



Биолог. журн. Армении, 3 (66), 2014

СОДЕРЖАНИЕ И РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КЛЕТОК БАКТЕРИЙ РОДОВ *PSEUDOMONAS* И *BACILLUS* В ОБРАЗЦАХ ПОЧВ ИЗ УЧАСТКОВ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К АРМЯНСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Г.Э. ХАЧАТРЯН¹, Н.И. МКРТЧЯН¹, Н.В. СИМОНЯН¹,
В.Б. АРАКЕЛЯН²

¹Ереванский физический институт, ²Ереванский госуниверситет
garnik@mail.yerphi.am

Из образцов почв, взятых из районов, прилегающих к Армянской атомной электростанции вдоль преимущественного направления ветров, выделены представители сравнительно радиочувствительных близкородственных видов бактерий *Pseudomonas putida* и *P. fluorescens* и сравнительно радиорезистентных бацилл *Bacillus mesentericus* и *B. subtilis*. Исследовано их количественное содержание в почвах точек мониторинга и радиочувствительность. Показано, что в почвах с повышенным содержанием ¹³⁷Cs количество клеток *Pseudomonas* ниже, при этом радиорезистентность их несколько повышена. Содержание клеток рода *Bacillus* варьирует без определенной закономерности, а кривые выживаемости имеют практически одинаковые характеристики во всех точках.

Армянская АЭС – содержание ¹³⁷Cs в почве – численность биотипов *Pseudomonas* – радиочувствительность *P. fluorescens* – численность *B. mesentericus* – радиочувствительность *B. subtilis*.

Քամիների գերիշխող ուղղությամբ Հայկական ատոմային էլեկտրակայանին հարող տարածքների հողերից վերցրած նմուշներից անջատվել են բավականին ռադիոզգայուն, մոտ ազգակից *Pseudomonas putida* և *P. fluorescens* բակտերիաների տեսակների, և բավականին ռադիոկայուն *Bacillus mesentericus* և *B. subtilis* բացիլների ներկայացուցիչներ: Ուսումնասիրվել են դրանց բանական պարունակությունը հողերի մոնիտորինգի կետերում և ռադիոզգայունությունը: Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ հողում ¹³⁷Cs քանակի բարձր պարունակության դեպքում գրանցվել է *Pseudomonas* ջեղի բջիջների քանակի պակաս, այսինչ ռադիոկայունությունը մի փոքր ավելացել է: *Bacillus* տեսակների բջիջների քանակը ողջ տարացքում տատանվում է առանց որոշակի օրինաչափության, իսկ կենսակայունության կորերն ունեն գործնականում միանման բնութագրեր մոնիտորինգի բոլոր կետերից անջատված բջիջների համար:

Հայկական ԱԷԿ – ¹³⁷Cs պարունակությունը հողում – *Pseudomonas* բիոտիպերի քանակը – *P. fluorescens*-ի ռադիոզգայունությունը – *B. mesentericus*-ի քանակը, *B. subtilis*-ի ռադիոկայունությունը

From the samples of soils taken from the sites adjoining to the Armenian Nuclear Power Plant along the predominant direction of winds representatives of rather radiosensitive closely-related species of bacteria *Pseudomonas putida* and *P. fluorescens* and rather radioresistant bacilli *B. mesentericus* and *B. subtilis* were isolated. Their quantitative content in the soils of monitoring points and radiosensitivity was investigated. It was shown that in soils with the raised quantity of ¹³⁷Cs the amount of *Pseudomonas* cells is understated; contrariwise their radioresistance was a little bit raised. The maintenance of cells of *Bacillus species* varied without certain law, and survival curves had practically identical characteristics in all the points.

Armenian NPP – content of ¹³⁷Cs in the soil – quantity of *Pseudomonas* biotype, radiosensitivity of *P. fluorescens*, quantity of *B. mesentericus* – radioresistance of *B. subtilis*.

Последствия непосредственного воздействия Армянской АЭС, а именно основного радиоактивного компонента выбрасываемых аэрозолей – ^{137}Cs на интегральное содержание микроорганизмов в образцах почвы, прилегающей к АЭС, на фоне глобальных выпадений рассматривались в работе [11].

Следует отметить, что при исследовании реакции микробиоты на изменение содержания радионуклидов в почве информативна также оценка численности отдельных видов, составляющих микробное население почвы. Не менее информативно и определение радиобиологических параметров кривых выживания клеток отдельных видов микрофлоры. Известно, что в природных условиях в популяциях различных живых организмов под влиянием воздействия повышенного естественного фона ионизирующего излучения (например, на местах выхода радиоактивных руд) и антропогенной компоненты, связанной с деятельностью человека по использованию атомной энергии, происходят различного рода адаптивные изменения, мобилизуются репарационные возможности организмов, что в конечном счете приводит к увеличению радиорезистентности на популяционном уровне или изменению их радиобиологических характеристик. При этом вероятность изменения радиобиологических параметров радиочувствительных организмов больше, чем радиорезистентных [4, 14].

В качестве объектов для радиобиологических исследований, составляющих бактериальную микрофлору почвы исследуемых районов мониторинга, мы выбрали клетки бактерий *Pseudomonas* и *Bacillus*. Выбор был сделан в соответствии с литературными данными: *Pseudomonas* в качестве наиболее радиочувствительной составляющей бактериального населения почвы, а *Bacillus* – наиболее резистентной [6, 15]. Естественно, что для проведения сравнительных исследований по оценке численности и радиочувствительности отдельных видов, формирующих микробное население почвы, необходимым условием является их наличие во всех точках наблюдения. Однако идентификация культур – это достаточно трудоемкий и длительный процесс. В связи с этим перед нами встала задача разработки комплекса процедур, который позволил бы в кратчайшие сроки и ограниченным числом относительно простых операций выявить в анализируемых образцах искомые культуры.

Материал и методика. Отбор образцов почв и определение численности микроорганизмов проводили в соответствии с методикой, детально описанной в работе [11].

Для обеспечения большей достоверности получаемых результатов проводили параллельные высевы на чашки Петри с мясопептонным агаром (МПА) из исходных пробирок с выбранными разведениями клеточных суспензий, а также повторяли эксперименты на каждой почвенной пробе не менее трех раз.

Методы выделения и идентификации микроорганизмов. Идентификацию микроорганизмов проводили с использованием приемов и методов традиционной микробиологии, применяя классические селективные и элективные среды и подходы [1-3, 5, 7-10, 13, 16-19]. Ниже приводятся шаги, выработанные для достижения поставленной цели, и перечень основных сред, которые при проведении анализа бактериальных культур были использованы для их роста.

Пастеризация [7, 10]. В качестве первого шага на пути к выделению бактерий применяли термообработку исходной почвенной суспензии, что позволило отделить спорообразующие бактерии (бациллы) от неспорообразующих. Для этой цели аликвоту из соответствующего разведения бактериальной суспензии прогревали в течение 20 мин в ультратермостате при температуре 80°C , после чего производили посев на соответствующую среду.

Рост на среде с трифенилметановым красителем [7]. Параллельно проводили посев на селективную среду, содержащую трифенилметановый краситель, на которой способны расти только грамотрицательные бактерии. Среду обычно готовили на основе МПА. В качестве красителя использовали бриллиантовый зеленый в соотношении 1:200000 (1 мг красителя на 200 мл среды).

Ниже приводятся наименования основных сред, использованных при идентификации почвенных культур. Остальные упоминаются по мере необходимости в разделе *результаты и обсуждение*.

Среды *Pseudomonas agar F* [17]. Посев на данной среде позволял удостовериться в истинности отобранного биотипа бактерий, как относящегося к видам *Ps. putida* и *Ps. fluorescens* по характерной окраске среды, которая при росте на ней выделенных культур приобретает желто-зеленую окраску различной интенсивности.

Селективная среда по Мосселю [18]. Содержит на 900 мл исходной среды 100 мл яичной эмульсии, добавленной в стерильных условиях, и полимиксин Б. Эта среда позволяет идентифицировать *B. cereus* и *B. subtilis*, поскольку при росте на ней они приобретают специфическую окраску: *B. cereus* – окрашивается в красный цвет, *B. subtilis* – в желтый.

В ходе идентификации были также дополнительно использованы следующие среды:

- мясопептонный агар (МПА)/сусло агар в соотношении 1:1;
- стандартная плотная питательная среда на основе желатины (тест на разжижение желатины) [2, 8];
- стандартная плотная питательная среда, содержащая крахмал (тест на гидролиз крахмала [8];
- специфическая среда с тремя сахарами: характерное изменение цвета вдоль скошенного агара при сочетании поверхностного и глубинного посевов и его разрыв, вследствие газовыделения [8];
- жидкая питательная среда, при инкубации в которой со временем происходит формирование поверхностной пленки, характерной для каждого из видов: отличие по цвету и форме, специфический запах акаций [13].

Таким образом, комплекс вышеописанных сред и приемов позволил создать экспресс-подход, благодаря которому удавалось за короткие сроки определять в опытных образцах почвы искомые культуры.

Для большей достоверности при определении принадлежности выделенных культур к тому или иному виду мы также сочли необходимым провести сравнение культуры, выделенной нами из почвы, с культурами-образцами, о родовой принадлежности которых имелась достоверная информация. Речь идет об идентификации культур родов *Pseudomonas* и *Bacillus*. В случае отсутствия возможности приобретения нужной культуры из достоверного источника (например, из ВКМ), эти культуры (в нашем случае: *B. subtilis* – сенная палочка и *B. mesentericus* – картофельная палочка) выделялись согласно классическим прописям [1, 10].

Для рода *Pseudomonas* в качестве контрольных культур были использованы штаммы *Ps. putida* ВКМ В-1458Д и *Ps. fluorescens* ВКМ В-1470, полученные ранее из Пушкино.

Определение радиочувствительности. В экспериментах по определению радиочувствительности использовали выращенные при температуре 28-30⁰С на скошенном мясопептонном агаре 18-часовые культуры клеток бактерий *B. subtilis* и *Pseudomonas* (биотипы *putida* и *fluorescens*), выбранные нами в качестве объектов и выделенные из указанных точек мониторинга.

Разведения клеточной суспензии для облучения и контроля готовили таким образом, чтобы на каждой чашке выросло в среднем 300-400 колоний. Выбор посевного материала с таким содержанием колониеобразующих единиц обусловлен, прежде всего, удобством подсчета и достаточной нагрузкой в статистическом смысле при определении выживаемости по методу макроколоний. Облучение клеточных суспензий рентгеновскими лучами проводили на установке РУП-17 (напряжение на трубке 165 кВ, сила тока 15 мА, мощность дозы 24 Гр/мин) при комнатной температуре. Контрольные и облученные образцы после соответствующих разведений высевали на мясопептонный агар в чашки Петри и выращивали в термостате при температуре 28-30⁰С. Подсчет макроколоний проводили через двое суток после посева. К этому времени, как правило, и контрольные, и облученные различными дозами рентгеновских лучей жизнеспособные клетки формировали видимые невооруженным глазом макроколонии. Каждый опыт повторялся 4-5 раз. Стандартная ошибка определения средних значений выживаемости клеток при усреднении результатов разных опытов, как правило, составляла 5%.

Результаты и обсуждение. Идеология, которой мы руководствовались при выборе точек мониторинга, была подробно описана в предыдущей публикации [11].

Учитывая то, что роды *Bacillus* и *Pseudomonas* представляют собой крупные систематические группы, члены которой могут быть неравномерно распределены в почве пунктов наблюдения, нашей первоочередной задачей являлась необходимость остановить выбор на представителях тех видов, которые, согласно литературным свидетельствам, распространены достаточно широко в исследуемой местности и идентификацию которых можно реализовать с наибольшей достоверностью. Изначально в кругу наших интересов оказались *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. mesentericus*, которые, по литературным данным [12], распространены в исследуемых почвах, для идентификации которых были подобраны различные методические приемы и селективные среды и относительно которых в литературе было найдено детальное описание морфологических, физиологических и биохимических признаков [1-3, 5, 7-10, 13, 16-19].

С использованием различных дифференциальных сред (МПА-бриллиантовый зеленый, МПА-сусло-агар, среда Мосселя, стерильная картошка с мелом, желатиновая среда, селективные среды для псевдомонад: агар F и агар P, специфическая среда с тремя сахарами) были проведены работы по выделению из почвенных образцов бактерий родов *Pseudomonas* и *Bacillus* и изучению их культурально-морфологических и физиолого-биохимических особенностей. Для выделения грамотрицательных бактерий, к которым относится род *Pseudomonas*, подходящими являются среды с добавкой трифенилметановых красителей (среда с бриллиантовым зеленым), присутствие которых подавляет рост грамположительных культур. Сочетание этой среды с селективными средами F и P позволило выделить биотипы *P. fluorescens* и *P. putida*. При росте на них среда вокруг колоний этих культур приобретает характерную желтовато-зеленую окраску, что позволяет легко определить интересующий нас биотип. В качестве полноценной среды для оценки числа бактерий рода *Pseudomonas* использовался мясо-пептонный агар (МПА), для бацилл – МПА/сусло-агар в соотношении 1:1.

Представители рода *Bacillus*, являясь спорообразующими культурами, легко отделяются от остальных с помощью метода пастеризации или селективного ингибирования температурой, который заключается в 20-минутной инкубации культур в водяной бане при температуре 80°C. При этом погибают практически все остальные бактериальные культуры, а также вегетативные клетки *Bacillus*, не успевшие образовать эндоспоры. После инкубации производился посев на среде МПА/сусло-агар и проводился подсчет колоний. Для контроля полученных результатов параллельно проводили посев исходной почвенной суспензии на ряд селективных сред. Например, на среде Мосселя [18] с добавкой сульфата полимиксина “В” колонии *B. subtilis* приобретали желтую окраску, колонии *B. cereus* – красную. Аналогичный контроль искомым бацилл позволяла осуществлять среда по Вильямсу, при росте на которой колонии *B. subtilis* и *B. cereus* приобретали желтую окраску на фоне фиолетового цвета среды [19] и т.д. Как уже упоминалось в разделе **материал и методика**, для большей достоверности мы сравнивали выделенные культуры с контрольными, полученными по классическим методикам из вытяжки сена в случае *B. subtilis* и картофеля с мелом в случае *B. mesentericus* [1].

На среде, состоящей из смеси равных частей МПА и сусло-агара, колонии выбранных нами в качестве тест-культур представителей рода *Bacillus* имели следующие характеристики:

B. mesentericus (картофельная палочка) – колонии плотно прилегают к агаризованной среде и имеют морщинистую поверхность [9]. Поверхность штриха на МПА/сусло агар – возвышающиеся мучнистые складки [2]. *B. subtilis* (сенная па-

лочка) – вид весьма схожий с *B. mesentericus*, но в отличие от него ферментирующий углеводы с газообразованием при росте на специфической среде с тремя сахарами [9]. Рост по штриху: край штриха лопастной, поверхность бугорчато-складчатая, вдоль штриха тянется нитевидный гребень [2].

Выбранный биотип рода *Pseudomonas* изначально выявлялся на тестовой среде *Pseudomonas* агар F и выглядел на чашках следующим образом: примерно через 24-48 ч среда вокруг колоний/штриха окрашивалась выделяемым пигментом, формируя все более увеличивающийся ореол желтовато-зеленого цвета. Сам штрих/колония приобретал тот же цвет. В ходе исследований были выделены штаммы указанного биотипа рода *Pseudomonas* во всех пунктах наблюдения как с наветренной, так и с подветренной стороны. Параллельный посев культур на среды F и B [8] позволял легко идентифицировать *P. fluorescens*.

Из культур рода *Bacillus* в конечном итоге выбор был остановлен на культурах *B. mesentericus* и *B. subtilis*. Вид *B. mesentericus* был выделен во всех девяти пунктах наблюдения, тогда как вид *B. subtilis* удалось выделить лишь в шести из них (что подтвердило имеющиеся литературные данные [12]).

Ниже представлены результаты исследования количественного определения вышеуказанных микроорганизмов в точках взятия проб, результаты которых приведены в табл. 1.

Таблица 1. Количественное содержание ^{137}Cs и содержание радиочувствительных бактерий рода *Pseudomonas* и радиорезистентных – *Bacillus* в верхнем пятисантиметровом слое почвы вдоль преимущественного направления ветров.

Название района взятия пробы	Содержание ^{137}Cs в верхнем пятисантиметровом слое почвы (Бк/м ²)	Количество колониеобразующих клеток	
		<i>B. mesentericus</i> в 1 г сухой почвы (x10 ⁵)	Биотипы <i>P. fluorescens</i> в 1 г сухой почвы (x10 ⁶)
Ошакан	1630	2.0	3.0
Агавнатун	502	2.5	5.0
Арагац	505	1.9	5.6
Цахкунк	495	1.6	3.5
АЭС	498	2,0	3,8
М-1	629	2.2	1,6
Мецамор	601	1,5	2,0
Мргашат	487	1,8	4,1
Нор-Армавир	462	2,2	5,0

Из табл. 1 видно, что содержание радиочувствительных бактерий рода *Pseudomonas* в почве уменьшается с подветренной стороны АЭС и минимально в точке, соответствующей максимальному содержанию в почве ^{137}Cs . Это обстоятельство указывает на то, что содержание ^{137}Cs в почве достаточно для подавления роста радиочувствительных микроорганизмов. Что касается радиорезистентных клеток *B. mesentericus*, то, как видно из табл. 1, какой-либо определенной закономерности в изменении их содержания в разных точках наблюдения не регистрируется.

На рис.1 приведены результаты экспериментов по определению зависимости выживаемости клеток бактерий *P. fluorescens*, выделенных из участков мониторинга, локализованных вдоль направлений: на северо-восток (А – наветренная сторона) и юго-запад (Б – подветренная сторона) от ААЭС, от дозы рентгеновского облучения.

В табл. 2 приведены значения D_0 (величины дозы, приводящей к инактивации 63% облученных клеток) кривых выживания клеток бактерий *P. fluorescens*, приведенных на рис. 1.

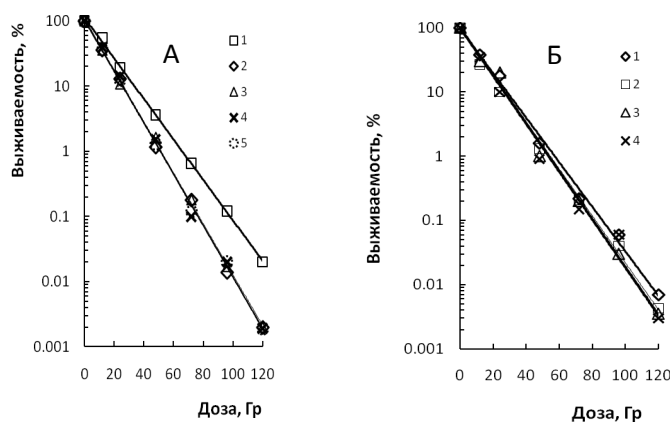


Рис. 1. Кривые доза-эффект клеток бактерий *P. fluorescens*, выделенных из участков мониторинга с наветренной (А) и подветренной (Б) сторон. А: 1 – Ошакан, 2 – Агванатун, 3 – Арагац, 4 – Цахкунк, 5 – ААЭС; Б: 1 – М-1, 2 – Мецамор, 3 – Мргашат, 4 – Нор-Армавир.

Таблица 2. Значение D_0 , или величины радиорезистентности клеток бактерий *P. fluorescens*, выделенных из всех точек мониторинга, расположенных с наветренной (1-5) и подветренной (6-9) от АЭС сторон.

№ образца	Район отбора проб	Расстояние от АЭС, км	D_0 , Гр
1	Ошакан	17	14,0
2	Агванатун	10	11,0
3	Арагац	5	11,0
4	Цахкунк	2,5	11,0
5	Непосредственно у ААЭС	0	11,0
6	Точка М-1	2,5	12,5
7	Мецамор	5	11,0
8	Мргашат	10	11,0
9	Нор-Армавир	17	11,0

Как следует из результатов экспериментов, приведенных на рис. 1 и в табл. 2, зависимость радиочувствительности клеток бактерий *Pseudomonas* от дозы облучения их рентгеновскими лучами во всех случаях описывается экспонентой. D_0 клеток бактерий *Pseudomonas*, выделенных из точек мониторинга, равноудаленных от АЭС и расположенных как в направлении преобладающих ветров, так и обратном направлении, практически не различаются. Исключение составляют клетки бактерий, выделенных из района с. Ошакан и точки М-1, радиочувствительность которых несколько меньше.

Иная картина наблюдается в случае клеток *Bacillus*. На рис. 2 приведены зависимости выживаемости клеток бактерий *B. subtilis*, выделенных из почвенных образцов, отобранных в точке М-1, с. Ошакан и с. Арагац от дозы облучения.

Как видно из рис. 2, форма кривых выживания клеток бактерий *B. subtilis*, обитающих в точках мониторинга с разным содержанием ^{137}Cs в почве, одна и та же: начальное плечо, далее прямолинейный участок в интервале доз 120-480 Гр, и при дальнейшем увеличении дозы наблюдается замедление кинетики процесса инактивации. Как известно, зависимость радиочувствительности клеток от дозы облучения обычно описывается двумя основными группами кривых: экспоненциальными или сигмоидными. Полученные нами кривые выживания клеток *B. subtilis*, имеют вид сигмоидной кривой, с так называемым “хвостом”.

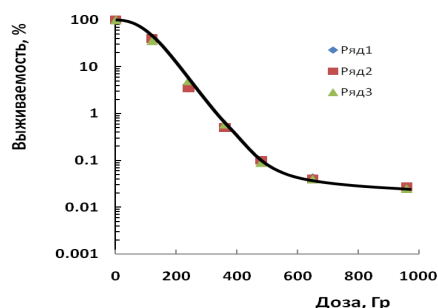


Рис.2. Кривые доза-эффект клеток бактерий *B. subtilis*, выделенных из следующих участков: 1 – точка М-1; 2 – Арагац; 3 – Ошакан.

Такая форма кривой характерна для неоднородных по радиочувствительности облучаемых культур. Наши исследования проводились на культурах в экспоненциальной фазе роста, в которой преобладают вегетативные клетки, но присутствуют и споры. Таким образом, зарегистрированная нами форма кривой, скорее всего, объясняется тем, что начальный участок кривой отражает гибель вегетативных клеток, а конечный – гибель спор, радиорезистентность которых гораздо выше. Данные, приведенные на рис. 2, свидетельствуют о том, что количественные характеристики кривых доза-эффект клеток *B. subtilis*, выделенных из разных точек мониторинга, не различаются. Значения D_0 для всех кривых равно примерно 120 Гр.

Исследования показали, что численность радиочувствительных бактерий рода *Pseudomonas* вдоль преимущественного направления ветров уменьшается с подветренной стороны ААЭС и минимальна в точке, соответствующей максимальному содержанию в почве ^{137}Cs . Что касается бактерий *B. mesentericus*, которые примерно в 100 раз радиорезистентнее бактерий рода *Pseudomonas*, то никакой закономерности в изменении их численности, коррелирующей с кривой распределения ^{137}Cs в почвах вокруг ААЭС, не было зафиксировано. В результате исследований сравнительной радиочувствительности клеток бактерий *B. subtilis*, выделенных из точек мониторинга с разным содержанием ^{137}Cs , изменения радиочувствительности не было обнаружено. Иная картина наблюдалась в случае радиочувствительных псевдомонад. Значение величины дозы, приводящей к инактивации 63% облученных клеток, выделенных из точек, соответствующих максимуму на кривой распределения ^{137}Cs в почве вокруг ААЭС (с относительно высоким содержанием ^{137}Cs в почве), несколько завышено. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что при постоянном воздействии повышенного радиационного фона, даже в пределах допустимых доз, наиболее уязвимой мишенью являются радиочувствительные организмы. Для адаптации к новым условиям обитания в них происходят процессы, приводящие к активации репарационных систем клеток и в конечном итоге к повышению радиорезистентности.

Работа выполнена в рамках Проекта МНТЦ А-773. Авторы выражают благодарность руководству Центра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аникеев В.В., Лукомская К.А. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М.: Просвещение, с. 22, 83, 1977.
2. Большой практикум по микробиологии, ред. Г.Л. Селибер, М.: Высшая школа, с. 283-287, 1962.

3. *Бороздина И.Б.* Сравнительная характеристика бактерий рода *Pseudomonas* при культивировании на искусственных средах, Вестник ВГУ, серия: химия, биология фармация, 2, с. 67-71, 2010.
4. *Киселев П.Н., Кашкин Р.П., Болтакс Я.Б., Витовская Г.А.* Приобретение радиорезистентности микробной клеткой при обитании в среде с повышенным уровнем естественной радиации, Микробиология, 30, с.20, 1961.
5. Краткий определитель бактерий Берги, ред. Дж. Хоулта, М., Мир, с.112-118, 286-294, 1980.
6. *Кузин А.М., Каушанский Д.А.* Прикладная радиобиология, М.: Энергоиздат, с. 48, 1981.
7. Методы общей бактериологии, ред. Ф. Герхардт, М.: Мир, 1, с. 281, с. 299, 1983.
8. Методы общей бактериологии, ред. Ф. Герхардт, М.: Мир, 3, с. 21, 23-24, 43, 82, 1983.
9. *Мишустин Е.Н., Емцев В.Т.* Микробиология, М., Колос, с.218, 1970.
10. Руководство к практическим занятиям по микробиологии, ред. Н.С.Егоров, М., МГУ, с. 222, 1983.
11. *Хачатрян Г.Э., Мкртчян Н.И., Симонян Н.В. Аракелян В.Б., Пюскюлян К.И., Атоян В.А.* Реакция микробиоты почвы, прилегающей к Армянской атомной электростанции, на ее воздействие. Биолог. журн. Армении, 66, 2, с.68-74, 2014.
12. *Хачикян Л.А.* Микрофлора основных типов почв Армении, Ереван, с. 147, 1998.
13. *Шапошников В.Н.* Техническая микробиология, М., Советская наука, 68, с. 22, 126, 1947.
14. *Шевченко В.А.* Эволюция популяций в условиях повышенного уровня радиации. В кн.: Молекулярные механизмы генетических процессов. М., Наука. 1983.
15. *Hall E.J.* Radiobiology for the Radiologist / Williams and Wilkins Press, p.19, 2000.
16. *Holbrook R, Anderson J.M.* An improved selective and diagnostic medium for the isolation and enumeration of *Bacillus cereus* in foods. Canadian J. Microbiol., 26, 7, p. 753-759, 1980.
17. *King E.O., Ward M.K., Raney D.E.* Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescein, J. Lab. Clin. Med., 44, p. 401-407, 1954.
18. *Mossel D.A.A., Koopmann M.J., Jongerius E.* Enumeration of *Bacillus cereus* in foods, Appl. Microbiol., 15, p. 650-653, 1967.
19. *Williams O.B.* Tryptone medium for the detection of flat sour spores, Food Research, 3, 1, p.217-221, 1936.

Поступила 28.02.2014