

SYSTEMY KOMUNIKACJI MIĘDZYKOMÓRKOWEJ BAKTERII GRAM-UJEMNYCH I ICH ZNACZENIE W EKSPRESJI CECH FENOTYPOWYCH

Dorota Stańkowska¹, Wiesław Kaca^{1,2}

¹ Instytut Mikrobiologii i Immunologii, Zakład Immunobiologii Bakterii, Uniwersytet Łódzki
ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

² Instytut Biologii, Zakład Mikrobiologii, Akademia Świętokrzyska
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce, e-mail: wkaca@pu.kielce.pl, dorunieczka@icqmail.com

1. Wstęp. 2. Budowa chemiczna i biosynteza acylowanych laktonów homoseryny (acyl-HSL), przekazywanie sygnału poprzez acyl-HSL. 3. Wybrane przykłady regulacji ekspresji genów oraz efektów fenotypowych powodowanych działaniem pochodnych laktonów homoseryny. 4. Znaczenie substancji sygnałowych w tworzeniu biofilmów bakteryjnych. 5. Podsumowanie

Gram-negative bacteria cell to cell signalling systems and their importance in the expression of the phenotypic features

Abstract: The expression of bacterial phenotype depends on the number of cells. That phenomenon is termed as quorum sensing. The quorum sensing is regulated by the freely diffusing, low molecular mass components. The Gram-negative bacteria utilize the derivatives of the homoserine lactones (acyl-HSL). The acyl-HSL are composed of homoserine lactone and fatty acids of different lengths. Acyl-HSL by binding regulatory proteins influence bioluminescence of *Vibrio fischeri* rods. In many cases the quorum sensing systems are multilevel, e.g. *Pseudomonas aeruginosa* (*las*, *rhl*, PQS – 2-heptyl-3-hydroxy-4-quinolone). The *P. aeruginosa* quorum sensing is responsible for the production of such pathogenic agents as toxins (exotoxin A), proteases (elastase, LasA protease and alkaline protease), polysaccharides and hemolysins (rhamnolipid and phospholipase). The listed pathogenic factors are responsible for complications in patients suffering from cystic fibrosis (CF). The features of fitopathogenic bacteria (*Agrobacterium tumefaciens*, *Burkholderia cepacia*, *Erwinia carotovora*) and biofilm formation are also regulated by acyl-HSL.

1. Introduction. 2. Chemical structure and biosynthesis of acylated homoserine lactones (acyl-HSL), the role of acyl-HSL in signalling. 3. Examples of gene expression and phenotypic features regulated by acylated homoserine lactones. 4. The importance of signal substances in the processes of biofilm formation. 5. Conclusions

Słowa kluczowe: bakterie Gram-ujemne, biofilm, laktony homoseryny, *quorum sensing*

Key words: Gram-negative bacteria, biofilm, homoserine lactones, *quorum sensing*

1. Wstęp

Już prehistoryczny człowiek zdawał sobie sprawę, że żyjąc gromadnie ma większe szanse przetrwania. Powstanie i ewolucja mowy przyczyniły się do usprawnienia koordynacji życia w grupie. Niedawno stało się jasne, iż bakterie „odkryły” te same zasady przynajmniej milion lat wcześniej, a jako języka używały bogatego leksykonu chemicznych sygnałów dyfuzyjnych. W ostatnich dziesięciu latach odkryto, że drobnoustroje używają tych sygnałów do komunikowania się w obrębie jednego gatunku jak i pomiędzy różnymi gatunkami [5, 19, 34, 73].

Istnieje wiele substancji sygnałowych, systemów wykrywania sygnałów i mechanizmów ich przekazywania. Jeżeli procesy te są kontrolowane i koordynowane, zwiększają szansę przeżycia drobnoustrojów w zajmowanych przez nie niszach środowiskowa.

„Bakteryjne *quorum*” oznacza dostateczną liczbę drobnoustrojów do przeprowadzenia określonych procesów. Osiągnięcie *quorum* ułatwia współdziałanie znacznej liczby komórek bakterii tak, by działać efek-

tywnie. *Quorum sensing* – dosłownie poczucie obecności oznacza przeznaczony do komunikowania się system kontrolujący specyficzne geny w odpowiedzi na gęstość populacji. Drobnoustroje syntetyzują i uwalniają do środowiska cząsteczki sygnałowe nazywane autoinduktorami lub feromonami [100].

Są dwie klasy systemów komunikacji drobnoustrojów Gram-dodatnich i Gram-ujemnych.

1) Bakterie Gram-dodatnie „porozumiewają się” za pomocą sygnałów białkowych, wykorzystując dwuskładnikowy system detekcji i odpowiedzi na obecność autoinduktora. (Rys. 1A). Wytwarzane oligopeptydy wydzielane są na zewnątrz komórki bakteryjnej *via* transporter ABC, należący do nadrodziny białek posiadających kasetę wiążącą ATP (ang. ATP-Binding Cassette, ABC). Mechanizm przekazywania sygnału odbywa się na zasadzie kaskady fosforylacji i defosforylacji. W pierwszym etapie wzrasta ilość białkowego autoinduktora proporcjonalnie do zwiększania się gęstości populacji bakterii. Białko to jest rozpoznawane przez transbłonową kinazę białkową, która w kontakcie z ligandem ulega autofosforylacji zapoczątkowując