



82% соответственно. Данный факт, что интенсивность транспирации возрастает к утру и то, что утренние показания интенсивности транспирации в условиях загрязнения практически всегда выше контрольных, предположительно можно объяснить тем, что листья ивы белой в течение дня уменьшают транспирационную активность из-за неблагоприятных погодных условий (высокая температура воздуха, низкая относительная влажность воздуха) и увеличивают ее к утру, чтобы вывести токсиканты, накопленные в течение дня.

В заключение следует отметить, что установленные различия в суточной и вегетационной динамике транспирации листьев ивы белой можно рассматривать как адаптивные реакции листьев ивы белой на действия нефтехимического загрязнения, направленные на обеспечение устойчивого роста и развития в экстремальных лесорастительных условиях.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант «Состояние водоохранно-защитных зон водохранилищ Башкирского Предуралья и Зауралья и обоснование мероприятий по формированию защитных лесных насаждений» 11-04-97025-р\_поволжье\_а) и МОН РФ (грант «Эколого-биологические и молекулярно-генетические аспекты состояния и функционирования*

*живых систем в крупных промышленных центрах Башкортостана»).*

## Список литературы

1. Гетко Н. В. Растения в техногенной среде : Структура и функция ассимиляционного аппарата. Минск. : Наука и техника, 1989. 208 с.
2. Илькун Г. М. Газоустойчивость растений. Киев : Наук. думка, 1971. 146 с.
3. Красинский Н. П. Значение изучения дымо-газоустойчивости растений для озеленения промплощадок и населенных пунктов // Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые сортаменты. М. ; Горький : Горьковский университет, 1950. С. 1–9.
4. Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 125 с.
5. Николаевский В. С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. Пушкино : ВНИИЛМ, 2002. 220 с.
6. Сергейчик С. А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде. Минск : Наука і тэхніка, 1994. 279 с.
7. Клейн Р. М., Клейн Д. Т. Методы исследования растений. М. : Колос, 1974. 527 с.
8. Андреева Е. Н., Баккал, И. Ю., Горшков В. В. и др. Методы изучения лесных сообществ / НИИХимии. СПбГУ. СПб., 2002. 240 с.
9. Сукачев В. Н. Программа и методика биогеоценологических исследований. М. : Наука, 1966. 333 с.
10. Penka M. Types of the daily course of transpiration rate in seedlings of forest trees // Biologia Plantarum (Praha). 1967. Vol. 9, № 6. P. 407–415.

УДК 579.6

## ВЫДЕЛЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА БАКТЕРИОФАГА *AZOSPIRILLUM LIPOFERUM* ШТАММА SP 59B

С. С. Макарихина<sup>1</sup>, О. И. Гулий<sup>1</sup>, О. И. Соколов<sup>1</sup>, А. М. Буров<sup>1</sup>,  
С. А. Павлий<sup>2</sup>, О. Н. Сивко<sup>2</sup>, Д. Ю. Володин<sup>2</sup>, О. В. Игнатов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов

<sup>2</sup>Саратовский государственный университет

E-mail: gulyi\_olga@mail.ru

Из микробных клеток *Azospirillum lipoferum* штамма SP59b выделен и описан бактериофаг (ЦАІ-Sp59b). На газоне индикаторного штамма Sp59b бактериофаг ЦАІ-Sp59b образует негативные колонии диаметром около 0,5 мм с ровными краями. Бактериофаг ЦАІ-Sp59b вызывает лизис бактерий *A. brasilense* штаммов Br 14, KR 77, S 17, S 27, Sp 245, *A. lipoferum* Sp 59b, SR 65 и RG 20a, *A. irakense* KA 3, но не инфицирует клетки *A. brasilense* штаммов Sp 7, Cd, Jm 6B2, SR 75, *A. irakense* KBC 1, *A. halopraeferans* Au 4, *A. amazonense* Am 14; не активен в отношении бактерий гетерологичных родов. Бактериофаг обладает устойчивостью к воздействию температуры, хлороформом, сохраняет активность при хранении при –4 °С в течение

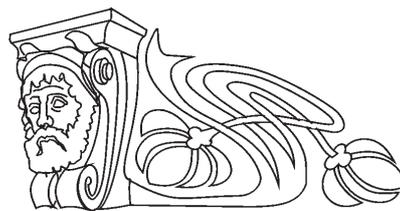
7 мес. Определена его принадлежность к семейству Podoviridae.

**Ключевые слова:** *Azospirillum brasilense*, бактериофаг, селективность.

### Isolation and Characterization of Bacteriophages from *Azospirillum Lipoferum* Strain SP 59B

S. S. Makarihina, O. I. Gulyi, O. I. Sokolov, A. M. Burov,  
S. A. Pavliy, O. N. Sivko, D. Yu. Volodin, O. V. Ignatov

Bacteriophage (ЦАІ-Sp59b) was isolated from microbial cells *Azospirillum lipoferum* strain SP59b and characterized. Bacteriophage





ЦАI-Sr59b on the lawn of indicator strain Sp59b can form negative colony diameter of about 0.5 mm with smooth edges. It is shown that the bacteriophage ЦАI-Sr59b causes lysis of bacterial *A. brasilense* strains Br 14, KR 77, S 17, S 27, Sp 245, *A. lipoferum* Sp 59b, SR 65 and RG 20a, *A. irakense* KA3, but do not infect cells of *A. brasilense* Sp 7, Cd, Jm 6B2, SR 75, *A. irakense* KBC 1, *A. halopraeferans* Au4, *A. amazonense* Am14. Bacteriophage ЦАI-Sp59b is not active against bacteria heterologous genera. Bacteriophage ЦАI-Sr59b highly lytical activity, high temperature resistance, and resistant to chloroform, remains active during storage at  $-4^{\circ}\text{C}$  for 7 months. ЦАI-Sp59b belongs to family Podoviridae.

**Key words:** *Azospirillum brasilense*, bacteriophages, specificity.

Бактериофаги микроорганизмов привлекают внимание исследователей из-за их повсеместного распространения, многообразия и важной экологической роли [1, 2]. Большинство исследований посвящены выделению и изучению бактериофагов патогенных микроорганизмов для их использования для диагностики и лечения инфекционных заболеваний. Вместе с тем, бактериофаги микроорганизмов, присутствующих в окружающей среде, представляют значительный интерес, поскольку напрямую влияют на численность микроорганизмов, находящихся в почве или природных водоемах [3, 4]. К почвенным бактериям, способствующим росту растений, относятся бактерии, принадлежащие к роду *Azospirillum*.

Существует весьма ограниченное количество работ, посвященным бактериофагам бактерий рода *Azospirillum*. Первые работы по выделению бактериофагов из клеток *Azospirillum* были опубликованы в 80-х гг. XX столетия [5–7]. В дальнейшем, после долгого перерыва, была опубликована статья французских исследователей, которыми были выделены и описаны бактериофаги из 24 штаммов 4 видов бактерий, принадлежащих к роду *Azospirillum* [8].

Целью данной работы являлось выделение бактериофага из культуры *Azospirillum lipoferum* Sp59b и изучение его свойств.

### Материалы и методы

В работе использовали микроорганизмы *A. brasilense* штаммов Sp 7, Cd, Sp 107, Sp 245, Jm 6B2, Br 14, KR 77, S 17, S 27, SR 55, SR 75, *A. amazonense* Am14, *A. halopraeferans* Au 4, *A. irakense* штаммов KBC 1, KA 3, *A. lipoferum* штаммов Sp 59b, SR 65, RG 20a, *Escherichia coli* штаммов B-878 и XL-1, *Pseudomonas putida* штаммов C-11 и BA-11, *Acinetobacter calcoaceticum*A-122, полученные из коллекции культур ИБФРМ РАН.

Культуры клеток хранили на чашках Петри с твердой агаризованной средой. Суточную культуру

получали путем посева с чашек Петри в колбу с жидкой LB-средой. Выращивание клеток осуществляли на круговой качалке при интенсивности перемешивания 160 об/мин при  $30\pm 1^{\circ}\text{C}$  в течение 18–20 ч.

Суточную культуру клеток *Azospirillum lipoferum* Sp59b подвергали охлаждению в течение 2 ч при температуре  $+4^{\circ}\text{C}$ . После чего клетки осаждали центрифугированием при 6000 об/мин в течение 20 мин. К супернатанту, помещенному в стерильную посуду, добавляли полиэтиленгликоль (ПЭГ) 6000, NaCl (г/л): NaCl – 93.5 (1.6M), ПЭГ-6000 Panreac – 130 (2.5M), в количестве 1/5 объема супернатанта, затем колбу с супернатантом обкладывали льдом и помещали в холодильник при  $4^{\circ}\text{C}$  на 18–20 ч. По прошествии указанного времени суспензию центрифугировали при 13400 об/мин в течение 30 мин. Полученный осадок ресуспендировали в 1 мл ТЕ-буфера (Трис HCl, pH 8,0 – 10мM, EDTA – 1мM).

Морфологию негативных колоний бактерий, зараженных бактериофагами, изучали при посевах методом агаровых слоев (метод Грация) [9].

Диапазон литической активности и специфичности бактериофагов определяли методом нанесения бактериофага на газон гомологичных или гетерологичных бактериальных культур [9].

Результат считали положительным, если на месте нанесения фага на газоне сплошного роста культуры образовывалась прозрачная зона лизиса с вторичным ростом фагорезистентных микроорганизмов или без него.

Определение устойчивости бактериофага к воздействию высокой температуры проводили по методике [9], при этом бактериофаг подвергался воздействию высокой температуры от 50 до  $90^{\circ}\text{C}$  с шаговым интервалом в  $10^{\circ}\text{C}$ , при этом время воздействия составляло 30 мин. Активность бактериофагов определяли по методу Грация. В качестве контроля использовали культуру бактериофага без воздействия температуры. Результат учитывали на вторые сутки по изменению титра бактериофагов.

Определение устойчивости бактериофага к воздействию хлороформа проводили по методике [9], для этого бактериофаг обрабатывали хлороформом в соотношении 1:10 при постоянном перемешивании. При этом время воздействия хлороформа составляло 10, 20, 30 и 40 мин. Активность бактериофага определяли методом Грация.

Определение устойчивости бактериофага к воздействию разных значений pH проводили по методике [9]. Для этого на заключительном этапе выделения бактериофага использовали



ТЕ-буферный раствор с разными значениями рН: 5,5; 6,5; 8,5; 9,5, при этом время воздействия буферного раствора составляло 18–20 ч. Далее определяли активность исследуемого бактериофага методом двуслойного агара по Грация.

Определение изменения активности бактериофагов при хранении проводили по методике [9]. Бактериофаги хранились в 1 мл ТЕ-буфера (рН7,5) при температуре  $-4^{\circ}\text{C}$ , активность проверяли каждый месяц методом двуслойного агара по Грация.

Электронно-микроскопический анализ фаговых частиц полученных бактериофагов проводили на просвечивающем электронном микроскопе Libra 120 (Carl Zeiss, Германия) при ускоряющем напряжении 120 кВ.

Подготовку препаратов для электронной микроскопии проводили осаждением вирусных частиц в режиме низкоскоростного центрифугирования (концентрация фаговых частиц  $\sim 10^6$  частиц/мл), как описано [10]. Контрастирование осуществляли 1% УА в течение 5 мин.

### Результаты и их обсуждение

Поскольку бактерии рода *Azospirillum* являются модельным объектом в изучении ассоциативного взаимодействия и играют немаловажную роль в стимуляции роста растений, нами была предпринята попытка выделить бактериофаг из клеток бактерий *A. lipoferum* штамма Sp 59b и изучить его свойства, такие как: морфологию негативных колоний, спектр литической активности, температурную устойчивость, устойчивость к воздействию рН и хлороформа, изменение литической активности при хранении, морфологию фаговых частиц с помощью электронно-микроскопического исследования.

Первоначально исследовали данный штамм на наличие в нем профага. В первой серии опытов использовали методику, предложенную Д. М. Гольдфарбом (1961) [11], для выделения бактериофагов без воздействия индуцирующего фактора. В результате было установлено, что культура *A. lipoferum* Sp59b в опытах по выделению бактериофага без воздействия на клетки индуцирующего фактора не проявила лизогенных свойств. Далее с целью выделения бактериофага из клеток *A. lipoferum* Sp59b на культуру воздействовали индуцирующим фактором [11], при этом в качестве индуцирующего фактора использовали воздействие низкой температуры. После воздействия данного индуцирующего фактора из клеток бактерий *A. lipoferum* штамма Sp59b был выделен бактериофаг, который при-

нято обозначать как ЦА1-Sp59b [8]. Резюмируя полученные данные, можно утверждать, что у клеток *A. lipoferum* штамма Sp59b обнаружено явление лизогении.

На следующем этапе изучали биологические свойства выделенного бактериофага. Для определения морфологии негативных колоний высевали исследуемый бактериофаг в разведении  $10^{-7}$ – $10^{-9}$  на чашки Петри методом агаровых слоев по Грация [9]. Было показано, что бактериофаг ЦА1-Sp59b на газоне индикаторного штамма Sp59b образует округлые, с ровным четким краем, прозрачные негативные колонии одного типа диаметром около 0,5 мм.

Анализ выращенных культур после длительного культивирования (до 5 суток) показал, что пятна остаются прозрачными.

Литическая активность бактериофага оценивается по его способности вызывать лизис бактериальной культуры и выражается степенью максимального разведения, в котором испытуемый бактериофаг проявил свое литическое действие. Более точно оценить активность бактериофага можно путем определения количества активных корпускул вируса в единице объема. Активность исследуемого бактериофага составила приблизительно  $8,9 \times 10^{11}$  корпускул в 1 мл.

К биологическим свойствам бактериофага, имеющим важное практическое и теоретическое значение, относится диапазон литической активности – это спектр лизиса гомологичных фагов бактерий по серологической группе. Определение спектра литической активности проводили методом нанесения капель бактериофага на газон изучаемой культуры [9]. Изучение спектра литической активности бактериофага ЦА1-Sp59b определяли по отношению к 16 штаммам бактерий рода *Azospirillum*: *A. brasilense* Sp 7, Cd, Sp 245, Jm 6B2, Br 14, KR 77, S 17, S 27, SR 75, *A. halopraeferans* Au 4, *A. irakense* KBC 1, KA 3, *A. lipoferum* штаммов Sp 59b, SR 65 и RG 20a, *A. amazonense* Am 14. Результат считали положительным, если на месте нанесения фага на газоне сплошного роста культуры образовывалась прозрачная зона лизиса, и, соответственно, результат считали отрицательным при отсутствии лизиса. Было показано, что бактериофаг ЦА1-Sp59b проявляет активность в отношении клеток *A. brasilense* Br 14, KR 77, S 17, S 27, Sp 245, *A. lipoferum* штаммов Sp 59b, SR 65 и RG 20a, *A. irakense* KA3, но не инфицирует клетки *A. brasilense* штаммов Sp 7, Cd, Jm 6B2, SR 75, *A. Irakenze* KBC 1, *A. halopraeferans* Au 4, *A. amazonense* Am 14. Полученные результаты представлены в табл. 1.



Таблица 1

**Спектр литической активности ЦА1-Sp59b  
на газоне индикаторных культур**

Вид	Штамм	Лизис
<i>A. brasilense</i>	Sp7	-
	Cd	-
	SR75	-
	Sp245	-
	Br14	+
	KR77	+
	Jm6B2	-
	S17	+
	S27	+
<i>A. lipoferum</i>	Sp59b	+
	RG20a	+
	SR65	+
<i>A. irakense</i>	KBC1	-
	KA3	+
<i>A. halopraeferans</i>	Au 4	-
<i>A. amazonense</i>	Am 14	-
<i>Pseudomonas putida</i>	C-11	-
<i>P. putida</i>	BA-11	-
<i>Escherichia coli</i>	XL-1	-
<i>E. coli</i>	B-878	-
<i>Acinetobacter calcoaceticum</i>	A-122	-

Примечание. «+» – наличие лизиса бактериальной культуры; «-» – отсутствие лизиса бактериальной культуры.

Необходимым условием для применения бактериофагов в микробиологических целях является отсутствие литического действия в отношении гетерологичных бактерий (специфичность). В качестве гетерологичных культур использовали бактерии родов *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*. Выбор культур обусловлен близкими размерами с клетками азоспирилл (см. табл. 1). Установлено, что данный бактериофаг не вызывал лизис ни одной из испытываемых культур других видов бактерий. На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что бактериофаг ЦА1-Sp59b является не активным в отношении бактерий гетерологичных родов.

При изучении температурной устойчивости бактериофага ЦА1-Sp59b было показано, что прогревание до температуры +70 °С не оказало существенного влияния на его активность. На ос-

новании полученных результатов можно сделать вывод, что изучаемый бактериофаг ЦА1-Sp59b является термостабильным.

Согласно литературным данным [12], хлороформ может инактивировать некоторые бактериофаги. Поэтому изучали влияние хлороформа на активность бактериофага ЦА1-Sp59b, при этом было показано (табл. 2), что изучаемый бактериофаг проявил высокую устойчивость к воздействию хлороформа.

Таблица 2

**Устойчивость бактериофага ЦА1-Sp59b  
к воздействию хлороформа**

Время воздействия хлороформа, мин	Активность бактериофага после обработки хлороформом, количество активных корпускул в 1 мл
10	$8,1 \times 10^9$
20	$4,5 \times 10^9$
30	$3,8 \times 10^9$
40	$3,1 \times 10^9$
Контроль активности бактериофага	$4,0 \times 10^{10}$

При изучении влияния изменений значений pH буферного раствора на активность бактериофага ЦА1-Sp59b установлено, что бактериофаг ЦА1-Sp59b проявил высокую активность при значении pH буферного раствора в пределах от 5,5 до 9,5 (табл. 3). При этом следует отметить, что щелочная среда буферного раствора незначительно влияла на снижение активности изучаемого бактериофага. При этом нахождение бактериофага в кислой среде в большей степени отражалось на снижении его инфекционной способности.

Таблица 3

**Активность бактериофага ЦА1-Sp59b  
после воздействия буферного раствора  
с разными значениями pH**

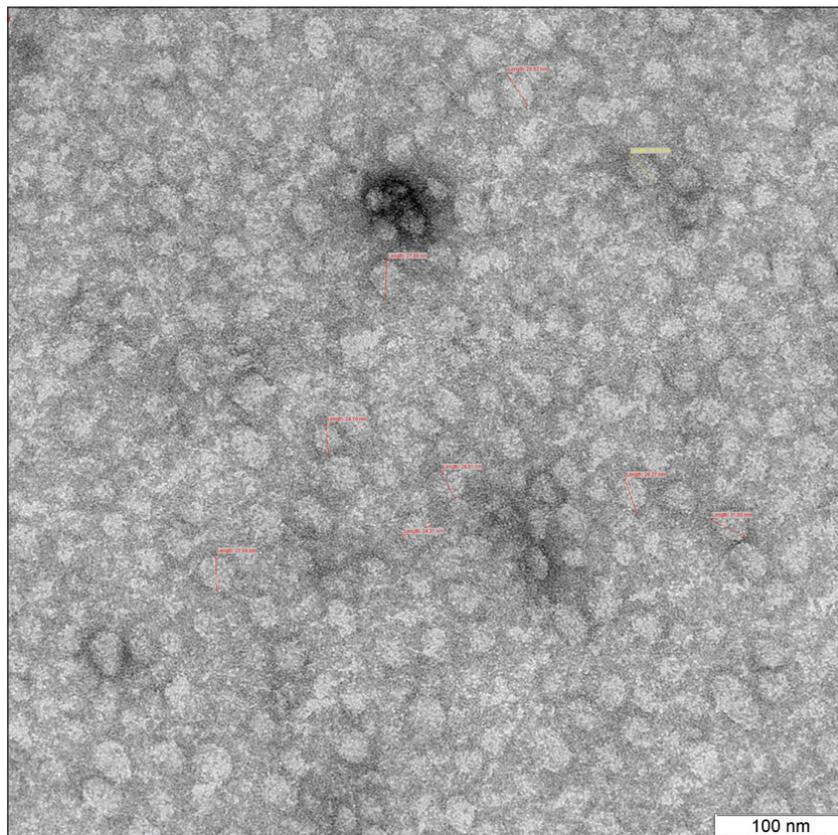
pH буферного раствора	Активность бактериофага, количество активных корпускул в 1 мл
5,5	$8,5 \times 10^9$
6,5	$9,3 \times 10^9$
7,5	$4,0 \times 10^{10}$
8,5	$7,6 \times 10^9$
9,5	$2,4 \times 10^{10}$
Контроль активности бактериофага	$4,0 \times 10^{10}$



При изучении сохранения активности бактериофага ЦА1-Sp59b в процессе хранения было показано, что бактериофаг ЦА1-Sp59b сохраняет активность в течении 7 месяцев, при этом титр бактериофага за этот период снижался от  $5,2 \times 10^8$  до  $6,5 \times 10^6$  фаговых частиц/мл.

Для определения систематического положения выделенного бактериофага проводилось его электронно-микроскопическое исследование. В результате было установлено (рисунок), что

вирусные частицы имеют сферическую головку размером около 30 нм и короткий хвостовой отросток размером до 10 нм. В соответствии с морфологическими параметрами, бактериофаг ЦА1-Sp59b, предположительно, согласно Международной классификации и номенклатуре вирусов относится к семейству Podoviridae [13], а по классификации А. С. Тихоненко – ко II морфологической группе «Фаги с аналогом отростка» [14].



Электронно-микроскопическое изображение бактериофага ЦА1-Sp59b. Масштаб 100 нм (увеличение 40 000)

Таким образом, из микробных клеток *A. lipoferum* штамма Sp 59b с использованием индуцирующего – фактора низкой температуры – выделен бактериофаг ЦА1-Sp59b, изучены его биологические свойства. Основываясь на полученных данных, можно утверждать, что у клеток *A. lipoferum* штамма Sp59b обнаружено явление лизогении. Бактериофаг ЦА1-Sp59b на газоне индикаторного штамма Sp59b образует негативные колонии диаметром около 0,5 мм с ровными краями, которые сохраняют прозрачность до 5 суток. Показано, что бактериофаг ЦА1-Sp59b вызывает лизис гомологичных бактерий

*A. brasilense* штаммов Br 14, KR 77, S 17, S 27, Sp 245, *A. lipoferum* штаммов Sp 59b, SR 65 и RG 20a, *A. irakense* KA 3, но не инфицирует клетки *A. brasilense* Sp 7, Cd, Jm 6B2, SR 75, *A. irakense* KBC 1, *A. halopraeferans* Au 4, *A. amazonense* Am 14. Бактериофаг ЦА1-Sp59b является не активным в отношении бактерий гетерологичных родов. Изучаемый бактериофаг обладает высокой температурной устойчивостью до 90 °С, сохраняет высокую активность при значении рН буферного раствора в пределах от 5,5 до 9,5, устойчивость к воздействию хлороформом в течение 40 мин, сохраняет активность в процессе хранения при –



4 °С в течение 7 мес. Определена принадлежность бактериофага ЦА1-Sp59b к семейству Podoviridae согласно Международной классификации и номенклатуре вирусов, по классификации А. С. Тихоненко (1968) – к II морфологической группе «Фаги с аналогом отростка».

*Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение № 8852) и РФФИ (гранты № 10-02-01313а и 12-02-01057а).*

#### Список литературы

1. Kropinski A. M., Clokie M. R. J. Bacteriophages : Methods and protocols. Vol. 1: Isolation, characterization and interaction. Humana Press, a part of Springer Science + Business Media, LLC. 2009. Vol. 501. P. 307.
2. Dwivedi B., Schmieder R., Goldsmith D. B., Edwards R. A., Breitbart M. PhiSiGns: an online tool to identify signature genes in phages and design PCR primers for examining phage diversity // BMC Bioinformatics. 2012. Vol.13. P. 37.
3. Ashelford K. E., Norris S. J., Fry J. C., Bailey M. J., Day M. J. Seasonal population dynamics and interactions of competing bacteriophages and their host in the rhizosphere // Appl. Environ. Microbiol. 2000. Vol. 66, № 10. P. 4193–4199.
4. Romero-Suarez S., Jordan B., Heinemann J.A. Isolation and characterization of bacteriophages infecting Xanthomonas arboricola pv. juglandis, the causal agent of walnut blight disease // World J. Microbiol. Biotechnol. 2012. Vol. 28, № 5. P. 1917–1927.
5. Elmerich C., Quiviger B., Rosenberg C., Franche C., Laurent P., Dübener J. Characterization of a temperate bacteriophage for *Azospirillum* // Virology. 1982. Vol. 122. P. 29–37.
6. Ewing B., Hillier L., Wendl M. C., Green P. Base-calling of automated sequencer traces using phred. I. Accuracy assessment // Genome Res. 1998. Vol. 8. P. 175–185.
7. Germida J. J. Spontaneous induction of bacteriophage during growth of *Azospirillum brasilense* in complex media // Can. J. Microbiol. 1984. Vol. 30. P. 805–808.
8. Boyer M., Haurat J., Samain S., Segurens B., Gavory F., González V., Mavingui P., Rohr R., Bally R., Wisniewski-Dyū F. Bacteriophage prevalence in the genus *Azospirillum* and analyses of the first genome sequence of an *Azospirillum brasilense* integrative phage // Appl. and Environ. Microbiology. 2008. Vol. 74, № 3. P. 861–874.
9. Адамс М. Бактериофаги. М. : Изд-во Иностран. лит., 1961. 272 с.
10. Ackermann H.-W. Bacteriophages Methods and Protocols: Isolation, Characterization, and Interaction / ed. M. R. J. Clokie, A. M. Kropinski. Humana Press, 2005. Vol. 1. P. 113 H.-W.126.
11. Гольдфарб Д. М. Бактериофагия. М. : Медгиз, 1961. 299 с.
12. Феоктистова Н. А. Выделение и изучение биологических свойств бактериофагов рода *Proteus*, конструирование на их основе биопрепарата и разработка параметров практического применения : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2006. 166 с.
13. Ackermann H.-W. 5500 phages examined in the electron microscope // Arch. Virol. 2007. Vol. 152. P. 227–243.
14. Тихоненко А. С. Ультраструктура вирусов бактерий. М. : Наука, 1968. 170 с.

УДК 612.821.3

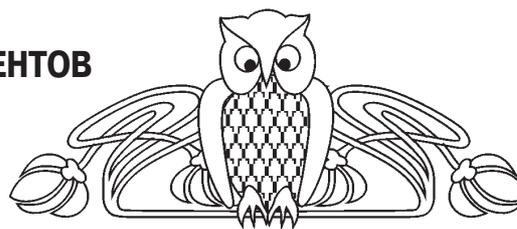
## ВЛИЯНИЕ СЕНСОРНОЙ АСИММЕТРИИ НА МЫСЛИТЕЛЬНЫЕ СПОСОБНОСТИ СТУДЕНТОВ РАЗНОГО ПРОФИЛЯ ОБУЧЕНИЯ

Е. М. Зинченко, Е. Ю. Лыкова

Саратовский государственный университет  
E-mail: Odonata1108@yandex.ru

Функциональная межполушарная асимметрия мозга является одной из интереснейших проблем в современной науке. Влияние профиля латеральной организации мозга на различные аспекты жизни многогранно и недостаточно изучено. Учитывая, что информация, поступающая от анализаторов, обрабатывается двумя полушариями, было интересно рассмотреть действие сенсорной асимметрии на когнитивные способности студентов.

**Ключевые слова:** сенсорная асимметрия, когнитивные способности, вербальный и невербальный интеллект, студенты, профиль обучения.



### Effect of Sensory Asymmetry on Cognitive Abilities of Students Different Profiles of Training

E. M. Zinchenko, E. Yu. Lykova

Functional hemispheric asymmetry of the brain is one of the most interesting problems in modern science. Influence the profile of the lateral organization of the brain to different aspects of life is multifaceted and not well understood. Considering that information from the analyzers processed by two hemispheres, it was interesting to