

УДК 577.391:538.122

## МАГНИТНОЕ ПОЛЕ КАК МОДИФИКАТОР ЭФФЕКТА РЕНТГЕНОБЛУЧЕНИЯ

В. А. АМИРБЕКЯН, В. А. АВАКЯН, Г. М. ПОГОСЯН, А. Ж. АГАМАНУКЯН

Исследовалось модифицирующее действие однородного постоянного магнитного поля при рентгенооблучении мягкой пшеницы. Показано, что постоянное магнитное поле может быть эффективным модификатором лучевого поражения.

*Ключевые слова:* пшеница, магнитное поле, рентгенооблучение.

Электромагнитному полю, как фактору, меняющему радиочувствительность организмов, в последнее время уделяется большое внимание. Имеющиеся в литературе немногочисленные данные о модифицирующем действии магнитных полей (МП) при лучевом поражении [1, 4—6, 8] свидетельствуют о том, что магнитные и электромагнитные поля в широком диапазоне частот при определенных режимах воздействия могут как повышать, так и снижать радиочувствительность организмов. Поскольку к настоящему времени факт влияния магнитного поля на протекание ряда процессов в живых организмах можно считать установленным, изучение совместного действия радиации и МП может иметь значение для выяснения ряда вопросов, связанных как с повреждающим действием первого фактора, так и влиянием на организмы второго.

Цель настоящей работы состояла в изучении постоянного магнитного поля на лучевое поражение растений пшеницы.

*Материал и методика.* Изучалась реакция семян пшеницы на действие МП при рентгенооблучении в двух вариантах: рентгенооблучение + МП; МП + рентгенооблучение. Покоящиеся семена мягкой пшеницы сорта Безостая 1 были облучены рентгеновскими лучами на установке РУМ-11, при напряжении на трубке 185 кВ, силе тока 15 мА, мощности дозы 415 р/мин. Воздействию постоянного однородного МП с индукцией 15000 гс семена подвергались как до, так и сразу после облучения. Однородное поле создавалось электромагнитом постоянного тока с зазором 5 мм, питающимся от генератора. Семена помещались в поле в бумажных мешочках, проращивались в чашках Петри на фильтровальной бумаге при температуре  $\pm 25^\circ$ .

Показателями радиочувствительности служили всхожесть семян, длина ростка и корешка 10-суточных растений и сырая масса ростков. Опыт ставили в трех повторностях, по 60 семян в каждой

*Результаты и обсуждение.* Данные о начальном росте растений из облученных в дозе 15 кр и обработанных МП продолжительностью 3, 6, 9 мин семян приведены в табл. 1, из которой видно, что при воздействии МП без облучения наблюдается тенденция к торможению ростовых процессов. Так, при обработке МП в разные промежутки времени разница в

Пострадиационное действие МП на семена пшеницы

Варианты	Доза облучения, кр	Экспозиция МП, мин	Длина, см		Сырая масса ростков, г
			ростка	корешка	
Контроль	—	—	16,19±0,14	9,13±0,23	0,0940
	—	3	15,19±0,32	9,66±0,83	0,0897
МП	—	6	15,54±0,50	8,26±0,36	0,0927
	—	9	15,17±0,89	8,88±0,84	0,0937
Облучение	15	—	11,31±0,58	8,73±0,69	0,0679
МП + облучение	15	3	7,38±0,79	8,55±0,41	0,0491
	15	6	5,90±0,66	8,56±0,85	0,0402
	15	9	6,74±0,47	7,83±1,02	0,0465

длине ростков и корешков по сравнению с контролем составляла соответственно 4,0—6,3 и 2,7—9,5%. Значительно подавлялись ростовые процессы и при рентгенооблучении, особенно при воздействии высокими дозами (табл. 2). Угнетающий эффект облучения сказывался в уменьшении прироста ростков и корешков, которые по сравнению с контролем были меньше соответственно на 42,5 и 41,5%.

Таблица 2

Действие МП на семена пшеницы до облучения

Варианты	Доза облучения, кр	Экспозиция МП, мин	Длина, см		Сырая масса ростков, г
			ростка	корешка	
Контроль	—	—	12,52±0,16	8,82±0,46	0,088
	—	3	11,82±0,23	7,38±0,62	0,088
МП	—	6	12,14±0,33	7,51±0,49	0,091
	—	9	12,33±0,34	7,79±0,61	0,089
Облучение	15	—	7,21±0,63	5,16±0,67	0,042
Облучение + МП	15	3	8,35±0,43	6,61±0,77	0,056
	15	6	8,22±0,33	6,15±0,55	0,055
	15	9	8,53±0,33	6,83±0,52	0,056

Изучение эффекта совместного действия МП и облучения показало, что предшествующая рентгенооблучению обработка семян МП оказывает угнетающее действие на рост растений. Разница в длине по сравнению с контролем составила 47,8—34,8%, т. е. ингибирующий эффект МП в этом случае выражен достаточно четко, особенно по показателям длины и массы ростков.

Обработка семян МП после облучения вызывает явно выраженный защитный эффект (табл. 1): у растений из облученных и обработанных МП семян длина ростка на 14,0—18,3%, а длина корешка на 19,2—32,4% была больше по сравнению с вариантом без воздействия МП. Такая же закономерность наблюдалась в отношении массы ростков (рис.).

Ингибирующий и защитный эффект МП при комбинированном применении с рентгенооблучением особенно сильно сказывается на началь-

ном росте. На поздних стадиях роста растений разница между вариантами несколько сглаживается, но достоверные различия между вариантами с предварительной и последующей обработкой МП и без обработки сохраняются.

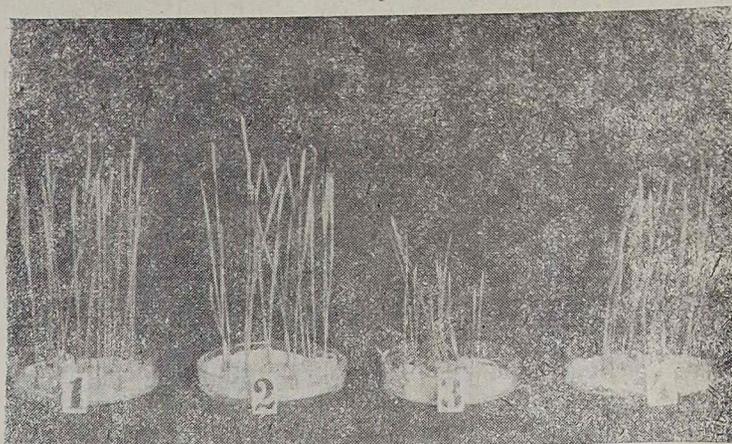


Рис. Пострадиационное действие магнитного поля на семена пшеницы.  
1. Контроль, 2. МП, 3. облучение, 4. облучение+МП.

Изучая действие полей различных напряженностей на различном радиационном фоне, Позолотин с соавторами [3, 4] пришли к заключению, что само поле не вызывает нарушений, а лишь реализует нарушения, вызванные радиационным воздействием. В связи с этим представляет интерес определить влияние постоянного МП на различном радиационном фоне. Принимая во внимание то обстоятельство, что обработка семян МП продолжительностью 6 мин оказалась наиболее эффективной, мы решили изучить модифицирующее действие МП данной экспозиции при различных дозах облучения. Результаты исследования представлены в табл. 3. Облучение семян высокими дозами заметно снизило всхожесть семян. В этих вариантах проростки не выходили из колеоптилей даже на 10-й день после посева. Однако корневая система развивалась, хотя полностью была деформирована. В этих же вариантах с обработкой МП до и после облучения отмечался угнетающий эффект начального роста ростка растений по сравнению с контролем.

Полученные данные показали также, что рентгенооблучение в дозах 10—20 кр приводит к торможению роста корней на 2,11—51,0%. В варианте с обработкой семян МП после облучения отмечалось варьирование длины корешка в зависимости от дозы. Самый высокий показатель длины корешка—при дозе 10 кр и низкий—при дозе 20 кр получены именно в этом варианте, т. е. имел место как защитный, так и ингибирующий эффект МП. Иная картина наблюдалась при предшествующей облучению обработке семян МП. Здесь выявлено торможение роста корешка по сравнению с вариантом, где применялось только облучение, на 2,82—22,65%.

Действие МП на эффект рентгенооблучения семян пшеницы

Варианты	Доза облучения, кр	Экспозиция МП, мин	Длина, см $M \pm m$		Сырая масса ростков, г
			ростка	корешка	
Контроль	—	—	13,42 $\pm$ 0,63	8,53 $\pm$ 0,54	0,051
Облучение	5	—	13,4 $\pm$ 0,31	8,68 $\pm$ 0,39	0,058
	10	—	12,1 $\pm$ 0,54	8,35 $\pm$ 0,30	0,060
	15	—	8,96 $\pm$ 0,50	7,58 $\pm$ 0,24	0,044
	20	—	4,13 $\pm$ 0,22	4,18 $\pm$ 0,33	0,026
МП	—	6	13,89 $\pm$ 0,12	8,48 $\pm$ 0,13	0,067
Облучение + МП	5	6	13,44 $\pm$ 0,65	7,97 $\pm$ 0,26	0,069
	10	6	13,07 $\pm$ 0,10	8,87 $\pm$ 0,51	0,069
	15	6	7,88 $\pm$ 0,11	6,88 $\pm$ 0,18	0,042
	20	6	4,55 $\pm$ 0,13	4,41 $\pm$ 0,14	0,021
МП + облучение	5	6	13,74 $\pm$ 0,34	6,74 $\pm$ 0,21	0,059
	10	6	12,74 $\pm$ 0,25	7,88 $\pm$ 0,63	0,071
	15	6	8,18 $\pm$ 0,27	7,32 $\pm$ 0,12	0,047
	20	6	3,82 $\pm$ 0,16	3,94 $\pm$ 0,05	0,022

Исследований, касающихся влияния магнитных полей на пораженные радиацией организмы, сравнительно немного, результаты их весьма разноречивы. Наряду с данными, указывающими на способность постоянных магнитных полей разных напряженностей изменять радиочувствительность организмов и, более того, понижать чувствительность к радиационным воздействиям, имеются и такие, которые это влияние не подтверждают. Так, Амер [7] сообщает об ослаблении радиационного повреждения магнитным полем. Согласно другим данным, воздействие магнитного поля 3000 гс на семена ячменя после облучения уменьшает ингибирующее влияние на рост [10]. С другой стороны, в опытах Позолотина [2] помещение после облучения проростков гороха в МП усиливало повреждающее действие радиации. Кснжер [9], однако, не наблюдал изменений в радиационном эффекте х-лучей в дозах 1—40 крад на семена ячменя, подвергшиеся затем воздействию МП напряженностью 4,1—10,1 кэ.

Результаты наших экспериментов указывают на то, что при совместном воздействии облучения и МП степень поражения растений не обуславливается только действием излучения. По всей вероятности, немаловажное значение имеет также величина напряженности магнитного поля. В нашем опыте при высоких дозах облучения и обработке МП имела место суммация магнитных и радиационных эффектов, радиация и МП оказывали синергическое действие на рост растений.

Полученные нами данные подтвердили положение о том, что постоянное однородное магнитное поле может быть эффективным модификатором лучевого поражения.