

## Радиозащитные эффекты микроводоросли *Spirulina platensis* при радиоактивном облучении белых крыс

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

Известно, что радиоактивное излучение негативно влияет на критические (высокорadiочувствительные) органы высших организмов, наиболее уязвимых по отношению к радиоактивному излучателю. Одним из таких критических органов

является система кроветворения. Справиться с последствиями облучения (особенно в летальных дозах) живой организм в большинстве своём не может, поэтому применение корректирующих веществ, биологически активных добавок и др., обладающих не только восполняющими и восстанавливающими организм характеристиками, но и

радиозащитными свойствами, в настоящее время актуальны. В качестве такого сорбента в работе исследовалась микроводоросль *Spirulina platensis*.

Выявление механизмов радиозащитного эффекта у высших организмов, поиск средств защиты и путей пострадиационного восстановления организма, прогнозирование опасности для человека и животных, вызванной повышением уровня радиации окружающей среды и радиоактивного загрязнения продуктов питания, является актуальной проблемой современной науки, несмотря на многочисленные исследования в этой области.

Как подтверждает ряд учёных, эффективным методом защиты от радиации является возможность широкого использования зелёных водорослей – одноклеточных организмов, способных быстро наращивать за счёт процесса фотосинтеза свою биомассу. Одним из таких одноклеточных организмов и является микроводоросль природного происхождения – *Spirulina platensis* [6, 7].

На фоне исключительного разнообразия растительного мира нашей планеты особое место занимает одноклеточная микроводоросль из семейства осциляриевых спирулина (*Spirulina platensis*) – первая фотосинтетическая форма жизни на Земле, созданная самой природой порядка 3,5 млрд лет назад. Это настоящее живое ископаемое, состав которого в течение сотен тысяч лет остался неизменным. Природный состав спирулины уникален по наличию и соотношению компонентов, жизненно необходимых организму, созданных и отшлифованных природой на протяжении миллионов лет [1, 7].

Спирулина сегодня – продукт с прекрасными оздоровительно-лечебными свойствами. По данным Всемирной организации здравоохранения, медицинских центров, ряд особых веществ в спирулине – биопротекторов, биокорректоров и биостимуляторов – не встречается больше ни в одном продукте натурального происхождения [2–5]. Это обуславливает поистине феноменальные её свойства как продукта питания и лечебно-профилактического средства широкого спектра действия, так и средства, обладающего радиозащитными свойствами.

**Целью** работы явилось изучение радиозащитных свойств микроводоросли *Spirulina platensis* при радиоактивном облучении организма белых крыс.

Для достижения поставленной цели были определены следующие основные задачи:

- 1) изучить клинические признаки развития лучевых поражений организма облучённых белых крыс и динамику их выживаемости;
- 2) определить биологический эффект радиозащитных свойств микроводоросли *Spirulina platensis*.

**Материал и методы исследования.** Для проведения опыта были использованы самки взрослых особей белых крыс линии Wistar одного пола с живой массой 180–200 г, содержащихся в одинаковых

лабораторных условиях и получавших стандартный рацион кормления. Сине-зелёная микроводоросль в форме суспензии (кашицеобразной массы) тщательно смешивалась с рационом кормления один раз в сутки в установленных дозировках, согласно нормам кормления ВИЖ с учётом питательности спирулины. Расчёты суточной дачи микроводоросли осуществлялись на одно животное в сутки.

Все лабораторные животные были разделены по принципу пар-аналогов на пять групп по 10 животных в каждой: I – контрольная биологическая группа, животные которой не подвергались облучению, ежедневно употребляли стандартный основной рацион кормления и не получали дополнительно к основному рациону спирулину; II – контроль облучения, животные которой подвергались облучению однократно летальной дозой (9,5 Грей) и получали основной рацион кормления без добавления спирулины; III – первая опытная группа, особи которой подвергались облучению и получали дополнительно к основному рациону кормления микроводоросль в дозе 3,0 мл на животное в сутки; IV – вторая опытная группа, в которой животные подвергались облучению и получали дополнительно к основному рациону спирулину в дозе 4,5 мл на животное в сутки; V – третья опытная группа, особи которой подвергались облучению и получали дополнительно к основному рациону спирулину в дозе 6,0 мл на животное в сутки.

Для исследования радиозащитных свойств спирулины изучали динамику выживаемости облучённых крыс. Продолжительность опыта составила 21 сут.

Животные опытных групп получали добавку спирулины за 5 сут. до облучения их летальными дозами радиации и на протяжении всего исследования. В качестве лучевого радиоактивного воздействия применяли гамма-установку «Исследователь» в дозе 9,5 Грей с источником излучения  $Co^{60}$ , мощностью источника 0,010100 Гр/сек, полем облучения 20×20 (РИП=75) за счёт однократного радиоактивного облучения со временем экспозиции 10 мин. Эксперименты проводили в соответствии с Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных.

Критериями оценки влияния облучения на организм белых крыс служила клиническая картина течения лучевых поражений: определение температуры тела, числа сердечных сокращений и дыхательных движений в 1 мин.; изменение массы тела; визуальный осмотр кожного и волосяного покровов; состояние слизистых оболочек.

Обработку полученного цифрового материала осуществляли на персональном компьютере с использованием прикладных программ Microsoft Word 2010, Microsoft Excel 2010. Статистическую обработку полученных экспериментальных данных проводили методом вариационной статистики с

использованием непараметрических критериев Вилксона – Уитни – Манна. Вычисляли среднюю арифметическую величину  $M$ , ошибку средней арифметической  $t$ . Различия считали достоверными при вероятности 95% ( $P < 0,05$ ).

**Результаты исследования.** Крысы I гр. (контрольной биологической), которые не подвергались радиоактивному облучению на протяжении всего срока наблюдения (21 сут.), были клинически здоровыми, без видимых изменений: они выглядели активными, реагировали на внешние раздражители, охотно поедали корм и воду; температура, пульс, дыхание были в пределах физиологической нормы. Контуры тела, покровы тела, положение головы были без изменений, слизистая влажная, без изменений, и случаев гибели среди особей не наблюдалось.

Иная картина сложилась во II гр., крысы в которой однократно подвергались облучению порядка 9,5 Грей. На 6-е сут. наблюдался первый случай летального исхода от лучевых поражений и к концу опыта (21-е сут.) выживших особей не осталось. Гибель особей составила 100% при средней продолжительности жизни крыс 10 сут. Следовательно, данная доза оказалась летальной для данной группы, что и отражено в таблице.

У животных II гр. с первых суток после облучения отмечались диарея, взъерошенность шерстного покрова. Вокруг глаз и носовых отверстий животных образовывались коричневые корочки, что свидетельствовало о выраженном проявлении геморрагического синдрома и развитии острой формы лучевой болезни.

У животных III, IV и V опытных групп клиническое проявление лучевой болезни было выражено в разной степени. Так, самки III гр. в течение первых 2 сут. были малоподвижны, шерсть взъерошена. У них наблюдалось угнетённое состояние, которое продолжалось до 10 сут. У особей данной группы отмечалась учащённость и прерывистость дыхательной функции, ярко выраженная агрессивность, пугливость, корм они съедали неполностью. Каловые массы были жидкими с примесью слизи и крови, что является характерным признаком средней степени течения лучевых поражений.

У животных IV и V опытных гр. клинические признаки лучевых воздействий были более сглаженными, чем у особей III опытной гр. Наблюдалось незначительное угнетённое состояние в поведении

крыс в первые 2 сут. Число сердечных сокращений у них, дыхательных движений и температура тела были в пределах нормы. Каловые массы содержали незначительное количество примеси слизи и крови, и практически отсутствовали признаки геморрагического синдрома. Случаи диареи были единичными и непродолжительными. Животные IV и V опытных гр. оставались чистыми, гладкими, подвижными, адекватно реагировали на внешние раздражители (свет, звук) и охотно поедали корм. Такие клинические признаки лучевых поражений характерны при лёгкой степени течения лучевой болезни.

Первый случай летального исхода наблюдался в III опытной гр. на 8-е сут. Средняя продолжительность жизни павших животных составила 15 сут. с выживаемостью шести особей в III опытной гр. (60%), во IV и V опытных гр. по семь особей в каждой группе (70%).

Спирулина обладает хелатирующим действием, т.е. способностью соединять несколько молекул, образующихся радикальных соединений при радиоактивном облучении в большой комплекс, который затем выводится живым организмом. Лучший хелатирующий агент в природе – альгиновая кислота. Дело в том, что в клеточной стенке водоросли *Spirulina Platensis* содержатся альгинаты – уникальные биосовместимые полисахариды, обладающие свойством активно очищать организм, выводя из организма радионуклиды и соли тяжёлых металлов типа свинца.

По данным Центра радиационной медицины Института экспериментальной радиологии, после употребления альгинатов в течение одного месяца количество радиоактивного стронция в организме, например человека, уменьшается на 66,95%, почти так же быстро выводится и радиоактивный цезий-137 [6]. Это подтверждает радиопротекторное свойство спирулины. Кроме того, микроводоросль спирулина обладает антиоксидантным действием. Антиоксиданты нейтрализуют свободные радикалы, которые образуются в результате радиации, и разрушают нежелательные для организма видоизменённые под воздействием радиации клетки выступая хорошим защитником от радиации.

**Выводы.** На основании изученных клинических признаков развития лучевых поражений подопытных самок крыс можно отметить, что у крыс III опытной гр. клиническое проявление

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

Группа	Количество животных	Летальная доза, Грей	Доза введения спирулины, мл на одно животное	Выживаемость, %
I	10	нет	нет	100
II	10	9,5	нет	нет
III	10	9,5	3	60
IV	10	9,5	4,5	70
V	10	9,5	6	70

лучевой болезни наблюдалось на уровне её средней степени течения. У лабораторных животных IV и V опытных гр. клиническое проявление лучевой болезни наблюдалось на уровне лёгкой степени течения лучевой болезни. Самки крыс III, IV и V опытных гр. охотно поедали корм, адекватно реагировали на внешние раздражители и случаи диареи у них были единичными и непродолжительными. Результаты проведённых исследований свидетельствуют о том, что наибольшие радиозащитные эффекты отмечены у особей IV (70%) и V (60%) опытных гр., получавших суспензию микроводоросли *Spirulina platensis* в дозах 4,5 и 6 мл на одно животное в сутки соответственно, тем самым проявляя наибольшее радиозащитное свойство. У самок крыс II гр. контроля облучения, не получавших микроводоросль спирулину и подвергавшихся облучению, к концу опыта, через 21 сут., летальность составила 100%.

На основании проведённых исследований можно заключить, что микроводоросль *Spirulina platensis* является универсальным биопротектором и биокорректором системного действия, обеспечи-

вающим надёжное устранение различных постлучевых радиоактивных нарушений, возникающих в облучённом организме.

### Литература

1. Петряков В.В. Сельскохозяйственная радиобиология с основами радиологии: учебное пособие. Самара, 2011. 355 с.
2. Петряков В.В. Радиозащитные свойства микроводоросли *Spirulina platensis* при радиоактивном облучении крыс // Достижения науки агропромышленному комплексу: сборник научных трудов Самарской ГСХА. Самара, 2014. С. 153–157.
3. Петряков В.В. Спирулина платенсис – биологически активная добавка, обладающая целительными свойствами // Современное общество, образование и наука: сборник научных трудов в 16 частях. Ч. 7. Тамбов, 2015. С. 93–96.
4. Константинова С.А., Тармакова С.С., Хребтовская В.А. Фитобактериальные средства в комплексной терапии лучевых повреждений // Человек и лекарство: тезисы докладов XI Российского национального конгресса. М., 2004. С. 799.
5. Тармакова С.С., Константинова С.А. Влияние фитобактериальных средств на ферментную систему крови при радиационном облучении белых крыс // Медико-биологические проблемы противолучевой и противохимической защиты: тезисы конференции. СПб., 2004. С. 314–316.
6. McCarty M.F. Clinical potential of Spirulina as a source of phycocyanobilin // Journal of medicinal food. 2007. Vol. 10. № 4. P. 566–570.
7. 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.; Ha-san, Mohammad R. A Food and agriculture organization of the united nations. 2008. P. 41.