

Лабораторная р а б о т а 8. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ РАСТЕНИЙ

Реакция растений на облучения зависит от генетического потенциала устойчивости и условий облучения. Радиобиологические эффекты зависят от вида и дозы излучения, сочетания облучения с другими факторами физической и химической природы, физиологического состояния изучаемого объекта в момент облучения, а также способа облучения растений.

В радиобиологических экспериментах используют следующие излучения: рентгеновские лучи, гамма-излучение, электроны, протоны, альфа-частицы, нейтроны, ускоренные ядра различных элементов. Возможно также комплексное применение нескольких типов излучений.

Выделяют несколько способов облучения:

- **острое однократное облучение**, когда организм получает дозу за сравнительно короткий промежуток времени;

- **острое фракционированное облучение**, при котором доза передается за счет нескольких, в простейшем случае – двух фракций доз;

- **продолжительное облучение**, при котором организм получает дозу за период, существенно превышающий короткий интервал. Оно может быть фракционированным и нефракционированным;

- **хроническое облучение** или непрерывное облучение, когда мощность дозы сохраняется постоянной или незначительно изменяется на протяжении жизни организмов. Такому облучению подвергаются растения природных популяций за счет естественных и искусственных радионуклидов и космического излучения. Облучение от инкорпорированных радионуклидов обычно носит характер продолжительного накопления дозы.

Изучение количественной зависимости проявления радиобиологических эффектов от величины дозы и выяснение конкретных механизмов лучевого действия являются основными направлениями радиобиологии. Они, взаимно дополняя друг друга, позволили раскрыть основные закономерности радиобиологических явлений.

Реакцию организма на облучение, по которой судят о зависимости эффекта от дозы, называют тест-реакцией или тест-эффектом. Количественная характеристика проявления тест-эффекта является мерой радиобиологического эффекта.

К критериям и мерам радиобиологических эффектов растений на организменном уровне относят следующие реакции:

- гибель организма (число погибших растений);

- ингибирование ростовых процессов (изменение высоты или массы растений);

- нарушение формообразования (изменение структуры и числа корней, побегов, листьев, цветков и соцветий на растении);

- стерильность растений (изменение числа образовавшихся соцветий, цветков, плодов и семян на растении);

- морфозы (число растений с ненаследственными морфологическими аномалиями корней, стеблей, листьев, репродуктивных органов);

- генетический эффект (выход мутаций в первом (M_1) и втором (M_2) поколениях растений после их облучения).

Общие закономерности действия облучения на семена и на вегетирующие органы растений принципиально одинаковы. Однако при остром облучении радиочувствительность вегетирующих растений в 10–20 раз выше радиочувствительности семян.

З а д а н и е 1. Влияние острого облучения семян на рост и развитие растений

Различные способы облучения семян широко используют при изучении радиобиологических реакций растений. Установлено, что при облучении семян пшеницы и ячменя малыми дозами (до 10 Гр) наблюдается повышение продуктивности растений и ускорение их развития. Облучение средними дозами (30 и 50 Гр) приводит к временному замедлению роста, затем ростовые процессы нормализуются, после этого часто наблюдается усиление интенсивности роста. При больших дозах (более 200 Гр) происходит задержка роста, увеличение периода вегетации, повышение стерильности, снижение выживаемости и продуктивности растений.

Степень угнетения начальных этапов онтогенеза, скорость восстановления повреждений и величина стимуляции роста зависят от дозы облучения семян. Пострадиационное восстановление растений, генерируемых из облучённых семян, носит типичный для восстановительных процессов волнообразный характер. На организменном уровне оно связано с нормализацией физиологических процессов, обуславливающих рост и развитие растений.

Растения, выращенные из семян, облученных высокими дозами, имеют широкий спектр морфологических аномалий. Например, у видов и сортов пшеницы часто встречаются нетипично высокорослые и низкорослые, карликовые и полукарликовые формы, растения с ветвящимися и стелющимся стеблями, с измененными структурой, формой и размерами листьев и колосьев. Изучение таких растений имеет существенное методологическое затруднение. Без пересева и оценки потомства этих растений практически невозможно установить характер их изменений, поскольку эти изменения могут быть как наследуемыми (мутациями), так и ненаследуемыми (модификациями).

Цель работы: определить влияние облучения семян зерновых культур на ростовые процессы, продуктивность и морфологические признаки растений.

Материалы и оборудование: сноповый материал растений M_2 , выращенных из облученных и необлученных семян; метровая линейка; весы, ножницы; кюветы для раскладки семян.

Выполнение работы. 1. Ознакомиться с возможными мутациями и модификациями у хлебных злаков, используя для этого гербарий и альбом морфологических аномалий. **2.** Установить степень однородности растений в снопах облученного и необлученного вариантов. **3.** Произвести разбор снопа облученного варианта (M_2) по морфологическим признакам. **4.** Посчитать число нормально развитых растений, а также растений с нарушением структуры стебля и колоса и другими отклонениями от нормы. **5.** Результаты записать в таблицу 12.

Т а б л и ц а 12. Морфологические изменения растений

Тип морфоза	Кол-во растений, (шт.)	Выход мутаций, (%)	Кустистость		Продуктивность	
			общая, (шт.)	продуктивная, (шт.)	зерен в колосе (шт., г)	зерен с растения (шт., г)
Облученный вариант						
1. Типичные растения						
2. Высокие растения						
3. Низкие растения						
4. Другие изменения стебля						
5. Изменения колоса						
6. Всего растений						

Необлученный вариант						
1. Типичные растения						
2. Нетипичные растения						
7. Всего растений						

6. Рассчитать выход различных типов мутаций по формуле

$$M = A \cdot 100 / P (\%),$$

где M – выход мутаций;

A – количество растений с аномалиями;

P – общее количество растений.

7. Произвести анализ продуктивности растений, определив общую и продуктивную кустистость растений, количество и массу зерен главного колоса и всего растения. 8. Произвести аналогичный анализ снопа необлученного варианта. 9. Сравнить результаты облученного и необлученного вариантов, сделать выводы о влиянии облучения семян на рост и развитие растений и записать в тетрадь.

З а д а н и е 2. Морфологические аномалии растений при хроническом облучении

Растения подвергаются хроническому облучению в районах испытания атомного оружия, при авариях атомных энергетических устройств и на гамма-полях. При испытании атомного оружия растения подвергаются воздействию радиационного фактора (облучение нейтронами, альфа-, бета- и гамма-излучением, осевшими на поверхность растений радионуклидами), теплового излучения и механических нагрузок. При загрязнении территории продуктами деления урана и трансурановыми элементами растения подвергаются облучению гамма- и бета- излучением. С поступлением радиоактивных веществ в растения к внешнему облучению добавляется внутреннее, за счет инкорпорированных в тканях растений радионуклидов. Таким образом, при хроническом облучении растения испытывают внешнее и внутреннее облучение при постоянно уменьшающейся мощности дозы. На гамма-полях осуществляется внешнее облучение с программируемой мощностью дозы.

При повышенных мощностях доз наблюдаются типичные для хронического облучения морфологические и физиологические аномалии: опухолевидные образования и израстание вегетативных органов, увеличенное ветвление, уродства листовой пластинки, нарушения в образовании генеративных органов, нарушение пигментации, изменения в наступлении отдельных фенофаз, увядание растений, преждевременное опадение листьев и др.

Радиационный синдром в основном определяется состоянием пораженных меристем. Наиболее высокой радиочувствительностью обладает апикальная меристема стебля, а также клетки спорогенной ткани, повреждение которой вызывает нарушение репродуктивной способности. Подавление функций меристемы приводит к снижению интенсивности ростовых процессов и накопления биомассы растения.

При хроническом облучении возникают не только модификации, но и генетические нарушения, которые выявляются в младших поколениях (M_1 и M_2) при посеве семян, собранных с облученных растений, или при естественном размножении растений в природных условиях.

Экспериментально доказано, что со временем происходит накопление дозы и наступает некоторое равновесие повреждения и восстановления. Если репарационные системы организма не обеспечивают восстановления генетических повреждений, а также если отклонения от нормы носят характер модификаций, снижающих репродуктивные и

адаптивные возможности организма, то такие генотипы элиминируются из популяции в результате естественного отбора.

Цель работы: изучить морфологические аномалии растений, произрастающих в условиях хронического облучения.

Материалы и оборудование: сноповый материал растений, выращенных из семян, полученных в условиях хронического облучения; гербарий растений, собранных в местах хронического облучения; фотоальбом аномалий растений, возникающих при хроническом облучении.

Выполнение работы. 1. Проанализировать растения пробного снопа, изучить гербарий и фотографии травянистых и древесных растений с аномальными признаками. Результаты наблюдений записать в таблицу 13.

Т а б л и ц а 13. **Морфологические аномалии растений при их хроническом облучении**

Вид растения	Морфологическое описание вегетативных и генеративных органов	Характер аномалии

2. Ознакомиться по фотографиям с цитогенетическими нарушениями в клетках растений при хроническом облучении. Сделать рисунки в тетради.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные направления современной радиобиологии растений.
2. От чего зависит реакция растений на облучение?
3. Какие излучения используют для облучения вегетирующих растений и семян?
4. Назовите способы облучения растений.
5. Чем отличается острое облучение от фракционированного и хронического?
6. Какие радионуклиды называются инкорпорированными?
7. Какому облучению подвергаются растения естественных фитоценозов?
8. Назовите основные события радиобиологического процесса.
9. Что называется тест - реакцией или тест- эффектом?
10. Что называется мерой радиобиологического эффекта?
11. Назовите меры радиобиологических эффектов растений.
12. Как влияет острое облучение семян на рост и развитие растений?
13. Назовите морфологические аномалии растений при остром облучении семян.
14. От чего зависит пострадиационное восстановление?
15. Как определить процент выхода мутаций в облученной популяции ?
16. Назовите мутации, которые были обнаружены в анализируемом материале?
17. Как повлияло облучение семян на продуктивность и габитус растений?
18. В каких районах Беларуси растения подвергаются хроническому облучению?
19. Назовите наиболее типичные для хронического облучения морфологические аномалии.
20. С повреждением каких тканей связано появление морфологических аномалий?
21. Почему меристемы обладают высокой радиочувствительностью?
22. К каким последствиям может привести хроническое облучение популяций растений?

23. Назовите морфологические аномалии травянистых и древесных растений, произрастающих в зонах радиоактивного загрязнения.

24. Назовите типы хромосомных aberrаций, обнаруженных в клетках при хроническом облучении растений.