

Ewa Karwicka, Adrianna Raczkowska, Katarzyna Brzostek

Instytut Mikrobiologii, Wydział Biologii UW, 00-096 Warszawa, ul. Miecznikowa 1
email: kbrzostek@biol.uw.edu.pl

Wpłynęło w maju 2006 r.

1. Wstęp. 2. System sekrecji IV typu – charakterystyka ogólna. 3. Podział strukturalny i funkcjonalny. 4. Mechanizm sekrecji IV typu na przykładzie *A. tumefaciens*. 4.1. Aparat sekrecyjny IV typu. 5. Mechanizmy wydzielania w systemach sekrecji IV typu. 6. Rola w patogenezie. 7. Występowanie i ewolucja systemów sekrecji IV typu. 8. Podsumowanie

Secretion systems of Gram-negative bacteria – Type IV

Abstract: This article is the third part of our overview of secretion systems and describes the Type IV secretion systems in Gram-negative bacteria. The Type IV systems are produced by several bacterial pathogens such as *Agrobacterium tumefaciens*, *Bordetella pertussis*, *Brucella* spp., *Bartonella henselae*, *Helicobacter pylori* and *Legionella pneumophila* and are critical for the pathogenic process. The virulence factors that are exported by these systems can be either nucleic acid or proteins. The architecture of type IV systems and their role in pathogenesis are described.

1. Introduction. 2. Type IV secretion system. 3. Structure and functional characteristic. 4. Type IV secretion mechanism in *A. tumefaciens*. 4.1. Structure of Type IV secretion apparatus. 5. Mechanisms of secretion in Type IV systems. 6. Role in pathogenesis. 7. Phylogeny of Type IV secretion systems. 8. Summary

Słowa kluczowe: patogeneza, sekrecja, system sekrecji IV typu
Key words: pathogenesis, secretion, Type IV Secretion System

1. Wstęp

Prezentowany artykuł kończy cykl prac, które ukażały się na łamach *Postępów Mikrobiologii* [2, 23], poświęconych systemom sekrecji u bakterii Gram-ujemnych. W pracy zaprezentowano system sekrecji IV typu oraz dokonano pewnej rekapitulacji prezentowanych dotychczas informacji, starając się zaprezentować podobieństwa oraz różnice istniejące pomiędzy systemami sekrecji II, III oraz IV typu.

2. System sekrecji IV typu – charakterystyka ogólna

Systemy sekrecji IV typu klasyfikowane są jako „zaadaptowane” systemy koniugacyjne [46]. W toku ewolucji niektóre bakterie patogenne przekształciły systemy koniugacyjne w systemy sekrecji przystosowane do wprowadzania czynników wirulencji do wnętrza komórek eukariotycznych. Za ich pośrednictwem bakterie transportują makrocząsteczki takie jak nukleoproteinowe produkty pośrednie koniugacji, multimeryczne toksyny typu A/B oraz białka proste [5, 10, 16]. Te efektorowe cząsteczki wywołują szereg zmian w fizjologii docelowych komórek bakteryjnych i eukariotycznych – grzybowych, roślinnych oraz zwierzęcych, w tym także ludzkich [8]. Czynnikiem induku-

jącym sekrecję w większości poznanych systemach wydzielania IV typu, podobnie jak w systemach sekrecji III typu, jest wytworzenie bezpośredniego kontaktu pomiędzy komórką bakteryjną, a docelową. Cząsteczki substratu pilotowane przez specyficzne cytoplazmatyczne białka opiekuńcze są rozpoznawane przez białka wiążące, wchodzące w skład aparatu sekrecyjnego IV typu. Przez kanał łączący dwie błony bakteryjne zachodzi jednoetapowy transport substratów sekrecji z równoczesnym ominięciem przestrzeni peryplazmatycznej. Wprowadzenie czynników zjadliwości do wnętrza komórek gospodarza wymaga pokonania dodatkowej bariery jaką jest błona eukariotyczna.

Prototypem systemów sekrecji IV typu jest system transferu T-DNA *Agrobacterium tumefaciens*, w wyniku którego onkogenny kompleks nukleoproteinowy zostaje wprowadzony do jądra komórki roślinnej [8, 37]. Inne bakterie chorobotwórcze, takie jak *Helicobacter pylori*, *Legionella pneumophila*, *Bartonella henselae* wykorzystują mechanizm wydzielania IV typu do transportu czynników zjadliwości bezpośrednio do cytozolu komórek ssaczy [45]. Zupełnie odmienny, niezależny od kontaktu, dwuetapowy mechanizm wydzielania IV typu prezentuje *Bordetella pertussis*, która za pośrednictwem systemu Ptl uwalnia toksynę krztuśca (pertussis toxin – PT) do środowiska pozakomórkowego [5]. W tym przypadku podjednostki