



Измерение активности β-галактозидазы бактерий *E. coli* при добавлении 0,8 М сахарозы (внесение сахарозы указано стрелкой)

Литература

1. Смирнова Г. В., Красных Т. А., Октябрьский О. Н. Роль глутатиона при ответе *Escherichia coli* на осмотический шок // Биохимия. 2001. Т. 66. С. 1195–1201.
2. Smirnova G. V., Muzyka N. G., Oktyabrsky O. N. The role of antioxidant enzymes in response of *Escherichia coli* to osmotic upshift // FEMS Microbiology Letters. 2000. Vol. 186. P. 209–213.

THE RESPONSE OF BACTERIA *ESCHERICHIA COLI*, MUTANT BY COMPONENTS OF REDOX – SYSTEMS TO OSMOTIC UPSHIFT

V. S. SHUMILOVSKIKH¹, V. YU. USHAKOV^{1,2}, G. V. SMIRNOVA²

¹ Perm State University, Perm

² Institute of Ecology and Genetics of Microorganisms, Russian Academy of Sciences

Summary. The influence of redox-systems defects in the cells of bacteria *Escherichia coli* on adaptation to osmotic upshift was investigated. Strains, deficient in glutathione reductase, demonstrated the lowest levels of growth rate and maximal expression of superoxide dismutase.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ ШТАММОВ РОДА *AZOSPIRILLUM*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПОЧВ ПЕРМСКОГО РАЙОНА, УТИЛИЗИРОВАТЬ РАЗЛИЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ УГЛЕРОДА

К. В. Смирнов, А. Ю. Максимов, Е. Ю. Бурлуцкая

Пермский государственный национальный исследовательский университет

E-mail: sminov@a-als.ru

С каждым годом исследованию ризосферных бактерий уделяют все больше внимания. Особый практический интерес представляют те роды бактерий, которые стимулируют развитие растений – PGPB (plant growth promoting bacteria), в частности *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Enterobacter* [5].

Род *Azospirillum* представлен микроаэрофильными ассоциативными бактериями, многие из которых способны к фиксации атмосферного азота [3]. Данный род широко распространен и встречается в 30–90 % почв, поэтому их феноти-

пические признаки и связанные с ними адаптационные возможности разнятся в значительной степени [6].

Задачей данного исследования было выделить штаммы, принадлежащие к роду *Azospirillum*, из почв Пермского района, провести их характеристику по таким фенотипическим признакам, как способность к азотфиксации, способность к росту при концентрации NaCl в 1 и 3 % и способность к утилизации различных источников углерода.

Объект исследования: изоляты бактерий рода *Azospirillum*, выделенные из почв Пермского района (57°57'05 с. ш. 56°09'55 в. д.).

Используемые среды: среда Доберейнера следующего состава, г/л: яблочная кислота – 5; K_2HPO_4 – 0,5; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,2; NaCl – 0,1; $CaCl_2$ – 0,02; раствор микроэлементов – 2 мл; бромтимоловый синий (5%-ный спиртовой раствор) – 2 мл; Fe-ЭДТА (1,64 % раствор) – 4 мл; раствор витаминов – 1 мл; KOH – 4 г; агар – 1,75 г; раствор витаминов; вода дистиллированная. Состав раствора микроэлементов (г): $Na_2MoO_4 \cdot H_2O$ – 0,2; $MnSO_4 \cdot H_2O$ – 0,235; H_3BO_3 – 0,028; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ – 0,008; $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,024; вода дистиллированная – 200 мл. Состав раствора витаминов (мг): биотин – 10; пиридоксин – 20; вода дистиллированная – 100 мл. pH основного раствора доводилась до отметки 6,8. Растворы готовились отдельно, автоклавировались в течение 1 часа, затем смешивались в указанных выше пропорциях [1].

Тест на способность к азотфиксации. Изоляты высевались на безазотную среду Доберейнера. Способность к фиксации молекулярного азота определялась по наличию или отсутствию роста.

Тест на способность роста при различных концентрациях NaCl. Изоляты высевались на среду Доберейнера с концентрацией NaCl в 1 и 3%.

Тест на способность к утилизации различных источников углерода. Для данного теста использовалась твердая среда Доберейнера, в которой тривиальный для азоспирилл источник углерода (яблочная кислота) заменялся на такие источники углерода, как сахароза, мальтоза, рибоза, сорбитол, глюкоза. Штаммы культивировались на средах, содержащих вышеуказанные источники углерода, в течение 3–5 суток, рост штаммов оценивался визуально [5].

Результаты и обсуждение. Полученные данные соответствуют литературным данным: многие штаммы рода *Azospirillum* способны к азотфиксации [2] (табл. 1).

Таблица 1

Результаты теста на азотфиксацию

Признак	Штамм								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Способность фиксировать молекулярный азот	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Способность роста при 1 % концентрации NaCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Способность роста при 3 % концентрации NaCl	+	+	+	+	+	+	+	–	–

«+» – результат положительный; «–» – результат отрицательный

Кроме того, как показано в табл. 2, выделенные из почв Пермского района изоляты азоспирилл способны утилизировать различные источники углерода. Предполагается, что это одна из причин широкого распространения рода *Azospirillum*.

Таблица 2

Результаты теста на утилизацию источников углерода

Штамм	Источник углерода				
	Сахароза	Сорбитол	Рибоза	Мальтоза	Глюкоза
1	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+/-	+/-
6	+	+	+	+/-	+/-
7	+	+	-	+	-
8	-	+/-	+	+	+/-
9	-	-	-	+	+

«+» – рост есть; «-» – рост отсутствует; «+/-» – рост незначительный

Литература

1. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие. М.: МГУ, 1991. 304 с.
2. Hagh E. D. [et al.]. The role of *Azospirillum lipoferum* bacteria in sustainable production of maize // Journal of Food, Agriculture and Environment. 2010. Vol. 8. P. 702–704.
3. Hamdia B. E., Shaddad M. A. K., Doaa M. M. Mechanisms of salt tolerance and interactive effects of *Azospirillum brasilense* inoculation on maize cultivars grown under salt stress conditions // Plant Growth Regul. 2004. Vol. 44. P. 165–174.
4. Hartmann A., Baldani J. The Genus *Azospirillum* // Prokaryotes. 2006. Vol. 5. P. 115–140.
5. Tahir M. [et al.]. Isolation and identification of phosphate solubilizer *Azospirillum*, *Bacillus* and *Enterobacter* strains by 16SrRNA sequence analysis and their effect on growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) // Crop. Sci. 7. 2013. Vol. 9. P. 1284–1292.
6. Yu Z., Mohn W. W. Bacterial diversity and community structure in an aerated lagoon revealed by ribosomal intergenic spacer analyses and 16S ribosomal DNA // Appl. Environ. Microbiol. 2001. Vol. 67, № 4. P. 1565–1574.

INVESTIGATION ABILITIES OF *AZOSPIRILLUM* STRAINS, WHICH WERE ISOLATED FROM THE SOILS OF PERM REGION, TO UTILIZE DIFFERENCE CARBON SOURCES

K. V. SMIRNOV, A. YU. MAKSIMOV, E. YU. BURLUTSKAYA

Perm State National Research University, Perm

E-mail: sminov@a-als.ru

Summary. From the soils of Perm region were isolated nine *Azospirillum* strains. All of them can fix N₂. A lot of isolated strains can utilize such carbon sources as sucrose, maltose, ribose, sorbitol, glucose. Only two strains cannot utilize more than one carbon source. These facts favors that *Azospirillum* is a wide-spread genus with efficient mechanisms of adaptation.