

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 2006 r.

1. Wstęp. 2. I Typ sekrecji. 2.1. Mechanizm sekrecji I typu na przykładzie α -hemolizyny *E. coli*. 2.2. Regulacja sekrecji I typu u *E. coli*. 2.3. Rola w patogenezie. 2.3.1. Toksyny RTX posiadające zdolność do tworzenia porów w błonach biologicznych. 2.3.2. Białka RTX nie tworzące porów w błonach biologicznych. 2.3.3. Białka nie należące do rodziny RTX. 2.4. Występowanie systemów sekrecji I typu. 3. III Typ sekrecji. 3.1. Charakterystyka funkcjonalna systemów sekrecji. 3.2. Sygnały sekrecji. 3.3. Budowa aparatu sekrecyjnego III typu. 3.4. Regulacja sekrecji III typu. 3.5. Rola w patogenezie. 3.6. Filogeneza systemów sekrecji III typu. 4. Podsumowanie

Secretion systems of Gram-negative bacteria-Type I and III

Abstract: This article is the second part of the review of the secretion pathways of Gram-negative bacteria. Secretion systems have been separated into two classes depending on the involvement of GSP (general secretory pathway) in the secretion of proteins (virulence factors) from the bacterial cell. This review (part II) describes the type I and the type III system, exemplified by the secretion of Yop proteins in *Yersinia* spp., used by pathogenic bacteria to deliver virulence factors into host cells. The export of substrates occurs directly across the inner and outer membranes and does not include periplasmic intermediates. The role of secretion machineries and secreted proteins in the virulence of pathogens is described.

1. Introduction. 2. Type I secretion system. 2.1. The α -hemolysin secretion mechanism in *E. coli*. 2.2. Regulation of secretion in *E. coli*. 2.3. Role in pathogenesis. 2.3.1. Pore-forming RTX toxins. 2.3.2. Non-pore-forming RTX toxins. 2.3.3 Non-RTX protein family. 2.4. Distribution of Type I secretion system. 3. Type III secretion system. 3.1. Functional characteristic. 3.2. Secretion signals. 3.3. Structure of Type III secretion apparatus. 3.4. Regulation of Type III secretion. 3.5. Role in pathogenesis. 3.6. Phylogeny of Type III secretion systems. 4. Summary

Key words: pathogenesis, secretion, Type I Secretion System, Type III Secretion System

Słowa kluczowe: patogeneza, sekrecja, system sekrecji I typu, system sekrecji III typu

1. Wstęp

Artykuł jest drugą z kolei pracą autorów, poświęconą mechanizmom sekrecji czynników wirulencji bakterii Gram-ujemnych, publikowaną w *Post. Mikrobiol.* [42]. Klasyfikacja sześciu głównych systemów sekrecji funkcjonujących u bakterii Gram-ujemnych oparta jest na molekularnych różnicach w mechanizmie transportu substratu oraz rodzaju katalizowanej reakcji (Rys. 1, *Post. Mikrobiol.* [42]). W artykule pierwszym omówiono mechanizmy wydzielania stanowiące alternatywne drogi kończące szlak sekrecji ogólnej GSP, obejmujące dwuetapowy transport cząsteczek przez dwie błony bakteryjne do środowiska zewnętrznego. Do nich należą szlaki sekrecji zależne od kompleksu białkowej translokazy Sec tj.: Typ II sekrecji, eksport pilin w biogenezie pilusów I typu (Pap) oraz system autotransportu. Stosunkowo bardziej złożone, nie należące do GSP (Sec-niezależne) są systemy sekrecji I i III typu scharakteryzowane w tym artykule. Wydzielane za ich pomocą substraty nie dostają się do przestrzeni peryplazmatycznej, a transportowane są jednoetapowo przez dwie błony bakteryjne, a następnie uwalniane

bezpośrednio do środowiska zewnętrznego lub wprowadzane do cytozolu komórek eukariotycznych.

2. I Typ sekrecji

Systemy sekrecji I typu są zaangażowane w procesy eksportu enzymów hydrolitycznych, wielkocząsteczkowych toksyn, elementów budujących warstwę S, hemoforów oraz związków o charakterze bakteriocyn [29, 57]. Wydzielanie tych związków wymaga energii pochodzącej z hydrolizy ATP, dlatego białka zaangażowane w sekrecję systemem I typu zaliczane są do rodziny transporterów ABC (ATP-binding cassette) [57, 69]. Transportery ABC zidentyfikowano u wielu bakterii Gram-ujemnych oraz Gram-dodatnich, gdzie uczestniczą zarówno w imporcie związków do wnętrza komórki (np. związków ufosforylowanych, maltozy, chelatorów jonów żelaza) jak i eksporcie, w tym także różnych czynników zjadliwości u drobnoustrojów patogennych [29, 38, 48]. Prototypem systemów wydzielania I typu jest system sekrecji α -hemolizyny (HlyA) przez uropatogenne szczepy *E. coli* [5, 26, 47, 52].