

[Akceptuję](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)
[.net](#)
[Innowacje](#)
[Nauka](#)
[Technologie](#)

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Artykuły](#)

Antybiotykooporność - skutek grzechów współczesnej cywilizacji?

Streszczenie

Antybiotykooporność to problem, z którym coraz częściej się spotykamy, nie tylko słysząc o nim w telewizji, czy też czytając o takich przypadkach w gazetach, coraz częściej zaczyna on nas dotyczyć osobiście. Niewiele osób wie, że szczep gronkowca MRSA oporny na metacylinę został wykryty już w 1961 roku. Dlatego też wydawać by się mogło, że problem ten jest znany od dawna, a więc nie powinien być aż tak groźny. Jednak działania człowieka, swoiste „grzechy współczesnej cywilizacji”, przyczyniły się do drastycznego zwiększenia problemu antybiotykooporności drobnoustrojów.

Niestety nie jest łatwo go przezwyciężyć. Nie wystarczy zastąpić stare antybiotyki nowymi. Co to zatem jest antybiotykooporność, jak przyczyniliśmy się do jej rozwoju i co najważniejsze, jak można jej przeciwdziałać?

Słowa kluczowe: antybiotykooporność, mikroorganizmy, antybiotyki, infekcje wirusowe, MRSA

18 listopada – Europejski Dzień Wiedzy o Antybiotykach

Niewiele osób wie, że 18 listopada, po raz czwarty będziemy obchodzić Europejski Dzień Wiedzy o Antybiotykach. Został on ustanowiony przez Komisję Europejską w 2008 roku, na wniosek Europejskiego Centrum Zapobiegania i Kontroli Chorób. Głównym jego celem jest akcja informacyjna mająca dostarczyć informacji o antybiotykach, ich działaniu, zagrożeniach jakie mogą wynikać z ich niewłaściwego stosowania oraz niebezpieczeństwach jakie niesie ze sobą zjawisko rosnącej antybiotykooporności mikroorganizmów [6]. To mające charakter globalny zjawisko, stanowi coraz większe zagrożenie zarówno w krajach UE jak i na całym świecie. I właśnie ten problem był głównym powodem ogłoszenia Dnia Wiedzy o Antybiotykach. O skali problemu może świadczyć fakt, iż istnieją dane świadczące o tym, że antybiotykooporność ma już charakter pandemiczny.

O konieczności edukacji społeczeństwa mogą świadczyć wyniki badań, które zostały przeprowadzone w październiku 2010 roku na zlecenie Narodowego Instytutu Leków [14]. Badania te pokazują, że aż 37% dorosłych Polaków stosowało antybiotyki w ciągu ostatniego roku. Wysoką konsumpcję tych leków potwierdzają także badania Europejskiego Programu Monitorowania Konsumpcji Antybiotyków ESAC (European Surveillance of Antibiotic Consumption), które pokazują, iż antybiotyki są w Europie nadużywane, a Polska znajduje się w niechlubnej czołówce europejskiej. Dodatkowo Polacy często przyjmują antybiotyki z powodu przeziębienia (38%), grypy (18%), czy też kaszlu (21%). Aż 50% Polaków uważa, że antybiotyki są skuteczne w leczeniu grypy, 38% uważa iż skutecznie leczą przeziębienie, a 63% sądzi iż antybiotyki skutecznie działają na wirusy. Wyniki te świadczą także o tym, iż konieczna jest edukacja nie tylko pacjentów, ale też lekarzy, którzy zalecają stosowanie antybiotyków na grypę, czy przeziębienie. Duża konsumpcja antybiotyków stanowi problem, ponieważ wykazano, iż w społeczeństwach w których zaobserwowano zwiększoną konsumpcję antybiotyków, obserwuje się zwiększoną ilość szczepów antybiotykoopornych, w porównaniu do społeczeństw o małej konsumpcji tych leków [6].

Co to jest antybiotyk?

Zacznijmy od podstawowej kwestii, co to jest antybiotyk. Najprościej mówiąc antybiotyki to związki chemiczne, które zabijają bakterie lub hamują ich wzrost bez negatywnego wpływu na pacjenta [18]. Różnią się między sobą sposobem działania. Jedne powodują zahamowanie syntezy ścian komórkowych bakterii (bacytracyna, penicylina, cefalosporyny), inne hamują produkcję białek (chloramfenikol, tetracyklina), RNA (rifamycyna) i DNA (chinolony)[7].

Historia antybiotyków i antybiotykoterapii

W odkryciu pierwszego antybiotyku – penicyliny, dużą rolę, podobnie jak przy wielu innych odkryciach naukowych, odegrał przypadek [1]. Penicylinę odkrył w 1928 roku Alexander Fleming – szkocki lekarz, który na czas swoich 2 tygodniowych wakacji przypadkowo pozostawił w laboratorium szalki Petriego zawierające kultury gronkowca. Po swoim powrocie odkrył, że wokół kolonii utworzyła się strefa wzrostu pleśni *Penicillium notatum*, która zahamowała wzrost gronkowca.

Substancja produkowana przez *Penicillium*, która spowodowała zahamowanie wzrostu bakterii została przez Fleminga nazwana penicyliną. Początkowo odkrycie to nie wzbudziło zainteresowania u naukowców. Dopiero w 1939 roku Howard Florey i Ernst Chain, którzy poszukiwali substancji mogących zabijać bakterie, zainteresowali się odkrytą przez Fleminga penicyliną. Substancja ta okazała się bardzo skuteczna w zabijaniu bakterii, dlatego też już w 1941 zaczęła być produkowana. Pierwotnie penicylina stosowana była wśród żołnierzy rannych w walkach w czasie II wojny światowej, gdzie skutecznie zmniejszyła śmiertelność wśród żołnierzy. Później zaczęto ją szeroko stosować w medycynie. Wcześniej nawet najprostsze infekcje ucha, czy też zapalenie płuc były ciężkie do leczenia, a infekcje spowodowane przez *Streptococcus pyogenes* często przeradzały się w znacznie poważniejszą szkarlatynę, chorobę nierzadko powodującą uszkodzenia serca i nerek [4]. Antybiotyki pozwoliły znacznie zmniejszyć umieralność oraz uniknąć wielu powikłań spowodowanymi infekcjami bakteryjnymi. Za swoje odkrycia Fleming, Chain i Florey zostali uhonorowani nagrodą Nobla w 1945 roku [11]. Na początku lat 50' wprowadzono nowe antybiotyki, w tym streptomycynę, chloramfenikol, oraz tetracyklinę. Przypieczętowało to rozpoczęcie ery antybiotyków.

Odkrycie antybiotyków uważane jest przez niektórych za jedno z dziesięciu największych odkryć XX wieku. Są one czasem określane jako „cudowne leki” [6].

Początkowo antybiotyki były produkowane z naturalnych składników [17]. Jednak w dzisiejszych czasach większość używanych antybiotyków jest produkowana syntetycznie. Aktualnie dostępnych jest ok. 200 antybiotyków, ale niestety coraz mniej z nich działa skutecznie w walce z drobnoustrojami [7].

Antybiotykooporność

Początkowo już małe dawki penicyliny pozwalały zwalczać infekcje bakteryjne, jednak z czasem efekty jej działania przestawały być tak spektakularne [15]. Spowodowane było to nabywaniem przez bakterie penicyliooporności, która była pierwszym przykładem antybiotykooporności występującej u bakterii. Był to przykład reakcji obronnej bakterii na stosowany antybiotyk. Jednak zjawisko antybiotykooporności nie jest zjawiskiem nowym, które wystąpiło dopiero po zastosowaniu antybiotyków w medycynie. Należy pamiętać, że antybiotyki to substancje produkowane naturalnie głównie przez grzyby, w celu obrony przed bakteriami. Fleming podkreślał naturalne pochodzenie penicyliny, gdyż jak sam stwierdził „To natura stworzyła penicylinę. Ja tylko ja odkryłem” [4]. Dlatego też nie powinno dziwić odkrycie kanadyjskich badaczy, którzy zbadali bakterie znalezione w wiecznej zmarzlinie [16]. Dowiedli oni, że oporność bakterii na antybiotyki istniała już 30 tys. lat temu. Prawdopodobnie w toku ewolucji drobnoustroje naturalnie nabywały oporność na antybiotyki [11].

Sam Fleming też jako pierwszy przewidział możliwość wystąpienia oporności na antybiotyki. Zauważył, że kolejne pokolenia gronkowca złocistego, poddawanego działaniu penicyliny, wytwarzają ściany komórkowe coraz bardziej nieprzepuszczalne dla penicyliny [19].

Zjawisko antybiotykooporności wymusiło konieczność poszukiwania i syntezy kolejnych antybiotyków. Doskonale obrazuje to przypadek gronkowca złocistego (*Staphylococcus aureus*). W latach 40' skutecznie stosowano przeciw niemu penicylinę, jednak już w latach 50' połowa szczepów tego drobnoustroju była na nią oporna [13]. W 1959 roku wprowadzono metacylinę, ale już na początku lat 60' zaczął rozprzestrzeniać się metacyliooporny szczep gronkowca (MRSA), który w dzisiejszych czasach jest dużym zagrożeniem szczególnie w przypadku zakażeń szpitalnych. Kolejnym antybiotykiem używanym przeciw szczepom gronkowca była wankomycyna, jednakże w 1996 roku w Japonii zanotowano pierwszy przypadek wankomycynoopornego szczepu gronkowca złocistego (VRSA). Szczep ten został też wykryty w Stanach Zjednoczonych, Francji i Hong Kongu. Następnie wprowadzono nowy antybiotyk - linezolid, jednak już po roku wykryto pierwszy szczep odporny na ten antybiotyk. Pokazuje to skalę problemu jaki stanowi antybiotykooporność.

Nie nastrojają optymistycznie wyniki badań przeprowadzone w USA, które wykazały, że 70% szczepów bakterii związanych z zakażeniami szpitalnymi, czyli zakażeniami wykrytymi po 48h od przyjęcia na oddział, wykazuje odporność na przynajmniej jeden antybiotyk, wykorzystywany wcześniej w leczeniu schorzeń wywołanych przez tę bakterię [8]. Niektóre mikroorganizmy są odporne na wszystkie dostępne antybiotyki i mogą być zwalczane tylko przy użyciu eksperymentalnych i często potencjalnie toksycznych leków [11]. Już dziś trudne do wyleczenia stają się zakażenia ran, gruźlica, zapalenie płuc, sepsa, czy też występujące często u dzieci zapalenie ucha. Nieskuteczność terapii antybiotykowej powodują także zwiększenie kosztów terapii antybiotykowej, które sięgają ok. 30% budżetu szpitala przeznaczanego na zakup leków, a na oddziałach intensywnej terapii, czy na oddziałach hematologii nawet 50% [5].

Mechanizmy nabywania antybiotykooporności

Istnieją 2 główne mechanizmy nabywania przez drobnoustroje oporności na antybiotyki. Jest to mutacja, oraz horyzontalny transfer genów [9].

Mutacja

Błędy w czasie replikacji DNA w komórce bakterii powodują zmianę powstającego DNA. Zmiana ta nazywana jest mutacją [18]. Zwykle mutacja jest niekorzystna, gdyż bakteria posiadająca ją w swoim DNA ginie lub wolniej się rozmnaża. Jednak czasami mutacje powodują wystąpienie zmian skutkujących lepszym przystosowaniem do niekorzystnych warunków środowiska, jakim jest np. działanie antybiotyku. Skutkuje to tym, iż bakterie z mutacją przeżywają po zadziałaniu antybiotyku, w przeciwieństwie do bakterii niezmutowanych. Z czasem bakterie zmutowane wypierają niezmutowane i stanowią coraz większy procent populacji.

Horyzontalny transfer genów

Z kolei horyzontalny transfer genów może zachodzić poprzez koniugację, transformację i transdukcję [11]. Transfer ten polega na przekazywaniu pomiędzy bakteriami tego samego lub nawet różnego gatunku, materiału genetycznego zawierającego geny oporności na antybiotyki.

Koniugacja zachodzi poprzez kontakt dwóch bakterii i przekazanie DNA w postaci plazmidu kodującego enzymy konieczne do przeżycia bakterii, w tym enzymy biorące udział w niszczeniu antybiotyku.

Transformacja to proces polegający na pobraniu przez bakterię materiału genetycznego znajdującego się w środowisku zewnętrznym, który zwykle jest pozostałością po martwej bakterii.

Transdukcja z kolei zachodzi przy pomocy bakteriofagów, które przenoszą DNA pomiędzy blisko spokrewnionymi bakteriami.

Proces koniugacji jest najgroźniejszy, gdyż zachodzi szybko i z dużą wydajnością, natomiast transformacja i transdukcji wymagają specjalnych warunków, dlatego też są mniej groźne [8].

Mechanizmy antybiotykooporności [8]

Występują 4 główne mechanizmy antybiotykooporności drobnoustrojów. Są to:

- a) enzymatyczna hydroliza cząsteczki antybiotyku;
- b) enzymatyczna modyfikacja cząsteczki antybiotyku;
- c) reakcja „by-pass”;
- d) efluks;

Enzymatyczna hydroliza cząsteczki antybiotyku

Inaktywacja antybiotyku zachodzi poprzez zmianę struktury pierścienia leku. Przykładem może być *Pseudomonas aeruginosa* – pałeczka ropy błękitnej odpowiedzialna m.in. za zakażenia dróg moczowych, oddechowych, opon mózgowo-rdzeniowych, kości, czy też posocznice, która wytwarza enzymy hydrolityczne β -laktamazy (odpowiedzialne za rozkład antybiotyków β -laktamowych, w tym penicylinę, cefalosporyny, czy też karbapeny). Jest to bardzo niekorzystne, gdyż antybiotyki te uważane są za najbezpieczniejsze i niewywołujące efektów ubocznych.

Enzymatyczna modyfikacja cząsteczki antybiotyku

Aminoglikozydy oddziałują na mniejszą podjednostkę rybosomu bakterii i hamują syntezę białek. Jednak pod wpływem enzymów bakteryjnych cząsteczka aminoglikozydów ulega podstawieniu grupą acetylową lub adenylową, co hamuje jej działanie. Podobnej inaktywacji ulega chloramfenikol, który poprzez łączenie się z większą podjednostką rybosomu hamuje syntezę białka.

Reakcja „by-pass”

Niektóre antybiotyki działają na bakterię poprzez blokowanie szlaków metabolicznych. Przykładem mogą być sulfonamidy i trimetoprim modyfikujące szlak syntezy kwasu foliowego niezbędnego do syntezy tymidyny. Reakcja „by-pass” polega na wytworzeniu przez drobnoustrój alternatywnego szlaku metabolicznego, który został zablokowany przez antybiotyk.

Efluks

Proces ten polega na aktywnym usuwaniu z komórek bakterii antybiotyku za pomocą specyficznej pompy. Dotyczy to np. tetracykliny, która jest usuwana z komórek bakterii przy pomocy kilkudziesięciu różnych pomp białkowych.

Przedstawione 4 mechanizmy mają swoje modyfikacje i odmiany, co jeszcze bardziej utrudnia walkę z szerzącą się wśród bakterii antybiotykoopornością.

Grzechy współczesnej cywilizacji przyczyną antybiotykooporności

Istnieją 2 główne przyczyny powstawania i szerzenia się antybiotykooporności, do której przyczynia się człowiek. Jest to niewłaściwe i nadmierne stosowanie antybiotyków w medycynie oraz w rolnictwie.

Medycyna

Problem powstawania i szerzenia się antybiotykooporności dotyczy zarówno pacjentów leczonych w szpitalu, jak i poza nim.

Pacjenci leczeni przez lekarzy pierwszego kontaktu, często wymagają od lekarza, przepisania antybiotyku, nawet jeśli ich dolegliwości wywołane są infekcją wirusową [8]. Problem ten dotyczy głównie infekcji wirusowych takich jak grypa, przeziębienie, czy też inne wirusowe zakażenia górnych dróg oddechowych. Dlatego tak ważna jest akcja informacyjna uświadamiająca zarówno pacjentom jak i lekarzom, iż antybiotyki to nie cudowne lekarstwa, które działają na wirusy. Jednak nie wystarczy tylko ta wiedza. Problemem jest także rozpoznanie, czy mamy do czynienia z zakażeniem wirusowym, czy też bakteryjnym. Pomocna może okazać się informacja, że jeśli u pacjenta początkowo wystąpi gorączka, znikome wydzielanie wydzieliny, nasilenie objawów występuję głównie wieczorem, a kaszel trwa nie dłużej niż 14 dni, wtedy choroba jest wywołana przez wirusy i nie może być wyleczona przez antybiotyki. Oczywiście najlepszym rozwiązaniem byłoby wykonanie antybiogramu, który pozwoliłby na wybór odpowiedniego leczenia, jednakże

mogłoby się to okazać zbyt kosztowne. Dlatego też lekarze zwykle opierają się na swoim doświadczeniu i sami próbują zastosować właściwe leczenie. Jednak, jeśli zastosowane leczenie nie dawałoby rezultatów, konieczne wydaje się wykonanie antybiogramu.

Kolejnym problemem jest działanie pacjentów leczonych antybiotykami, którzy po ustąpieniu objawów choroby takich jak np. gorączka przerywają przyjmowanie antybiotyków. Działanie takie uniemożliwia całkowitą eliminację bakterii i przyczynia się do możliwości wytworzenia u nich oporności na antybiotyki.

Jeszcze innym problemem w przypadku pacjentów leczonych antybiotykami, jest zbyt niska dawka zastosowanego leku, która uniemożliwia osiągnięcie stężenia terapeutycznego, a w rezultacie eliminację patogenu. Bakterie zyskują wtedy możliwość wykształcenia mechanizmów oporności na antybiotyki.

Wydawać by się mogło, że w szpitalach istnieje skuteczniejsza diagnostyka oraz większa kontrola nad pacjentami. Jednak szpitale są często miejscem, w którym po raz pierwszy pojawia się szczep odporny na dany antybiotyk [4]. Istnieje kilka przyczyn takiego stanu rzeczy. Antybiotyki stosowane są tam w dwóch głównych celach: do leczenia zakażeń wywołanych przez bakterie oraz do dezynfekcji mającej zapobiegać zakażeniom np. w czasie operacji. Należy pamiętać, że pacjenci zwykle mają osłabiony system odpornościowy, a antybiotykoterapia pozbawia ich fizjologicznej flory bakteryjnej. Stosowane antybiotyki powodują zwalczanie wrażliwych na dany antybiotyk szczepów bakterii. Są to doskonałe warunki do tworzenia i rozwoju szczepów opornych na antybiotyki. Szpital stanowi również miejsce doskonałe do rozprzestrzeniania się drobnoustrojów antybiotykoopornych. Po pierwsze personel medyczny, który nie zdezynfekuje np. rąk przy przejściu pomiędzy pacjentami staje się wektorem przenoszącym odporne szczepy. Po drugie pacjenci wychodząc ze szpitala również są wektorami, przenoszącymi odporne szczepy do swoich rodzin. Jak również wiadomo również coraz częstsze podróże po całym świecie powodują bardzo szybkie rozprzestrzenianie się tych mikroorganizmów.

Niepokoją dane, które wskazują, że 50 % wszystkich antybiotyków jest stosowanych w medycynie [12]. 20% z nich jest stosowanych w szpitalach, natomiast pozostałe 80 % poza nim. Niestety, aż 20-50% z nich było użytych niepotrzebnie.

Rolnictwo

Współczesne farmy hodowlane są doskonałym miejscem rozwijania się drobnoustrojów [17]. Sprzyja temu hodowla w zamkniętych pomieszczeniach, co często prowadzi także do zwiększenia poziomu stresu u zwierząt, a to skutkuje osłabieniem systemu immunologicznego, a w konsekwencji sprzyja rozwojowi infekcji. Dlatego też hodowcy stosują antybiotyki, które mają wyleczyć chore osobniki, a także zmniejszyć zachorowalność na najczęściej występujące choroby. Niestety antybiotyki nie są stosowane tylko w tych, wydawać by się mogło, słusznych celach [12]. Tylko 20% antybiotyków wykorzystywanych w rolnictwie jest wykorzystywanych w celach terapeutycznych, a aż 80% w celach profilaktycznych oraz w celu zwiększenia wzrostu zwierząt. Szacuje się, że aż od 40 do 80% antybiotyków użytych w rolnictwie było użytych niepotrzebnie. Antybiotyki zaczęły być stosowane w hodowli zwierząt, kiedy badania dowiodły, że powodują one szybszy wzrost i zwiększone przybieranie zwierząt na wadze [17]. Powodowało to zwiększoną produkcję mięsa, czy też produktów pochodzenia zwierzęcego. Do paszy dodawane były tzw. paszowe dodatki antibakteryjne (AGP – Antibiotic Growth Promoters lub AMGP – Antimicrobial Growth Promoters) [5]. Powodują one hamowanie rozwoju mikroorganizmów znajdujących się w przewodzie pokarmowym zwierząt hodowlanych. Dodatki mają służyć optymalizacji procesów trawienia i wchłaniania składników pokarmowych, a w rezultacie przyspieszyć przyrost wagi zwierząt. W niektórych częściach świata antybiotyki stosowane są także w opryskach drzew owocowych stosowanych przeciw bakteriom znajdującym się na powierzchni owoców, a także stosowane w dużych ilościach (50-60 kg na akr) w farmach hodowlanych łososia [12]. Warunki panujące w farmach sprzyjają nie tylko szerzeniu się

chorób, ale też nabywaniu przez drobnoustroje oporności na stosowane antybiotyki. Pierwsza antybiotykooporność w przypadku rolnictwa została zaobserwowana w Wielkiej Brytanii w 1963 roku, kiedy to odkryto oporny szczep *Salmonella Typhimurium* [7]. O problemie antybiotykooporności może też świadczyć fakt, iż dawka zalecana w leczeniu infekcji u zwierząt w latach 50 wynosiła 5-10 ppm, natomiast już w końcu lat 90 zwiększyła się 10- a nawet 20-krotnie. Szczepy odporne na antybiotyki, powstające na farmach, przenoszą się do środowiska ludzkiego zarówno poprzez odchody zwierząt (oszacowano, iż nawet 80-90% antybiotyków podanych zwierzętom nie jest całkowicie przez nie trawionych i wraz z odchodami trafiają do środowiska [17]), które mogą trafić do wód powierzchniowych, a ta użyta do podlewania warzyw, które z kolei są konsumowane przez człowieka lub zwierzęta. Szczepy te mogą też dostać się do człowieka poprzez mięso zwierząt, którym podawano antybiotyki i u których wytworzyły się odporne szczepy. Ostatnią drogą jest przenoszenie się opornych szczepów przez wektory jakimi są pracownicy farm.

Dlatego też zasadne, a właściwie konieczne wydaje się wprowadzenie szczegółowej kontroli antybiotykoterapii weterynaryjnej, której stosowanie powinny podlegać takim kontrolom i regulacjom, jak te stosowane w antybiotykoterapii medycznej [5]. Przykładem rozprzestrzeniania się oporności na antybiotyki, która spowodowana była nadmiernym stosowaniem antybiotyków w rolnictwie, jest oporność na glikopeptydy, w tym na wankomycynę. Wynikiem nadmiernego stosowania wankomycyny w lecznictwie oraz awoparcyny (antybiotyk z grupy glikopeptydów) jako dodatku do pasz, było powstanie enterokoków opornych na wankomycynę (VRE). Z tego powodu w 1995 roku w Danii, a w 1997 roku w Unii Europejskiej wycofano z użytku awoparcynę. W 1998 Komisja Europejska zakazała stosowania w Unii Europejskiej paszowych dodatków antybiotykowych tj. tylosyny, spiramycyny, czy bacytracyny. Zaleciła także racjonalne stosowanie antybiotyków w celach terapeutycznych w weterynarii. Natomiast w Szwecji już w 1986 roku zakazano stosować antybakteryjne środki paszowe w hodowli. Antybiotyki można tam stosować tylko w zalecanych przez weterynarzy dawkach i to tylko w celach leczniczych lub prewencyjnych. W ten sposób zużycie antybiotyków spadło o 55%. Dodatkowo wykazano, iż możliwe jest uzyskanie dobrych i konkurencyjnych wyników produkcji zwierzęcej bez użycia antybiotyków.

Przykłady antybiotykoopornych drobnoustrojów

Enterococcus faecalis

Coraz częściej jest ona oporna na wankomycynę [4]. Bakteria ta stanowi duży problem w przypadku hospitalizowanych pacjentów. Za oporność odpowiedzialne są 3 geny, kodujące warianty białek zmniejszających zdolność wankomycyny do wiązania się na powierzchni komórki bakteryjnej. Co ciekawe badacze dotarli do źródła tych genów. Okazał się nim *Amycolatopsis orientalis*, niepatogenny mikroorganizm glebowy, naturalnie produkujący wankomycynę.

***Staphylococcus aureus* - gronkowiec złocisty**

Gram-dodatnia bakteria, która występuje powszechnie w środowisku w powietrzu i glebie oraz na skórze, gruczołach łojowych, potowych, mieszkach włosowych oraz wszystkich błonach śluzowych stykających się z otoczeniem (oczy, usta, nos, gardło) zarówno u ludzi jak i u zwierząt [19]. W przypadku przerwania ciągłości tkanek, obecności ciała obcego w tkankach, współistnienia innych chorób, czy też innych przyczyn powodujących obniżenie odporności, gronkowiec może wywołać m.in. ropne zapalenie skóry, śluzówek, tkanki łącznej, kości. Gdy przedostanie się do krwi, może spowodować ogniska zapalne organów wewnętrznych nawet skutkujące ich uszkodzeniem. Może spowodować też sepsę. Powszechna obecność tego mikroorganizmu jest szczególnie niebezpieczna ze względu na to, że już w 1961 roku wykryto szczep MRSA, czyli szczep gronkowca opornego na metacylinę. Warto zaznaczyć, że metacylina została wprowadzona do leczenia infekcji wywołanych przez gronkowca w 1959 roku [2]. MRSA wykryto w Wielkiej Brytanii, później także w Japonii,

Australii i USA. W USA w 2005 roku szczep MRSA wywołał ok. 94 tys. zakażeń, powodując ok. 19 tys. zgonów, czyli więcej niż w tym samym czasie spowodowało AIDS.

Oporność na metycylinę jest warunkowa obecnością genu *MecA*, który koduje syntezę nowego białka, które przejmuje funkcje inaktywowanych przez antybiotyki β -laktamowe białek odpowiedzialnych za syntezę mureiny ściany komórkowej [10]. Coraz większe zagrożenie stanowi także szczep gronkowca opornego na wankomycynę (VRSA), na który nie ma żadnego skutecznego lekarstwa.

Streptococcus pyogenes - paciorkowiec ropny

Gram-dodatnia bakteria, która bezobjawowo kolonizuje górne drogi oddechowe oraz skórę [3]. Może powodować łagodne paciorkowcowe zapalenie gardła, liszaj, czy też paciorkowcowy szok toksyczny, a nawet nekrozę tkanek. Do leczenia infekcji wywołanych tym mikroorganizmem stosuje się penicylinę (antybiotyk β -laktamowy), ale ze względu na nadwrażliwość niektórych pacjentów na ten antybiotyk, stosuje się zamiennie antybiotyki makrolidowe np. erytromycynę. Jednak zaobserwowano pojawienie się oporności tej bakterii na antybiotyki makrolidowe, co wzbudziło niepokój o pacjentów nadwrażliwych na antybiotyki β -laktamowe. Badania wykazały, że za oporność na te antybiotyki odpowiedzialny jest nowo nabyty gen *spyIM*, kodujący enzym metylotransferazę *M.SpyI*, która dołącza grupy metylowe w specyficznych sekwencjach cząsteczki DNA. Antybiotyki makrolidowe nie mogą atakować dotychczasowych celów, gdyż są one niespecyficznymie zmetylowane.

Coraz bardziej niebezpieczne stają się także pałeczki *Enterobacteriaceae* oporne na wszystkie antybiotyki β -laktamowe, pałeczki *Klebsiella pneumoniae* oporne na antybiotyki β -laktamowe oraz fluorochinolony [6]. Coraz większy problem w szpitalach stanowią infekcje powodowane przez bakterie gram- *Pseudomonas aeruginosa* i *Acinetobacter baumannii*, które wykazują oporność na wszystkie antybiotyki β -laktamowe oraz *Streptococcus pneumoniae* najczęstszy czynnik etiologiczny zapalenia płuc, który coraz częściej oporny na penicylinę, makrolidy oraz fluorochinolony [3].

Sposoby walki z antybiotykoopornością

Aby zmniejszyć problem z coraz szybciej szerzącą się wśród drobnoustrojów antybiotykoopornością, konieczne jest podjęcie działań o charakterze globalnym. Konieczne jest wprowadzenie racjonalnej gospodarki antybiotykami [7]. Antybiotyki powinny być stosowane tylko w terapii ludzi i zwierząt. Konieczne jest całkowite wyeliminowanie, lub chociaż zmniejszenie używania antybiotyków w innych celach, jak np. jako czynnika przyspieszającego wzrost masy ciała zwierząt. Należy również wprowadzić rygorystyczne praktyki w zakresie higieny zarówno w szpitalach jak i poza nim. Konieczne są także akcje informacyjne, jak chociażby organizowanie corocznego Dnia Wiedzy o Antybiotykach, która może przyczynić się do racjonalnego stosowania antybiotyków: zaprzestania stosowania ich na infekcje wirusowe oraz właściwe przyjmowanie tych leków. Zmniejszy to szanse drobnoustrojów na nabywanie oporności na antybiotyki [8]. Ze względu na powagę problemu antybiotykooporności, walka z nią stała się priorytetem dla takich organizacji jak: Komisja Europejska, Światowa Organizacja Zdrowia, Parlament Europejski, Food and Drug Administration (FDA), czy Centres for Diseases Control and Prevention (CDC) [5]. W programie wspólnoty Europejskiej w dziedzinie zdrowia publicznego na lata 2003-2008 lekooporność znalazła się wśród 4 zagadnień priorytetowych, obok grypy, zakażeń wirusem HIV i gruźlicy. Wszystkie kraje członkowskie muszą utworzyć zespoły, które mają następujące cele:

- monitorowanie antybiotykooporności, kontrola i nadzór nad konsumpcją antybiotyków, powstawaniem i rozprzestrzenianiem się antybiotykooporności w medycynie, weterynarii i środowisku oraz projektowanie działań interwencyjnych i ocena ich skuteczności;
- profilaktyka i kontrola chorób zakaźnych i zakażeń, racjonalizacja stosowania i konsumpcji

antybiotyków;

- współpraca międzynarodowa;

- wspieranie badań mających na celu poszukiwanie nowych leków, środków, a także metod terapii i profilaktyki zakażeń i infekcji bakteryjnych;

W tym celu w 2004 roku powstał „Narodowy Program Ochrony Antybiotyków w Polsce” koordynowany przez Zespół Badań Mikrobiologicznych w Narodowym Instytucie Zdrowia Publicznego w Warszawie.

Rozwiązaniem problemu wzrastającej oporności drobnoustrojów na antybiotyki mogłaby być produkcja nowych antybiotyków. Jednak firmy farmaceutyczne nie wykazują zainteresowania takimi badaniami ze względu na wysoki koszt samych badań, duże nakłady finansowe na badania kliniczne, a także coraz bardziej restrykcyjne wytyczne firm zajmujących się rejestracją antybiotyków. Niekorzystny jest także dla nich coraz krótszy czas skuteczności antybiotyków. Potwierdzają to wyniki badań przeprowadzonych w USA, w których porównano liczbę wprowadzonych na rynek nowych antybiotyków w latach 1983-1987 z liczbą wprowadzonych antybiotyków w latach 1998-2002. Okazało się, iż w przeciągu 20 lat liczba wprowadzonych antybiotyków spadła o 56%. Wśród 225 leków przeciwbakteryjnych wprowadzonych na rynek pomiędzy 1998, a 2003 rokiem tylko 9 było lekami nowymi, z czego tylko 2 z nich (wspominany już linezolid i daptomycyna) charakteryzowały się nowym mechanizmem działania.

Prognozy na przyszłość

W XX wieku antybiotyki nazywane były „cudownymi lekami”, jednakże współcześnie skuteczność tych leków drastycznie spadła. Jest to spowodowane głównie grzechami współczesnej cywilizacji, takimi jak zbyt częste ich stosowanie, nierzadko niezgodnie z ich przeznaczeniem. Ze względu na to, iż oporność drobnoustrojów na antybiotyki jest problemem globalnym, przekraczającym granice pojedynczych państw, konieczne jest podjęcie ogólnoswiatowych działań mających na celu ograniczenie antybiotykooporności. W przeciwnym razie grozi nam wyczerpanie możliwości terapii zakażeń i chorób zakaźnych o etiologii bakteryjnej [5]. Na szczęście problem ten został zauważony przez takie organizacje jak Komisja Europejska, czy Światowa Organizacja Zdrowia. Na pewno konieczne jest zaprzestanie używania antybiotyków w rolnictwie, jako środków wspomagających wzrost zwierząt. Antybiotyki powinny być też właściwie wykorzystywane w medycynie. Pomocne w tym może być wykonywanie antybiogramów, do oznaczenia bakterii wywołujących daną chorobę. Ważnym działaniem są także akcje informacyjne, jak np. wspomniany na początku Europejski Dzień Wiedzy o Antybiotykach. Miejmy nadzieję, że dzięki niemu zmniejszy się odsetek ludzi sądzących, iż antybiotyki zwalczają infekcje wirusowe, takie jak grypa, czy przeziębienie. W ten sposób możemy przyczynić się do zmniejszenia antybiotykooporności. Wtedy też może firmom farmaceutycznym będzie opłacało się prowadzić badania nad nowymi antybiotykami, które miejmy nadzieję będą dłużej skutecznie eliminowały drobnoustroje, a my jako pacjenci będziemy umieli je właściwie wykorzystać.

Autor: Sylwia Wiktor

Literatura:

1. Craughwell T.J., 2008, Wielka księga wynalazków. Wydawnictwo Bellona str.398
2. Enright M.C., Robinson D.A., Randle G., Feil E.J., Grundmann H., Spratt B.G., 2002, The evolutionary history of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Microbiology* 99:11
3. [1-net Euler, C.W., Ryan, P.A., Martin, J.M., Fischetti, V.A., 2007, M.SpyI, a DNA Methyltransferase Encoded on a *mefA* Chimeric Element, Modifies the Genome of *Streptococcus pyogenes*. *Journal of Bacteriology* 189(3):1044-1054,

4. Genereux D.P., Bergstrom C.T., Evolution in Action: Understanding Antibiotic Resistance. Department of Biology, University of Washington
5. Hryniewicz W., Grzesiowski P., 2005, Narodowy Program Ochrony Antybiotyków w Polsce. „Chrońmy antybiotyki” załącznik nr 5
6. Hryniewicz W., Mazińska B., 2009, Europejski Dzień Wiedzy o Antybiotykach-dlaczego potrzebny. Narodowy Instytut Leków w Warszawie, Zakład Epidemiologii i Mikrobiologii Klinicznej, Narodowy Program Ochrony Antybiotyków
7. Khachatourians G.G., 1998, Agricultural use of antibiotics and the evolution and transfer of antibiotic-resistant bacteria. Canadian Medical Association. 159:1129-1136
8. Marciniak P., 2008, Oporność bakterii na antybiotyki. Gazeta farmaceutyczna. 12, 30-32
9. Purdom G., 2007, Antibiotic Resistance of Bacteria: An example of Evolution in Action? Answers 2:3, 74-76
10. Stefańska J., 2003, Oporność gronkowców złocistych na środki przeciwbakteryjne. Biuletyn Wydziału Farmaceutycznego Akademii Medycznej w Warszawie, 3, 18-24
11. Todar K. Bacterial Resistance to Antibiotics. Lectures in Microbiology. 2009
12. Wise R., Hart T., Cars O., Streulens M., Helmuth R., Huovinen P., Sprenger M., 1998, Antimicrobial resistance is a major threat to public health. BMJ (317), 609-610
13. Zhang R., Eggleston K., Rotimi V., Zeckhauser R.J., 2006, Antibiotic resistance as a global threat: Evidence from China, Kuwait and the United States. Globalization and Health. 2:6
14. MilwardBrown SMG/KRC na zlecenie Narodowego Instytutu Leków; październik 2010; <http://badania.net/18-listopada-europejskim-dniem-wiedzy-o-antybiotykach/>
15. http://bez-recepty.pgf.com.pl/index.php?co=artyk&id_artyk=1223
16. www.polskieradio.pl/23/266/Artykul/432519,Bakterie-odporne-na-antybiotyki-juz-30-tys-lat-temu
17. www.sustainabletable.org/issues/antibiotics/
18. www.truthinscience.org.uk/tis2/index.php/component/content/article/175.html
19. <http://gronkowiec.eu/gronkowiec-zlocisty-mrsa-opornosc-na-antybiotyki-bakterie-gronkowca.html>

<http://laboratoria.net/arttykul/11980.html>

Informacje dnia: [Leczenie glejaka przez zamianę jego komórek w neurony Sztuczna inteligencja pomoze w walce z rakiem prostaty](#) [Młodzi Polacy z ośmioma nagrodami EUCYS Salamanka za badania naukowe Superbohater w laboratorium Eksperci apelują o jednoczesne szczepienie przeciwko grypie i COVID-19](#) [Uruchomiono nową aplikację programu Erasmus Plus Leczenie glejaka przez zamianę jego komórek w neurony Sztuczna inteligencja pomoze w walce z rakiem prostaty](#) [Młodzi Polacy z ośmioma nagrodami EUCYS Salamanka za badania naukowe Superbohater w laboratorium Eksperci apelują o jednoczesne szczepienie przeciwko grypie i COVID-19](#) [Uruchomiono nową aplikację programu Erasmus Plus Leczenie glejaka przez zamianę jego komórek w neurony Sztuczna inteligencja pomoze w walce z rakiem prostaty](#) [Młodzi Polacy z ośmioma nagrodami EUCYS Salamanka za badania naukowe Superbohater w laboratorium Eksperci apelują o jednoczesne szczepienie przeciwko grypie i COVID-19](#) [Uruchomiono nową aplikację programu Erasmus Plus](#)

Partnerzy