

Э. Р. ТУМАНЯН

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ОБЛУЧЕНИЯ НА СЕМЕНА И РАССАДУ ТОМАТА

Исследовано действие различных доз рентгеновских лучей на семена и рассаду томата.

Выявлены дозы, стимулирующие и подавляющие рост и развитие растений томата. Данные полевых опытов сходятся с лабораторными.

Успехи радиоселекции вызывают интерес многих исследователей. Установлено, что при рентгеновском облучении воздушно-сухих семян можно подобрать дозу облучения, при которой наблюдается повышение энергии прорастания, ускорение роста и развития проростков, увеличение зеленой массы, увеличение побегов, несущих генеративные органы, более раннее цветение и увеличение урожая. В настоящее время есть большое число работ, в которых, наряду со стимулирующим эффектом ионизирующих излучений [3, 4, 13, 15, 16], показан их мутагенный эффект [2, 6, 7, 8, 10, 11, 14, 18, 19].

Одновременно при решении проблемы специфичности мутационного процесса возникают вопросы о зависимости мутаций от фазы онтогенеза. В настоящем сообщении излагаются некоторые данные по решению этих вопросов у *Lycopersicon esculentum*.

Материал и методика. Материалом для наших исследований служил среднеранне-спелый сорт томата Юбилейный-361, районированный в 1965 г. Сорт получен А. А. Ана-нян в результате внутривидовой сложной гибридизации и многократных отборов на республиканской селекционно-семеноводческой станции овощных и бахчевых культур МСХ АрмССР. В лаборатории биофизики АН АрмССР на установке РУП-250/2 воздействию рентгеновских лучей были подвергнуты воздушно-сухие семена и рассада томата. Условия облучения следующие: Д-750 р/мин, И-220 кв, J-15 ма, $t=+22^\circ$. Дозы облучения—1, 2, 5, 7, 10, 20, 25 кр (для семян) и 0,2, 0,5, 1, 2, 5 кр (для рассады).

Воздушно-сухие семена томата после облучения высевались по вариантам в парниках, учитывались энергия прорастания и всхожесть, а затем рассада высаживалась в поле.

Облучение рассады производилось следующим образом: готовые к посадке растения облучались разными дозами и в тот же день высаживались в поле. В полевых условиях в течение вегетационного периода велись фенологические наблюдения, при этом учитывалась степень угнетения, выживаемость, а также изменение высоты растений, сроков цветения и плодоношения под влиянием различных доз облучения.

Часть опытных и контрольные семена высевались в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге при $t=25^\circ$. В лабораторных условиях определялись: а) всхожесть и энергия прорастания (чувствительность семян к облучению определялась на 12-ый день по стандартной методике); б) митотическая активность и частота встречаемости различных фаз деления в зависимости от варианта (на временных ацетокарминовых препаратах). По каждому варианту высчитывалось 10000 клеток.

Исследовались растения, выросшие из облученных семян и рассады M_1 и M_2 .

Результаты и обсуждение. Опыты показали, что блокирование или стимуляция ионизирующих излучений выявляется в разные периоды развития растений — в период всходов, роста, цветения, созревания и т. д.

На рис. 1 представлены данные по полевой всхожести при облучении семян томата различными дозами. Оказалось, что с увеличением дозы облучения наблюдается постепенное угнетение полевой всхожести по сравнению с контролем. В последнем случае из 200 посеянных семян

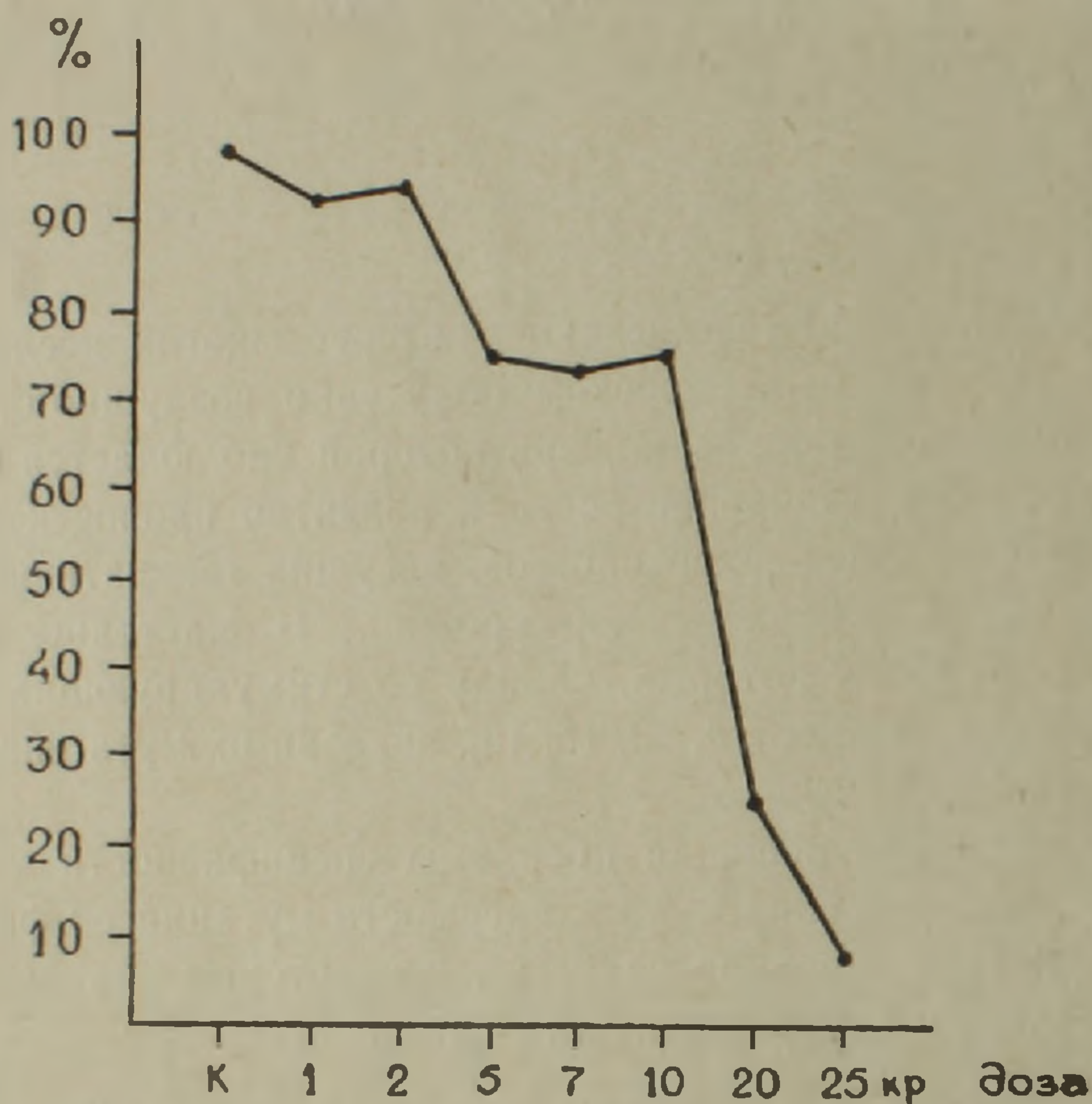


Рис. 1. Влияние различных доз облучения на всхожесть семян томата.

взошли $98,5 \pm 0,1\%$. Близкую к контролю всхожесть показали семена, облученные в дозе 1 и 2 кр, при которых количество проросших семян составляло соответственно $92,5 \pm 0,7\%$ и $94,5 \pm 0,61\%$. Дозы 5, 7 и 10 кр оказали подобное воздействие, снизив всхожесть семян до $73,5 \pm 0,54\%$ и $75,0 \pm 2,2\%$. Используемые при наших исследованиях наибольшие дозы в 20 и 25 кр угнетали всхожесть семян соответственно до $25,0 \pm 0,5\%$ и $9,0 \pm 1,31\%$.

В отношении выживаемости растений можно сказать следующее: высокие дозы облучения значительно снижают выживаемость растений M_1 и при наивысшей испытанной дозе в 25 кр из всех растений к концу вегетации выжило лишь 17%. Наивысший процент выживаемости отмечался в контрольном варианте, где этот показатель составил 80%. Увеличение дозы от 1 до 20 кр постепенно уменьшило количество выживших растений. Уменьшение числа выживших растений в зависимости от дозы облучения наблюдается и у растений M_2 .

Аналогичная картина в M_1 и M_2 наблюдается и при облучении рассады, где более высокие дозы (1 кр — 78%; 2,5 кр — 70%) снижают

процент выживаемости по сравнению с контролем (80%). Дозы 0,2 и 0,5 кр стимулировали на выживаемость. В этом случае количество выживших растений составило 88 и 80%.

Кривые, представленные на рис. 2, 3, отражают динамику роста растений томата. Начальный период онтогенеза характеризуется подавлением роста и развития, о чем говорилось при анализе полевой всхожести. Однако изучение дальнейшего роста и развития показало, что подопытные растения в основном превышают контроль.

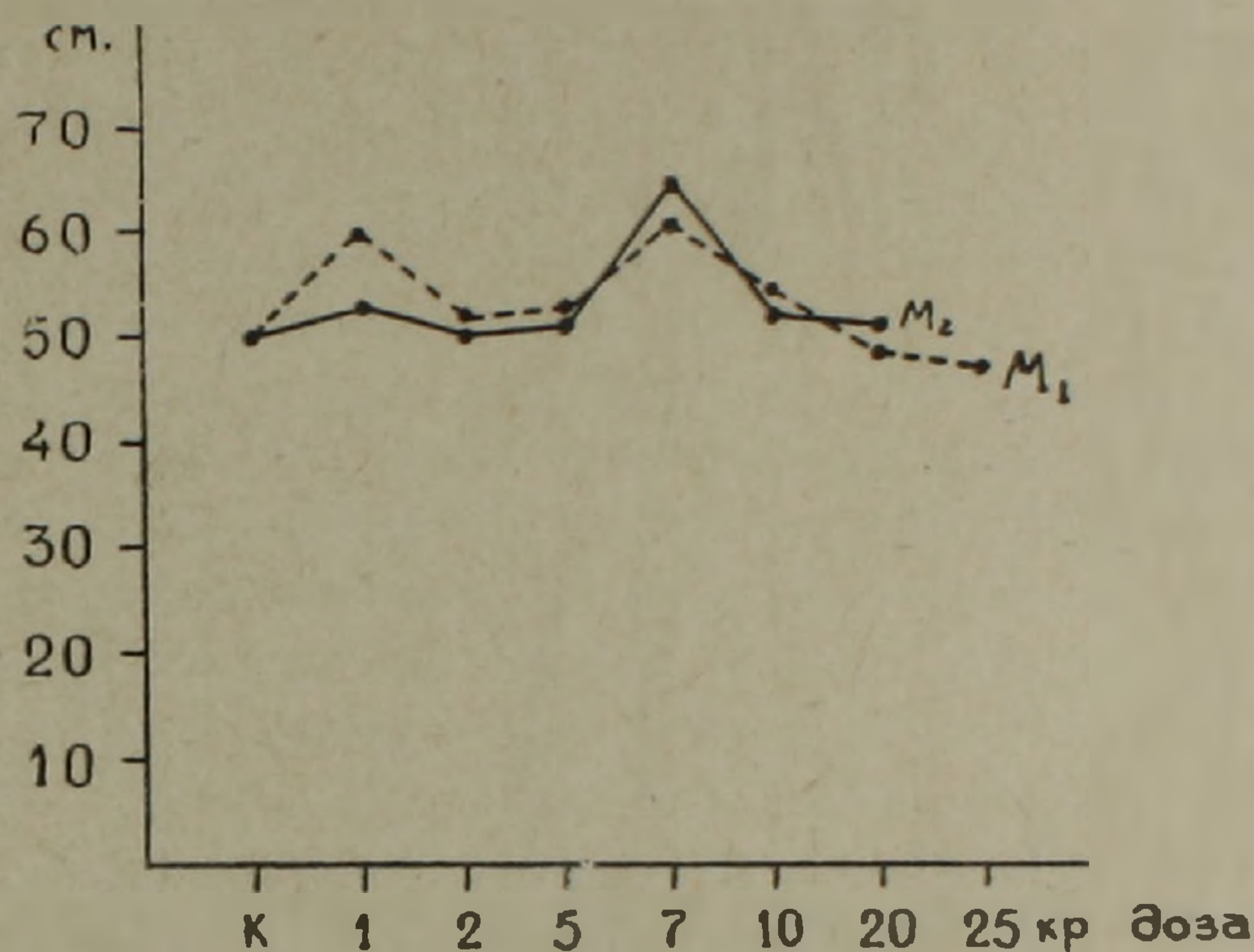


Рис. 2. Динамика роста растений томата при облучении семян разными дозами рентгеновских лучей.

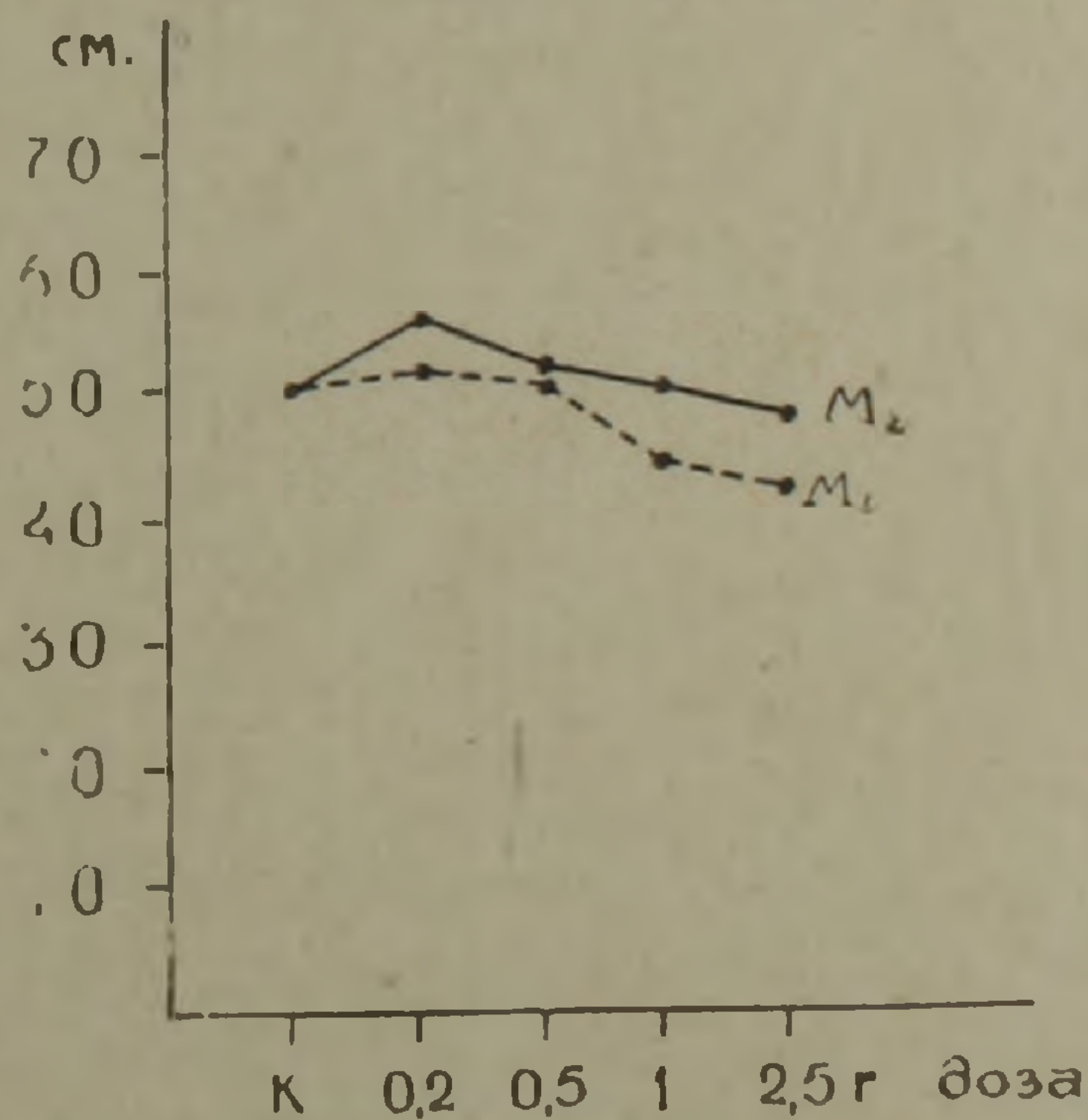


Рис. 3. Динамика роста растений томата при облучении рассады разными дозами рентгеновских лучей.

Полевые исследования показали, что предпосевное облучение семян в дозе 1—10 кр стимулировало рост растений, т. е. в вариантах с облучением 1—5, 7, 10 кр проявились существенно высокие показатели роста главного стебля. Так, средний показатель высоты растений при облучении в дозе 1 кр был равен 60 см, 5 кр — 53 см, 7 кр — 61,2 см, в то вре-

мя как в контроле он равнялся 50,6 см. Дозы же в 20 и 25 кр действовали на рост растений угнетающе, средняя высота растений в этих вариантах составляла 49 и 47 см (рис. 2).

Как видно из рисунка, который отражает динамику роста растений M_1 , M_2 , закономерности, наблюдаемые при росте растений двух поколений, почти одинаковые, т. е. некоторые дозы (до 10 кр) стимулировали, а более высокие (20—25 кр) дозы подавляли рост растений.

В опытах с облученной рассадой наблюдалась следующая картина: увеличение дозы облучения подавляло рост главного стебля (рис. 3), например, если при дозе 0,2 и 0,5 кр средняя высота растений равна 51,4 и 51,2 см, то увеличение дозы (1 и 2,5 кр) способствовало снижению этого показателя до 44,6 и 44,1 см. У растений того же варианта нами были установлены аналогичные результаты. При дозе 0,2 кр высота растений равна 52,5 см. Этот показатель был незначительно выше контрольного, равного 50 см, а наибольшая испытываемая нами на рассаде доза (2,5 кр) угнетала рост растений до 48 см.

Учитывая то обстоятельство, что существенным моментом при облучении является установление стимулирующих доз, можно отметить, что облучение семян томата дозами 1, 2, 5, 7, 10 кр и рассады 0,2 и 0,5 кр способствует росту и развитию растений. Остальные же испытываемые дозы действуют на эти показатели угнетающе.

В отношении бутонизации, цветения, плодообразования низкие показатели были обнаружены у контрольных растений. В этом случае при первом и втором сроках наблюдений отмечалась лишь бутонизация, а цветение наступало при третьем сроке у 77,5% растений. При облучении же семян любой испытываемой дозой растения более активно проходили изучаемые фазы развития. Так, в варианте облучения 7 кр при втором измерении количество цветущих растений составляло 71,4% (примерно столько растений, сколько мы имели у контроля при третьем сроке), а при третьем сроке — все растения без исключения — цветут. В этом варианте показатель по плодообразованию также наивысший. Что касается самой высокой дозы облучения (25 кр), то следует отметить, что она подавляет процессы роста и развития, а цветение и плодоношение затягиваются.

Аналогичная картина наблюдалась и у растений M_2 .

В отношении облученной рассады можно сказать, что во все сроки измерения наилучшие показатели отмечались при облучении в дозе 1 кр. В этом случае при третьем сроке наблюдения 4,2% растений даже плодоносят, чего не было ни в одном из подопытных вариантов. Подавление изучаемых процессов наблюдалось при дозе 2,5 кр. При этом в первый срок не отмечалось ни бутонов, ни цветков. Цветение наступало только у 62,2% растений, что значительно ниже даже контроля. Растения M_2 подчинялись тем же закономерностям.

Можно заключить, что при облучении как семян, так и рассады томата стимуляция или подавление фаз развития зависят от дозы облучения, причем это ярче выражено у растений M_2 .

Лабораторные исследования выявили следующую картину. Оказалось, что они в основном сходятся с полевыми. В отношении прорастаемости можно сказать, что лабораторная всхожесть семян была выше полевой, что, возможно, объясняется различиями в условиях прорастания семян. Следует отметить, что увеличение дозы облучения до 10 кр повышало показатели всхожести и энергии прорастания. Так, если в контроле прорастаемость была равна $97,3 \pm 0,46\%$, то в опытных вариантах при облучении семян в дозе 1, 2, 5 кр эти показатели соответственно составляли $98,6 \pm 0,28\%$; $99,0 \pm 0,15\%$ и $97,6 \pm 0,5\%$ (таблица). Пример-

Таблица

Всхожесть семян томата, облученных разными дозами рентгеновских лучей
(лабораторные данные)

Вариант облучения, кр	Общее количе- ство семян	M ₁		Общее количе- ство семян	M ₂	
		Проросшие семена			Проросшие семена	
		количество	%		количество	%
Контроль	300	293	97,3±0,46	100	96	96,0±0,31
1	300	296	98,6±0,28	100	96	96,0±0,18
2	300	297	99,0±0,15	100	82	82,0±0,21
5	300	292	97,6±0,5	100	95	95,0±0,13
7	300	287	95,4±0,11	100	95	95,0±0,52
10	300	214	71,1±0,61	100	94	94,0±0,10
20	300	213	71,0±0,12	100	75	75,0±0,8
25	300	269	69,6±0,3			

но такая же закономерность наблюдалась при анализе семян M₂. Кроме того, необходимо отметить, что у облученных семян как M₁, так и M₂ была выше и энергия прорастания, они прорастали на 2—3 дня раньше контрольных. Так, например, наивысший пик всхожести в вариантах облучения 1, 2, 5 кр отмечался на третий день (к этому времени прорастает 46—55% семян), в то время как при дозе 10 кр этот показатель смещался на четвертый, а при 20 и 25 кр — на пятый день. В последнем случае наименьший показатель в отношении всхожести — $71,0 \pm 0,11\%$ и $69,6 \pm 0,3\%$.

Таким образом, лабораторная всхожесть, как и энергия прорастания семян зависит от дозы облучения. Более низкие из них оказывают стимулирующее воздействие, способствуя повышению этих показателей, по сравнению с контролем, а сравнительно высокие подавляют эти процессы.

Перед нами стояла также задача определить митотическую активность по всем вариантам, а также частоту встречаемости различных фаз деления меристематических клеток корешков томата.

В результате анализа установлено, что митотическая активность (МА) клеток корешков томата изменяется в зависимости от дозы облучения.

В литературе имеются сведения о действии различных доз ионизирующих излучений на темп деления клеток у различных объектов [1, 5, 9, 12, 17].

Наши исследования показали, что интенсивность делений в контроле выше, чем в опытных вариантах. МА в контроле равна $5,5 \pm 0,7\%$. С повышением дозы облучения МА снижается. При облучении семян в дозе 1 кр МА корешков уменьшается и равна $3,2 \pm 0,3\%$. Значительное подавление митозов и понижение МА по сравнению с контролем было отмечено в варианте облучения в дозе 2 кр, где МА равняется $2,8 \pm 0,5\%$. Полученные данные свидетельствуют о том, что из взятых нами доз наиболее сильное воздействие на клетки корешков томата оказывает доза 25 кр, при этом митотический индекс равен $1,2 \pm 0,34\%$.

Следует подчеркнуть, что контрольный показатель активности деления клеток выше, чем в любом подопытном варианте, в котором эти показатели варьируют в пределах 2,4—5,1%, хотя строго линейной зависимости от дозы мы не наблюдали. Однако является неоспоримым тот факт, что количество делящихся клеток при воздействии рентгеновскими лучами (в нашем опыте без исключения все взятые дозы) снижается по сравнению с контролем. Наивысшая МА среди испытуемых доз наблюдается при облучении в дозе 2 и 5 кр, где этот показатель равен соответственно $5,1 \pm 0,69\%$ и $4,2 \pm 0,63\%$.

Известно, что лучшим способом анализа действия различных факторов является подсчет отдельных фаз митоза. Наши наблюдения показали, что в контрольном варианте особенно велико количество профазных клеток ($30,4 \pm 0,2\%$). С переходом клеток в последующие фазы деления количество непосредственно делящихся клеток убывает. Так, на стадии метафазы в это время подсчитывается $17,2 \pm 0,5\%$ клеток, в анафазе — $5,1 \pm 1,3\%$, в телофазе — $2,5 \pm 0,13\%$. Следовательно, высокий уровень МА осуществляется за счет клеток, находящихся в профазе. По всем остальным подопытным вариантам отмечается следующая закономерность. Во-первых, намного уменьшается количество профазных клеток, процент которых в опыте не превышает 20,7. Минимальный показатель в этом случае равен $7,8 \pm 1,2\%$. За счет этого происходит увеличение метафазных клеток. Что касается ана- и телофаз, то количество клеток, находящихся на этих фазах деления почти одинаково (рис. 4).

В другой серии опытов подсчет меристематических клеток, находящихся в фазе деления, производился в проростках семян M_1 и M_2 , собранных с облученной рассады. Оказалось, что облучение рассады положительно влияет на деление клеток, результатом чего является увеличение МА по сравнению с контролем. При этом повышение МА довольно значительное — до $8,4 \pm 0,29\%$.

Анализ частоты встречаемости различных фаз митоза показал, что в случае облучения рассады (в отличие от облучения семян) в корешках превалирует количество клеток, находящихся в профазе митоза (рис. 5).

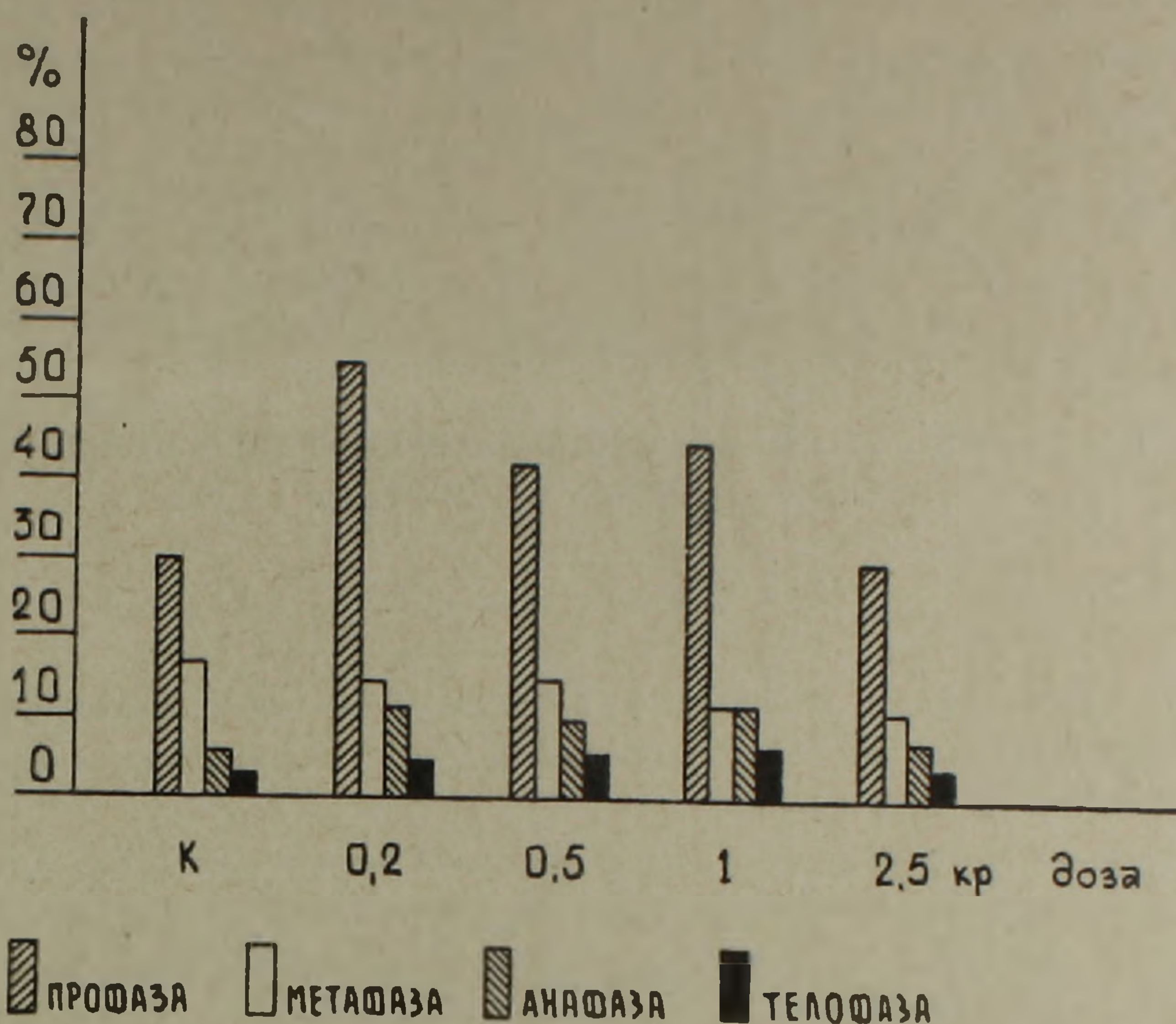


Рис. 4. Частота встречаемости отдельных фаз деления в зависимости от дозы облучения (семена).

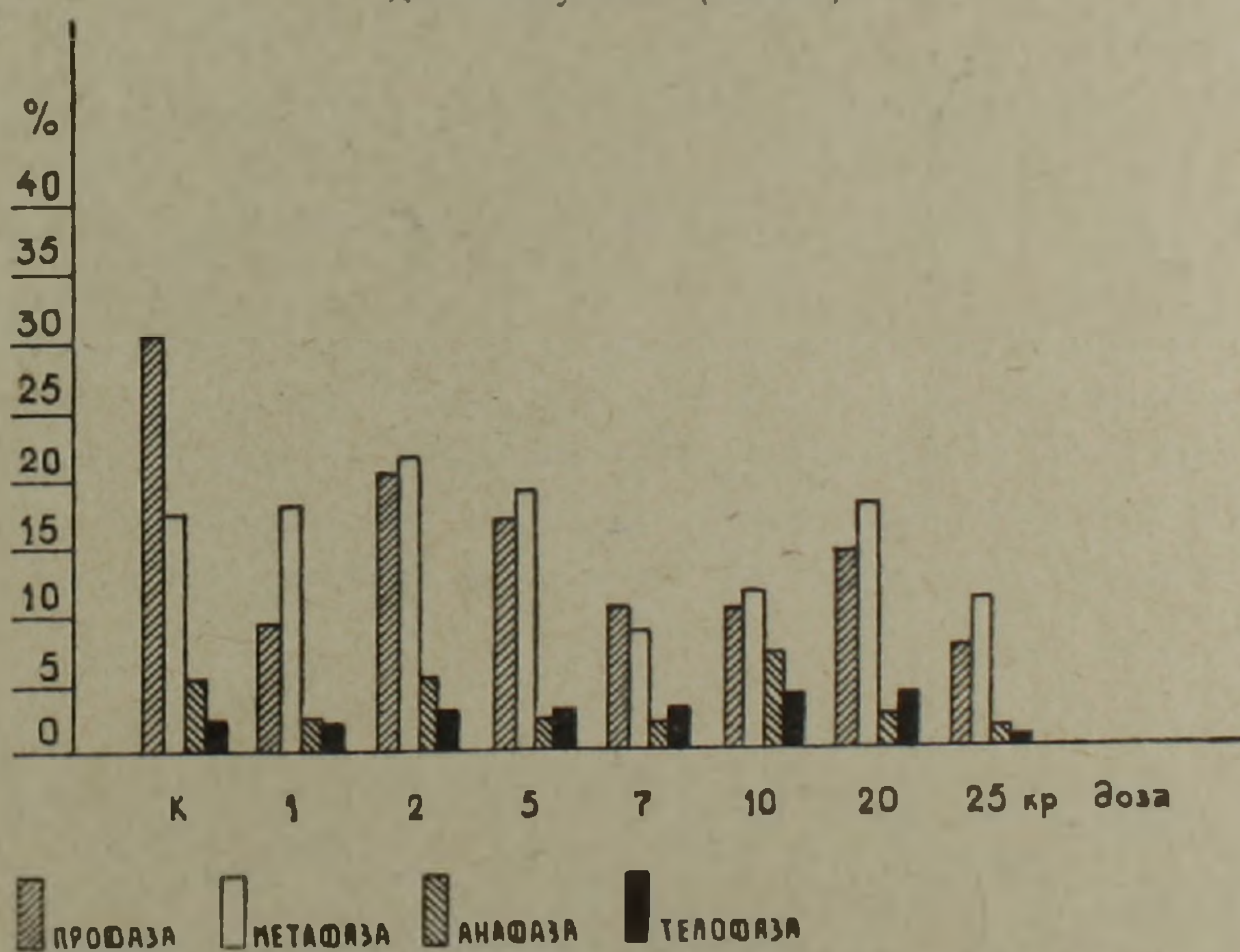


Рис. 5. Частота встречаемости отдельных фаз деления в зависимости от дозы облучения (рассада).

Таким образом, были определены дозы радиации, вызывающие физиологический эффект-стимуляцию или угнетение роста и развития томата. Оказалось, что разные стадии онтогенеза имеют различную радиочувствительность. В наибольшей степени поражаются клетки меристе-

мы с максимальной физиологической активностью и функциями воспроизведения (рассада), а наименее чувствительны стадии с покоящимися клетками (семена).

Ереванский государственный университет,
кафедра генетики и цитологии

Поступило 30.V 1974 г.

Է. Ռ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆ

ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՀԱՐՄԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ՊՈՄԻԴՈՐԻ ՍԵՐՄԵՐԻ ԵՎ ՍԱԾԻԼՆԵՐԻ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ուսումնասիրվել է ռենտգենյան ճառագայթների որոշ դոզաների ազդեցությունը պոմիդորի աճման և զարգացման վրա՝ օնտոգենեզի տարբեր շրջաններում:

Որոշված են պոմիդորի Հոբելյանական-261 սորտի բույսերի ծլունակությունը, աճման դինամիկան, ծաղկումը, պտղակալումը ճառագայթաճարման ազդեցության տակ: Պարզվել է, որ սերմերի համար խթանիչ են հանդիսանում 1, 2, 5, 7 կիլոռենտգեն դոզաները, իսկ սաժիլների համար՝ 0,2 և 0,5 կիլոռենտգեն դոզաները: Մյուս փորձարկված դոզաները 20, 25, (սերմերի դեպքում), 1 և 2,5 կո (սաժիլների դեպքում) ճնշող ազդեցություն են գործել բոլոր ցուցանիշների վրա:

Դաշտային փորձերի արդյունքները լրացվել են լաբորատոր տվյալներով: Վերջինիս դեպքում որոշվել են սերմերի ծլունակությունը, ծլման էներգիան, միթոտիկ ակտիվությունը և բաժանման տարբեր փուլերի հաճախականությունը:

Ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ օնտոգենեզի տարբեր փուլերը ռենտգենյան ճառագայթների նկատմամբ ունեն տարբեր ռադիոզգայնություն: Ավելի ուժեղ են վնասվում մերիսթեմատիկ բջիջները, որոնք օժտված են առավել ֆիզիոլոգիական ակտիվությամբ և վերարտադրման ֆունկցիաներով (սաժիլներ), իսկ ավելի քիչ զգայուն են հանգստի վիճակում գտնվող բջիջները:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Батикян Г. Г., Даниелян А. Х., Карагезян А. С. Биологический журнал Армении. 21, 3, 1968.
2. Брежнев Д. Д., Тогмазьян Н. П. Докл. советских ученых к 22 международному конгрессу по садоводству, 377—383, М., 1968.
3. Бреславец Л. П., Афанасьева А. Ф. Тр. Всесоюзного института удобрений и почвоведения. 7, 1935.
4. Бреславец Л. П. Тр ботанического сада Московского университета, 3, 1940.
5. Гудков И. Н., Гродзинский Д. М. Цитология и генетика, 4, 6, 1970.
6. Дорошенко А. В. Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2, 1939.
7. Кулик М. И. Радиобиология, 1, 4, 624—626, 1961.
8. Нушикян В. А. Автореф. канд. дисс., Ереван, 1971.

9. Розе К. К., Киеце В. Г. Мат-лы научной конференции, 20—23, 11, 1961.
10. Хвостова В. В., Можая В. С. Радиобиология, 3, 4, 1965.
11. Шкварников П. К., Яковлева И. А. Цитология и генетика, 3, 3, 230—235, 1969.
12. Шнайдер Т., Пряди Ю. Известия АН Эстонской ССР, 2, 1972.
13. Evler. Fahrbr. wiss. Botan. 5, 65, 116. 1906.
14. Gaul H. Genetics today, 3, 1965.
15. Jamada. Journ. Phys. therapy, 1917.
16. Körnlcke. Fortsch geb. Röntgenst, 1919.
17. Konvicka. oldrich „Roste výroba“, 9, 989—994, 1963.
18. Ytubbe H. Kulturpflanzen, 2, 185—236, 1954.
19. Vassileva-Dryanouska O., Jzvorska. Докл. Болг. АН, 18, 7, 1965.