

# Радиозащитные свойства предварительного радиоактивного облучения в сочетании с микроводорослью спирулиной платенсис на формирование радиорезистентности организма животных

*В.В. Петряков, к.б.н., ФГБОУ ВО Самарская ГСХА*

Радиоактивные излучатели различного происхождения представляют собой весьма серьёзную угрозу не только для окружающей природной среды, но и для любого живого организма. За последние годы раскрытие механизмов радиозащитных эффектов при действии радиации по отношению к высшим организмам, постоянно ведущийся поиск средств защиты от радиоактивного источника и выработка путей пострадиационных восстановлений, протекающих у живого организма, является актуальной проблемой как в области медицины, так и в ветеринарной практике.

Биологические эффекты воздействий радиоактивных источников сопровождаются развитием лучевых поражений у теплокровных организма животных и человека. При этом действия малых доз радиации являются более предсказуемыми как результат своего воздействия, но тем не менее внутренние биохимические процессы, обусловленные цепочкой последовательно развивающихся преобразований, также зависят от большого количества действующих факторов, включая и условия содержания самого облучённого организма [1]. Следовательно, комплексный подход, направленный на разработку способов повышения радиорезистентности [2], включающий наряду с факторами, оказывающими своё влияние на облучённый организм, и применение биологически активных веществ природного происхождения, на сегодняшний день является наиболее актуальным.

По мнению ряда учёных, наиболее эффективным методом защиты от радиоактивных излучателей является возможность эффективного применения компонентов естественного происхождения – сине-зелёных водорослей, выступающих одноклеточными организмами, способных быстро наращивать за счёт процесса фотосинтеза свою биомассу. Одним из таких одноклеточных организмов и является микроводоросль природного происхождения – спирулина платенсис (*Spirulina platensis*) [3–7, 11, 12].

Микроводоросль спирулина платенсис – одно из уникальных и самых удивительных одноклеточных представителей в мире. По мнению альгологов, спирулина является единственным растительным представителем, прожившим на нашей планете сотни миллионов лет за счёт особого биохимического состава. В общей сложности в спирулине содержится около 2 тыс. необходимых для живого организма питательных веществ, витаминов,

аминокислот и растительных ферментов, представляя собой полноценный природный источник питания.

По данным ВОЗ, ряда медицинских центров в России и за рубежом, ни в одном продукте природного растительного происхождения, кроме спирулины, не встречается в большом количестве особо ценных для организма веществ, таких, как биокорректоры, биопротекторы и биостимуляторы [8–10]. В этом и заключаются поистине феноменальные её свойства не только как лечебно-профилактического средства и продукта питания широкого диапазона действия, но и как средства, обладающего уникальными радиозащитными свойствами.

**Цель** настоящего исследования – продолжить изучение радиозащитных свойств сине-зелёной микроводоросли спирулины платенсис в условиях предварительного радиоактивного облучения организма животных (на примере белых лабораторных крыс) на фоне воздействия летальными дозами радиоактивного облучения.

Для достижения поставленной цели были определены следующие основные **задачи**:

- 1) изучить клиническую картину течения лучевых поражений крыс, подвергнутых радиоактивному облучению;
- 2) изучить влияние предварительного однократного облучения в малых дозах на формирование радиорезистентности организма крыс к последующему летальному воздействию доз радиации;
- 3) определить оптимальную дозировку включения микроводоросли спирулины в рационы самок крыс, оказавшую наилучшие радиозащитные свойства.

**Материал и методы исследования.** Исследование проводили на белых крысах линии Wistar – взрослых самках с живой массой 180–200 г. Лабораторные животные находились в равных условиях содержания и получали стандартный рацион кормления. Животные опытных групп дополнительно получали сине-зелёную микроводоросль в форме суспензии (кашицеобразной массы), которую добавляли в рацион кормления один раз в сутки в установленных дозах. Исследование было проведено в экспериментальных условиях с соблюдением всех требований содержания лабораторных животных. По принципу пар-аналогов самки крыс были разделены на шесть групп по 10 животных в каждой. I гр. – контрольная биологическая группа, животные которой не подвергались радиоактивному облучению, ежедневно получали стандартный рацион кормления (интактная группа). Данная

группа выступала контролем по отношению ко II гр. – контроль облучения, особи которой не подвергались предварительному (профилактическому) облучению, а подвергались летальному однократному облучению (ЛД<sub>100</sub>), при этом не получали спирулину. III гр. – контроль предварительного облучения: взрослые самки подвергались предварительному облучению в дозе 0,5 Грей и последующему радиоактивному воздействию летальной дозой 9,5 Грей, но микроводоросль не получали. Данная группа также выступала контролем, но только по отношению к опытным группам, в которых крысы подвергались предварительному и последующему однократному облучению летальной дозой и дополнительно получали спирулину. IV, V и VI гр. – это первая, вторая и третья опытные группы, особи которых проходили стадию предварительного облучения, затем подвергались однократному облучению летальной дозой радиации, при этом дополнительно к основному рациону кормления получали на протяжении всего эксперимента микроводоросль в дозах 3,0; 4,5 и 6,0 мл на 1 животное в сутки соответственно по группам.

Выбор лабораторных белых крыс для проведения исследования обусловлен тем, что при одинаковых уровнях доз облучения их организм проявляет относительно малую степень различия радиационных эффектов по сравнению с другими видами животных. На 1-м этапе исследования для изучения влияния предварительного (профилактического) внешнего радиоактивного воздействия малых доз ионизирующего излучения на организм самок крыс опытных групп, животные подвергались облучению в дозе 0,5 Гр. Продолжительность эксперимента составляла 21 сут.

На 2-м этапе изучали радиозащитные свойства предварительного облучения в малых дозах в сочетании с потреблением микроводоросли спирулины платенсис и последующим воздействием на организм крыс летальной дозы облучения. Определяли характер выработки радиорезистентности организма крыс для последующего установления оптимальной дозировки микроводоросли. Для повышения радиорезистентности организма крыс использовали предварительное радиоактивное облучение в однократной дозе 0,5 Гр за 28–30 сут. до летального воздействия ионизирующей радиации в

сочетании с применением в рационах кормления микроводоросли спирулины.

**Результаты исследования.** Интерес к возможности формирования адаптации у живого организма к повторному облучению в больших дозах проявляется в научных задачах вот уже несколько лет. Немаловажным моментом в данном вопросе отводится характеру развития механизмов адаптации, что как раз и раскрывает особенности её формирования у облучённого организма. Известны факты повышения радиорезистентности живого организма после предварительного воздействия малых доз радиации.

Результаты изучения динамики выживаемости самок крыс без предварительного и с однократным предварительным радиоактивным облучением, а также с последующим воздействием летальной радиоактивной дозой облучения представлены в таблице.

Результаты изучения клинического состояния самок крыс показали, что у животных I контрольной биологической группы все изучаемые показатели находились в пределах физиологической нормы. Данные животные получали только основной рацион кормления, не подвергались предварительному и летальному радиоактивному воздействию. Крысы данной группы в течение всего срока наблюдения после облучения (21 сут.) были клинически здоровыми: покровы и контуры тела, положение головы – без видимых изменений, слизистая влажная. Самки крыс чётко реагировали на внешние раздражители, охотно поедали корм и пили воду, выглядели активными. Показатели температуры тела, пульса, частоты дыхания были в пределах физиологической нормы. Случаев гибели среди особей не наблюдалось. Выживаемость крыс составляла 100% (таб.).

Иная картина наблюдалась во II гр., животные которой были однократно подвергнуты ионизирующему воздействию дозой 9,5 Гр без предварительного облучения. У самок этой группы с первых дней после облучения отмечались взъерошенность шёрстного покрова, признаки диареи. Вокруг глаз и носовых отверстий наблюдались коричневые корочки, что свидетельствовало о выраженном проявлении геморрагического синдрома и развитии острой формы лучевой болезни. Гибель

Динамика выживаемости крыс, облучённых летальной дозой на фоне введения микроводоросли спирулины

Группа	Количество животных	Доза предварительного (профилактического) облучения $\gamma$ -лучами, Гр	Летальная доза облучения, Гр	Доза введения спирулины, мл на 1 животное/сутки	Выживаемость, %
I	10	нет	нет	нет	100
II	10	нет	9,5	нет	0
III	10	0,5	9,5	нет	30
IV	10	0,5	9,5	3,0	60
V	10	0,5	9,5	4,5	70
VI	10	0,5	9,5	6,0	60

крыс начиналась с 6-х сут. и составила 100% при средней продолжительности жизни 10 дн. Таким образом, доза 9,5 Грей ионизирующего излучения оказалась для всех животных летальной, процент выживаемости был равен нулю (табл.).

Крысы III гр. за 28–30 сут. до воздействия летальной дозы были предварительно подвергнуты профилактическому (предварительному) радиоактивному облучению в дозе 0,5 Гр. По завершении эксперимента летальность самок крыс была равна 70% (7 особей), количество выживших равнялось 30% (3 особи).

У животных первой, второй и третьей опытных групп (IV, V и VI гр.) клиника течения лучевой болезни была выражена в разной степени. Так, самки первой опытной группы в течение первых 2–3 суток были малоактивны, находились в угнетённом состоянии, имели взъерошенный шёрстный покров. В таком состоянии животные пребывали до 10 сут. Также у них отмечалась учащённость и прерывистость дыхательной функции, проявлялась агрессивность, пугливость, нарушение аппетита. Анализ каловых масс крыс показал, что они были жидкими с примесью слизи и крови, что выступало характерным признаком средней степени течения лучевых поражений.

У животных второй и третьей опытных групп благодаря скармливанию микроводоросли клинические признаки лучевых воздействий были более сглаженными по сравнению с первой опытной группой. Наблюдалось незначительное состояние угнетения, которое проявлялось в поведении крыс в первые 2 сут. При этом число сердечных сокращений, дыхательных движений и температура тела были в пределах нормы. Каловые массы имели незначительные примеси слизи и крови, практически отсутствовали признаки геморрагического синдрома. В первые несколько суток случаи диареи были единичными и непродолжительными. Клинические признаки самок крыс второй и третьей опытных групп оставались чистыми, гладкими, подвижными, животные адекватно реагировали на внешние раздражители (свет, звук) и охотно поедали корм. Клинические признаки лучевых поражений, проявляющиеся у данных животных свидетельствовали о лёгкой степени течения лучевой болезни. Средняя продолжительность жизни животных составляла в этих группах 15 сут., выживаемость – 6 и 7 особей, или 60 и 70%.

**Выводы.** Изучение характера клинических признаков развития лучевых поражений подопытных самок крыс показало, что наибольшие радиозащитные эффекты через 21 сутки после облучения

были отмечены в опытных группах, получавших суспензию микроводоросли спирулины платенсис в оптимальных дозировках – 4,5 и 6 мл на одно животное в сутки соответственно. При этом животные этих групп были подвергнуты предварительному (профилактическому) радиоактивному воздействию на фоне дальнейшего радиоактивного облучения их летальной дозой.

Следовательно, сине-зелёная микроводоросль спирулина платенсис проявила себя в качестве универсального биопротектора и биокорректора системного действия, обеспечивающего надёжное устранение различных постлучевых радиоактивных нарушений, происходящих в облучённом организме. Оптимальной дозой микроводоросли спирулины платенсис, которая привела к наилучшим показателям выживаемости крыс при предварительном облучении и последующем летальном радиоактивном воздействием явилась доза 4,5 мл на одно животное в сутки.

### Литература

1. Орлов М.М. Влияние процедуры дебикирования на устойчивость домашней птицы к стрессам и подверженности к расклёву // Вклад молодых учёных в аграрную науку. Кинель, 2018. С. 205.
2. Троицкий В.Л., Туманян М.А. Влияние ионизирующих излучений на иммунитет. М.: Государственное издательство медицинской литературы, 2015. 198 с.
3. Петряков В.В. Радиозащитные эффекты микроводоросли *Spirulina platensis* при радиоактивном облучении // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (57). С. 175–178.
4. Петряков В.В. Спирулина платенсис – биологически активная добавка, обладающая целительными свойствами // Современное общество, образование и наука. 2015. С. 93–96.
5. Константинова С.А., Тармакова С.С., Хребтовская В.А. Фитобактериальные средства в комплексной терапии лучевых повреждений // Человек и лекарство: тез. доклад. XI Росс. национ. конгресса. М., 2004. С. 799.
6. Орлов М.М. Некоторые видовые и химические особенности строения растений // Грани науки. Казань, 2017. Т. 5. Ч. 2. С. 4–6.
7. Петряков В.В. Радиозащитные свойства микроводоросли *Spirulina platensis* при радиоактивном облучении крыс // Достижения науки агропромышленному комплексу: сб. науч. трудов Самарской ГСХА. Самара, 2014. С. 153–157.
8. Иванов С.Д., Морозов В.И. Повышение радиорезистентности крыс после истощающих физических нагрузок // Радиационная биология. Радиоэкология. 2018. Т. 58. № 1. С. 33–44.
9. Панов А.В. Гемопозитические показатели при остром облучении мышей, подвергшихся терапии сополимером N-винилпирролидона и 2-метил-5-винилпирридина / А.В. Панов, О.С. Измествьева, Е.И. Селиванова [и др.] / Радиация и риск. 2016. Т. 25. № 1. С. 65–75.
10. Юшкова Е.А. Влияние хронического облучения в малых дозах на морфологические показатели репродуктивной системы дисгенных самок *Drosophila Melanogaster* // Радиационная биология. Радиоэкология. 2017. Т. 57. № 1. С. 60–65.
11. McCarty M. F. Clinical potential of Spirulina as a source of phycocyanobilin // Journal of medicinal food. 2007. Vol. 10. № 4. P. 566–570.
12. Review on culture, production and use of Spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish / Habib, M. Ahsan B.; Parvin, Mashuda; Huntington, Tim C.; Hasan, Mohammad R. A Food and agriculture organization of the united nations. 2008. P. 41.