



# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

## AGRICULTURE

УДК 619:539.16.04:636.32/.38

### ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ДОЗ КОРОТКОВОЛНОВЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНЫЕ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОВЕЦ

*Ю. А. Александров*

*Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола*

### EFFECT OF SMALL DOSES OF SHORT-WAVELENGTH ELECTROMAGNETIC RADIATION ON THE PRODUCTIVE AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF SHEEP

*Yu. A. Alexandrov*

*Mari State University, Yoshkar-Ola*

Представлены данные по воздействию малых доз гамма-облучения на продуктивность и гематологические показатели периферической крови овец породы прекос в эксперименте. Общее гамма-облучение проводилось на гамма-установке «Пума» с источником излучения Cs-137 при мощности экспозиционной дозы облучения  $0,28 \cdot 10^{-4}$  А/кг (6,40–6,57 Р/мин). Установлено, что малые дозы ионизирующей радиации в диапазоне экспозиционных доз  $0,65 \cdot 10^{-2}$  Кл/кг –  $2,58 \cdot 10^{-2}$  Кл/кг стимулируют рост и развитие молодняка овец, что проявляется превышением живой массы опытных животных по сравнению с биологическим контролем на 6–9 %, повышают шерстную продуктивность на 3,6–8 %. Техническое качество шерсти по тонине, длине, извитости, содержанию жиропота не отличалась от шерсти овец биологического контроля. У опытных животных наблюдалось незначительное дозозависимое снижение числа лейкоцитов, в том числе лимфоцитов и нейтрофилов. При гамма-облучении в дозе 75 и 100 Р на 5–10 сутки после радиационного воздействия это снижение составляло 40–50 % от исходного уровня, а при дозе 25 и 50 Р в пределах 15–25 % от исходного состояния. На 30–60 сутки исследования наблюдалась стабилизация как общего количества лейкоцитов, так и нарушение соотношения лимфоцитов и нейтрофилов в сторону увеличения содержания первых, снижение относительного числа нейтрофилов. В эти же сроки наблюдался в лейкограмме сдвиг

The experiment presents the data on the effects of low doses of gamma radiation on productivity and hematological parameters of peripheral blood of sheep of Prekos breed. The total gamma-irradiation was carried out for gamma-setting "Puma" with a radiation source Cs-137 for irradiating the exposure dose  $0,28 \cdot 10^{-4}$  A/kg (6,40–6,57 R/min). It was found that low doses of ionizing radiation, in the exposure doses range of  $0,65 \cdot 10^{-2}$  C/kg –  $2,58 \cdot 10^{-2}$  C/kg, stimulate the growth of young sheep, which manifests itself in excess body weight of the experimental animals in comparison with the biological control for 6–9 %, and in increase of wool productivity of 3,6–8 %. The technical quality of the wool in fineness, length, crimp, suint content did not differ from the wool of sheep from biological control. The experimental animals had a slight dose-dependent decrease in the number of leukocytes, including lymphocytes and neutrophils. This reduction was 40–50 % of baseline during the gamma irradiation at a dose of 75 and 100 F for 5–10 days after exposure to radiation, and 15–25 % of baseline at a dose of 25 and 50 R. 30–60 day of the study showed stabilization of both the total number of leukocytes and violation in the ratio of lymphocytes and neutrophils in the direction of increasing the content of the first, and the reduction in the relative number of neutrophils. In the same period there was a shift of neutrophil formula to the left in leukogram. Myeloid and young forms of neutrophils started to appear. All this indicates the recovery of leukopoiesis

нейтрофильной формулы влево, появлялись миелоидные и юные формы нейтрофилов, что свидетельствует о восстановлении лейкопоза в красном костном мозге. Изменений со стороны эритропоза у опытных групп овец не наблюдалось, количество эритроцитов и уровень гемоглобина в них соответствовало показателям животных группы биологического контроля. Таким образом, при воздействии малых доз ионизирующей радиации на организм овец проявляется явление радиационного гормезиса, проявляющееся стимуляцией физиологических процессов, повышением мясной и шерстной продуктивности; повышением иммунобиологической реактивности.

**Ключевые слова:** ионизирующее излучение, радиационный гормезис, стимуляция роста и развития, малые дозы, лейкоциты, лимфоциты, эритроциты, шерстная продуктивность, каневые антигены, антителообразующие клетки, иммуноглобулины, циркулирующие иммунные комплексы, иммунобиологическая реактивность, бласттрансформация лимфоцитов, первичный и вторичный иммунный ответы

Экспериментальные данные о биологическом действии различных уровней воздействия коротковолновых электромагнитных излучений, о биологической необходимости природного радиационного фона для нормального существования биоты, о стимулирующем влиянии малых уровней радиационного воздействия на рост, развитие, жизнеспособность, плодовитость как клеток, культур тканей, простейших, растений, так и животных, в т. ч. млекопитающих, рассеяло мнение, что такое физическое воздействие однозначно вредно для живых организмов [2; 3; 4; 8].

Имеется обширный материал по благоприятному влиянию малых доз ионизирующих излучений на эмбриональное и постэмбриональное развитие молодняка свиней, овец, пушных зверей (норки, серебристо-черных лисиц), сельскохозяйственной птицы: кур, индеек, гусей, перепелок, уток [7; 8].

Значительный интерес в радиационной иммунологии имеет установленный феномен повышения радиорезистентности организма млекопитающих и птиц при воздействии малых доз ионизирующей радиации [4].

Целью исследований является изучение действия малых доз ионизирующей радиации на продуктивные качества и некоторые гематологические и иммунологические показатели овец мясошерстной породы прекокс.

Исследования проводились на овцах породы прекокс, содержащихся в условиях вивария, отвечающих зоогигиеническим требованиям. Кормление проводилось согласно рациону, принятому

in red bone marrow. The experimental group of sheep did not have changes of erythropoiesis. The number of red blood cells and hemoglobin level in the experimental groups matched indicators of biological controls. Thus, the effect of low doses of ionizing radiation on sheep provokes the phenomenon of radiation hormesis, manifested by stimulation of physiological processes, by increase in meat and wool productivity, by increasing immunobiological reactivity.

**Keywords:** ionizing radiation, radiation hormesis, stimulation of growth and development, small doses, leukocytes, lymphocytes, red blood cells, wool productivity, tissue antigens, antibody cells, immunoglobulins, circulating immune complexes, immunobiological reactivity, blast transformation of lymphocytes, primary and secondary immune responses

в виварии, по нормам с учетом возраста, физиологического состояния и сезона года.

Общее гамма-облучение проводилось на гамма-установке «Пу́ма» с источником излучения Cs-137 при мощности экспозиционной дозы облучения  $0,28 \cdot 10^{-4}$  А/кг (6,40–6,57 Р/ мин).

Схема опыта:

- 1 группа – биологический контроль, n = 10 гол.;
- 2 группа –  $0,65 \cdot 10^{-2}$  Кл/кг (25 Р), n = 10 гол.;
- 3 группа –  $1,29 \cdot 10^{-2}$  Кл/кг (50 Р), n = 10 гол.;
- 4 группа –  $1,94 \cdot 10^{-2}$  Кл/кг (75 Р), n = 10 гол.;
- 5 группа –  $2,58 \cdot 10^{-2}$  Кл/кг (100 Р), n = 10 гол.

При сравнительной оценке радиобиологических эффектов у овец учитывались следующие показатели:

1. Клиническое состояние – общее состояние и поведение, состояние кожи, видимых слизистых оболочек и шерстного покрова; динамика массы тела; состояние органов пищеварения по характеру пищевой возбудимости, консистенции кала, примеси в нем слизи и крови.

2. Гематологические показатели (число лейкоцитов и показатели лейкоцитарной формулы, количество тромбоцитов, эритроцитов и уровень гемоглобина в них) периферической крови в динамике – определяли по общепринятым методикам.

После гамма-облучения в дозах 25, 50, 75, 100 Р внешних клинических проявлений радиационного воздействия у овец опытных групп не наблюдалось – животные адекватно отвечали на внешние раздражители, отказа от корма и воды

не наблюдалось, физиологические проявления деятельности пищеварительной системы были в пределах нормо-реакции.

В таблице 1 представлены данные по динамике изменения живой массы молодняка овец контрольной и опытной групп.

Таблица 1

Динамика изменения живой массы молодняка овец, М±m, кг

Группы овец	Сроки исследования, мес.						
	0	1	2	3	4	5	6
1 – б. к.	38,0±0,5	40,0±0,3	43,7±2,7	44,5±1,3	48,2±2,7	46,8±3,6	50,2±0,7
2 – опытная	38,2±1,9	40,4±2,0	42,8±2,1	48,6±1,8	48,3±1,9	47,7±1,5	50,8±1,9
3 – опытная	39,8±1,6	42,2±1,6	44,7±2,2	48,2±1,3	50,2±2,6	48,4±2,5	50,6±0,7
4 – опытная	38,3±0,6	40,±1,3	45,6±1,2	47,5±1,4	49,9±2,1	49,0±2,5	52,2±1,2
5 – опытная	39,7±0,5	40,5±0,8	41,7±1,7	43,8±1,3	45,2±2,7	49,0±1,5	50,9±1,1

После гамма-облучения овец в малых дозах у овец опытных групп прирост живой массы в отдельные сроки превышал на 6–9 % показатели интактных овец, что свидетельствует о стимуляции метаболических процессов. Шерстная продуктивность, определяемая по выходу невымытой шерсти (стрижка – конец мая – 4 месяц эксперимента), составляла во всех группах от 2,7 кг до 3,9 кг (выше на 3,6–8 %), визуально качество шерсти как по тонине, длине, извитости, содержанию жиропота не отличалось от шерсти овец биологического контроля.

Таблица 2

Шерстная продуктивность овец, М±m, кг

Группы овец	Живая масса до стрижки	Живая масса после стрижки	Шерстная продуктивность
1 – б. к.	48,2±2,7	44,7±0,2	3,6±0,3
2 – опытная	48,3±1,9	45,5±1,7	3,8±0,7
3 – опытная	50,2±2,6	46,2±1,2	3,9±0,6
4 – опытная	49,9±2,1	46,0±1,2	3,9±0,9
5 – опытная	45,2±2,7	47,7±1,8	2,7±1,9

Отмечается тенденция в превышении шерстной продуктивности овец, подвергнутых двукратному физическому воздействию, по сравнению с животными, подвергшихся только однократному воздействию. Данные наших исследований согласуются с данными исследователей [9], что

служит подтверждением общебиологического феномена, называемого радиационный гормезис [2; 3; 4; 6].

В таблице 3 представлены данные по динамике изменения количества лейкоцитов периферической крови овец опытных групп.

Таблица 3

Динамика количества лейкоцитов (тыс/мкл) и относительного содержания нейтрофилов, лимфоцитов (%) периферической крови овец, М±m

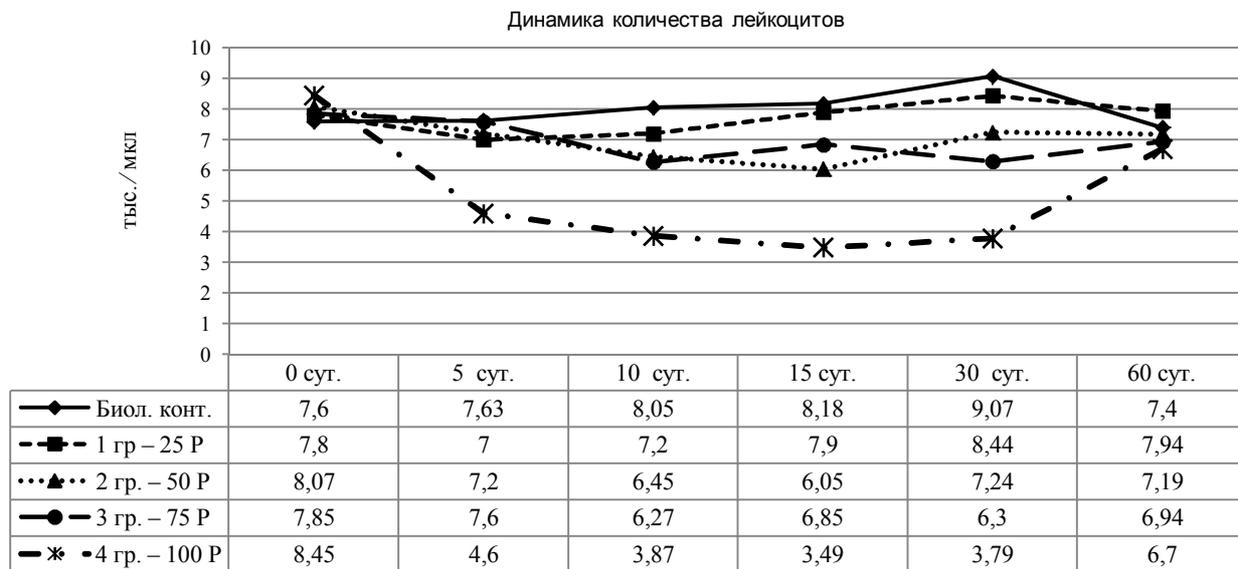
Группы овец	Сроки исследования, сут.					
	0	5 сут.	10 сут.	15 сут.	30 сут.	60 сут.
1 – б. к.	7,60±0,60	7,63±0,45	8,05±0,25	8,18±0,34	9,07±0,24	7,40±0,37
	37,1±2,4	38,3±3,6	43,0±4,0	45,0±4,7	44,0±3,7	40,0±1,7
	54,6±1,7	54,3±4,0	50,3±4,1	44,3±4,8	43,3±2,2	49,3±3,2
2 – опытная	7,80±0,41	7,00±0,75	7,20±0,14	7,90±0,27	8,44±0,70	7,94±0,38
	37,1±2,4	48,3±6,4	48,0±2,4	48,5±3,4	47,3±2,4	47,3±2,4
	54,6±1,7	39,8±1,7	36,3±1,5	40,3±2,0	35,3±2,0	39,3±3,6
3 – опытная	8,07±0,57	7,20±0,65	6,45±0,25	6,05±0,32	7,24±0,75	7,19±0,32
	37,1±2,4	41,5±5,9	51,0±1,4	30,5±2,9	40,5±4,0	36,5±4,0
	54,6±1,7	46,5±4,7	36,3±1,5	60,3±0,9	46,8±3,9	58,8±2,2
4 – опытная	7,85±0,28	7,60±0,61	6,27±0,57	6,85±0,32	6,30±0,50	6,94±0,38
	37,1±2,4	50,8±2,8	51,8±1,9	35,5±1,9	30,5±1,7	32,5±1,9
	54,6±1,7	38,8±1,7	34,3±1,8	50,3±3,9	56,3±2,9	59,3±2,0
5 – опытная	8,45±0,91	4,60±0,60	3,87±0,61	3,49±0,11	3,79±0,14	6,70±0,50
	37,1±2,4	57,1±2,4	50,2±2,2	30,5±2,9	25,5±1,9	30,8±1,9
	54,6±1,7	28,8±1,1	29,0±0,9	60,3±0,9	63,7±1,9	63,3±2,0

Из данных таблицы 3 и рисунка видно, что при гамма-облучении в дозе 75 и 100 Р на 5–10 сутки после радиационного воздействия снижение числа лейкоцитов составляло 40–50 % от исходного уровня, а при дозе 25 и 50 Р в пределах 15–25 % от исходного состояния. На 30–60 сутки исследования наблюдалась стабилизация как общего количества лейкоцитов, так и нарушение соотношения лимфоцитов и нейтрофилов в сторону увеличения

первых и снижение относительного числа нейтрофилов. В эти же сроки наблюдался в лейкограмме сдвиг нейтрофильной формулы влево, появлялись миелоидные и юные формы нейтрофилов, что свидетельствует о восстановлении лейкопоза в красном костном мозге. Некоторый относительный лимфоцитоз, по нашему мнению, свидетельствует

о повышении иммунологической реактивности организма овец.

Изменений со стороны эритропоза у опытных групп овец не наблюдалось, количество эритроцитов и уровень гемоглобина в них соответствовали показателям животных группы биологического контроля.



Сроки исследования

Динамика количества лейкоцитов периферической крови овец

Таблица 4

**Динамика изменения количества эритроцитов периферической крови и уровня гемоглобина в них,  $M \pm m$**

Группы овец	Сроки исследования, сут.					
	0	5 сут.	10 сут.	15 сут.	30 сут.	60 сут.
1	2	3	4	5	6	7
Число эритроцитов, млн/мкл и уровень гемоглобина, г/дм <sup>3</sup>						
1 – б. к.	9,57± 0,45 109,0± 6,4	9,27± 0,49 109,3± 6,7	8,77± 0,19 102,7± 7,0	8,80± 0,19 103,7± 7,0	9,87± 0,47 109,0± 6,4	9,70± 0,36 118,0± 3,1
2 – опыт-ная	9,61± 0,21 115,0± 5,0	9,56± 0,29 115,0± 7,0	9,85± 0,50 110,0± 3,8	9,90± 0,23 113,5± 2,8	9,90± 0,67 109,5± 11,8	9,80± 0,28 111,5± 2,8
3 – опыт-ная	9,05± 0,60 102,0± 9,0	9,05± 0,52 104,0± 6,7	9,28± 0,69 109,3± 8,5	9,40± 0,73 106,3± 10,5	9,90± 0,67 109,3± 11,5	9,90± 0,67 109,3± 11,5
4 – опыт-ная	9,38± 0,45 109,0± 4,1	9,05± 0,48 102,0± 5,0	9,07± 0,46 110,0± 5,9	9,67± 0,66 115,0± 6,9	9,27± 0,96 110,0± 4,3	10,27± 0,36 118,5± 5,3

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
5 – опыт-ная	8,30± 0,45 129,0± 7,2	8,75± 0,85 190,0± 5,2	9,75± 0,81 160,0± 5,2	9,60± 0,31 113,0± 5,5	9,10± 0,36 109,5± 4,9	10,43± 0,36 117,7± 3,9

### Заключение

1. При воздействии малых доз ионизирующей радиации на организм овец проявляется явление радиационного гормезиса, проявляющееся стимуляцией физиологических процессов.

2. Малые дозы ионизирующей радиации в диапазоне экспозиционных доз 25–100 P вызывают стимуляцию продуктивных качеств овец, наблюдается превышение мясной продуктивности на 6–9 %, шерстной продуктивности на 3,6–8 % при сохранении технологических свойств шерстного волокна; дозозависимое снижение числа лейкоцитов, абсолютную и относительную лимфопению в периферической крови, обусловленную адаптационными механизмами гемопоэза в ответ на воздействие данного физического фактора.

**Литература**

1. Варданян В. А., Кочикянц М. А. Роль гипоталамической нейросекреции в реализации стимулирующего эффекта малых доз на постнатальный онтогенез // Тезисы докладов 1 Всесоюзного радиобиологического съезда. Пушкино: АН СССР. Т. 5. С. 1140–1141.
2. Использование ионизирующих излучений для стимуляции роста и повышения продуктивности сельскохозяйственных животных / В. А. Киршин [и др.]. Казань: КВИ, 1983. 256 с.
3. Киршин В. А., Сафонова В. А., Тюменев Р. С. Влияние малых доз облучения на показатели клеточных факторов иммунитета у свиней // Тезисы докладов 3-й Всесоюзной конференции по сельскохозяйственной радиологии: в 2 т. Обнинск: ВНИИСХР, 1990. С. 144.
4. Киршин В. А. Использование ионизирующих излучений для стимуляции роста и повышения продуктивности сельскохозяйственных животных. Казань: КВИ, 1983. 256 с.
5. Кузин А. М. Особенности механизма действия атомной радиации на биоту в малых, благоприятных для них дозах. Пушкино: АН СССР, 1989. 220 с.
6. Курбангалеев Я. М., Ишмухаметов К. Т. Влияние рентгеновского облучения в малых дозах на развитие и продуктивность овец // Биотехнология, токсикологическая, радиационная и биологическая безопасность: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Федерального Центра токсикологической, радиационной безопасности. Казань, 2010. С. 243–246.
7. Материалы Российской радиобиологической научно-практической конференции. Брянск, 1991. 234 с.
8. Тезисы докладов 3 Всесоюзной конференции по сельскохозяйственной радиологии: в 2 т. Обнинск: ВНИИСХР, 1990. 345 с.

**References**

1. Vardanyan V. A., Kochikjanc M. A. Rol' gipotalamicheskoy nejrosekrecii v realizacii stimilirujushhego jeffekta malyh doz na postnatal'nyj ontogenez. *Tezisy dokladov 1 Vsesojuznogo radiobiologicheskogo s#ezda*. Pushhino: AN SSSR. T. 5, pp. 1140–1141.
2. Ispol'zovanie ionizirujushhh izluchenij dlja stimuljicii rosta i povyshenija produktivnosti sel'skohozejajstvennyh zhivotnyh, Kirshin V. A. [i dr.]. Kazan': KVI, 1983, 256 p.
3. Kirshin V. A., Safonova V. A., Tjumenev R. S. Vlijanie malyh doz malyh doz obluchenija na pokazateli kletochnyh faktorov immuniteta u svinej. *Tezisy dokladov 3 Vsesojuznoj konferencii po sel'skohozejajstvennoj radiologii*: v 2 t. Obninsk: VNIISHR, 1990, p. 144.
4. Kirshin V. A. Ispol'zovanie ionizirujushhh izluchenij dlja stimuljicii rosta i povyshenija produktivnosti sel'skohozejajstvennyh zhivotnyh. Kazan': KVI, 1983, 256 p.
5. Kuzin A. M. Osobennosti mehanizma dejstvija atomnoj radiacii na biotu v malyh, blagoprijatnyh dlja nih dohah. Pushhino: AN SSSR, 1989, 220 p.
6. Kurbangaleev Ja. M., Ishmuhametov K. T. Vlijanie rentgenovskogo obluchenija v malyh dozah na razvitie i produktivnost' ovec. *Biotehnologija, toksikologicheskaja, radiacionnaja i biologicheskaja bezopasnost': materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 50-letiju Federal'nogo Centra toksikologicheskoy, radiacionnoj bezopasnosti*. Kazan', 2010, pp. 243–246.
7. Materialy Rossijskoj radiobiologicheskoy nauchno-prakticheskoy konferencii. Brjansk, 1991, 234 p.
8. Tezisy dokladov 3 Vsesojuznoj konferencii po sel'skohozejajstvennoj radiologii: v 2 t. Obninsk: VNIISHR, 1990, 345 p.

Статья поступила в редакцию 2.01.2016 г.  
Submitted 2.01.2016.

---

**Для цитирования:** Александров Ю. А. Влияние малых доз коротковолновых электромагнитных излучений на продуктивные и гематологические показатели овец // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2016. № 2 (6). С. 5–9.

**Citation for an article:** Alexandrov Yu. A. effect of small doses of short-wavelength electromagnetic radiation on the productive and hematological parameters of sheep. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*. 2016, no. 2 (6), pp. 5–9.

**Александров Юрий Александрович**,  
кандидат биологических наук, доцент,  
Марийский государственный университет,  
г. Йошкар-Ола, [genetica@marsu.ru](mailto:genetica@marsu.ru)

**Alexandrov Yury Aleksandrovich**,  
Candidate of Biology, Associate Professor,  
Mari State University, Yoshkar-Ola,  
[genetica@marsu.ru](mailto:genetica@marsu.ru)