

Paweł Łaniewski, Renata Alicja Godlewska,
Elżbieta Katarzyna Jagusztyn-Krynicka*

Zakład Genetyki Bakterii UW, ul. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa,
e-mail: kjkryn@biol.uw.edu.pl

Wpłynęło w 2006 r.

1. Ogólna charakterystyka lipoprotein. 2. Funkcje lipoprotein. 2.1. Funkcje strukturalne. 2.2. Funkcje transportowe. 2.3. Funkcje enzymatyczne. 2.4. Udział w procesach adhezji. 2.5. Inne funkcje. 3. Oddziaływanie lipoprotein z receptorami TLR; transdukcja sygnału. 4. Transport lipoprotein przez błonę cytoplazmatyczną. 4.1. System Sec. 4.2. Biogeneza lipoprotein. 5. Sortowanie lipoprotein. 5.1. LolA i LolB. 5.2. LolCDE. 5.3. System Lol. 5.4. Sygnał sortujący. 6. Podsumowanie

Functions and sorting of Gram-negative bacteria lipoproteins

Abstract: Lipid modified proteins, which belong to a group of membrane proteins, are present in cells of various organisms, from bacteria to eukaryotes. Lipid modification of these proteins occurs post-translationally on the periplasmic surface of the inner membrane. Lipoproteins of Gram-negative bacteria are anchored into inner or outer membrane via fatty acids attached to N-terminal cysteine. These proteins perform many various functions in bacterial cells. They may interact with TLR receptors and stimulate several signal transduction pathways leading to cytokine genes expression. Lipoproteins are transported by CM by the Sec protein machinery. The membrane localization of the *E. coli* lipoproteins is dependent of the lipoprotein sorting signal, the amino acid residue next to the lipid modified cysteine. Generally an Asp at this position resulted in retention of the lipoprotein in inner membrane, whereas others residues direct lipoproteins to the outer membrane. In *E. coli* LolA-LolB system, consisting of five proteins (LolABCDE), is the general mechanism by which outer membrane-directed lipoproteins are efficiently released from cytoplasmic membrane and transported into outer membrane.

1. General characterization of lipoproteins. 2. Lipoprotein functions. 2.1. Structural function. 2.2. Transport function. 2.3. Enzymatic function. 2.4. Role in adhesion. 2.5. Other functions. 3. Interaction of the lipoproteins with TLR receptors, signal transduction. 4. Transport of the lipoproteins through cytoplasmic membrane. 4.1. Sec system. 4.2. Biogenesis of the lipoproteins. 5. Sorting of the lipoproteins. 5.1. LolA and LolB. 5.2. LolCDE. 5.3. Lol system. 5.4. Sorting signal. 6. Conclusions

Słowa kluczowe: biogeneza, funkcja, lipoproteiny, sortowanie, system Lol

Key words: biogenesis, function, lipoproteins, sorting, Lol system,

1. Ogólna charakterystyka lipoprotein

Lipoproteiny (Lpp) należą do białek modyfikowanych potranslacyjnie. Dojrzała cząsteczka zawiera przyłączoną do grupy hydrosulfidowej cysteiny resztę glicerolu podstawionego dwoma łańcuchami kwasów tłuszczowych. Acylowana może być też wolna grupa aminowa cysteiny, będącej pierwszym N-końcowym aminokwasem dojrzałej formy tej klasy białek. Analiza reszt kwasów tłuszczowych wykazała, iż grupą acylową związaną z cysteiną poprzez wiązanie amidowe jest głównie reszta palmitynianu, a kwasy tłuszczowe w reszcie diacyloglicerolowej połączonej wiązaniem tioeterowym występują w podobnych proporcjach jak w fosfolipidach błony (w około 65% jest to także reszta palmitynianu).

Lipoproteiny zostały zidentyfikowane zarówno w komórkach bakterii Gram-ujemnych, Gram-dodatnich oraz w błonach *Mycoplasma*. Lipoproteiny *Escherichia coli* są zakotwiczone częścią lipidową od peryplazma-

tycznej strony zarówno błony wewnętrznej (cytoplazmatycznej) – IM (*inner membrane*) jak i błony zewnętrznej – OM (*outer membrane*). Ponadto u niektórych bakterii Gram-ujemnych tj. *Borrelia burgdorferi* lipoproteiny są zlokalizowane także na powierzchni komórki [28]. Są one wtedy zakotwiczone w błonie zewnętrznej. W komórkach *B. burgdorferi* większość białek błony zewnętrznej stanowią Lpp. W komórkach rodzaju *Mycobacterium* lipoproteiny znajdują się w przestrzeni pseudoperyplazmatycznej [36]. Zaś lipoproteiny bakterii Gram-dodatnich [37] i *Mycoplasma* [2] są zakotwiczone od zewnętrznej strony błony cytoplazmatycznej.

Uzyskanie kompletnych sekwencji nukleotydowych genomów mikroorganizmów umożliwiło przewidywanie metodami *in silico* liczby genów kodujących lipoproteiny w genomach różnych szczepów/gatunków bakterii. *E. coli* wytwarza ponad 90 różnych lipoprotein. Geny kodujące białka tej grupy stanowią około 2% wszystkich otwartych ramek odczytu (ORF) genomu tej