

DOI: 10.25205/978-5-4437-1691-6-39

**БИОИНФОРМАТИЧЕСКИЙ ПОИСК ГЕНОВ СИНТЕЗА БИОСУРФАКТАНТОВ
В ШТАММЕ *GORDONIA AMICALIS* G2*****BIOINFORMATIC SEARCH FOR BIOSURFACTANT SYNTHESIS GENES
IN *GORDONIA AMICALIS* G2 STRAIN**А. С. Филиппова^{1,2}, И. А. Нечаева¹¹Тулский государственный университет²Научно-исследовательский центр «БиоХимТех»,
Лаборатория экологической и медицинской биотехнологии, ТулаA. S. Filippova^{1,2}, I. A. Nechaeva¹¹Tula State University²Scientific Research Center "BioChemTech", Laboratory of Ecological and Medical Biotechnology, Tula

✉ stasya.filippova.01@gmail.com

Аннотация

Штамм *Gordonia amicalis* G2 является перспективным объектом для получения микробных гликолипидов с использованием отходов нефтепереработки. Геном штамма *G. amicalis* G2 образован кольцевой хромосомой и кольцевыми плазмидами pCP113 и pCP89. Биоинформатический анализ генома показал наличие ферментов, участвующих в синтезе жирных кислот и трегалозы, формирующих структуру биосурфактантов.

Abstract

Gordonia amicalis G2 strain is a potential object for the production of microbial glycolipids using oil refinery wastes. The genome of the *G. amicalis* G2 strain consists of a ring chromosome and ring plasmids pCP113 and pCP89. Bioinformatic analysis of the genome showed the availability of enzymes involved in the synthesis of fatty acids and trehalose, which form the structure of biosurfactants.

Представители рода *Gordonia* являются перспективными объектами для применения в биотехнологии, поскольку синтезируют широкий спектр вторичных метаболитов, включающих каротиноиды (эхиненон, адониксантин) [1], алкалоиды (пимпринин, кладониамид С, диолмицины А1 и А2), амиды (мохавенсин А, актиномицин Д), фенилпропаноиды (атрамицин, А и В, куркумин, А, В, С, 1,4-дифенил-2,3-бутандиол), терпеноиды (гордоновая кислота, бендиол А, В, С [2]), биосурфактанты (гликолипиды, липопептиды) и экзополисахариды, сидерофоры [3]. Для изучения организации метаболических путей синтеза различных ценных биологически активных соединений активно применяются методы биоинформатического анализа.

Объектом биоинформатического исследования являлся штамм *Gordonia amicalis* G2. Штамм выделен из песка морского порта Кат Лай (г. Хошимин, Вьетнам) и способен продуцировать гликолипидные биосурфактанты при росте на жидких алканах.

Для объекта исследования при помощи методов биоинформатического анализа проведена структурная и функциональная аннотация генома, определены гены, включенные в синтез биосурфактантов.

Геном штамма *G. amicalis* G2 состоит из кольцевой хромосомы и двух кольцевых плазмид pCP113 и pCP89, имеющих высокое содержание GC-пар (более 67 %) (рис. 1).

Проведение функциональной аннотации генома при помощи веб-сервера antiSMASH v.7.0 [4] показало наличие на хромосоме кластеров генов синтеза эктоина, полилизина, каротиноидов (рис. 2) и сидерофора мадурастатина.

Однако не все эти кластеры имеют высокое сходство с референсной последовательностью, хранящейся в базе данных сервера, о чем сообщено в столбце Similarity.

При помощи веб-серверов BlastKOALA [5] и KEGG [6] и алгоритма аннотации бактериальных геномов NCBI PGAP [7] обнаружены гены, имеющие хромосомную локализацию и участвующие в синтезе гликолипидов, состоящих из остатка сахара, этерифицированного остатками жирных кислот (рис. 3).

* Исследование выполнено при поддержке РФФ (проект № 24-24-20033).

© А. С. Филиппова, И. А. Нечаева, 2024

Путь трансформации алканов включает в себя последовательное окисление алкана под действием рубредоксинзависимой алкан-1-монооксигеназы (КФ 1.14.15.3), алкогольдегидрогеназы (КФ 1.1.1.1) и альдегиддегидрогеназы (КФ 1.2.1.3). Образовавшиеся в результате деградации кислоты включаются в путь β -окисления для синтеза жирных кислот с необходимой длиной углеводородной цепи (см. рис. 3, а). Для синтеза трегалозы в качестве исходного соединения могут выступать УДФ-глюкоза и глюкозо-1-фосфат, мальтоза-1-фосфат и мальтодекстрины, которые синтезируются в клетке в процессе ее жизнедеятельности (см. рис. 3, б).

Таким образом, в результате проведенного анализа, установлено, что штамм *G. amicalis* G2 может стать перспективным объектом для получения микробных поверхностно-активных веществ с использованием отходов нефтепереработки, содержащих жидкие углеводороды.

Литература

1. Loh W.L. C. et al. Exploring the fermentation characteristics of a newly isolated marine bacteria strain, *Gordonia terrae* TWRH01 for carotenoids production // J. Biosci. Bioengin. 2020. Vol. 130, No. 2. P. 187–194.
2. Sánchez-Suárez J. et al. Specialized Metabolism of *Gordonia* Genus: An Integrated Survey on Chemodiversity Combined with a Comparative Genomics-Based Analysis // BioTech. 2022. Vol. 11, No. 4. P. 53.
3. Lienkamp A. C., Haarmann M., Tischler D. *Gordonia*: versatile actinobacteria for biotechnology // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. Vol. 689, No. 1. P. 012024.
4. Веб-сервер antiSMASH v.7.0. URL: <https://antismash.secondarymetabolites.org/#!/start>.
5. Веб-сервер BlastKOALA. URL: <https://www.kegg.jp/blastkoala/>.
6. Веб-сервер KEGG. URL: <https://www.genome.jp/kegg/>.
7. Алгоритм аннотации бактериальных геномов NCBI PGAP. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/annotation_prok/.