Пимкин М.Ю., Любименко О.А.

Влияние ксенобиотиков на функциональную активность растений

*ФГБОУ ВО Мичуринский государственный аграрный университет
(Россия, Мичуринск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2021-30

Аннотация

Статья посвящена изучению влияния тяжелых металлов и пестицидов на функциональную активность растительного организма. Рассмотрено их влияние на основные физиологические процессы жизнедеятельности растения.

Ключевые слова: флуоресценция хлорофилла, устойчивость, фотосинтез, функциональная активность.

Abstract

The article is devoted to the study of the influence of heavy metals and pesticides on the functional activity of a plant organism. Their influence on the basic physiological processes of plant life is considered.

Keywords: chlorophyll fluorescence, stability, photosynthesis, functional activity.

Одним из факторов, снижающих продуктивность растений, является техногенное загрязнение окружающей среды химическими веществами различной природы, в том числе тяжелыми металлами и пестицидами [1]. Тяжелые металлы – химические соединения, обладающие плотностью более 5 г/см^3 и атомной массой более 40 Да, проявляющие свойства металлов [5]. Среди всех тяжелых металлов существуют те, которые необходимы для нормальной жизнедеятельности растений (Cu, Zn, Co, Cr, и др.), и те роль которых до настоящего времени не установлена (Cd, Hg, Pb и др.). Самыми токсичными среди тяжелых металлов считаются ртуть, кадмий и свинец. Значительная роль в загрязнении окружающей среды тяжелыми металлами принадлежит источникам техногенной природы. К таковым относятся промышленные предприятия энергетической, металлургической, химической отраслей [3]. Также в атмосферу тяжелые металлы попадают с выхлопными газами автотранспорта, количество которого увеличивается с каждым годом. В выхлопных газах наряду с оксидами углерода, углеводородами и сажей содержатся свинец, хром, кадмий, цинк, медь и никель. Установлен факт накопления солей тяжелых металлов в придорожных полосах вдоль автострад, что вызвано большой интенсивностью движения. Так содержание свинца в почвах вдоль автодорог в десятки раз превышает фоновое содержание. Еще одним источником попадания тяжелых металлов в почву является проведение агротехнических приемов, таких как внесение пестицидов, удобрений, а так же орошение [7].

В растительный организм тяжелые металлы поступают двумя путями: из почвы или воздуха. Причем из почвы проникновение ТМ возможно как по градиенту концентрации, то есть пассивно, так и против него – активно. Из воздушной среды тяжелые металлы поступают через листья. Ионы ТМ проникают в лист через устьица и кутикулу и транспортируются либо к корню, либо к вышерасположенным органам. Строение листовых пластин во многом определяет возможность поступления тяжелых металлов в растительный организм, так опушенность и рельефность листа обеспечивает более интенсивное поступление металла в растение.

Тяжелые металлы оказывают ингибирующее действие на рост растений. Так как присутствие их ионов негативно сказывается на процессах деления клеток [6]. Отмечено нарушение митотического цикла, вызванное присутствием высоких концентраций ТМ. Причиной нарушения митоза является способность ионов металлов связывать белки веретена деления и лишая этим их активности. Высокие значения концентраций ТМ

вызывают также ингибирование роста растения путем растяжения [2]. Это связано с тем, что ионы ТМ связываются с белками клеточной стенки, препятствуя ее растяжению.

Ионы тяжелых металлов негативно влияют на фотосинтетический процесс. Под действием ТМ происходит уменьшение содержания фотосинтетических пигментов. Именно с этим связано появление на листьях, так называемых, хлорозных пятен, наличие которых является специфическим признаком воздействия ионов металлов на растительный организм [8]. Одной из причин снижения содержания фотосинтетических пигментов является изменения в структуре хлоропластов, вызванные повышенным содержанием ионов ТМ. Установлен негативный эффект, оказываемый ионами ТМ как на световую стадию фотосинтеза, так и на темновую [4].

Среди всех физиологических процессов наименее чувствительным к действию тяжелых металлов является дыхание. Изменение их концентраций в больших пределах не вызывает изменение интенсивности дыхания [8].

Содержание избыточной концентрации тяжелых металлов заметно снижают содержание воды в растении. Это связано с тем, что они вызывают уменьшение диаметра сосудов ксилемы. Что, в свою очередь, при длительном воздействии может привести к гибели всего растительного организма. При загрязнении среды ТМ происходит изменение фракционного состава воды: возрастает количество связанной. Следствием этого является повышение водоудерживающей способности и снижение интенсивности транспирации. Получены данные, позволяющие сделать вывод о том, что при обработке тяжелыми металлами транспирация ингибируется сильнее фотосинтетических процессов.

Для борьбы с негативными действиями различных биотических факторов на агроценозы применяются пестициды. Их разделяют на три группы, в зависимости от объектов, против которых они были предназначены:

- гербициды – химические вещества, которые используются для борьбы с сорной или нежелательной растительностью, бывают сплошного и избирательного (селективного) действия;
- фунгициды – химические вещества, предназначенные для защиты растений от болезней. Среди них выделяют профилактические, системные и лечащие;
- инсектициды – препараты, применяемые для борьбы с вредоносными насекомыми. По характеру их действия инсектициды бывают контактные (воздействуют на насекомое при соприкосновении с ним), кишечные (воздействуют при попадании в органы пищеварения насекомого); системные (сочетают в себе свойства контактного и кишечного инсектицида).

В настоящее время, химический метод противодействия негативными агентам различной природы является основным в современном промышленном плодоводстве. При этом применяемые пестициды являются загрязнителями окружающей среды [9]. Главная проблема, связанная с применением пестицидов, заключается в отсутствии у них ярко выраженной избирательности действия. Что может привести к нанесению ими негативного действия на растение, для защиты которого их используют, а это может вызвать снижение урожайности. Особенностью пестицидов является так же то, что лишь их часть расходуется, а остаточные количества накапливаются в окружающей среде. Не изучен так же механизм их токсического действия как на растения, так и животных. Существуют данные о способности некоторых препаратов вызывать мутагенный эффект.

Таким образом, в виду активного использования пестицидов в сельскохозяйственной практике, вопрос изучения их фитотоксичности является весьма актуальным.

Нами было проведено изучение влияния катионов никеля и инсектицида Би-58 на фотосинтетический аппарат сортов и форм яблони. Методика проведения эксперимента следующая: на листовую аппарат растений в условиях лаборатории воздействовали раствором изучаемого вещества разной концентрации, в качестве контроля использовали

листья, обработанные дистиллированной водой. Диагностику фотосинтетической активности проводили посредством метода индуцированной флуоресценции хлорофилла через сутки после обработки. Указанный период времени листья находились во влажных камерах, исключающих иссушение листовых пластин. Результаты изучения фотосинтетической активности приведены на рисунках 1 и 2.

Рисунок 1. Влияние катионов никеля на параметры быстрой фазы ИФХ

Рисунок 2. Влияние инсектицида Би-58 на фотосинтетическую активность листовых дисков – анализ быстрой фазы ИФХ

1. Гудковский, В.А. Стресс плодовых растений / В.А. Гудковский, Н.Я. Каширская, Е.М. Цуканова. – Воронеж: Кварта, 2005. – 128 с.
2. Иванов, В.Б. Сравнение влияния тяжелых металлов на рост корня в связи с проблемой специфичности и избирательности их действия / В.Б. Иванов, Е.И. Быстрова, И.В. Серегин // Физиология растений. 2003. Т. 50, № 3. С. 445–454
3. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1991. 150 с
4. Караваев, В.А. Изменения фотосинтетического аппарата листьев бобов в зависимости от содержания тяжелых металлов в среде выращивания / В.А. Караваев, А.М. Баулин, Т.В. Гордиенко, С.А. Довыдьков, А.Н. Тихонов
5. Кузнецов, Вл.В. Физиология растений / Вл.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. – М.: Высшая школа, 2006. – 742 с.
6. Медведев, С.С. Физиология растений / С.С. Медведев. - СПб: Изд-во СПб ун-та, 2004. – 336 с.

7. Никифорова, Е.М. Биогеохимическая оценка загрязнения тяжелыми металлами агроландшафтов восточного Подмосковья / Е.М. Никифорова // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы. – М.: Наука, 2003. – С. 108–109.
8. Титов, А.Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам / А.Ф. Титов, В.В. Таланова, Н.М. Казнина, Г.Ф. Лайдинен; отв. ред. Н.Н. Немова. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 172 с.
9. Эмирова, Д.Э. Сравнительный анализ фитотоксичности пестицида Би-58 на сельскохозяйственные культуры / Д.Э. Эмирова // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. – 2009. – № 4. – С 295–301.

Пимкин М.Ю., Любименко О.А.

Индукцированная флуоресценция хлорофилла и ее использование для диагностики функциональной активности растений

ФГБОУ ВО Мичуринский государственный аграрный университет
(Россия, Мичуринск)

doi: 10.18411/trnio-11-2021-31

Аннотация

Статья посвящена изучению явления индуцированной флуоресценции хлорофилла и возможностям использования ее показателей в качестве диагностического критерия оценки устойчивости растений к стрессорам абиотического характера.

Ключевые слова: флуоресценция хлорофилла, устойчивость, фотосинтез, функциональная активность.

Abstract

The article is devoted to the study of the phenomenon of induced chlorophyll fluorescence and the possibilities of using its indicators as a diagnostic criterion for assessing plant resistance to abiotic stressors.

Keywords: chlorophyll fluorescence, stability, photosynthesis, functional activity.

Фотосинтез – важнейший физиологический процесс, который весьма чувствителен к изменению условий окружающей среды [6,7,8]. Оценку функционирования фотосистем под действием стрессовых факторов можно, используя метод индуцированной флуоресценции хлорофилла (ИФХ).

Явление хлорофиллфлуоресценции впервые описано Каутским в середине 30-х годов прошлого столетия [5]. Типовая кривая Каутского приведена на рисунке 1. Различают быструю и медленную стадию индуцированной флуоресценции хлорофилла.

Рисунок 1. Схематичная прямая индуцированной флуоресценции хлорофилла