

Дж. М. ДЖАВРՇԻԱՆ

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОБЛУЧЕННЫХ СЕМЯН

По вопросам предпосевного облучения семян сельскохозяйственных культур имеются многочисленные работы [1, 2, 3, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20 и др.]. Большинство из них посвящены изучению пострadiaционных изменений в растениях, полученных из облученных семян. Особенно часто исследовался хозяйственно-полезный эффект ионизирующей радиации.

В последнее время радиостимуляцию растений исследователи стали объяснять возникновением молекулярно-дисперсной, наиболее фотохимически активной, формы хлорофилла под действием радиации [19]. Считают, что причиной изменения оптического свойства натурального хлорофилла является не сам хлорофилл, а состояние его комплекса (пигмент—белково-липидный). Смещение максимумов натурального хлорофилла в более коротковолновую область способствует эффекту Эмерсона и гетерогенной миграции энергии. При этом укорачивается путь миграции энергии к главной «ловушке», а сглаживание максимумов обеспечивает необходимое условие гетерогенного переноса энергии, т. е. перекрывание полос излучения и поглощения энергии.

Приведенные факты побудили нас изучить действие предпосевного облучения семян на оптические свойства и пигментную систему листьев конских бобов. Особое внимание уделялось выяснению изменения состояния хлорофилла в живых листьях.

Материал и методика. Объектом исследования служили листья растений конских бобов. Воздушно-сухие семена облучались на рентгеновской установке РУМ-3 в дозах 0,1; 0,5; 2; 4; 6; 8 и 10 кр при мощности 50 р/мин в Институте биофизики АН СССР.

Растения выращивались в оранжерейных условиях в вегетационных сосудах при 60% влажности от полной влагоемкости почвы.

Разделение пигментов производилось методом одномерной восходящей бумажной хроматографии [6]. Идентификация и количественное определение их проводились по Комару и Цшейле [23, 22]. Для измерения спектров поглощения, отражения и пропускания листьев использовался саморегистрирующий спектрофотометр СФ-10.

Результаты исследования. Наши опыты показывают, что под действием рентгеновского облучения семян происходит изменение их всхо-

жести, роста, анатомического строения листьев и общего облика растений. Результаты изучения оптических свойств показали, что самые большие изменения в спектрах происходят при дозе 10 кр, вызывающей не только торможение всхожести семян, уменьшение количества всходов, но и изменение внешнего вида растений: они небольшие с мелкими и толстыми листьями, поверхность которых примерно на 10% меньше, чем у контрольных. Доза в 10 кр вызывает значительное изменение в оптических свойствах листьев (рис. 1).

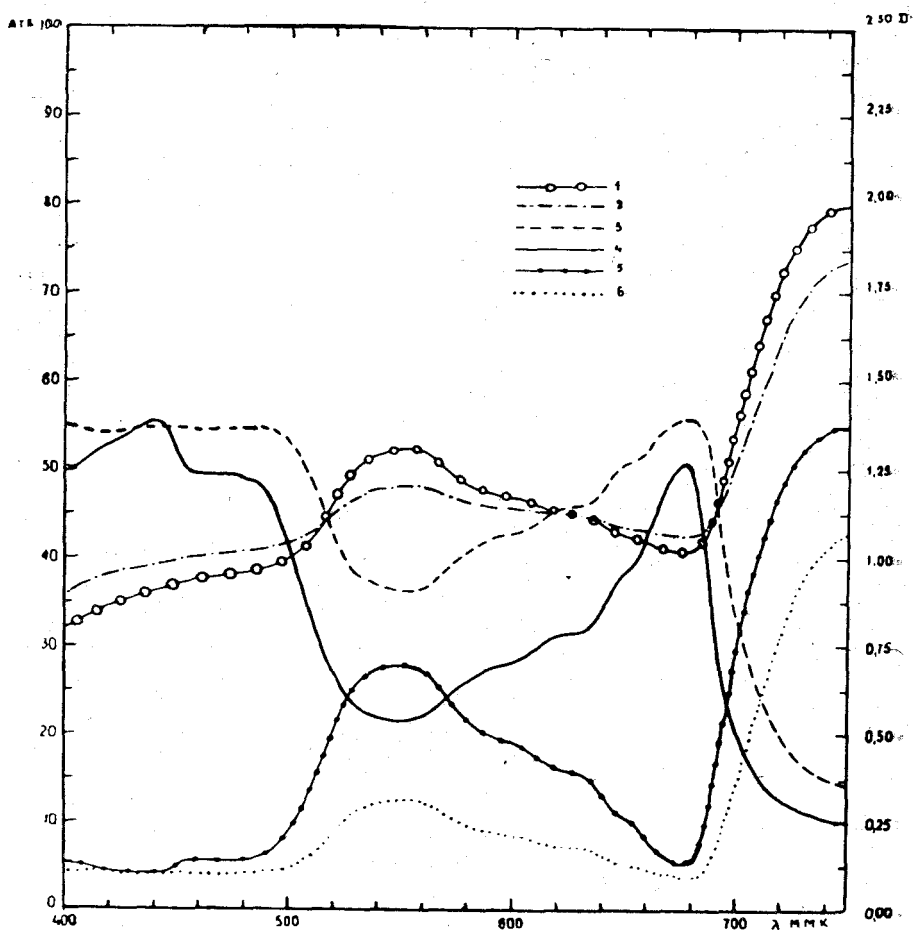


Рис. 1. Действие предпосевого рентгеновского облучения семян (10 кр) на оптические свойства листьев. 1—спектр отражения (R) контрольных листьев; 2—спектр отражения (R) при действии 10 кр; 3—спектр поглощения (A) при действии 10 кр; 4—спектр поглощения (A) контрольных листьев; 5—спектр пропускания (T) контрольных листьев; 6—спектр пропускания (T) при действии 10 кр.

Как видно из приведенного рисунка, под действием предпосевого облучения семян конских бобов (10 кр) происходит изменение в спектре поглощения (2), а именно увеличивается оптическая плотность в области длин волн от 400 до 750 нм. Важно отметить, что изменения происходят в самой структуре спектральных кривых.

У опытного варианта (3) обнаружено увеличение оптической плотности по всем длинам волн, кроме максимума с $\lambda \sim 440$ мкм. В области 540 мкм наблюдалось увеличение на 14,5%, 680 мкм—на 10,5%, 740 мкм—на 4,5%. Соответственно уменьшалось пропускание: 540 мкм—на 15%, 680 мкм—на 1,5%, 740 мкм—на 12,5%. Отражение увеличивалось в области 400—510 мкм, 620—690 мкм и уменьшалось в областях 510—620 мкм и 690—750 мкм (увеличение в области 440 мкм—на 3%, 680 мкм—на 1,5%; уменьшение—540 мкм—на 4%, 740 мкм—на 6,5%).

Надо отметить, что в главных максимумах поглощения под влиянием облучения обнаруживается сильное сглаживание максимумов (рис. 1—2).

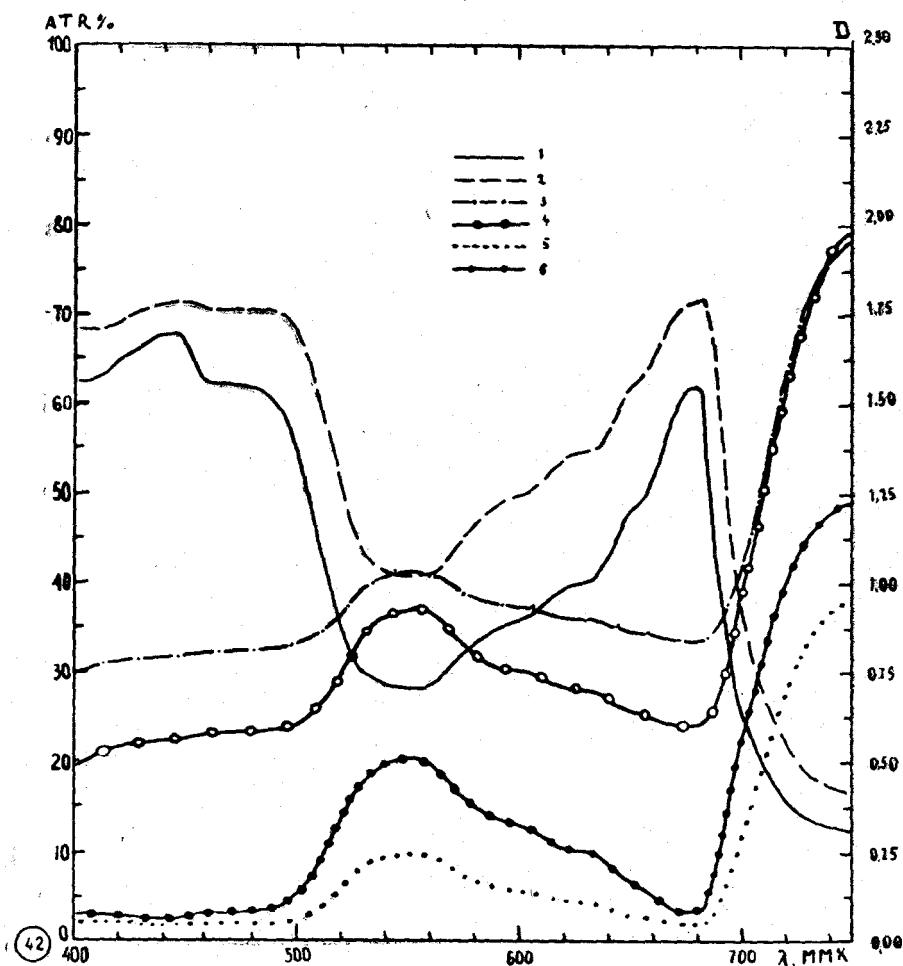


Рис. 2. Действие предпосевого рентгеновского облучения семян (8 кр) на оптические свойства листьев. 1—спектр поглощения (A) контрольных листьев; 2—спектр поглощения (A) при действии 8 кр; 3—спектр отражения (R) при действии 8 кр; 4—спектр отражения (R) контрольных листьев; 5—спектр пропускания (T) при действии 8 кр; 6—спектр пропускания (T) нормальных листьев.

На рис. 2 приведены результаты действия облучения дозой 8 кр на оптические свойства листьев растений конских бобов. Под действием

8 кр происходит увеличение оптической плотности в области 400—750 мкм (3) (440 мкм—на 3,5%; 540 мкм—на 12,5%; 680 мкм—на 9,5%, 740 мкм—на 4,5%); по сравнению с контрольным вариантом (1). В спектре пропускания опытного варианта (5), по сравнению с контролем (6), пропускание уменьшалось следующим образом: 400 мкм—на 1, 550 мкм—на 10, 680 мкм—на 1,5, 740 мкм—на 11%. У этих групп опытов отражение изменялось (3), по сравнению с контролем (4), следующим образом: в области 440 мкм увеличивалось на 9, 540 мкм—на 4,5, 680 мкм—на 9%, а в области 740 мкм обнаружено уменьшение отражения на 1%.

Надо сказать, что аналогичное и меньшее увеличение поглощения было получено при 0,5; 2; 4 и 6 кр.

Очень важно отметить, что у листьев более верхних ярусов, появляющихся в дальнейшем в течение онтогенеза, наблюдается некоторый возврат к норме (рис. 3). В спектре поглощения опытного варианта (2),

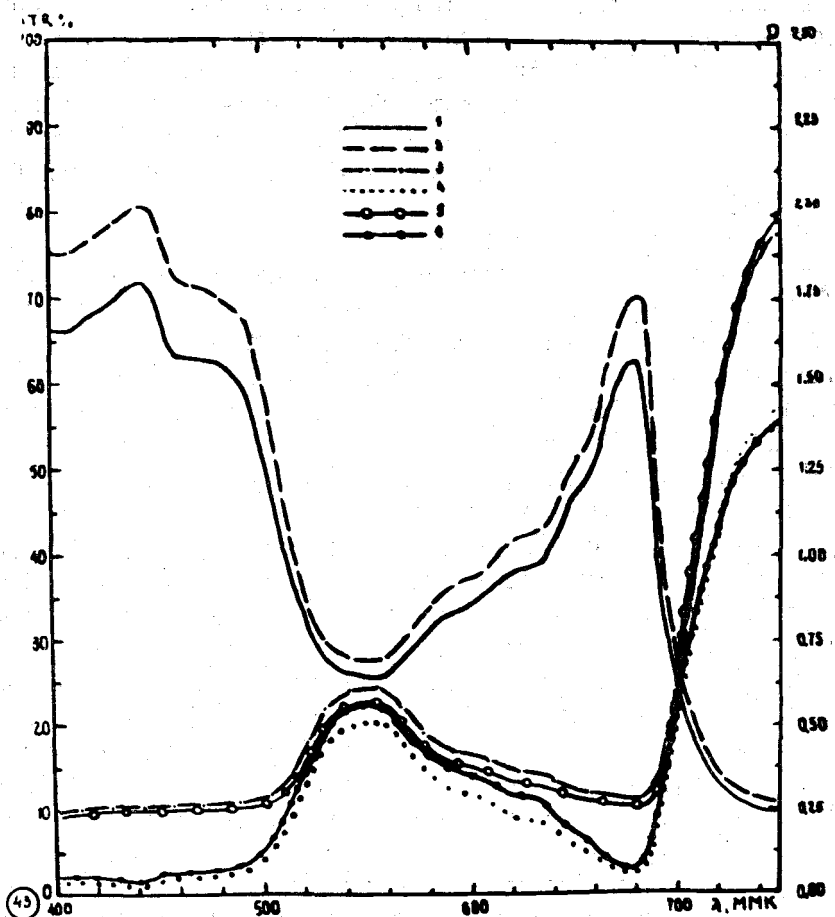


Рис. 3. Действие предпосевого облучения семян дозой 10 кр на оптические свойства листьев в онтогенезе. 1—спектр поглощения (A) контрольных листьев; 2—спектр поглощения (A) опытных листьев; 3—спектр отражения (R) контрольных листьев; 4—спектр пропускания (T) опытного листа; 5—спектр отражения (R) опытного листа; 6—спектр пропускания (T) контрольных листьев.

оптическая плотность в области 400—750 мкм по сравнению с контролем (1) хотя и остается большой, однако сглаживание в главных максимумах почти исчезает и кривая меньше отличается от контрольных листьев. Приближение к норме обнаруживалось также в отражающей и пропускающей способности листа. Обнаруживалось исчезновение почти 90% «белых пятен» (пестролистности), характерных для листьев облученных растений. Поверхностная масса также приближалась к норме.

Оказалось, что под действием предпосевого рентгеновского облучения семян происходят не только изменения в динамике их прорастания, но и анатомические изменения в листьях, которые приводят к увеличению поверхностной массы. Особенно сильное увеличение поверхностной массы происходит при высоких дозах предпосевого облучения семян (4, 6, 8 и 10 кр). Например, поверхностная масса у контрольных листьев была 0,0175 г/см², а у листьев, полученных из семян облученных 10 кр—0,0229 г/см².

Оказалось, что под действием предпосевого облучения семян происходит изменение не только в поверхностной массе, но и в количестве пигментов. Так, при действии 10 кр содержание пигментов в мг на 1 г сырого веса листа составляет: хлорофилла «а»—1,1500; хлорофилла «в»—0,5650; каротина—0,0464; виолаксантина—0,0597; лютеина—0,0259. а у контрольного варианта соответственно составляет 1,5000; 0,7460; 0,0485; 0,0865; 0,0277.

Обсуждение результатов. На рис. 1, 2, 3 представлен материал, свидетельствующий о больших изменениях оптической плотности листьев под действием предпосевого облучения семян дозой 8 и 10 кр. Увеличение поглощения листьев в этих опытах можно было бы объяснить увеличением количества пигментов. Однако наши данные по изучению пигментов показывают, что под действием дозы 10 кр количество зеленых и желтых пигментов снижается.

Увеличение оптической плотности и сглаживание максимумов обусловлены увеличением поверхностной массы, возникновением негладкой поверхности и образованием «белых пятен» на листьях. Эти факторы приведут к сильному рассеиванию и отражению света листом [4, 21].

Иная картина обнаруживалась после появления новых листьев в верхних ярусах (рис. 3). В этих опытах наблюдался некоторый возврат оптических свойств к норме. Оптическая плотность в области 400—750 мкм у опытного варианта (рис. 3—2), хотя и остается большой, однако вид спектральной кривой меньше отличается от контрольных листьев (1), по сравнению с вышеуказанным вариантом. Приближение к норме обнаруживалось в отражающей и пропускающей способности листа.

Полученные нами факты очень важны и согласуются с литературными данными о том, что в течение онтогенеза в верхних ярусах пострадиационные эффекты ослабляются [7, 9, 16]. В наших опытах обнаруживалось исчезновение почти 90% «белых пятен», характерных для предыдущего варианта. Поверхностная масса тоже приближалась

к норме. По-видимому, в листе и в фотосинтетическом аппарате происходит структурное и функциональное восстановление.

Аналогичное увеличение поглощения было получено при 6, 4, 2 и 0,5 кр. Хорошая зеленая масса получалась при дозах облучения 2 кр и 0,5 кр, которые, по-видимому, стимулируют рост.

Однако при этих стимулирующих дозах, как и в других вариантах, нам не удалось обнаружить сдвиг красного максимума поглощения хлорофилла в более коротковолновую область спектра (изменения состояния хлорофилла), который мы ожидали получить в соответствии с данными Узорина и Кузина [19].

Ереванский государственный университет,
кафедра биофизики

Поступило 2.VII 1968 г.

2. Մ. ԶԱՎՐԵՅԱՆ

ՀԱՌԱԳԱՅԹԱՀԱՐՎԱԾ ՍԵՐՄԵՐԻՑ ՍՏԱՑՎԱԾ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՏԵՐԵՎՆԵՐԻ ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ներկա աշխատությունում ուսումնասիրված է սերմերի մինչցանքային ռենտգենյան ճառագայթահարման ազդեցությունը նրանցից ստացված բույսերի տերևների սպեկտրալ հատկությունների վրա: Հատուկ ուշադրություն է դարձված ֆոտոսինթետիկ ապարատի պիգմենտների վիճակի փոփոխության հարցին:

Ցույց է տրված, որ ճառագայթահարման բարձր դոզաները (4, 6, 8, 10 կո) տերևների կլանման սպեկտրներում (400—750 նմ) առաջացնում են մեծ փոփոխություններ, որոնք առաջ են գալիս ի հաշիվ օբյեկտների օպտիկական հետերոգենության մեծացման: Վերոհիշյալ դոզաները փոփոխություն են առաջացնում նաև պիգմենտներում: Սակայն, ինչպես խթանող դոզաների (2 և 0,5 կո), այնպես էլ մյուս դոզաների ժամանակ, բլորոֆիլի վիճակի փոփոխություն չի նկատվում:

Ցույց է տրված, որ օնտոգենեզի ընթացքում ռադիացիոն էֆեկտը թուլանում է և սպեկտրալ հատկությունները վերականգնվում են:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Березина Н. М. В кн.: Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур. М., 1963.
2. Березина Н. М., Корнева Е. Н. и Риза-Заде Р. Р. Радиобиология, т. 2, вып. 2, 1962.
3. Власюк П. А., Манорик А. В. и Гродзинский Д. М. В сб.: Предпосевное облучение семян с-х культур. М., 1963.
4. Гиллер Ю. Е. О действии некоторых физиологических факторов на оптические свойства листьев растений. Автореферат канд. дисс., Душанбе, 1964.
5. Гусева В. А. В кн.: Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур. М., 1963.

6. Джавршян Дж. М. Научная аспирантская конференция по геолого-минералогическим, географическим и биолого-почвенным наукам. Из-во КГУ, 1965.
7. Добрунов Л. Г. Физиологические изменения в онтогенезе растений, Алма-Ата, 1956.
8. Жежель Н. Г. Вестник с-х наук, 8, 1958.
9. Карманов В. Г. и Савин В. Н. Тр. Агрофизического института, 9, 154, 1962.
10. Коломиец К. Д. Влияние ядерных излучений на пигменты пластид при разных условиях питания. Автореферат канд. дисс., Киев, 1960.
11. Кузин А. М. Докл. сов. делегации в Женеве. М., 1955.
12. Кузин А. М. В кн.: Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур. М., 1963.
13. Кузин А. М., Узорина Е. К., Чирковский В. И. Радиобиология, 3, 6, 1963.
14. Преображенская Е. И. Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур. М., 1963.
15. Савин В. Н. Тр. Агрофизического института. 9, 92, 1962.
16. Савин В. Н., Шутов А. А. Радиобиология, 4, 1, 131, 1966.
17. Сильченко В. В. Влияние гамма-лучей Co^{60} на рост и анатомофизиологические свойства растений. Автореферат канд. дисс. Киев, 1965.
18. Узорин Е. К. Радиобиология, 4, 157, 1964.
19. Узорин Е. К., Кузин А. М. Радиобиология, 5, 1, 1965.
20. Худатов А. М. В кн.: Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур, М., 1963.
21. Шульгин И. А. Морфофизиологические приспособления растений к свету. Изд. МГУ, 1963.
22. Comar C. L., Zscheile F. P. Plant, Physiol. 17, 2, 1942.
23. Zscheile F. P., Comar C. L. Bot. Gar., 192, 3, 463—481, 1941.