

УДК 577.391;619.34

**Муслимова З.Г.**

*Институт радиационных проблем НАН Азербайджана (г. Баку)*

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСОВ РУТИНА НА АКТИВНОСТЬ  
АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ  $\gamma$ -ОБЛУЧЕННЫХ  
ПРОРОСТКОВ КУКУРУЗЫ**

**Z. Muslimova**

*Institute of Radiation Problems, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku*

**EFFECT OF RUTIN COMPLEXES ON THE ACTIVITY OF THE ANTIOXIDANT  
SYSTEM OF GAMMA-IRRADIATED MAIZE SEEDLINGS**

*Аннотация.* Исследована активность антиоксидантной системы проростков, полученных из  $\gamma$ -облученных семян кукурузы. Высокие дозы ионизирующего излучения снижали всхожесть семян и стимулировали процессы перекисного окисления липидов у однонедельных проростков. Однако в процессе дальнейшего развития проростков различия в росте и в активности антиоксидантной системы нивелировались. Полученные из экстрактов цветков сафоры японской (*Saphora japonica* L.) комплексы рутина с металлами и неметаллами снижали повреждающее действие ионизирующей радиации.

*Ключевые слова:* кукуруза,  $\gamma$ -облучение, перекисное окисление липидов, антиоксидантная активность, малоновый диальдегид.

*Abstract.* We have studied the antioxidant activity of seedlings grown from gamma-irradiated maize seeds. High doses of ionizing radiation reduced germination and stimulated lipid peroxidation in one-week seedlings. However, in the further development of seedlings, the differences in growth and activity of the antioxidant system were leveled. Rutin complexes with metals and nonmetals obtained from extracts of *Sophora japonica* flowers (*Sophora japonica* L.) reduced the damaging effects of ionizing radiation.

*Key words:* maize, gamma irradiation, lipid peroxidation, antioxidant activity, malon dialdehyde.

Известно, что радиоактивное излучение оказывает повреждающее действие на биологические системы, в том числе и на молекулы ДНК, с образованием гидроперекисей азотистых оснований, приводящих к сшивкам и формированию пиримидиновых димеров. Повреждающий эффект, инициируемый свободными радикалами, может усиливаться при наличии в биологической системе активных форм кислорода (АФК), которые вызывают окислительную модификацию макромолекул, нарушение целостности клеточных структур [4]. Супероксидный радикал, пероксид водорода и гидроксильный радикал обладают очень высокой агрессивностью и способны повреждать практически все компоненты клетки. Активные радикалы, взаимодействуя с органическими веществами, образуют гидропероксиды ДНК, белков, липидов. Гидропероксиды, так же как и пероксиды, химически активны и в ходе метаболизма переходят в спирты, альдегиды, эпоксиды и другие окисленные соединения.

В липидах, в основном в полиненасыщенных жирных кислотах, АФК вызывают цепные реакции с накоплением липидных, пероксильных, алкоксильных и других радикалов. Участие тяжелых металлов с переменной валентностью, таких, как медь, железо, кобальт и др. приводит к разветвлению этой цепи. Перекисное окисление липидов (ПОЛ) является индикаторной реакцией повреждения клеточных мембран. В результате ПОЛ образуются конечные метаболиты (малоновый диальдегид, этан, пентан и др.), реагирующие с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-реагирующих продуктов) [5]. Однако любой организм способен защитить

себя от разрушающего действия свободных радикалов за счет использования высокоактивной антиоксидантной системы, включающей в себя низко- и высокомолекулярные вещества, способные ингибировать свободнорадикальные процессы. Поскольку адаптивные механизмы, которые активируются ионизирующим излучением, в том числе синтез антиоксидантных соединений, в значительной степени неспецифичны, то можно предположить, что устойчивость популяций растений к гамма-излучению также подвергается модификации [2].

Из литературных источников известно много фактов о влиянии гамма излучения на всхожесть семян и развитие растений. Причем известно, что под действием малых доз гамма-облучения всхожесть семян обычно повышается, в то время как под влиянием высоких доз развитие проростков подавляется. С повышением дозы облучения вступают в действие различные системы репарации радиационных повреждений и, вероятно, реализуются разные адаптивные стратегии [3]. Таким образом, растительные популяции, которые подвергаются хроническому облучению, могут характеризоваться, с одной стороны, ускоренным мутационным процессом, а с другой – различным, в зависимости от мощности дозы, уровнем активации систем адаптации к стрессовым факторам окружающей среды.

В проблеме радиационной защиты облученных организмов большое значение имеет исследование таких способов защиты, при которых протектор улучшает общее состояние организма, нормализует обмен веществ, но оставляет сохранившимися генетические изменения. В этом случае появляется возможность повышать дозы радиации с целью получить новые измененные формы, которые можно было бы использовать в селекции и которые не погибали бы от лучевого поражения. Ранее было обнаружено, что при введении в семена растений перед облучением некоторых солей металлов – железа, марганца, никеля, кобальта и некоторых других катионов, наблюдается четко выраженное защит-

ное действие от  $\gamma$ -радиации. При этом было установлено, что некоторые из этих металлов оказывает не только профилактическое, но и терапевтическое защитное действие [1].

В связи с этим нами были проведены исследования защитных свойств некоторых металлов, в частности трехвалентного железа, никеля, кобальта и аммония. Выбор этих металлов и аммония как химических радиопротекторов базировался на их способности к комплексобразованию, с чем связана стабилизация вторичных структур макромолекул.

### Материалы и методы

Объектом исследования служили семена пшеницы. Для изучения действия радиопротекторов семена обрабатывали в течение 15 часов в 0,001 % -ных растворах радиопротекторов. После этого семена подвергали общему равномерному  $\gamma$ -облучению от источника  $^{60}\text{Co}$  на установке «Рхунд» в дозах 200 Гр. Об изменении интенсивности ПОЛ судили по содержанию вторичного продукта ПОЛ-МДА с помощью метода Costa с соавторами [6]. Метод основан на том, что при высокой температуре в кислой среде МДА реагирует с 2-ТБК, образуя розовый триметилловый комплекс с максимумом поглощения при 535 нм. Для индукции перекисного окисления липидов воздушно-сухие семена выращивали в чашках Петри. Для анализа продуктов ТБК и антиоксидантов 1 г сырой массы проростков гомогенизировали в фарфоровой ступке с небольшим количеством реакционной смеси, состоящей из 0,25 % раствора тиобарбитуровой кислоты ТБК. Для лучшего растирания добавляли стеклянный песок. Гомогенат перенесли в стеклянную пробирку небольшими порциями реакционной смеси. Пробу перемешивали и помещали в нагретую до 95<sup>0</sup> С водяную баню на 30 мин. Затем содержимое проб перенесли в центрифужные пробирки и центрифугировали 10 мин при 10000 g. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре при  $D=532$  нм и  $D=600$  нм. Содержание ТБК-реагирующих продуктов выражали в мМ/г сырого веса.

## Результаты и обсуждение

Как видно из рис. 1, изменения в динамике накопления вторичных продуктов перекисного окисления липидов в культуре ткани кукурузы после действия гамма-излучения выявляются достаточно четко. Содержание ТБК-реактивных продуктов в ткани непосредственно после облучения существенно возрастало. Через две недели эта разница носила менее выраженный характер, а через три недели разница, можно сказать, совсем исчезла.

Повышение содержания вторичных продуктов может быть первичным ответом растительной ткани на облучение. Литературные данные дают основание предположить, что  $\gamma$ -облучение может являться индуктором перекисного окисления липидов в листьях кукурузы. Было обнаружено, что первичный ответ растительной ткани на облучение выражался в повышении содержания вторичных продуктов перекисного окисления. Кроме этого, для полного представления о действии радиации на растительные ткани мы также изучали динамику роста растений и всхожесть семян (см. рис. 2).

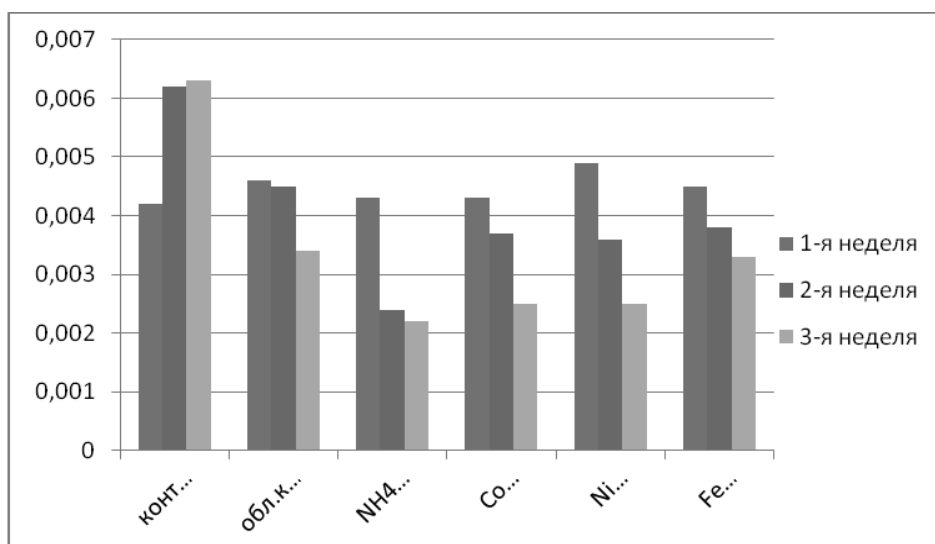


Рис. 1. Перекисное окисление липидов

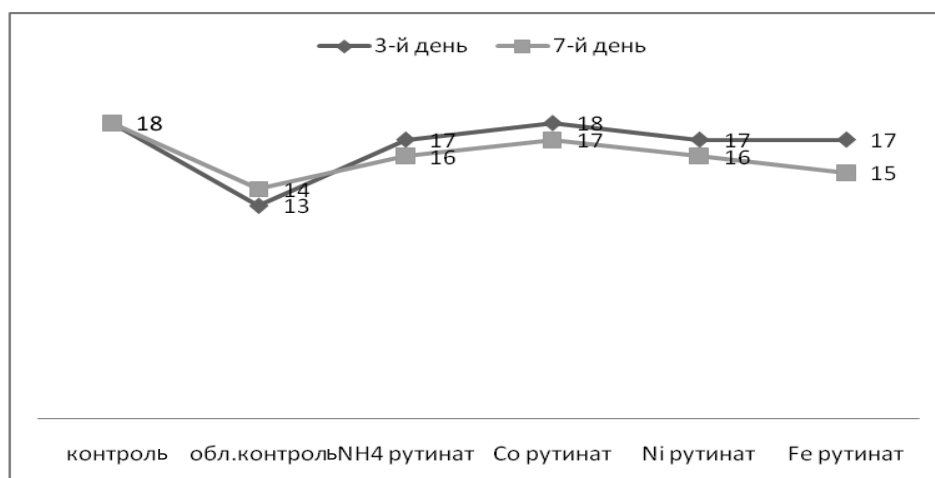


Рис. 2. Всхожесть семян

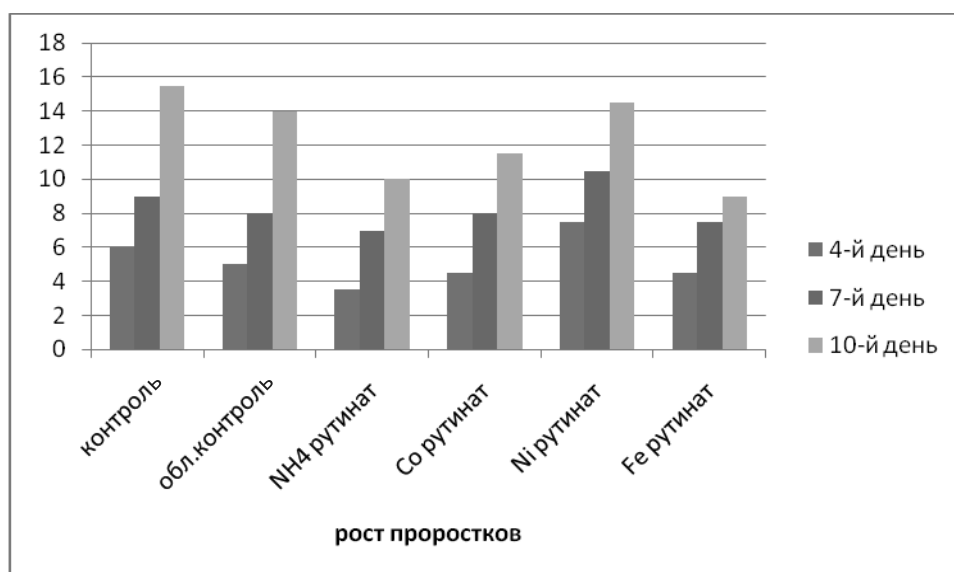


Рис. 3. Рост проростков, см

Как видно из рис. 2, облучение семян высокими дозами понижает всхожесть семян, обработка семян комплексами рутината, по сравнению с облученным контролем, повышает всхожесть семян. Самый лучший результат наблюдается у семян, обработанных Со-рутинатом. Из рис. 3 следует, что облучение не оказывало выраженного влияния на рост проростков, поэтому не наблюдается сильное радиопротекторное действие.

Мы показали, что облучение семян в высоких дозах повышает содержание в них перекиси водорода, супероксидного и гидроксильного радикала и таким образом активирует ПОЛ и вызывает активации антиоксидантной защиты растений. Кроме того, снижается всхожесть семян. Мы также показали, что предварительная обработка семян кукурузы использованными нами комплексами разных металлов и аммония снижает действие радиации на всхожесть семян и на рост растений. Обработка семян этими комплексами также подавляет активацию ПОЛ и, таким образом, защищает растения от разрушительного действия ионизирующей радиации.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Гродзинский Д.М., Гудков И.Г. Защита растений от лучевого поражения. – М.: Атомиздат, 1973. – 230 с.
2. Зенков Н.К., Меньшикова Е.Б. Активированные кислородные метаболиты в биологических системах // Успехи современной биологии. – 1993. – Т.113 (№ 3). – С. 286–290.
3. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. – 347 с.
4. Рогожин В.В., Курилюк Т.Т., Филиппова Н.П. Изменение реакции антиоксидантной системы проростков пшеницы после УФ-облучения семян // Биофизика. – 2000. – Т. 45 (вып. 4). – С. 730–736.
5. Экологическая физиология растений: руководство к лабораторным и практическим занятиям. – Екатеринбург, 2008. – 157 с.
6. Costa H., Gallego S.M., Tomaro M.L. Effect of radiation on antioxidant defense system in sunflower cotyledons // Plant Science. – 2002. – Vol. 162 (№ 6). – P. 939–945.