórkowej.

Celem pracy była ocena wpływu geraniolu i cytronelolu na wrażliwość izolatów klinicznych *A. baumannii* na wybrane antybiotyki.

Do badań użyto cztery kliniczne izolaty *A. baumannii*. Wrażliwość badanych izolatów na antybiotyki: cefepim, ceftazydym, imipenem, meropenem, ciprofloksacyna, lewofloksacyna, amikacyna, gentamycyna, tobramycyna, sulfometoksazol oznaczano metodą dyfuzyjno-krażkową zgodnie z rekomendacjami EUCAST. Następnie izolaty pasażowano w obecności subinhibicyjnych stężeń badanych związków (0,5 MIC), przeprowadzając odpowiednio 4 oraz 8 kolejnych pasażów. Po zakończeniu pasażowania ponownie oceniano wrażliwość izolatów na antybiotyki w celu określenia wpływu ekspozycji na fitozwiązki.

Uzyskane wyniki wykazały zróżnicowany wpływ cytronelolu i geraniolu na lekowrażliwość badanych bakterii. Zaobserwowano zwiększenie stref zahamowania wzrostu niektórych izolatów w przypadku antybiotyków z grup aminoglikozydów i fluorochinolonów, jednak zastosowana liczba pasażów była niewystarczająca do całkowitego odwrócenia oporności.

Ekspozycja izolatów *A. baumannii* na badane komponenty olejków eterycznych może prowadzić do osłabienia wybranych mechanizmów lekooporności, co wskazuje na ich potencjał jako substancji wspomagających działanie antybiotyków. Wymaga to jednak dalszych badań w celu potwierdzenia obserwowanych efektów i określenia ich znaczenia klinicznego.

Właściwości przeciwbakteryjne ekstraktów z kultur korzeni nietransformowanych *Silene grisea* Boiss prowadzonych w bioreaktorze rozpyłowym

Weronika Wąsik¹, Anna Lichota¹, Monika Sienkiewicz¹, Angelika Szymańska², Ewa Kochan²

¹Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

²Zakład Biotechnologii Farmaceutycznej, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Silene grisea Boiss. jest gatunkiem endemicznym należącym do rodziny *Caryophyllaceae*. Występuje przede wszystkim w rejonie Pustyni Judzkiej. Ze względu na bardzo ograniczony zasięg występowania roślina ta w 2018 roku została wpisana na Czerwoną Listę Gatunków Zagrożonych IUCN i zakwalifikowana jako gatunek narażony na wyginięcie. Gatunek ten nie był jeszcze obiektem badań naukowych. Wiadomo jednak, że części nadziemne innych gatunków z rodzaju *Silene* były tradycyjnie wykorzystywane jako pożywienie. Niektóre lepnice (*Silene*) stosowano w medycynie ludowej w leczeniu stanów zapalnych, przeziębień, zapalenia oskrzeli oraz innych infekcji układu oddechowego. Rośliny te wykorzystywano także jako środki grzybobójcze, moczopędne, przeciwgorączkowe i przeciwbólowe. Obecnie gatunki z rodzaju *Silene* są intensywnie badane pod kątem występowania związków biologicznie aktywnych. Zidentyfikowano w nich m. in. fitoekdysteroidy, flawonoidy, saponiny, związki fenolowe, a w mniejszych ilościach także terpeny, sterole, antrachinony, antocyjanidyny, lignany i alkaloidy. Ponadto opisano ich aktywność przeciwzapalną, antyoksydacyjną, przeciwdrobnoustrojową, adaptogenną, immunomodulującą oraz przeciwcukrzycową.

Ze względu na ograniczony zasięg naturalny, potencjalne właściwości prozdrowotne oraz brak jakichkolwiek badań nad tym gatunkiem lepnicy, wprowadzono *Silene grisea* do kultury *in vitro*. Ze sterylnych siewek uzyskano hodowle korzeni nietransformowanych, które prowadzono w bioreaktorze rozpyłowym na podłożu Schenk'a i Hildebrandta uzupełnionym o 0,5 mg/l NAA. Obok identyfikacji związków obecnych w uzyskanych kulturach, w niniejszych badaniach podjęto próbę oceny właściwości przeciwdrobnoustrojowych korzeniowych wyciągów. Próbkę o masie 100 mg poddano trzykrotnej ekstrakcji w łaźni ultradźwiękowej (15 minut) z użyciem chloroformu 100% oraz metanolu o stężeniach 100%, 80% i 50%. Po odwirowaniu supernatant odparowano do sucha, a otrzymaną pozostałość wykorzystano do pilotażowych analiz aktywności przeciwbakteryjnej.

Do realizacji badań mikrobiologicznych wykorzystano dwa wzorcowe szczepy *Staphylococcus aureus* ATTC 43300 oraz *Klebsiella pneumoniae* ATTC BAA 1706. Po otrzymaniu czystych hodowli bakteryjnych oznaczono minimalne stężenie hamujące (MIC) oraz minimalne stężenie bakteriobójcze (MBC) czterech ekstraktów pochodzących z kultur korzeni nietransformowanych *Silene grisea* Boiss wobec wymienionych bakterii. Przed realizacją kolejnego etapu badań sucha masa każdego ekstraktu była rozpuszczana w wodzie. Badania MIC przeprowadzono metodą seryjnych rozcieńczeń w bulionie Mueller-Hinton na płytkach mikrotitracyjnych. Natomiast MBC wyznaczono na podłożu stałym. Na podstawie uzyskanych wyników badań wykazano, że żaden z czterech ekstraktów nie wykazał właściwości przeciwbakteryjnych wobec pałeczki zapalenia płuc. W przypadku gronkowca złocistego ekstrakt otrzymany w 50% metanolu najsilniej hamował wzrost tej bakterii, co potwierdzono także w badaniu MBC.

Ekstrakty roślinne wykazywały zróżnicowaną aktywność przeciwbakteryjną wobec gronkowca złocistego zależną od zastosowanego rozpuszczalnika ekstrakcyjnego. Najwyższą aktywność przeciwdrobnoustrojową odnotowano dla ekstraktu w 50% metanolu, dla którego uzyskano najniższe wartości MIC (5,613 mg/ml) oraz MBC (11,225 mg/ml). Ekstrakt metanolowy wykazał umiarkowaną aktywność hamującą wzrost drobnoustrojów MIC (9,688 mg/ml), jednak charakteryzował się najwyższą wartością MBC (38,750 mg/ml). Dla ekstraktu w 80% metanolu uzyskano takie same wartości MIC i MBC wynoszące 14,375 mg/ml. W przypadku ekstraktu chloroformowego nie udało się oznaczyć wartości MIC w badanym zakresie stężeń.

Aktywność antybiofilmowa ekstraktów z kultur pędowych endemicznego gatunku czyśca *Stachys spectabilis* Choisy ex DC

Weronika Wąsik¹, Anna Lichota¹, Monika Sienkiewicz¹, Ewa Kochan²

¹Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

²Zakład Biotechnologii Farmaceutycznej, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Stachys spectabilis Choisy ex DC. jest gatunkiem endemicznym należącym do rodziny *Lamiaceae*. Występuje naturalnie na terenie Turcji, Iraku, Iranu, Azerbejdżanu, Armenii i Gruzji. Rośnie na górskich zboczach na wysokości 1000–2200 m n.p.m., a także na brzegach rzek i strumieni. Gatunek ten jest bardzo słabo przebadany. Poza kilkoma doniesieniami niewiele wiadomo o tej roślinie. Informacje dotyczące innych gatunków z rodzaju *Stachys* wskazują, że uzyskane z nich ekstrakty wykazują szerokie spektrum aktywności biologicznej, m.in. działają przeciwzapalnie, antyoksydacyjnie, przeciwbólowo, nefroprotekcynie, uspokajająco oraz przeciwdepresyjnie. Za te właściwości odpowiadają liczne metabolity wtórne, w tym terpeny (triterpeny, diterpeny, irydoidy), polifenole (flawonoidy, lignany, glikozydy fenyloetanoidowe, kwasy fenolowe) oraz składniki olejków eterycznych, izolowane przede wszystkim z części nadziemnych roślin.

Ze względu na ograniczone występowanie naturalne, *Stachys spectabilis* wprowadzono do kultury *in vitro*. Otrzymano stabilne kultury pędowe tego gatunku, które prowadzono w kontrolowanych warunkach na podłożu Murashige'a i Skooga uzupełnionym o 1 mg/l BAP oraz 0,1 mg/l IAA. Materiałem wyjściowym do badań biologicznych była zliofilizowana biomasa pędów, uzyskana po czterech tygodniach hodowli. Celem uzyskania wyciągów odważano po 100 mg materiału roślinnego. Następnie poddano go trzykrotnej ekstrakcji w łaźni ultradźwiękowej (15 minut) z użyciem chloroformu oraz metanolu o stężeniach 100%, 80% i 50%. Po odwirowaniu supernatant odparowano do sucha, a otrzymaną pozostałość wykorzystano do dalszych analiz.

Zdolność tworzenia biofilmu przez bakterie ogranicza efektywność terapii i stanowi wyzwanie dla medyków oraz pacjentów. Biofilm tworzony przez mikroorganizmy chroni je przed działaniem szkodliwych czynników zewnętrznych, w tym środków przeciwbakteryjnych. Do realizacji badań wybrano ekstrakt, dla którego wyznaczono wartość minimalnego stężenia hamującego (MIC) oraz minimalnego stężenia bakteriobójczego (MBC) wobec *Staphylococcus aureus* ATTC 43300. Na początku doświadczeń suchą masą wybranego ekstraktu (ekstrakcja 100% metanol) rozpuszczono w wodzie. Do oceny stopnia rozwoju biofilmu pod wpływem ekstraktu (1/2 MIC) wykorzystano metodę spektrofotometryczną z fioletem krystalicznym. Bakterie inkubowano z ekstraktem przez 24 h i 48 h w temp. 37°C. Otrzymane wyniki badań wykazały, że niezależnie od czasu inkubacji bakterii z ekstraktem nie doszło do zahamowania ani nasilenia rozwoju tworzonego przez *S. aureus* biofilmu.

Rola kwasów organicznych w zahamowaniu rozwoju infekcyjnej kamicy moczowej powodowanej przez *Proteus mirabilis*

Wiktor Zarębski¹, Agnieszka Torzewska¹

¹Katedra Biologii Bakterii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237, Łódź

Kamica nerkowa, jest jedną z najstarszych poznanych chorób człowieka. Problem ten dotyka od 1 do 15% społeczeństwa. Kamieniami nerkowymi nazywamy złogi minerałów oraz soli, które występują w drogach moczowych. Jednym z występujących rodzajów są kamienie infekcyjne, nazywane kamieniami struwitowymi. Ich powstawanie jest powiązane z zakażeniem układu moczowego spowodowanego przez bakterie ureazododatnie. Produkcja enzymu ureazy powoduje rozkład mocznika w moczu do jonów amonowych i wodorotlenkowych. Dochodzi do uszkodzenia nabłonka, podwyższenia pH oraz w przypadku braku leczenia do powstania kryształów apatytu węglanowego i struwitu, które są składnikami kamieni moczowych. Leczenie opiera się w głównej mierze na mechanicznym usuwaniu kamienia, antybiotykoterapii, zmianie pH moczu oraz ograniczeniu działania ureazy poprzez podanie inhibitora. Mimo to choroba ta charakteryzuje się częstymi nawrotami, co stwarza zapotrzebowanie na poszukiwanie nowych metod leczenia.

Do badań wybrano ureazododatnie pałeczki *Proteus mirabilis*, ponieważ są najczęściej występującym czynnikiem etiologicznym infekcyjnej kamicy. Badanymi substancjami były kwasy organiczne: kwas cytrynowy oraz kwas mlekowy. Są one produktami naturalnie występujących w drogach moczowych człowieka drobnoustrojów, jak te z rodzaju *Lactobacillus*. Związki te zostały zakwalifikowane do badań, ze względu na ich potwierdzone działanie bakteriobójcze oraz potencjał wykorzystania jako inhibitor ureazy.

Celem badań była analiza wpływu badanych kwasów organicznych na ograniczenie działania bakteryjnej ureazy oraz wpływ na intensywność krystalizacji powodowanej przez szczepy *Proteus mirabilis*. Badania obejmowały sprawdzenie parametrów: aktywność ureazy (kolorymetryczną metodą fenolową-podchlorynową), żywotność bakterii (oznaczenie CFU/ml), kinetyka zmian wartości pH, poziomy jonów Ca^{2+} i Mg^{2+} (metodami kolorymetrycznymi) oraz obrazowanie mikroskopowe powstałych kryształów (mikroskopia kontrastowo-fazowa).

Uzyskane wyniki potwierdzają działanie przeciwdrobnoustrojowe związków, inhibicję aktywności ureazy a co za tym idzie zahamowanie procesu krystalizacji. Szczególnie aktywnym był kwas cytrynowy w obecności którego nie zaobserwowano powstawania kryształów. Uzyskane wyniki prosperują do pogłębienia badań w kierunku wykorzystania tych związków w terapii.

STRESZCZENIA

MIKROBIOLOGIA PRZEMYSŁOWA

WYSTĄPIENIA USTNE

Potencjał odpadów roślinnych jako źródła mikroorganizmów do produkcji biopreparatówJustyna Bartczyk^{1,2}, Anna Szosland-Fałtyń², Justyna Szulc³¹ Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska, Politechnika Łódzka, Stefanowskiego 17, 90-537 Łódź;² Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego – Państwowy Instytut Badawczy im. prof. W. Dąbrowskiego w Warszawie, Katedra Chłodnictwa i Jakości Żywności, al. Marszałka J. Piłsudskiego 84, 92-202 Łódź;³ Katedra Biotechnologii Środowiskowej, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, Wólczańska 171/173, 90057 Łódź.

Współczesne rolnictwo zmagają się z degradacją gleby, spadkiem zawartości materii organicznej oraz zubożeniem mikrobiomu glebowego, co prowadzi do obniżenia żyzności i stabilności agroekosystemów. Z drugiej strony przemysł rolno-spożywczy generuje duże ilości niewykorzystanych odpadów.

Celem niniejszego badania było wyselekcjonowanie środowiskowych szczepów drobnoustrojów o potencjale do zastosowania w mikrobiologicznych biopreparatach rozwiązujących powyższe problemy. Próbkę gleby pobrano z wybranych pól uprawnych, natomiast materiały odpadowe pozyskano z IBPRS-PIB w Łodzi. Wyizolowane szczepy oceniono pod kątem aktywności hydrolaz z wykorzystaniem testów płytkowych. Oceniono również aktywność przeciwdrobnoustrojową wobec wybranych patogenów roślin, zdolność do wiązania azotu atmosferycznego, rozpuszczania fosforu i produkcji sideroforów na podłożach selektywnych. Oceniono również zdolność szczepów do degradacji odpadów. Identyfikację szczepów wykonano techniką MALDI-TOF MS.

Łącznie przeanalizowano 45 szczepów drobnoustrojów, w tym 28 izolatów pochodzących z gleby i 17 z odpadów roślinnych, oceniając pięć typów aktywności hydrolitycznej. Analizy ujawniły wyraźne różnice zarówno w obecności, jak i rodzaju aktywności enzymatycznych między próbkami glebowymi a odpadami. Wśród izolatów pochodzących z odpadów najczęściej występowały szczepy amylolityczne (65%), ksylanolityczne (47%), celulolityczne (41%) i proteolityczne (41%), natomiast aktywność pektynolityczną stwierdzono u 29% izolatów. Z kolei wśród izolatów glebowych dominowały szczepy proteolityczne (68%), aktywność amylolityczną wykryto u 50% szczepów, a aktywności celulolityczne, ksylanolityczne i pektynolityczne odpowiednio u 32%, 11% i 10% izolatów. W testach antagonistycznych wybrane szczepy najskuteczniej hamowały wzrost patogenów roślin, w tym *Fusarium* spp. i *Alternaria* spp. Ponadto część izolatów była zdolna do wzrostu na podłożach pozbawionych źródeł azotu, rozpuszczenia fosforów i produkcji sideroforów. Wyniki potwierdzają znaczną różnorodność funkcjonalną uzyskanych izolatów. Szczepy cechowały się dobrą degradacją odpadów w warunkach laboratoryjnych.

Badanie umożliwiło wyselekcjonowanie obiecujących środowiskowych szczepów, które mogą stanowić podstawę do dalszych prac nad biopreparatem mikrobiologicznym. Wyniki potwierdzają, że gleby oraz odpady z przemysłu rolno-spożywczego są cennym źródłem mikroorganizmów o zróżnicowanych właściwościach biotechnologicznych.

Potencjał grzybów z rodzaju *Aureobasidium* jako nowoczesnego biofungicydu do ochrony materiału siewnego

Gabriela Chudzik, Anna Koziróg

Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 171/173, 90-530 Łódź

Grzyby patogenne są poważnym zagrożeniem dla ziarna, a tym samym upraw. Pleśnie z rodzaju *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus* czy *Penicillium* mogą obniżyć zdolność kiełkowania, pogarszać zdrowotność siewek, powodować straty plonu oraz prowadzić do obecności mykotoksyn w ziarnie i produktach zbożowych, co przekłada się także na ryzyko dla konsumentów (Deligeorgakis, C. i in., 2023).

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie badaczy alternatywnymi rozwiązaniami w kwestii ochrony materiału siewnego. Biofungicydy są traktowane jako zamiennik bądź uzupełnienie metod chemicznych, szczególnie w kontekście ograniczania pozostałości chemikaliów, zmniejszania presji środowiskowej oraz wpisywania ochrony roślin w strategię zrównoważonego rolnictwa. W przypadku ziarna szczególnie ważne jest zaprawianie nasion, ponieważ pozwala chronić roślinę już od najwcześniejszych etapów wzrostu i ograniczać rozwój patogenów przenoszonych wraz z materiałem siewnym. Przewaga preparatów biologicznych polega nie tylko na niższej toksyczności środowiskowej, ale też na wielokierunkowym mechanizmie działania. Mikroorganizmy stosowane jako biofungicydy mogą konkurować z patogenami o przestrzeń i składniki odżywcze, produkować związki przeciwgrzybowe, lotne związki organiczne, enzymy lityczne, siderofory, tworzyć biofilm na powierzchni ziarna albo indukować odporność rośliny. Dzięki temu utrudniają patogenom wykształcenie odporności w znacznie większym stopniu niż w przypadku wielu fungicydów chemicznych działających jednokierunkowo (Fenta, L. & Mekonnen, H., 2024).

W ramach pracy określono wpływ zaprawiania ziaren kukurydzy biofungicydem z *Aureobasidium* sp. A16 na ich kiełkowanie i zdrowotność, wyrażoną poprzez procent ziaren porażonych patogenami. Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych z wykorzystaniem ziaren niesterylnych, jak i sterylizowanych podchlorynem wapnia oraz wybranych szczepów *Fusarium* sp. i *Alternaria* sp..

Uzyskane wyniki potwierdziły, że wykonany biofungicyd wpływa na szybsze zapoczątkowanie kiełkowania ziaren oraz ogranicza jego porażenie szczepami grzybów patogennych. Ponadto, zaobserwowano, że w przypadku ziaren sterylnych, występuje przyspieszone zarodnikowanie *Fusarium graminearum* 9, co sugeruje, że użyty w tym celu podchloryn wapnia wpływa na rozwój grzybów strzępkowych.

Deligeorgakis, C., Magro, C., Skendi, A., Gebrehiwot, H. H., Valdramidis, V., & Papageorgiou, M. (2023). Fungal and toxin contaminants in cereal grains and flours: Systematic review and meta-analysis. *Foods*, 12(23), Article 4328. <https://doi.org/10.3390/foods12234328>

Fenta, L., & Mekonnen, H. (2024). Microbial biofungicides as a substitute for chemical fungicides in the control of phytopathogens: Current perspectives and research directions. *Scientifica*, 2024(1), Article 5322696. <https://doi.org/10.1155/2024/5322696>

Dobór warunków hodowli oraz skalowanie procesu biopreparatu na przykładzie szczepów środowiskowych *Bacillus subtilis* i *Bacillus velezensis*

Patrycja Rowińska^{1,2}, Anna Ścigaczewska³, Tomasz Boruta³, Marcin Bizukojć³, Justyna Szulc²

¹Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska Politechniki Łódzkiej, Żeromskiego 116, 90-924 Łódź

²Katedra Biotechnologii Środowiskowej, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, Wólczńska 171/173, 90-530 Łódź, Poland

³Katedra Inżynierii Bioprocessowej, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka, Wólczńska 213, 90-001 Łódź

Preparaty mikrobiologiczne stanowią obiecującą alternatywę dla tradycyjnych nawozów, poprawiając plony i jakość gleby przy zmniejszeniu negatywnego wpływu na środowisko. Optymalizacja warunków hodowli mikroorganizmów jest kluczowym elementem w produkcji biotechnologicznej.

Celem przeprowadzonych badań była selekcja warunków hodowli (pH, temperatura, czas, mieszanie, napowietrzanie) środowiskowych izolatów *Bacillus subtilis* i *Bacillus velezensis* o udokumentowanym potencjale biotechnologicznym (1).

Selekcja warunków hodowli miała na celu maksymalizację liczby wytworzonych przetrwalników. W pierwszym etapie dobór przeprowadzono w kolbach o pojemności 50 mL (sprawdzone parametry: czas hodowli – 3, 5, 6, 7 dni, hodowla bez soli mineralnych i dodatków wspomagających sporulację przez 3 pierwsze dni, a następnie dodanie ich do hodowli i dalsza inkubacja przez 3 dni; temperatura inkubacji – 25 °C, 30 °C, 35 °C, pH pożywki – 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; szybkość wytrząsania – 125, 140, 180 RPM). Następnie hodowlę przeniesiono na bioreaktor o pojemności roboczej 5L, gdzie sprawdzono warunki napowietrzania (2,36 L/min, 3,83 L/min, 5,74 L/min). W celu oceny liczby wytworzonych przetrwalników, wykonano posiew na podłoże TSA (Tryptic Soy Agar) po zastosowaniu szoku termicznego.

Na podstawie wyników otrzymanych podczas hodowli w kolbach ustalono warunki hodowli dla *B. subtilis*: 37 °C, pH 7,5, 180RPM, 5 dni oraz *B. velezensis*: 37 °C, pH 7,5 (pH 7,5-8,0), 140RPM (140-180RPM), 5 dni. Dla obydwóch szczepów czas hodowli w bioreaktorze uległ skróceniu do 24h. Dla obu szczepów optymalne pod względem plonu przetrwalników było napowietrzanie 5,74 L/min, które pozwoliło na uzyskanie wysokiej liczby przetrwalników: 9,23 LOG jtk/mL (*B. subtilis*) i 8,74 LOG jtk/mL (*B. velezensis*).

Badania realizowane w ramach projektu: „Innowacyjna technologia i organizacja uprawy kukurydzy wsparta biologicznie” nadzorowanego przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach działania „Współpraca” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW) na lata 2014- 2020 zgodnie z umową nr 00077.DDD.6509.000167.2022.05 z 14.04.2023.

Rowińska P, Sypka M, Białkowska AM, Stryjek M, Nowak A, Janas R, et al. Evaluating Soil Bacteria for the Development of New Biopreparations with Agricultural Applications. *Applied Sciences*. 2025 Jun 6;15(12):6400. doi:10.3390/app15126400

Dobór warunków otrzymywania biopolimerów w celu wykorzystania ich w kosmetykach

Karolina Stępień, Katarzyna Śliżewska

Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii

Przeprowadzone badania obejmowały dobór warunków hodowli celulozy bakteryjnej w celu wykorzystania jej w kosmetykach oraz ocenę wpływu wytworzonego biopolimeru na mikrobiom skóry. Podczas określenia składu pożywki do hodowli bakterii kwasu octowego dobrano źródło węgla z następujących cukrów: glukozy, fruktozy, sacharozy oraz inuliny o odpowiednich stężeniach. Hodowle przeprowadzono w różnych zakresach temperatur, pH, warunkach atmosferycznych oraz aktywności wody. Ponadto wytworzono celulozę bakteryjną w formie maseczki przeznaczonej do aplikacji na skórę twarzy oraz dłoni. Następnie przeprowadzono analizę mikrobiologiczną wpływu zastosowania maseczki z biopolimeru na skórę. Najlepszym źródłem węgla w podłożu okazała się być glukoza o 3% stężeniu. Optymalne warunki hodowli odnotowano dla prób o temperaturze równej 30°C, pH o wartości 7, aktywności wody równej 0,995 oraz atmosferze tlenowej. Użycie maseczki z biopolimeru wpłynęło na redukcję ogólnej liczby bakterii oraz liczby gronkowców na badanej skórze. Nie odnotowano znaczącego wpływu maseczki z błony celulozowej na ogólną liczbę grzybów znajdujących się na skórze ani na bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*.

Celem badań był dobór składu pożywki oraz warunków hodowli bakterii kwasu octowego wytwarzających biopolimery. Określono ponad to wpływ biopolimeru na mikrobiom skóry. Zakres pracy obejmował: określenie składu pożywki (dobór źródła węgla), określenie optymalnych warunków hodowli bakterii kwasu octowego (zbadanie następujących parametrów: temperatury, pH, atmosfery i aktywności wody) oraz analizę wpływu maseczki wykonanej z celulozy bakteryjnej na mikrobiom skóry człowieka.

Zastosowanie sprężonych gazów neutralnych w celu stabilizacji surowców i wyrobów gotowych w przemyśle spożywczym

Krzysztof Wojtaluk^{1,2}

1) Politechnika Łódzka Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Katedra Biotechnologii Środowiskowej, Wólczańska 171/173, 90-530 Łódź

2) Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska, Politechnika Łódzka, Żeromskiego 116, 90-924 Łódź

Przemysł cukierniczy generuje corocznie straty rzędu 1,2 miliarda euro wskutek zepsucia mikrobiologicznego wyrobów gotowych i surowców, a sama Europa wyrzuca rocznie ponad 143 000 ton wyrobów czekoladowych z powodów mikrobiologicznych. Rosnący popyt konsumentów na produkty clean label — wolne od syntetycznych konserwantów — przy równoczesnej presji na wydłużanie trwałości wyrobów w ramach ekspansji dystrybucji transgranicznej sprawia, że technologia pakowania w atmosferze modyfikowanej (MAP) z zastosowaniem gazów neutralnych: azotu (N₂, E941), dwutlenku węgla (CO₂, E290) i argonu (Ar, E938) staje się strategiczną odpowiedzią branży na te wyzwania. Gazy te, dopuszczone Rozporządzeniem WE nr 1333/2008, nie wymagają oznakowania jako konserwanty, co czyni je w pełni zgodnym z oczekiwaniami rynku narzędziem ochrony mikrobiologicznej.

Mechanizm działania gazów neutralnych opiera się na dwóch komplementarnych szlakach. Azot eliminuje O₂ z przestrzeni opakowania, hamując wzrost obligatoryjnych aerobów, w tym bakterii z rodzaju *Pseudomonas* oraz pleśni z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*, których wzrost zostaje zahamowany przy stężeniu O₂ poniżej 1%. Dwutlenek węgla wykazuje wielokierunkowe działanie fungistatyczne i bakteriostatyczne: rozpuszczając się w fazie wodnej i tłuszczowej produktu, obniża pH środowiska poprzez tworzenie kwasu węglowego oraz zaburza aktywność kluczowych enzymów metabolicznych drobnoustrojów, w tym dekarboksylaz i enzymów, prowadząc do zaburzenia homeostazy komórkowej. Synergia obu gazów daje efekty nieporównywalne z działaniem każdego z nich osobno — mieszanina N₂/CO₂ wykazuje wyższą skuteczność niż każdy z gazów stosowany samodzielnie, co potwierdzają wyniki badań porównawczych.

Badania dotyczące stabilizacji zarówno surowców, jak i wyrobów gotowych wykazały, że mieszaniny N₂ i CO₂ istotnie wydłużają termin przydatności do spożycia w całym łańcuchu produkcji cukierniczej.

Analiza ekonomiczna potwierdza, że koszt wdrożenia MAP stanowi 0,4–2,1% wartości produktu przy redukcji strat mikrobiologicznych o 64–78%, co w wielu przypadkach zapewnia zwrot inwestycji już w ciągu pierwszego roku operacyjnego.

Technologia MAP stanowi skuteczne, bezpieczne i ekonomicznie uzasadnione narzędzie stabilizacji mikrobiologicznej na każdym etapie łańcucha produkcji cukierniczej — od magazynowania surowców po dystrybucję wyrobów gotowych — wpisując się jednocześnie w strategię produkcji bez konserwantów syntetycznych.

STRESZCZENIA

MIKROBIOLOGIA PRZEMYSŁOWA

SESJA POSTEROWA

GLO₂xygen – mikroglonowy system oczyszczania powietrza na kampusie**Politechniki Łódzkiej**

Maria Błoch¹, Aleksandra Zinkiewicz¹, Marta Janiszowska¹, Olga Kubik¹, Zofia Szubańska¹, Amelia Żychlińska¹, Barbara Nykiel¹, Anastasiia Kotiun¹, Wiktor Pusz¹, Ewelina Sobolewska¹, Michał Komar¹

¹Katedra Biotechnologii Środowiskowej, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, 90-530 Łódź ul. Wólczańska 171/173

Zielone technologie stanowią dzisiaj obiecujący kierunek rozwoju rozwiązań wspierających biologiczną konwersję CO₂, poprawę parametrów powietrza oraz kształtowanie mikroklimatu w przestrzeniach użytkowych. Ze względu na swoją interdyscyplinarność mogą pełnić również istotną funkcję edukacyjną, łącząc zagadnienia biotechnologii środowiskowej, inżynierii procesowej, monitoringu jakości powietrza oraz zrównoważonego projektowania infrastruktury.

Celem projektu **GLO₂xygen** jest zaprojektowanie oraz uruchomienie prototypu modułowego fotobioreaktora mikroglonowego pełniącego funkcję demonstracyjnego „żywego filtra” wspierającego poprawę parametrów powietrza w przestrzeni kampusu Politechniki Łódzkiej. Instalacja stanowić będzie połączenie rozwiązania badawczego, technologicznego i dydaktycznego, umożliwiając ocenę potencjału mikroglonów w zastosowaniach środowiskowych oraz popularyzację nowoczesnych technologii biologicznych. Koncepcję instalacji oparto na kolumnowym układzie modułowym, umożliwiającym przyszłe skalowanie poprzez dołączanie kolejnych modułów wykonanych z materiałów odpornych na promieniowanie UV i warunki atmosferyczne. W reaktorze prowadzona będzie pół-ciągła, nieakseniczna hodowla nietoksycznych izolatów środowiskowych mikroglonów. Powietrze atmosferyczne będzie wtłaczane do bioreaktora w sposób zapewniający napowietrzanie i mieszanie hodowli, a w okresach obniżonego nasłonecznienia przewidziano doświetlanie LED. Dla zwiększenia ekonomiczności zastosowano wsparcie zasilania wybranych elementów układu panelami fotowoltaicznymi. Plan badań obejmuje cztery etapy: (1) opracowanie specyfikacji technicznej i procedur pracy układu, (2) budowę i uruchomienie prototypu, (3) optymalizację w warunkach modelowych w szczelnym pomieszczeniu o znanej kubaturze oraz (4) testy pilotażowe w warunkach środowiskowych. Skuteczność działania instalacji zostanie oceniona na podstawie wieloparametrowego monitoringu obejmującego pomiary stężenia O₂ i CO₂ oraz zapylenia (PM₁, PM_{2.5}, PM₄, PM₁₀). Kontrolowane będą parametry stabilności hodowli, m.in. pH, gęstość optyczna, chlorofil *a*, liczebność komórek oraz aktywność fotosyntetyczna. Projekt zakłada opracowanie dokumentacji eksploatacyjnej i materiałów upowszechniających, a prototyp ma docelowo funkcjonować jako stanowisko demonstracyjne i dydaktyczne, wspierające kształcenie oraz popularyzację biotechnologii środowiskowej.

Projekt jest realizowany ze środków Fundacji ORLEN im. Ignacego Łukasiewicza, zgodnie z umową DKN/00002/2025.

Pasze dla zwierząt jako środowisko występowania różnicowanej mikroflory bakteryjnej

Kinga Koszela^{1,2}, Anna Koziróg², Anna Otlewska²

¹Politechnika Łódzka, Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska

²Politechnika Łódzka, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności,
Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii

Bezpieczeństwo mikrobiologiczne materiałów paszowych stanowi istotny element wpływający na zdrowie zwierząt oraz jakość produktów pochodzenia zwierzęcego. Obecność niepożądanego mikroflory bakteryjnej w paszach może prowadzić do pogorszenia ich wartości odżywczej, rozwoju chorób oraz transmisji drobnoustrojów w łańcuchu żywnościowym. Szczególne wyzwanie w przemyśle paszowym stanowią bakterie potencjalnie patogenne oraz szczepy zdolne do tworzenia form przetrwalnych, wykazujące wysoką oporność na czynniki środowiskowe. W pracy przeprowadzono analizę ilościową i jakościową bakterii wyizolowanych z wybranych materiałów paszowych, ukierunkowaną na oznaczenie ich liczebności oraz identyfikację. Zakres badań objął próbki pasz przeznaczonych dla zwierząt monogastrycznych, które poddano analizie mikrobiologicznej z zastosowaniem klasycznych metod hodowlanych. Liczebność bakterii określono metodą posiewów płytkowych na odpowiednie podłoża, a wyniki wyrażono w jtk/g materiału. Identyfikację uzyskanych izolatów wykonano na podstawie oceny cech morfologicznych, właściwości wzrostowych oraz identyfikacji genetycznej.

Przeprowadzona analiza wykazała obecność różnicowanej mikroflory bakteryjnej we wszystkich badanych próbkach. Ogólna liczba bakterii mieściła się w zakresie od $1,4 \cdot 10^2$ do $2,2 \cdot 10^5$ jtk/g. Liczebność pałeczek z rodziny *Enterobacteriaceae* osiągała wartości do $1,3 \cdot 10^5$ jtk/g, co wskazywało na istotny stopień zanieczyszczenia części analizowanych pasz. W badanych próbkach wykazano znaczny udział bakterii z rodzaju *Enterobacter* oraz obecność gatunków takich jak *Staphylococcus equorum* i *Klebsiella pneumoniae*. Istotnym elementem profilu jakościowego było również stwierdzenie obecności bakterii przetrwalnikujących z rodzaju *Bacillus*, w tym *B. mycoides* oraz *B. amyloliquefaciens*. Obecność szczepów zdolnych do tworzenia endospor zwiększa przeżywalność mikroorganizmów podczas procesów technologicznych stosowanych w produkcji. Zaobserwowane różnice ilościowe i jakościowe pomiędzy próbkami powiązano z rodzajem oraz pochodzeniem analizowanych pasz dla zwierząt.

Uzyskane wyniki potwierdziły, że materiały paszowe mogą stanowić rezerwuuar bakterii potencjalnie patogennych oraz form przetrwalnych. Przeprowadzona analiza podkreśliła znaczenie monitorowania jakości mikrobiologicznej pasz jako istotnego elementu zapewnienia bezpieczeństwa produkcji zwierzęcej.

Ocena skuteczności mikrobiologicznej systemu filtracji wody wobec wybranych drobnoustrojów o znaczeniu sanitarnym i epidemiologicznym

Izabela Stasiak¹, Paweł Lisiecki², Monika Sienkiewicz²

¹⁾ Koło Naukowe przy Zakładzie Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, ul. Muszyńskiego 1, 90-151, Łódź

²⁾ Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Diagnostyki Mikrobiologicznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Muszyńskiego 1, 90-151

Bezpieczeństwo mikrobiologiczne wody stanowi jeden z podstawowych filarów ochrony zdrowia publicznego. Skażenie mikrobiologiczne wody pitnej pozostaje istotnym źródłem zakażeń, szczególnie w regionach o ograniczonym dostępie do infrastruktury sanitarnej, podczas katastrof naturalnych, kryzysów humanitarnych oraz działań wojennych prowadzących do uszkodzenia sieci wodociągowej i sanitarnej. W takich warunkach szczególnego znaczenia nabierają indywidualne systemy uzdatniania wody stosowane bezpośrednio w miejscu jej wykorzystania (point-of-use).

Celem pracy była ocena skuteczności mikrobiologicznej systemu filtracji wody typu Sydney 905 wobec wybranych drobnoustrojów o znaczeniu sanitarnym i epidemiologicznym.

Do oceny skuteczności filtracji zastosowano model skażenia mikrobiologicznego obejmujący drobnoustroje reprezentujące różne grupy taksonomiczne i odmienne właściwości biologiczne: *S. aureus*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *C. perfringens*, *V. parahaemolyticus* oraz *C. albicans*. Skuteczność oceniano metodą hodowlaną poprzez ilościowe oznaczanie liczby żywych drobnoustrojów przed i po procesie filtracji. Wyniki wyrażano jako procentową redukcję liczby jednostek tworzących kolonie (CFU).

Badany system filtracyjny wykazał wysoką skuteczność przeciwdrobnoustrojową wobec wszystkich analizowanych mikroorganizmów. Całkowitą eliminację (100% redukcji) uzyskano dla *E. faecalis*, *C. perfringens* oraz *C. albicans*. W przypadku *P. aeruginosa* odnotowano redukcję na poziomie 99,9%, dla *V. parahaemolyticus* 99,99%, natomiast dla *S. aureus* 99,86%.

System filtracji wody typu Sydney 905 wykazał wysoką skuteczność redukcji drobnoustrojów o zróżnicowanych właściwościach biologicznych, co potwierdza jego potencjał jako efektywnego narzędzia poprawy mikrobiologicznej jakości wody. Konieczne są dalsze badania rozszerzające ocenę o inne grupy patogenów wodnopochoďnych (wirusy, pierwotniaki) oraz analizę skuteczności systemu w warunkach długotrwałej eksploatacji.

STRESZCZENIA

MIKROBIOLOGIA OGÓLNA I ŚRODOWISKOWA

WYSTĄPIENIA USTNE

Ocena wpływu mikroplastiku LDPE na wzrost pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) w modelu glebowym z udziałem *Trichoderma* spp.Krzysztof Boczar^{1,2}, Mirosława Słaba¹¹ Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Biotechnologii, Uniwersytet Łódzki² Studenckie Koło Naukowe Biotechnologiczno-Mikrobiologiczne Bio-Mik, Uniwersytet Łódzki

Mikroplastik stanowi rosnący problem środowiskowy, który coraz częściej identyfikowany jest w glebach rolniczych. Jego obecność, oprócz wpływu na glebę i mikroorganizmy w niej bytujące, może prowadzić do zmian we wzroście i rozwoju roślin, między innymi indukując stres oksydacyjny. Szczególne znaczenie ma zatem określenie jego wpływu na rośliny o wysokim znaczeniu gospodarczym, takimi jak pszenica zwyczajna *Triticum aestivum* L.

Grzyby z rodzaju *Trichoderma* są powszechnie znane z wchodzenia w wzajemnie korzystne relacje z roślinami, między innymi stymulując ich wzrost, chroniąc je przed fitopatogenami czy aktywując indukowaną odpowiedź systemiczną.

Celem badań była ocena wpływu mikroplastiku (polietylen o niskiej gęstości) obecnego w podłożu glebowym, na parametry wzrostu pszenicy zwyczajnej oraz na określenie rodzaju interakcji, występującej między badanymi szczepami rodzaju *Trichoderma*, a *T. aestivum* L.

Doświadczenie przeprowadzono wykorzystując model doniczkowy, w kontrolowanych warunkach. Nasiona pszenicy zwyczajnej odmiany Owacja wysiano na podłoże glebowe z dodatkiem mikroplastiku lub bez jego dodatku (kontrola), a następnie poddano inokulacji zawiesiną zarodników wybranych izolatów *Trichoderma* sp. Rośliny hodowano przez okres 28 dni, a po tym czasie dokonano pomiaru wybranych parametrów, pozwalających na ocenę kondycji rośliny: efektywność kiełkowania, długość oraz masy części nadziemnej i podziemnej, zawartość chlorofilu oraz poziom peroksydacji lipidów (TBARS).

Uzyskane wyniki wykazują, że obecność mikroplastiku wpływała na parametry wzrostowe pszenicy zwyczajnej na modelu glebowym. Obserwowano także zmiany w poziomie peroksydacji lipidów w tkankach roślinnych, co może świadczyć o modyfikacji stanu fizjologicznego roślin w obecności mikroplastiku. Wpływ inokulacji grzybami z rodzaju *Trichoderma* miał charakter zróżnicowany, zależny od wykorzystanego szczepu. Uzyskane wyniki potwierdzają, że mikroplastik może oddziaływać na rośliny uprawne w warunkach zbliżonych do tych panujących w środowisku naturalnym.

Badania były finansowane z grantu NCN, Kraków grant Nr UMO 2020/39/B/NZ9/00471.

Co je łączy, a co dzieli – ilościowa metataksonomia korzeni, liści i nasion inwazyjnej i alergizującej *Ambrosia artemisiifolia* L.Tomasz Grzyb¹, Justyna Szulc¹¹Katedra Biotechnologii Środowiskowej, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, Wólczńska 171/173, 90-530 Łódź

Ambrozja bylicolistna (*Ambrosia artemisiifolia* L.) jest jednym z najbardziej szkodliwych gatunków inwazyjnych w Europie. Interakcje roślina – mikroorganizmy uznaje się za priorytetowy kierunek badań w biologii inwazji. Dotychczas nie zbadano endofitycznego mikrobiomu tego gatunku.

W niniejszej pracy scharakteryzowano endobakteriom liści, korzeni i nasion *A. artemisiifolia* L. pochodzącej z sześciu stanowisk w Polsce i na Słowacji (pola kukurydzy, suche łąki, pobocza dróg). Zastosowano ilościową metataksonomikę regionu V3-V4 genu 16S rRNA (DNBSEQ) wraz z qPCR. Analizy obejmowały różnorodność alfa i beta, rdzeń mikrobiomu, gatunki wskaźnikowe oraz różnicowanie struktury zarówno na poziomie taksonomicznym, jak i funkcjonalnym (PICRUST2/PLaBAs).

Rodzaj tkanki okazał się jedynym czynnikiem istotnie strukturyzującym endobakteriom. Rdzeń wspólny dla wszystkich tkanek obejmował 13 rodzajów, z których 9 było specyficznych dla rośliny. Pięć rodzajów stanowiło istotne wskaźniki kombinacji liści z korzeniami i nasionami, (bez gleby). Funkcjonalnie, siedem cech tworzyło rdzeń specyficzny dla rośliny. Jednocześnie poszczególne tkanki wykazywały odrębne sygnały taksonomiczne i funkcjonalne – korzenie były funkcjonalnie najbardziej zróżnicowane, liście wykazywały najwyższą różnorodność taksonomiczną, a nasiona stanowiły funkcjonalnie uproszczoną, lecz konserwatywną formę endobakteriomu. Szczególną uwagę poświęcono nasionom, których mikrobiom endofityczny należy do najsłabiej poznanych kompartmentów roślinnych, a które mogą pełnić rolę nośnika rdzenia mikrobiomu podczas ekspansji zasięgu gatunku inwazyjnego.

Badania sfinansowano z Funduszu Udoskonalania Umiejętności Młodych Naukowców (FU2N) Politechniki Łódzkiej.

Ocena bezpieczeństwa mikrobiologicznego przypraw

Jakub Kwasiborski, Zuzanna Szabra, Michał Maciejewski, Gabriela Rosiak, Justyna Agier, Aleksandra Góralczyk-Bińkowska

SKN Let's Talk Science!

Zakład Mikrobiologii, Genetyki i Immunologii Doświadczalnej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Przyprawy i zioła, powszechnie stosowane zarówno w gospodarstwach domowych, jak i w przemyśle spożywczym, mogą stanowić potencjalne źródło drobnoustrojów patogennych. Ze względu na specyfikę procesu technologicznego, obejmującego zbiór surowca, suszenie, rozdrabnianie oraz pakowanie, produkty te są szczególnie narażone na wtórną kontaminację mikrobiologiczną. Obecność mikroorganizmów chorobotwórczych w przyprawach stwarza istotne zagrożenie zdrowotne, zwłaszcza dla konsumentów z grup zwiększonego ryzyka. Udokumentowane przypadki infekcji powiązanych ze spożyciem skażonych przypraw wskazują na konieczność prowadzenia systematycznej kontroli czystości mikrobiologicznej oraz oceny kryteriów bezpieczeństwa tych produktów.

Ocena kryteriów mikrobiologicznych wybranych suszonych przypraw dostępnych w handlu detalicznym ze szczególnym uwzględnieniem występowania bakterii oraz grzybów mogących stanowić potencjalne zagrożenie dla bezpieczeństwa zdrowotnego konsumentów.

Badaniem objęto 20 próbek czterech rodzajów przypraw (oregano, tymianek, bazylija, majeranek) od pięciu różnych producentów zakupionych w jednym sklepie wielkopowierzchniowym. Całkowitą liczbę tlenowych bakterii mezofilnych oznaczano na podłożu PCA (72 h, 37°C). Drobnoustroje wskaźnikowe i patogenne identyfikowano na podłożach stałych, selektywnych: MacConkeya (*Escherichia* spp.), MYP (*Bacillus* spp.), Chapmana (*Staphylococcus* spp.) i SS (*Salmonella* spp.) w warunkach tlenowych (24-72 h, 37°C). Grzyby oceniano na podłożu stałym Sabouraud z dodatkiem 4% glukozy (72 h, 28°C).

Zanieczyszczenie mikrobiologiczne stwierdzono we wszystkich analizowanych próbkach przypraw. Najwyższy poziom ogólnej liczby ($3,4 \times 10^5$ CFU/g) odnotowano w próbce bazylii. Bakterie z rodzaju *Staphylococcus* wykryto w 75% próbek, natomiast *Bacillus* spp. w 50% z nich. Co czwarta próbka była zanieczyszczona bakteriami *Escherichia* spp. Obecności bakterii *Salmonella* spp. nie stwierdzono w żadnej z badanych próbek. Szczególnie wysokie zanieczyszczenie mykologiczne zaobserwowano w próbkach tymianku ($5,92 \times 10^3$ CFU/g), w których dominowały drożdże.

Uzyskane wyniki wskazują, że choć w żadnej z badanych próbek nie stwierdzono obecności *Salmonella* spp., co oznacza zgodność z kryterium bezpieczeństwa określonym w Rozporządzeniu (WE) nr 2073/2005, to poziom ogólnego zanieczyszczenia mikrobiologicznego oraz częsta obecność bakterii z rodzajów *Staphylococcus*, *Bacillus* i *Escherichia* świadczą o niewystarczającej higienie procesu produkcyjnego. Uzyskane wyniki wskazują na konieczność poprawy higieny procesu i zastosowania skuteczniejszych działań w ramach systemu HACCP.

Analiza bezpieczeństwa mikrobiologicznego bakalii dostępnych na rynku detalicznym

Karol Lubowicz, Emilia Młyniec, Kacper Musiał,
Aleksandra Góralczyk-Bińkowska, Justyna Agier

SKN Let's Talk Science!

Zakład Mikrobiologii, Genetyki i Immunologii Doświadczalnej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Bakalie, obejmujące orzechy oraz suszone owoce, stanowią istotny element codziennej diety ze względu na wysoką zawartość witamin i nienasyconych kwasów tłuszczowych. Produkty te mogą jednak stanowić źródło zanieczyszczeń mikrobiologicznych. Bakalie sprzedawane w otwartych pojemnikach są szczególnie narażone na kontakt z bakteriami i grzybami w trakcie transportu, podczas nieodpowiednich warunków przechowywania oraz niewłaściwej higieny w toku pakowania i dystrybucji. Obecność drobnoustrojów, w tym potencjalnie chorobotwórczych, może stanowić zagrożenie dla zdrowia konsumentów.

Celem pracy była ocena występowania bakterii i grzybów w wybranych orzechach, pestkach, nasionach i owocach suszonych dostępnych komercyjnie.

Badaniem objęto 20 próbek bakalii, w tym orzechy (laskowe, nerkowca, włoskie, arachidowe, pistacje, migdały), pestki (dyni), nasiona (słonecznika) oraz suszone owoce (jagody goji, morwa biała, żurawina, rodzynki sułtańskie, imbir kandyzowany, rodzynki luksusowe królewskie, ananas), zakupionych w jednym sklepie wielkopowierzchniowym oraz suszone owoce (figi, morele żółte, daktyle) zakupione na hali targowej. Wszystkie produkty były dostępne luzem. W celu oznaczenia ogólnej liczby bakterii, 5 gramów każdej próbki homogenizowano w stosunku 1:10 w roztworze 0,85% NaCl, a następnie posiewano na podłoże PCA i hodowano (72 h, 37°C, warunki tlenowe). Do oceny obecności *Escherichia* spp., *Bacillus* spp., *Staphylococcus* spp. i *Salmonella* spp. wykorzystano odpowiednio podłoża stałe MacConkeya, MYP, Chapmana oraz SS (hodowla 24/48/72 h w zależności od charakterystyki drobnoustroju, 37°C, warunki tlenowe). Ogólną liczbę grzybów oceniano na podłożu stałym Sabouraud z dodatkiem 4% glukozy (72 h, 28°C, warunki tlenowe).

Wyniki eksperymentu prezentują zróżnicowane występowanie gatunków bakterii w badanych próbkach bakalii. Najwyższe poziomy ogólnej liczby mezofilnych bakterii tlenowych wykryto w próbkach jagód goji ($4,3 \times 10^4$ CFU/g), morwy białej suszonej ($3,2 \times 10^4$ CFU/g) oraz słonecznika łuskanego ($2,4 \times 10^4$ CFU/g). Najczęściej występującym w badanych próbkach gatunkiem był *B. cereus* oraz bakterie fermentujące mannitol, przede wszystkim zidentyfikowane w migdałach ciętych i słoneczniku łuskanym. W 30% badanych próbek wykryto obecność bakterii *E. coli* i *S. aureus*, a dwie próbki (pestki dyni i jagody goji) były zanieczyszczone *Shigella* sp. W 60% próbek odnotowano zanieczyszczenie grzybami. Najniższy poziom kontaminacji odnotowano głównie w orzechach – nerkowca i włoskich.

Uzyskane wyniki wskazują na zróżnicowany poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego badanych orzechów i suszonych owoców. Obecność patogennych bakterii, a także częste zanieczyszczenie grzybami, wskazują na konieczność systematycznej kontroli jakości mikrobiologicznej tego typu produktów.

Wpływ temperatury, dostępności tlenu oraz wybranych związków na wzrost rozpełzły izolatów klinicznych *Proteus mirabilis*Julia Mustwiłło¹, Agata Palusiak²

Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Biologii Bakterii Instytutu Mikrobiologii, Biotechnologii i Immunologii, Banacha 12/16, 90-237 Łódź

Proteus mirabilis należy do głównych czynników etiologicznych zakażeń układu moczowego (ZUM), zwłaszcza u pacjentów cewnikowanych. Charakterystyczną cechą tego drobnoustroju jest zdolność do wzrostu rozpełzłego, który umożliwia skuteczne jego przemieszczanie się po powierzchniach oraz kolonizację biomateriałów. Zjawisko to stanowi poważne wyzwanie kliniczne, ponieważ utrudnia eliminację bakterii i sprzyja nawrotom ZUM.

Celem badań była ocena wpływu wybranych czynników środowiskowych oraz różnych związków na wzrost rozpełzły klinicznych izolatów *Proteus mirabilis*. Badania objęły trzy kliniczne szczepy *P. mirabilis* wyizolowane od pacjentów z regionu łódzkiego oraz szczep referencyjny *P. mirabilis* ATCC 29906. Analizie poddane zostały takie czynniki jak: 1) dodatek do podłoża różnych stężeń wybranych związków - putrescyny, L-glutaminy, L-histydyny - które są wykrywane w śladowych ilościach w moczu człowieka i laktonu N-dekanylo-homoseryny, 2) różne wartości temperatury - 28 °C i 37 °C, 3) dostępność tlenu - warunki tlenowe, i mikroaerofilne.

W obecnych badaniach analizowany był wpływ powyższych czynników na: intensywność wzrostu rozpełzłego, morfologię mikroskopową komórek bakterii oraz produkcję powierzchniowych polisacharydów komórkowych.

Uzyskane wyniki wskazują, że temperatura stanowi główny czynnik wpływający na wzrost rozpełzły badanych szczepów, przy czym istotnie wyższe wartości średnic wzrostu obserwowano w temperaturze 37°C. Brak istotnych statystycznie różnic pomiędzy warunkami tlenowymi i mikroaerofilnymi sugeruje, że dostępność tlenu nie wpływa istotnie na analizowany parametr w badanych warunkach eksperymentalnych. Dodatek do podłoża badanych związków w wyższych stężeniach jedynie nieznacznie wpływał na intensywność wzrostu rozpełzłego, a największe działanie hamujące odnotowano w przypadku putrescyny (20 mM). Dla tego związku obserwowano również najwięcej różnic w profilach elektroforetycznych rozdzielonych prób LPS. Największy wpływ na morfologię mikroskopową komórek (pojawienie się form nietypowych) miała 20 mM L-glutamina.

STRESZCZENIA

MIKROBIOLOGIA OGÓLNA I ŚRODOWISKOWA

SESJA POSTEROWA

Cechy konkurencyjne szczepów *Proteus mirabilis* z serogrupy O3

Anastasiia Babuta, Sylwia Plewa, Dominika Drzewiecka

Katedra Biologii Bakterii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki

Proteus mirabilis jest oportunistycznym patogenem ludzi i zwierząt, najczęściej wywołującym choroby u osób o obniżonej oporności. Od wielu lat serogrupa O3 jest jedną z najczęściej izolowanych w rodzaju *Proteus* od pacjentów w różnych krajach, choć nieznane są przyczyny tego zjawiska. Celem badania było scharakteryzowanie zdolności konkurencyjnych szczepów z serogrupy O3 w konfrontacji ze szczepami *P. mirabilis* z rzadko izolowanych serogrup.

W badaniach wykorzystano 17 szczepów klinicznych z serogrupy O3 i szczep referencyjny *P. mirabilis* ATCC 29906T O3 oraz 5 losowo wybranych szczepów z rzadko izolowanych serogrup (kontrolnych). Pokrewieństwo szczepów O3, test konkurencji o terytorium wzrostu rozpełzłego i test inhibicji wzrostu szczepu konkurencyjnego w mieszaninie badano testem Dienes, nanosząc zawiesiny szczepów o OD=1 w skali MacFarlanda w objętości po 5 µl na płytki z agarem LB. Inkubowano w 37°C w ciągu 20–24 h. Wszystkie układy w testach wykonano w trzech powtórzeniach. Dla wybranych układów konkurujące szczepy po obu stronach linii granicznej Dienes poddano barwieniu LIVE/DEAD i uwidoczniło komórki żywe (barwnik SYTO 9) i martwe (jodek propidyny) w mikroskopie konfokalno-fluorescencyjnym.

Test przewagi terytorialnej pokazuje, że aż w 78,9% układów szczepy z serogrupy O3 zajmują większe terytorium niż kontrolne szczepy konkurencyjne, w tym w 63,3% przypadków jest to silna przewaga, a w 15,6% przypadków - niewielka. Aż 13 z 19 szczepów O3 ma przewagę terytorialną nad 4-5 szczepami kontrolnymi i każdy dominował przynajmniej nad jednym szczepem kontrolnym.

Rezultaty testu na inhibicję wzrostu pokazały, że tylko w 21,1% układów szczepy z badanej serogrupy hamowały wzrost szczepów kontrolnych. Aż 11 z 19 szczepów z serogrupy O3 hamowało wzrost tylko 1–2 szczepów kontrolnych, a pięć szczepów O3 było zdominowanych przez wszystkie szczepy kontrolne.

Obrazy uzyskane w mikroskopie konfokalno-fluorescencyjnym pokazały, że w obrębie linii granicznej Dienes znajdują się głównie komórki martwe, które w większej liczbie występują też we wzroście rozpełzłym szczepu uległego w teście inhibicji wzrostu.

Uzyskane wyniki wskazują, że szczepy serogrupy O3 w większości są zdolne do szybszego pełzania i zajmowania większego terytorium niż szczepy z rzadko izolowanych serogrup, co najprawdopodobniej pozwala na szybsze rozprzestrzenianie się w organizmie gospodarza podczas infekcji. Przewaga terytorialna nie jest związana ze zdolnością do hamowania wzrostu szczepu konkurencyjnego, gdyż szczepy z serogrupy O3 w większości przypadków ulegały inhibicji przez szczepy kontrolne. Inhibicja ta jest prawdopodobnie powodowana przez bójcze działanie szczepu dominującego, co potwierdzono w obrazowaniu metodą LIVE/DEAD z użyciem mikroskopii konfokalno-fluorescencyjnej.

Analiza zagrożeń mikrobiologicznych w produktach będących zamiennikami żywności odzwierzęcej

Klara Kowalczyk, Karolina Ambroziak, Justyna Agier

Zakład Mikrobiologii, Genetyki i Immunologii Doświadczalnej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny wzrost zainteresowania produktami stanowiącymi alternatywę dla żywności pochodzenia zwierzęcego. Konsumenci coraz częściej wybierają zamienniki produktów na bazie mleka czy mięsa ze względów zdrowotnych, środowiskowych oraz etycznych. Rosnąca popularność tych substytutów wymaga jednak szczególnej uwagi w zakresie ich bezpieczeństwa zdrowotnego, w tym czystości mikrobiologicznej. Produkty roślinne mogą stanowić środowisko sprzyjające rozwojowi drobnoustrojów, co wpływa na ich trwałość, jakość oraz bezpieczeństwo zdrowotne konsumentów.

Celem pracy była analiza czystości mikrobiologicznej wybranych produktów spożywczych będących alternatywą dla nabiału i mięsa, ze szczególnym uwzględnieniem obecności drobnoustrojów wskaźnikowych i potencjalnie chorobotwórczych.

Badaniu poddano 24 produkty spożywcze stanowiące roślinną alternatywę dla nabiału (12, w tym napoje, jogurty, sery miękkie, sery twarde) oraz mięsa (12, w tym wędliny, burgery i pasztety). W celu oznaczenia ogólnej liczby mezofilnych bakterii tlenowych, 10 g każdej próbki homogenizowano w 90 ml 0,85% roztworu NaCl, a następnie wykonywano posiew na podłoża PCA (72 h hodowla). Aby ocenić ogólną liczbę bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* badany materiał posiewano na podłoże MacConkeya. W celu identyfikacji *Staphylococcus* spp. oraz *Bacillus* spp. zastosowano podłoża odpowiednio Chapmana oraz MYP. Do identyfikacji *Salmonella* spp. zastosowano preinkubację w buforowanej wodzie peptonowej i posiew na podłoże SS. W celu wykrycia *Listeria* spp. zastosowano preinkubację w bulionach Half Fraser i Fraser oraz podłoże selektywne do tego rodzaju bakterii. Wszystkie hodowle prowadzono w warunkach tlenowych w 37°C od 24 do 72 h w zależności od specyfiki danego rodzaju drobnoustroju.

We wszystkich analizowanych produktach zidentyfikowano zanieczyszczenie mikrobiologiczne. W produktach będących alternatywą nabiału najwyższe odnotowane CFU/g drobnoustrojów mezofilnych wyniosło 6.66×10^5 (roślinny ser z łubinu). W produktach stanowiących zamienniki mięsa, najwyższe CFU/g wyniosło 1.4×10^4 (roślinny burger). W 21 próbkach stwierdzono obecność bakterii z rodzaju *Bacillus*, natomiast 19 produktów było zanieczyszczonych drobnoustrojami z rodzaju *Staphylococcus*. Obecność *Listeria* spp. potwierdzono w 75% produktach. W jednej próbce zaobserwowano wzrost *Escherichia coli*.

Ze względu na wysoką różnorodność składu oraz lekko kwaśne pH, produkty stanowiące alternatywę dla tradycyjnych produktów odzwierzęcych są szczególnie podatne na rozwój drobnoustrojów i procesy psucia mikrobiologicznego. Dodatkowo surowce roślinne wykorzystywane do ich produkcji, takie jak m.in. soja, kokos czy orzechy nerkowca mogą stanowić źródło zanieczyszczeń mikrobiologicznych, wpływających na jakość i trwałość produktów końcowych.

Charakterystyka mikrobiologiczna wybranych wód powierzchniowych w Polsce

Amadeusz Młynarczyk , Agata Hoffmann, Daniel Pasierbek, Emilia Sokołowska

Studenckie Koło Naukowe „Klebsiella” pod opieką dr hab. n.med. Agaty Pruss, Katedra Mikrobiologii, Immunologii i Medycyny Laboratoryjnej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

Środowisko wodne stanowi największy pod względem objętości biotop na naszej planecie, tworząc unikalne warunki do rozwoju różnorodnych form życia. Jest ono naturalnym ekosystemem dla niezwykle bogatych i zróżnicowanych grup mikroorganizmów, wśród których kluczową rolę odgrywają bakterie, sinice (cyjanobakterie), glony oraz grzyby. Organizmy te reagują niezwykle gwałtownie na wszelkie zmiany fizykochemiczne w otoczeniu. Z tego powodu regularna ocena stanu mikrobiologicznego jest fundamentalnym elementem monitoringu środowiska, umożliwiającym precyzyjne określenie stopnia zanieczyszczenia oraz ogólnej jakości wód płynących.

Celem badań przedstawionych w niniejszej pracy była ocena składu mikrobiologicznego wody płynącej i wody stojącej pochodzącej z wybranych zbiorników na terenie Polski.

Badania przeprowadzono na podstawie próbek wody pobranych z rzeki: Wisła, Odra, Warta, Gwda oraz próbek pobranych z jeziora: Osiek, Grójeckie, Malta, Linie Małe, Linie Wielkie, Wachąbskie, Głębokie, Szmaragdowe, Wojnowskie. Próbkę wody została pobrana w okresie między październikiem a grudniem. Badania mikrobiologiczne obejmowały oznaczenia ogólnej liczby drobnoustrojów heterotroficznych z wykorzystaniem metody filtracji membranowej. Filtr nanoszono na podłoże R2A (Merck) i inkubowano w 35°C przez 48 godzin. Do dalszego etapu badań kwalifikowano podłoża, na których liczba wyrosłych kolonii mieściła się w przedziale 20-200 kolonii na filtr. Identyfikację drobnoustrojów przeprowadzano przy użyciu spektrometrii mas MaldiTof (Brucker).

W badanych rzekach dominowała naturalna mikroflora środowiskowa: rodzaje *Pseudomonas*, *Micrococcus* oraz *Bacillus*. Wyraźnym i niepokojącym wyjątkiem jest jednak rzeka Gwda, w której zidentyfikowano *Enterococcus faecalis*. W badanych jeziorach zidentyfikowano bakterie należące m.in. do rodzaju: *Pseudomonas* i *Pantoea*, które stanowią naturalny i bezpieczny element ekosystemu. Z kolei w Jeziorze Głębokim oraz Jeziorze Malta wykryto odpowiednio *Enterococcus faecium* i *Enterococcus faecalis*. Ponadto w Jeziorze Grójeckim stwierdzono obecność *Clostridioides difficile*, a w Jeziorze Wachąbskim – *Yersinia enterocolitica*.

Przeprowadzone badania poszerzają wiedzę epidemiologiczną na temat poziomu zanieczyszczeń biologicznych w wybranych ekosystemach w kontekście współczesnych zagrożeń mikrobiologicznych, potwierdzając m.in. niebezpieczne skażenie kałowe w miejskich stojących zbiornikach wodnych oraz drobnoustroje środowiskowe w wodach płynących, oddalonych od zabudowań gospodarczych. Wnioski płynące z tej oceny sanitarnej jednoznacznie wskazują na niezbędność systematycznej kontroli wskaźników bakteryjnych w celu ochrony zdrowia publicznego.

Biodegradowalne mikroplastiki PBAT osłabiają korzystny wpływ *Trichoderma harzianum* na wzrost pszenicyOlga Rusiecka^{1*}, Przemysław Bernat²

¹ Uniwersytet Łódzki, Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Biotechnologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, ul. Banacha 12/16, 90-237, Łódź. *olga.rusiecka@edu.uni.lodz.pl

² Uniwersytet Łódzki, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Biotechnologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, ul. Banacha 12/16, 90-237, Łódź.

Biodegradowalne mikroplastiki PBAT (poly(butylene adipate-co-terephthalate)) są coraz częściej wykorzystywane w rolnictwie jako składnik folii i materiałów biodegradowalnych. Pomimo rosnącego zastosowania tych tworzyw, ich oddziaływanie na mikroorganizmy glebowe oraz interakcje roślina–mikroorganizm pozostają słabo poznane. Celem pracy była ocena wpływu mikroplastików PBAT na aktywność grzybów z rodzaju *Trichoderma* oraz ich zdolność do stymulowania wzrostu pszenicy (*Triticum aestivum*).

We wcześniejszych badaniach wykazano, że PBAT MP hamuje wzrost *Trichoderma harzianum* KKP534, indukuje stres oksydacyjny oraz powoduje zmiany w profilu lipidowym i produkcji metabolitów grzyba. W niniejszej pracy analizowano wpływ *Trichoderma* na rozwój pszenicy w obecności 200 mg PBAT MP. Oceniano parametry wzrostu roślin, integralność błon komórkowych (Evans blue), poziom peroksydacji lipidów (TBARS) oraz całkowitą zawartość związków fenolowych (TPC).

Obecność *T. harzianum* stymulowała wzrost pszenicy oraz ograniczała uszkodzenia oksydacyjne korzeni poprzez obniżenie poziomu TBARS i zmniejszenie pobierania Evans blue. Dodatkowo grzyb zwiększał poziom TPC w korzeniach, co wskazuje na aktywację odpowiedzi antyoksydacyjnej roślin. Jednocześnie obecność PBAT MP osłabiała korzystny efekt działania *Trichoderma*, prowadząc do wzrostu stresu oksydacyjnego, większych uszkodzeń błon komórkowych oraz ograniczenia efektu promującego wzrost roślin.

Uzyskane wyniki wskazują, że biodegradowalne mikroplastiki mogą zaburzać korzystne interakcje pomiędzy roślinami i mikroorganizmami glebowymi, co może mieć istotne znaczenie dla funkcjonowania agroekosystemów oraz skuteczności biologicznych metod wspomagania wzrostu roślin.

Praca była finansowana z grantu NCN nr UMO 2020/39/B/NZ9/00471.