

**МОДИФИКАЦИЯ  
РАДИАЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ**

УДК 599:539.1.047

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ  
ПРОДУКТОВ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ  
ПРИ ОДНОКРАТНОМ ТОТАЛЬНОМ ОБЛУЧЕНИИ МЫШЕЙ**

© 2000 г. Э. А. Тарахтий\*, И. А. Кшнясев, Б. Г. Юшков, А. И. Кузьмин,  
Т. О. Фурса, М. Н. Сумин

*Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург  
Уральская государственная медицинская академия, Екатеринбург*

По некоторым показателям крови и организма мышей впервые изучен при действии ионизирующих излучений профилактический и лечебный эффект ряда препаратов растительного происхождения, предложенных в качестве пищевой добавки в рацион человека. Выявлены признаки повышения радиоустойчивости организма при введении препаратов.

*Мыши, облучение, продукты растительного происхождения, потребление кислорода, температура тела, гематологические показатели.*

В условиях многообразия возможных ситуаций, связанных с облучением, пересматриваются требования, предъявляемые к противолучевым веществам. Перспективным направлением исследований при поиске противолучевых средств, как отмечено в решении 3-го Съезда по радиационным исследованиям (Москва, 14–17.10.97), является создание нового поколения модификаторов лучевого поражения – биологически активных веществ природного происхождения. К таким веществам могут быть отнесены детокс, антиокс, нутримакс, пакс и другие продукты растительного происхождения из этой серии, разработанные при участии советских ученых и произведенные в Laboratoire des Hautes Synergies, France, по технологии, позволяющей сохранить до 95% биологической активности исходных компонентов. Продукты официально зарегистрированы в Минздраве РФ и внесены в список средств, обладающих лечебно-профилактическими свойствами [1]. В состав нутримакса входят витамины группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>12</sub>) витамины Н и Д<sub>3</sub>, Са-фосфат, Mg-стеарат, Fe-глюконат, гомогенат растений *Angelica synensis*, *Hammamelis virginia*, *Uva ursi*. Антиокс представляет собой антиоксидант, содержащий комплекс витаминов Е, С и β-каротин, Zn-оксид, Se, экстракт из виноградных зерен и листьев *Vitis vinifera*, листья *Gingco biloba* (стимулятор выработки дофамина), известные антиоксидантные свойства которых особенно важны для “тушения” агрессивных радикалов, активно образующихся после облучения. Детокс – это *Uncaria tomentosa*, обладает детоксицирующими и имму-

номодулирующими свойствами, необходимость использования которых при лечении лучевой патологии не вызывает сомнений. Пакс – это витамин группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>; В<sub>12</sub>), витамины РР и Н в сочетании с Са-фосфатом, Mg-карбонатом и стеаратом, а также *Melissa officinalis*, *Lavanda officinalis*, *Papaver rhoeas*.

В гипотезе “биохимического фона радиорезистентности”, выдвинутой в результате исследования механизма радиозащитного действия многих тысяч синтезированных препаратов, предотвращающих развитие лучевых повреждений, вызванных кратковременным облучением в летальных дозах, отмечена значимость соотношения между эндогенными протекторами и сенсбилизаторами [2]. Эндогенные факторы, такие как антиоксиданты, SH-соединения, ферментные системы, стимулируемые с помощью средств природного происхождения, повышают общую устойчивость организма. Эти средства в последнее время особенно привлекают внимание исследователей [3–7].

Известно, что устойчивость организма, в частности к лучевым нагрузкам, зависит от многих факторов, один из которых – фактор питания. На применении диет, обогащенных антиоксидантами, микроэлементами и витаминами, основан один из подходов в разработке способов снижения последствий действия радиации в малых дозах [8]. В эксперименте показана обратная связь пострадационной гибели животных и содержания белка в диете, и эти эффекты объясняются как следствие влияния пластических элементов на регенераторную способность в системе гемопоэза. Дефицит белка приводит к ослаблению эритропоэза (падение продукции эритропоэтина, угнетение регенераторной способности стволовых кроветворных клеток, нейтро- и тромбоци-

\*Адрес для корреспонденции: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202, Институт экологии растений и животных УрО РАН; тел.: (3432) 10-38-58, доб. 234; факс: (3432) 29-41-61; e-mail TAR@IPAE.URAN.RU.

топления, подавление функции Т и В клеток, понижение иммунокомпенсации) [9]. Повышение дозы Са в диете в 1.5 раза увеличивает среднюю продолжительность жизни животных, ослабляет проявления лучевой болезни; К и Mg угнетают стрессорную инволюцию тимуса крыс [9, с. 32]. Без участия микроэлементов, таких, как Mg, Fe, Cu, Co, Ni, входящих в состав активных центров соответствующих ферментов, активное биологическое окисление в живых системах протекать не может. Радиочувствительность прямо зависима от количества молекул металлосодежащих ферментов, принимающих участие в процессах тканевого дыхания. Витамины являются кофакторами энергетического обмена.

Столь важные для организма биологически активные вещества входят в состав испытываемых нами препаратов растительного происхождения. Известный и стабильный состав, безопасность применения, быстро наступающий эффект, готовая к применению лекарственная форма (порошок в капсулах) послужили основанием для выбора и первичного изучения возможности повышения устойчивости организма при действии ионизирующих излучений с помощью названных продуктов, предложенных человеку в качестве пищевой добавки. Задача исследований сводилась к оценке профилактического и лечебного действия препаратов детокс, антиокс, нутримакс, пакс на ряд показателей крови и организма интактных и облученных мышей.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Эксперименты проводили на белых беспородных половозрелых мышах обоего пола. Мышей разделили на две группы: одна (интактные, 27 самок и 10 самцов с массой тела  $22.1 \pm 0.6$  и  $23.8 \pm 0.7$  г соответственно, служила контролем, другая (30 самок и 11 самцов с массой тела соответственно  $23.0 \pm 0.6$  и  $23.2 \pm 1.1$  г) – опытные. Последние получали перорально в виде взвеси ежедневно в течение разного времени до облучения и в течение 18 сут после него препараты: нутримакс – в дозе 100 мг/кг массы тела в течение 30 сут до облучения и 50 мг/кг после; антиокс в дозе 100 мг/кг в течение 10 сут до облучения и 100 мг/кг после; пакс – в дозе 100 мг/кг в течение 7 сут до облучения и 50 мг/кг после; детокс – в дозе 100 мг/кг за 1 сут до облучения и 100 мг/кг после. Суммарное количество введенного продукта составляло от 100 до 300 мг/кг массы тела ежедневно.

Через 1 мес. от начала эксперимента самок как более многочисленную группу подвергали общему однократному воздействию  $\gamma$ -излучения  $^{137}\text{Cs}$  в дозе 6.0 Гр на установке "Игур" при мощности дозы 0.85 Гр/мин. Один раз в неделю на 28, 21, 14 и 7-е сут перед облучением и на 4, 11, 20-е сут после него мышей взвешивали, измеряли температуру их тела при помощи медицинского элект-

ротермометра "ТПЭМ-1", потребление кислорода организмом при помощи газоанализатора "АГЭ-1" по методике [10]. Перед облучением и на 4 и 20-е сут после него у мышей обеих групп из кончика хвоста брали кровь, при помощи гематологического анализатора "Cobas micros" фирмы "Roche" определяли число эритроцитов (Э), лейкоцитов (Лц), тромбоцитов (Тц), содержание гемоглобина (Hb), гематокрит (ГК), объем Э, содержание и концентрацию Hb в Э, согласно прилагаемой инструкции. Число ретикулоцитов (Рц) определяли на мазках по стандартной методике. Полученные данные обрабатывали при помощи дисперсионного анализа, используя для множественных сравнений критерий LSD [11].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для получения радиозащитного действия препараты растительного происхождения в отличие от синтетических радиопротекторов применяются длительное время. В механизме действия синтетических радиопротекторов существенную роль играет угнетение окислительных процессов в организме, что отражают такие показатели, как температура тела, потребление кислорода организмом и др. [12]. При исследовании специфики компенсаторно-приспособительных реакций разных видов млекопитающих выявлены связи между параметрами кроветворной системы и массы тела [13]; последняя тесно связана с энергетикой обмена организма, которая детерминирует темп физиологической и репаративной регенерации отдельных органов и тканей, включая кроветворную. Система крови – одна из радиочувствительных систем, объединяет работу многих функциональных систем организма, прямо или опосредованно реагирует на воздействующие факторы и отражает состояние организма. Для заключения об эффективности действия продуктов растительного происхождения нами использована комплексная оценка их влияния на организм на основе интегральных показателей, характеризующих обменные процессы, и по гематологическим показателям, отражающим глубинные процессы кроветворения и общее состояние организма.

Несмотря на поддержание в ходе опыта стабильных условий содержания животных, наблюдали колебания ряда показателей у мышей интактной группы (табл. 1). Масса тела самок после незначительного увеличения к 7-м сут ( $p = 0.06$ ) стабилизировалась и удерживалась на уровне  $107.0 \pm 3.5\%$  от исходного вплоть до облучения. Масса тела самцов от начала опыта сохранялась на одном уровне ( $100.0 \pm 3.2\%$ ). Поступление препаратов в организм не вызвало достоверного отклонения массы тела мышей, за исключением 7-х сут у самцов, когда она составила 110% против 95% в контроле ( $p = 0.04$ ).

Известно, что наибольшая устойчивость животных к облучению, защищенных синтетически-

**Таблица 1.** Динамика массы и температуры тела, потребления кислорода организмом интактных и опытных мышей

Время от начала опыта или после облучения, сут	Масса тела, г	Потребление кислорода, %	Температура тела, °С
Самки			
Контроль интактный			
0	22.1 ± 0.60(26)	13.0 ± 0.71(19)	38.0 ± 0.08(19)
7	23.6 ± 0.83(26)	11.4 ± 0.54**(26)	38.0 ± 0.07(26)
14	24.0 ± 0.65(26)	9.4 ± 0.36**(25)	38.3 ± 0.07(26)
21	24.6 ± 0.58(26)	10.4 ± 0.41**(26)	38.2 ± 0.07(26)
28	24.2 ± 0.59(26)	10.4 ± 0.38(26)	37.8 ± 0.15(26)
Получившие препараты			
0	23.0 ± 0.62(31)	11.8 ± 0.37(31)	37.8 ± 0.08(30)
7	24.4 ± 0.56(31)	10.3 ± 0.42***(31)	38.0 ± 0.06(31)
14	24.7 ± 0.48**(30)	12.8 ± 0.77***(29)	38.2 ± 0.09**(30)
21	24.7 ± 0.48*(29)	11.2 ± 0.27**(29)	37.8 ± 0.09***(29)
28	24.6 ± 0.49(29)	11.2 ± 0.39(29)	37.7 ± 0.14(29)
Облучение 6 Гр			
4	23.0 ± 0.67(20)	10.6 ± 0.43(19)	37.6 ± 0.11**(20)
11	24.3 ± 0.60(20)	10.3 ± 0.35(20)	37.7 ± 0.09(20)
20	23.1 ± 0.63*** (20)	11.9 ± 0.40*, ** (20)	36.9 ± 0.13 *, ** (20)
Облучение 6 Гр получивших препараты			
4	24.6 ± 0.51*** (22)	11.5 ± 0.61(22)	37.3 ± 0.14**(22)
11	25.4 ± 0.47*** (23)	11.4 ± 0.48(22)	37.7 ± 0.14(22)
20	25.9 ± 0.54*** (22)	12.7 ± 0.46** (22)	37.8 ± 0.13*** (22)
Самцы			
Контроль интактный			
0	23.8 ± 0.76(9)	11.7 ± 0.79(9)	37.9 ± 0.08(9)
7	22.6 ± 0.65(9)	10.2 ± 0.63(9)	37.9 ± 0.08(9)
14	23.2 ± 0.79(9)	10.3 ± 0.33(9)	38.7 ± 0.10**(9)
21	24.5 ± 0.88(9)	10.9 ± 0.91(9)	38.3 ± 0.11**(9)
28	26.4 ± 0.84**(9)	10.8 ± 0.75(8)	38.2 ± 0.07(9)
Получившие препараты			
0	23.2 ± 1.18(9)	11.6 ± 0.75(9)	37.9 ± 0.24(9)
7	25.8 ± 1.36***(9)	12.1 ± 0.79*** (9)	37.7 ± 0.07(9)
14	25.7 ± 1.35(10)	10.2 ± 0.50**(10)	37.9 ± 0.13*** (9)
21	25.1 ± 1.36(9)	11.2 ± 0.40(9)	38.0 ± 0.09*** (10)
28	26.8 ± 1.36*** (9)	10.5 ± 0.36(9)	37.9 ± 0.19(9)

Примечание. Здесь и далее различия статистически значимы,  $p < 0.05$ : \* – относительно интактного контроля; \*\* – последующая величина в группе отличается от предыдущей; \*\*\* – между группами опыта. В скобках – число животных.

ми радиопротекторами, наблюдается во время наименьшего потребления кислорода. Исходные величины потребления кислорода интактными и получавшими препараты животными не различались между собой (табл. 1). Однако динамика показателя в этих группах не однотипна. Для наглядности приводим ход кривых потребления кислорода организмом в опытной и контрольной группах на рисунке. По другим признакам наблюдали аналогичную картину. У самок к 7-м сут в обеих группах опыта потребление кислорода по-

нижалось ( $p < 0.03$ ), к 14-м продолжало понижаться в контроле и возрастать в опыте ( $p < 0.04$ ). При этом различия между группами были высоко достоверны ( $p < 0.001$ ). К 21-м сут потребление кислорода организмом мышей, получавших препараты, вновь понижалось до верхней границы значений в контрольной группе.

В отличие от самок у самцов при схожей направленности изменений различия между группами по этому показателю отмечены к 7-м сут ( $p = 0.04$ ).



Таким образом, применение препаратов приводит к повышению потребления кислорода животными, что, вероятно, свидетельствует о повышении активности обмена веществ.

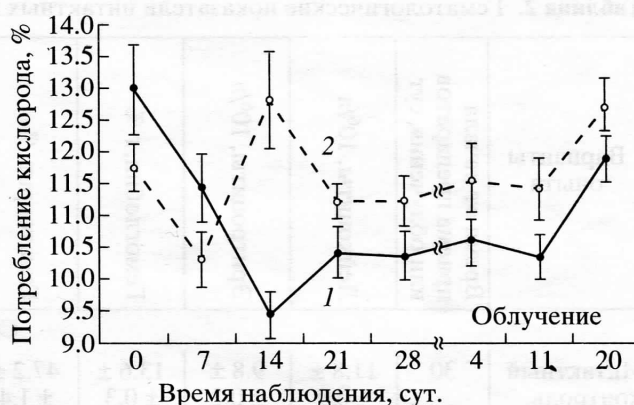
Температура тела мышей колебалась в пределах физиологической нормы, вместе с тем имели место различия между группами (табл. 1). Так, в интактном контроле отмечено увеличение температуры тела к 14-м сут у самок и самцов (100.9 и 102% соответственно), к 21-м – только у самцов (101.1%), что оказалось достоверно выше не только соответствующих исходных величин ( $p < 0.02$ ), но и данного показателя на эти же сроки у мышей, получавших препараты ( $p < 0.02$ ). Таким образом, применение продуктов растительного происхождения способствует поддержанию температуры тела в стабильном состоянии в течение 1 мес. наблюдений, что особенно заметно у самцов, где размах ее колебаний не превышает  $0.04^\circ\text{C}$  против  $0.5^\circ\text{C}$  в контроле (табл. 1). Температурная реакция как менее пластичный показатель по сравнению с потреблением кислорода проявляется позднее.

Отмечено благотворное влияние препаратов на поведенческие реакции мышей: понижение агрессии, двигательной гиперактивности, что особенно выражено после введения в рацион пакса.

При исследовании содержания форменных элементов в крови через 1 мес. после начала применения препаратов (табл. 2) у самок различий между опытной и контрольной группами не найдено. У самцов же, получавших пищевые добавки, возросли количество эритроцитов, ретикулоцитов, содержание гемоглобина, гематокрит ( $p < 0.02$ ). Выявленные половые различия в реакции показателей крови, возможно, обусловлены ролью гормонов щитовидной железы, надпочечников и др. [9, с. 30].

Таким образом, полученные данные по показателям периферической крови и интегральным показателям организма свидетельствуют о том, что введение исследуемых препаратов способствует поддержанию изученных характеристик организма на более стабильном уровне, понижению размаха колебаний даже в диапазоне физиологических границ (табл. 1). Половые различия сводятся к различию в выраженности и времени проявления эффекта. Можно полагать, что самцы более реактивны на введение препаратов, чем самки.

Мышей-самок обеих групп опыта облучали в дозе 6 Гр. Гибели мышей отмечено не было, но симптомы лучевого поражения проявлялись. Так, течение 7–10 сут после облучения мыши были угнетены, у них наблюдался взъерошенный шерстный покров. У животных, получавших препараты, этих и других видимых изменений не отмечалось. После облучения масса тела облученных мышей уже на 4-е сут понизилась до величин показателя, наблюдавшихся в течение первых 7–14 сут от начала опыта и далее колебалась в



Динамика потребления кислорода организмом мышей до и после облучения в дозе 6 Гр в контроле (1) и при потреблении препаратов, содержащих продукты природного происхождения (2).

этих пределах (табл. 1). У мышей, получавших препараты, напротив, в течение первых 11 сут после облучения масса тела удерживалась на уровне 28-х сут от начала скармливания препаратов, к 20-м сут после облучения возрастала и была выше значений не только облученного контроля, но и величин исходных самого начала опыта вплоть до облучения ( $p < 0.01$ ).

Температура тела мышей уже к 4-м сут после облучения понизилась и в группе облученного контроля, и у облученных после применения препаратов ( $p = 0.04$ ), причем в большей мере у получавших пищевые добавки. Однако уже к 11-м сут у последних она восстанавливалась, тогда как у только облученных не осталась пониженной, а к 20-м сут понизилась еще более, до  $36.9^\circ\text{C}$ , что ниже, чем у животных, получавших продукт, и даже ниже исходной температуры тела ( $p < 0.01$ ).

Потребление кислорода организмом мышей обеих групп опыта в течение 11 сут после облучения не отличалось от величин, отмеченных до облучения в соответствующих группах на 21–28-е сут. К 20-м сут оно существенно возрастало ( $p < 0.03$ , рисунок). Статистически значимых различий между группами опыта по этому показателю не найдено. Однако более высокое потребление кислорода мышцами, получавшими препараты, отмечено в опыте с применением замкнутого объема, где установлено понижение в 1.5 раза продолжительности жизни животных по сравнению с облученным контролем. Можно полагать, что имеет место повышение активности окислительно-восстановительных реакций, основного обмена и репарации нарушенных функций у защищенных мышей. Мыши, потребляющие больше кислорода, согласно [12], должны быть более чувствительными к облучению. Строгой зависимости между радиозащитным эффектом и потреблением кислорода организмом при испытании син-

Таблица 2. Гематологические показатели интактных и опытных мышей

Варианты опыта	Время от начала приема препаратов или облучения, сут	Лейкоциты, $10^6/л$	Эритроциты, $10^6/л$	Гемоглобин, г %	Гематокрит, %	Ретикулоциты, ‰	Тромбоциты, $10^3/мкл$	Объем эритроцитов, $мкм^3$	Содержание, Нв, в Э, пг	Концентрация Нв в Э, г %	Число животных
Самки											
Интактный контроль	30	$11.8 \pm 0.9$	$9.8 \pm 0.2$	$13.6 \pm 0.3$	$47.2 \pm 1.4$	$20.5 \pm 1.3$	$652.8 \pm 26.2$	$48.2 \pm 0.3$	$14.0 \pm 0.1$	$29.1 \pm 0.1$	26
Получившие препараты	30	$9.9 \pm 0.6$	$10.6 \pm 0.4$	$14.7 \pm 0.5$	$51.1 \pm 1.9$	$22.5 \pm 1.9$	$603.1 \pm 35.1$	$48.5 \pm 0.4$	$13.9 \pm 0.1$	$28.7 \pm 0.1$	25
Облучение 6 Гр	4	$7.7 \pm 1.2^*$	$6.6 \pm 0.6^*$	$9.8 \pm 0.9^*$	$31.6 \pm 3.1^*$	$19.0 \pm 2.6$	$675.8 \pm 45.4$	$48.5 \pm 0.8$	$15.0 \pm 0.2^*$	$31.0 \pm 0.1^*$	6
	20	$9.0 \pm 0.7^*$	$8.3 \pm 0.2^*$	$13.3 \pm 0.3$	$42.5 \pm 1.0^*$	$25.1 \pm 1.0^*$	$595.6 \pm 40.0$	$51.3 \pm 0.4^*$	$16.0 \pm 0.1^*$	$31.2 \pm 0.1^*$	18
Облучение получивших препараты	4	$6.8 \pm 1.5$	$8.1 \pm 0.8^*$	$11.8 \pm 1.1^*$	$37.3 \pm 3.7^*$	$23.0 \pm 3.9$	$543.3 \pm 90.4^*$	$46.0 \pm 0.8^{*}***$	$14.4 \pm 0.2$	$31.1 \pm 0.3^{*}***$	6
	20	$8.9 \pm 1.3^{***}$	$8.6 \pm 0.2^*$	$13.8 \pm 0.5$	$43.4 \pm 1.8^*$	$24.7 \pm 2.6$	$510.4 \pm 63.8^{**}***$	$50.1 \pm 0.7^*$	$15.9 \pm 0.2^*$	$31.7 \pm 0.1^{*}***$	14
Самцы											
Интактный контроль	30	$9.0 \pm 0.7$	$9.8 \pm 0.2$	$13.2 \pm 0.2$	$46.9 \pm 1.0$	$29.1 \pm 1.3$	$687.3 \pm 54.7$	$47.9 \pm 0.5$	$13.5 \pm 0.1$	$28.2 \pm 0.2$	9
Получившие препараты	30	$9.3 \pm 0.7$	$11.0 \pm 0.5^{***}$	$15.0 \pm 0.8^{***}$	$53.1 \pm 3.0^{***}$	$22.5 \pm 1.9^{***}$	$588.3 \pm 50.7^{***}$	$48.0 \pm 0.6$	$13.6 \pm 0.2$	$28.2 \pm 0.1$	6

тетических радиопротекторов, относящихся к одному химическому классу, нами не выявлено [14].

В периферической крови облученных мышей на 4-е сут после облучения понижались на 35–28% число Лц, Э, содержание Нв, ГК, ( $p < 0.02$ , табл. 2). За исключением Нв эти показатели не восстанавливались и к 20-м сут. К 4-м сут возрастали на 6–7% ( $p < 0.02$ ) содержание и концентрация Нв в Э, а к 20-м сут – средний объем Э, число Рц. Если учесть, что для запуска регенераторного эритропоэза достаточно понижения числа эритроцитов лишь на 5% [15], то в пользу не только запуска регенерации, но и напряженности эритропоэза свидетельствуют понижение их числа на 33% и возрастание на 22% числа Рц. При этом, согласно [16], можно полагать, что увеличение содержания Нв в Э при пониженной величине ГК ( $p < 0.02$ ) поддерживает кислородтранспортную функцию крови, компенсируя малое количество эритроцитов.

Профилактическое и лечебное применение испытуемых веществ несущественно предотвращало падение на 4-е сут числа Э, содержания Нв в крови, величина ГК (табл. 2). В отличие от облученного контроля здесь оставалось на уровне исходных величин содержание Нв в Э и уменьшался их средний объем (95% от исходного,  $p < 0.03$ ).

Как видно, при менее значительном (на 9–8%), чем в облученном контроле, понижении числа Э, Нв ( $p > 0.08$ ) и существенном увеличении средней концентрации Нв в Э (8%,  $p < 0.05$ ) изменяется соотношение размера эритроцитов в пользу клеток малого размера (46  $мкм^3$ ,  $p < 0.01$ ).

Можно полагать, что это компенсаторная реакция эритрона, выражающаяся в стимуляции пролиферативной активности определенного типа клеток, активно реагирующих в экстремальной ситуации и поддерживающих функцию эритроцитов. В пользу этого положения свидетельствует, в отличие от облученного контроля, сохранение на исходном уровне числа ретикулоцитов во все сроки наблюдения, что характеризует снятие напряженности эритропоэза у защищенных мышей. К 20-м сут у них восстанавливалось содержание Нв, число Лц. Превышали исходные величины ( $p < 0.02$ ) средний объем Э (103%), содержание (115%) и концентрация Нв в Э (111%), причем последний показатель в большей мере у мышей, получивших пищевые добавки ( $p < 0.02$ ). Остаются низкими величины ГК (85%) и числа Э (82%) ( $p < 0.005$ ).

Полученные данные согласуются с литературными [17] об увеличении пролиферативной активности стволовых клеток костного мозга облученных мышей, которые получали вытяжку из

корня *Angelica sinensis*, входящую в состав использованного нами нутримакса. Меньшее, чем в облученном контроле, содержание в кровотоке числа Тц и Лц, вероятно, можно связать с большей восстановленностью системы крови мышей, получавших продукт, где иммунологическая и неспецифическая защита организма эффективно осуществляется меньшим числом циркулирующих клеток, что отмечено в работе [18].

Таким образом, комплекс исследованных признаков свидетельствует о том, что примененные с целью профилактики и лечения препараты природного происхождения способны повышать уровень защитных ресурсов организма, переводя его в состояние, названное авторами работы [3] четвертым. В экстремальной ситуации препараты могут уменьшать отклонение от нормы показателей крови и организма и тем самым сдерживать разбалансировку систем организма, снимать симптомы острого лучевого поражения, наблюдаемые в группе облученного контроля. Полученные результаты испытания исследуемых продуктов природного происхождения при остром воздействии  $\gamma$ -излучения на организм мышей в максимально переносимой дозе свидетельствуют о вероятном повышении радиоустойчивости организма мышей, что может служить основанием для выбора их в качестве модификаторов, действующих по фармакометаболическому механизму. С целью повышения эффективности рекомендуется изучить оптимальные условия применения этих и других веществ того же класса – длительность применения, дозы вещества, сочетание препаратов, дозы облучения и др.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 99-04-49022).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Видаль. Лекарственные препараты в России. Справочник. М.: АстраФармСервис, 1998. 1600 с.
2. Гончаренко Е.Н., Кудряшов Ю.Б. Гипотеза эндогенного фона радиорезистентности. М.: Изд-во МГУ, 1980. 175 с.
3. Гончаренко Е.Н., Деев Л.И., Кудряшов Ю.Б., Пархоменко И.М. // Радиационная биология. Радиационная экология. 1997. Т. 37. Вып. 4. С. 673–675.
4. Бубнова О.И., Баум Р.Ф., Ашмаров В.В., Знаменская Е.В. // 3-й Съезд по радиационной биологии. М., 14–17 окт. 1997 г. Тез. докл. Т. 3. Пушино, 1997. С. 164–165.
5. Касаикина О.И., Русина И.Ф., Сирота Т.В., Шишкина Л.Н. // Мед. радиология и радиационная безопасность. 1998. Т. 43. № 1. С. 43–50.
6. Золотарева Н.Н., Романенко Е.В., Соколов В.Е. // 3-й Съезд по радиационной биологии. М., 14–17 окт. 1997 г. Тез. докл. Т. 3. Пушино, 1997. С. 180–181.
7. Книжников В.А., Шандала Н.К., Комлева В.А., Тумельянец В.А. // 3-й Съезд по радиационной биологии. М., 14–17 окт. 1997 г. Тез. докл. Т. 3. Пушино, 1997. С. 184–185.
8. Ярмоненко С.П. // Мед. радиология и радиационная безопасность. 1998. Т. 43. № 1. С. 30–36.
9. Поспишил М., Ваха И. Индивидуальная радиочувствительность, ее механизмы и проявления. М.: Энергоатомиздат, 1986. 112 с.
10. Трегубенко И.П., Тарахтий Э.А., Чибиряк М.В. и др. // Радиобиология. 1984. Т. 24. Вып. 6. С. 838–846.
11. Кендалл М., Стюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. М.: Наука, 1976. 737 с.
12. Стрельников Ю.Е., Либикова Н.И. // Радиобиологический съезд. Киев, 20–25 сент. 1993 г. Тез. докл. Т. 3. Пушино, 1993. С. 965–966.
13. Груздев Г.П. Острый радиационный костно-мозговой синдром. М.: Медицина, 1988. 237 с.
14. Тарахтий Э.А., Сидорова Л.П., Жигальский О.А., Чунахин О.Н. // Хим.-фармацевт. журн. 1998. № 1. С. 17–21.
15. Луганова И.С., Николаева Л.К., Блинов М.Н. // Пробл. гематологии и переливания крови. 1980. Т. 25. № 1. С. 26.
16. Васильев Н.В., Захаров Ю.М., Коляда Т.Н. Система крови и неспецифическая резистентность в экстремальных климатических условиях. Новосибирск: Наука, 1992. 256 с.
17. Mei Qi Bing, Tao Jang-Vi, Zhang Hui-Di et al. Чжунго ноли сюэ бао // Acta Pharmacol. Sin. 1988. V. 9. № 3. P. 279–283. (цит. по: РЖ Радиационная биология. 1988. реф. 9.70.59).
18. Мазурик В.К., Михайлов В.Ф., Ушенкова Л.Н. и др. // Радиационная биология. Радиационная экология. 1997. Т. 37. Вып. 2. С. 166–174.

Поступила в редакцию  
9.10.98

## Nutrients of Natural Origin for Prevention and Treatment of Radiation Disease in Experiment

E. A. Tarakhtyi, I. A. Kshnyasev, B. G. Yushkov, A. I. Kuzmin, T. O. Fursa, M. N. Sumin

*Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Division, Russian Academy of Sciences,  
Ural State Medical Academy, Ekaterinburg, 620144 Russia; e-mail: TAR@IPAE.URAN.RU*

The preventive and medical effect of some nutrients of plant origin suggested as food supplement was studied in mice subjected to acute irradiation. The evidence of increased radioresistance was revealed.