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. Схематическая прямая индуцированной флуоресценции хлорофилла

При нахождении хлорофиллоносной ткани в условиях низкой освещенности реакционные центры фотосистемы 2 открыты, при этом практически вся энергия квантов света расходуется на фотохимические процессы, и флуоресценция хлорофилла находится на уровне F_0 . После воздействия на хлорофиллсодержащую ткань светом неразрушающего характера, реакционные центры закрываются, и избыток энергии идет на флуоресценцию. Которая достигает своего максимума F_m . Эти процессы и составляют быструю стадию ИФХ. Изменение уровня флуоресценции от F_0 до F_m называется переменной флуоресценцией F_v :

$$F_v = F_m - F_0.$$

А критерий F_v / F_m используют в качестве показателя фотосинтетической активности. Он коррелирует с величиной квантового выхода фотосинтеза (Рубин, 2003).

При дальнейшем воздействии светом неразрушающего характера происходит открытие реакционных центров ФС-II и уровень флуоресценции постепенно снижается до значения F_t . Это медленная стадия ИФХ, которая может длиться десятки и сотни секунд. Кинетика этой стадии зависит как от фотохимического так и от нефотохимического тушения [2].

Для оценки возможности использования параметров флуоресценции хлорофилла для диагностики функциональной активности растительного организма нами была проведена оценка деструктивного эффекта, оказываемого гербицидом Раундап на растения яблони. Он является универсальным гербицидом системного действия. Применяется для борьбы с однодольными и двудольными сорняками в насаждениях плодовых и citrusовых культур, а так же на виноградниках. Этот препарат является фитотоксичным для культурных растений, поэтому нами этот гербицид использовался в качестве сильного стресс-фактора, для оценки и сравнения разрешающей способности и чувствительности быстрой и медленной фаз индуцированной флуоресценции хлорофилла. Использовали концентрацию, рекомендованную для борьбы с многолетними злаковыми и двудольными сорняками в полях, занятых плодовыми культурами и концентрацию, превышающую ее в 3 раза. Контролем служили высечки, погруженные в дистиллированную воду.

Спустя 24 часа замачивания высечек в растворе Раундапа с концентрацией 12,5 мл/л, по данным полученным при измерении быстрой фазы индуцированной флуоресценции хлорофилла, установлено снижение УФА у всех генотипов, за исключением сорта Гала (рис. 2). Увеличенная концентрация привела к более значительному снижению удельной фотосинтетической активности у всех исследуемых сортов и форм относительно контроля.

Рисунок 2. Влияние гербицида Раундап на фотосинтетическую активность листовых дисков – анализ быстрой фазы ИФХ

Аналогичные данные, получены при изучении медленной фазы индуцированной флуоресценции хлорофилла высечек листьев под воздействием на них гербицида (рис. 3-4).

Рисунок 3. Влияние гербицида Раундап на фотосинтетическую активность листовых дисков – анализ медленной фазы ИФХ

Рисунок 4. Влияние гербицида Раундап на фотосинтетическую активность листовых дисков – анализ медленной фазы ИФХ – динамический показатель

В результате проведенных экспериментов, по оценке токсического действия пестицидов, установлено наличие высоких значений коэффициента корреляции между показателями индуцированной флуоресценции хлорофилла. Однако, полученные данные, позволяют сделать вывод о большей чувствительности метода анализа медленной фазы ИФХ.

Таким образом, изучения параметров индуцированной флуоресценции хлорофилла на фоне негативного действия деструктивных факторов является удобным методом неразрушающей экспресс-диагностики. И широко применяется для оценки устойчивости растений к стрессорам, используется в основном быстрая стадия ИФХ [1,3].

1. Иванов, А.А. Функциональные изменения фотосинтетического аппарата у растений пшеницы при водном стрессе на фоне NaCl / А.А. Иванов // Сельскохозяйственная биология. – 2010. - №3. – С.88-93.

2. Корнеев, Д.Ю. Особенности индукции флюоресценции хлорофилла листьев пшеницы в условиях засухи / Д.Ю. Корнеев, О.О. Стасик, О.Г. Соколовская // Физиология и биохимия культурных растений. – 1998. – Т.30, №3. – С. 170-174.
3. Креславский, В.Д. Молекулярные механизмы устойчивости фотосинтетического аппарата к стрессу / В.Д. Креславский, Р.Карпентер, В.В. Климов, Н. Мурата, С.И. Аллахвердиев // Биологические мембраны. – 2007. – Т.24, №3. – С. 195-217.
4. Рубин, А.Б. Регуляция первичных процессов фотосинтеза / А.Б. Рубин, Т.Е. Кренделева // Успехи биологической химии. – 2003. – Т. 43. – С. 225-266.
5. Kautsky H., Franck U. Chlorophyllfluoreszenz und Kohlensäureassimilation / H. Kautsky// Biochemische Zeitschrift. – 1943. – Z. 315. – S. 139-232.
6. Kochubey, S.M. Changes in structure and functional characteristics of pea chloroplasts induced by short-term heating / S.M. Kochubey, V.V. Shevchenko, O. Yu. Bondarenko // Фотосинтез в постгенную эру: структура и функции фотосистем: программа и тезисы докл. Междунар. конф. (Москва, 20-26 авг. 2006). – М, 2006. – С. 266- 270
7. Sharkey, T.D. Effects of moderate heat stress on photosynthesis: importance of thylakoid reactions, rubisco deactivation, reactive oxygen species, and thermotolerance provided by isoprene / T.D. Sharkey // Ibid. – 2005. - №3. – P. 269-277.
8. Yamamoto, Y. Quality control of photosystem II / Y. Yamamoto // Plant Cell Physiol. – 2001. - № 2. – P. 121-128.

Романкина М.Ю., Иванова Е.Н.

Изучение разнообразия населения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в лесополосах Тамбовской области

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

doi: 10.18411/trnio-11-2021-32

Аннотация

Проведен анализ видового состава населения жуужелиц лесополос разного типа. Выявлено, что в лесополосах выявлены различия в разнообразии населения жуужелиц зависящие от комплекса почвенно-растительных условий и характера антропогенного воздействия.

На основе распределения жуужелиц в лесополосах с разным породным составом и различными почвенно-растительными условиями подготовлена матрица данных, которая послужила основой для кластерного анализа.

Ключевые слова: искусственные лесонасаждения, видовое разнообразие, структура доминирования, кластерный анализ.

Abstract

The analysis of the species composition of the population of ground beetles of forest belts of different types is carried out. It was revealed that differences in the diversity of the carabid population were revealed in the forest belts, depending on the complex of soil and plant conditions and the nature of anthropogenic impact.

Based on the distribution of ground beetles in forest belts with different species composition and different soil and plant conditions, a data matrix was prepared, which served as the basis for cluster analysis.

Keywords: artificial forest plantations, species diversity, dominance structure, cluster analysis.

Тамбовская область находится в антропогенно-трансформированной территории лесостепной зоны Центрального Черноземья. В области произрастают искусственные лесополосы, которые являются механизмом повышения устойчивости экосистем. По данным В.М. Березиной [1]: «Степень средообразующего воздействия различных древесных пород в посадках особенно заметно проявляется на ранних стадиях их развития. Сильное затемнение, значительный опад исключает возможность произрастания других растений – формируются