

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 23569

(13) С1

(46) 2021.12.30

(51) МПК

G 01N 21/64 (2006.01)

G 01N 33/48 (2006.01)

(54) СПОСОБ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ЛЕТУЧИМИ ОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАСТЕНИЙ

(21) Номер заявки: а 20200043

(22) 2020.02.10

(43) 2021.10.30

(71) Заявители: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого"; Учреждение образования "Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации" (ВУ)

(72) Авторы: Тюлькова Елена Григорьевна; Кабашникова Людмила Федоровна; Шаповалов Александр Валерьевич (ВУ)

(73) Патентообладатели: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого"; Учреждение образования "Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации" (ВУ)

(56) RU 2427822 С1, 2011.

RU 2010104557 А, 2011.

DE 4232281 С1, 1994.

ТЮЛЬКОВА Е.Г. Активность фотосинтетического аппарата древесных растений в техногенных условиях. *Вестник Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук*, 2019, № 1, с. 50-59.

ОРЕХОВ Д.И. и др. Выбор флуоресцентного фитоиндикатора техногенных загрязнений. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*, 2013, № 4, с. 51-59.

НЕВЕРОВА О.А. Применение фитоиндикации в оценке загрязнения окружающей среды. *Биосфера*, 2009, т. 1, № 1, с. 82-92.

(57)

Способ оценки загрязнения атмосферного воздуха летучим органическим соединением пентаном, гексаном, бензолом, о-ксилолом, бенз(а)пиреном или бутилацетатом, заключающийся в том, что у по меньшей мере одного произрастающего на загрязненной территории растения, выбранного из группы, включающей овсяницу тростниковую *Festuca arundinacea* Schreb., березу повислую *Betula pendula* Roth., клен остролистный *Acer platanoides* L., тополь пирамидальный *Populus pyramidalis* Roz. и липу мелколистную *Tilia cordata* Mill., берут листья, адаптируют их к темноте и определяют в них следующие параметры флуоресценции хлорофилла а: потенциальный квантовый выход фотохимических реакций фотосистемы II, эффективный квантовый выход фотохимических реакций фотосистемы II, фотохимическое и нефотохимическое тушение флуоресценции хлорофилла а, степень открытости реакционных центров фотосистемы II и скорость нециклического электронного транспорта, после чего с учетом полученных значений параметров флуоресценции хлорофилла а по соответствующим табл. 1-18 описания определяют вид и концентрацию летучего органического соединения в атмосферном воздухе.

Способ оценки загрязнения атмосферного воздуха летучими органическими соединениями с использованием флуоресцентных параметров растений

Изобретение относится к области экологии и может быть использовано для контроля состояния атмосферного воздуха путем определения флуоресцентных параметров в листьях травянистых и древесных растений городской среды, произрастающих вблизи предприятий машиностроения, химической, нефтехимической промышленности и теплоэнергетики.

Известен способ флуоресцентной идентификации и мониторинга почв, растений и их загрязнений, который заключается в измерении флуоресценции объектов сравнения с известными параметрами и диагностируемых объектов с неизвестными параметрами, обработке полученных данных с помощью ЭВМ и составления электронной базы данных результатов определения содержания загрязнителей в соответствии с классификацией почвы, растительного материала и загрязнений, которые затем используют для дистанционной диагностики состояния почв и растений [1].

Недостатком данного способа является необходимость использования в расчетах данные спектров чистых объектов, что наряду с обработкой диагностируемых объектов и объектов сравнения увеличивает объем исследований.

Известен способ оценки устойчивости растений с использованием параметров флуоресценции фотосинтетического аппарата, который включает подготовку проб в виде суспензии хлоропластов, в которой определяют интенсивность переменной и замедленной флуоресценции [2]. Вывод формулируют, сравнивая полученные результаты с известными параметрами флуоресценции для устойчивых и чувствительных сортов растений.

Недостатком данного способа является использование только интенсивности переменной и замедленной флуоресценции, на основании которых оценка устойчивости растений является недостаточно объективной,

тогда как не учитываются такие флуоресцентные параметры, как эффективный квантовый выход фотохимических реакций фотосистемы II, скорость электронного транспорта, фотохимическое и нефотохимическое тушение флуоресценции, количество активных реакционных центров. Кроме того, такой способ не позволяет определить, к действию какого фактора растение проявляет устойчивость или чувствительность.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является способ анализа содержания летучих органических соединений в газовой среде, в котором в качестве проб используют матрицы сменных флуоресцирующих элементов в виде полимерных или силикатных наночастиц, покрытых оболочками с рецепторными центрами, чувствительными к действию летучих органических соединений, который предусматривает возбуждение флуоресценции отдельного элемента под действием источника света и измерение интенсивности его флуоресценции, зависящей от концентрации компонентов летучего органического соединения [3]. Путем приведения анализируемой газовой среды в контакт с элементами матрицы возможно определение содержания летучих органических соединений.

К недостаткам данного способа относится необходимость калибровки хемосенсорной матрицы газового анализатора, для чего требуется измерение флуоресценции хемосенсорного элемента при контакте с определенным количеством газовых сред, содержащих известные концентрации каждого из летучих органических соединений, а также использование в качестве проб, чувствительных к воздействию летучих органических соединений, хемосенсорных элементов в виде полимерных или силикатных наночастиц с рецепторными центрами на оболочках, что предусматривает использование сложных технических средств для оценки содержания летучих органических соединений в газовой среде.

Задачей изобретения является обеспечение возможности использования флуоресценции различных растений для оценки загрязнения атмосферного воздуха летучими органическими соединениями.

Поставленная задача решается тем, что в способе оценки загрязнения атмосферного воздуха летучими органическими соединениями, включающем использование пробы, чувствительной к летучим органическим соединениям, возбуждение флуоресценции пробы с помощью источника света и измерение ее флуоресценции, зависящей от концентрации летучего органического соединения, согласно изобретению, в качестве пробы, чувствительной к летучим органическим соединениям, используют листья по меньшей мере одного произрастающего на загрязненной территории растения, выбранного из группы, включающей овсяницу тростниковую *Festuca arundinacea* Schreb., березу повислую *Betula pendula* Roth., клен остролистный *Acer platanoides* L., тополь пирамидальный *Populus pyramidalis* Roz. и липу мелколистную *Tilia cordata* Mill., которые адаптируют к темноте и определяют в них следующие параметры флуоресценции хлорофилла *a*: потенциальный квантовый выход фотохимических реакций фотосистемы II; эффективный квантовый выход фотохимических реакций фотосистемы II; фотохимическое и нефотохимическое тушение флуоресценции хлорофилла *a*; степень открытости реакционных центров фотосистемы II и скорость нециклического электронного транспорта. Далее с учетом полученных значений параметров флуоресценции хлорофилла *a* и используя результаты лабораторных экспериментов с экспериментальными растениями, определяют вид и концентрацию летучего органического соединения в атмосферном воздухе.

Поставленная задача достигается с использованием более доступных по сравнению с прототипом технических средств. Результат, полученный с использованием такой совокупности признаков, не достигался в известных решениях.

Сущность изобретения поясняется таблицами 1 – 6 – Параметры флуоресценции хлорофилла *a* в листьях овсяницы тростниковой *Festuca*

arundinacea Schreb. после обработки водными растворами пентана, гексана, бензола, о-ксилола, бенз(а)пирена, бутилацетата; таблицами 7 – 9 – Параметры флуоресценции хлорофилла *a* в листьях саженцев березы повислой *Betula pendula* Roth. после обработки водными растворами о-ксилола, бенз(а)пирена, бутилацетата; таблицами 10 – 12 – Параметры флуоресценции хлорофилла *a* в листьях саженцев тополя пирамидального *Populus pyramidalis* Roz. после обработки водными растворами о-ксилола, бенз(а)пирена, бутилацетата; таблицами 13 – 15 – Параметры флуоресценции хлорофилла *a* в листьях саженцев клена остролистного *Acer platanoides* L. после обработки водными растворами о-ксилола, бенз(а)пирена, бутилацетата; таблицами 16 – 18 – Параметры флуоресценции хлорофилла *a* в листьях саженцев липы мелколистной *Tilia cordata* Mill. после обработки водными растворами о-ксилола, бенз(а)пирена, бутилацетата.

Способ осуществляют следующим образом.

На предварительном этапе в лабораторных условиях в качестве пробы, чувствительной к воздействию летучих органических соединений, используют экспериментальные растения овсяницы тростниковой *Festuca arundinacea* Schreb., а также саженцы березы повислой *Betula pendula* Roth., клена остролистного *Acer platanoides* L., тополя пирамидального *Populus pyramidalis* Roz., липы мелколистной *Tilia cordata* Mill. Выбор вида растений обусловлен их широкой распространенностью вблизи промышленных предприятий. Листовые пластинки экспериментальных растений обрабатывают водными растворами из ряда летучих органических соединений: пентана с концентрацией 0,0001; 0,005; 0,01; 0,02 и 0,03 мг/мл; гексана – 0,00006; 0,003; 0,006; 0,012 и 0,018 мг/мл; бензола – 0,0001; 0,005; 0,01; 0,02 и 0,03 мкг/мл; о-ксилола – 0,0002; 0,01; 0,02; 0,04 и 0,06 мкг/мл; бенз(а)пирена – 0,000005; 0,00025; 0,0005; 0,001 и 0,0015 нг/мл; бутилацетата – 0,0001; 0,005; 0,01; 0,02 и 0,03 мкг/мл. Используемые концентрации водных растворов летучих органических соединений рассчитывают исходя из установленных для атмосферного воздуха предельно допустимых

концентраций (ПДК) загрязняющих веществ [4]. Таким образом, каждая концентрация водного раствора летучего органического соединения соответствует определенной его концентрации в атмосферном воздухе. Параметры флуоресценции хлорофилла *a* измеряют на флуориметре Dual-РАМ 100 («Walz», Германия). Через один час после обработки листья экспериментального растения адаптируют в темноте в течение 15 минут для полного закрытия реакционных центров, а затем на лист воздействуют светом с низкой частотой 32 Гц свет длиной волны 650 нм очень низкой интенсивности 0,04 мкмоль квантов/ м²с, который возбуждает флуоресценцию до минимального уровня F_0 . Повышение выхода флуоресценции до максимального уровня F_m инициируют включением света с длиной волны 665 нм высокой интенсивности 3500 мкмоль квантов/ м²с и далее с использованием актиничного света с интенсивностью 120 мкмоль квантов/ м²с определяют величину F выхода флуоресценции на фоне действия актиничного света, а также минимальный уровень флуоресценции F_0' и максимальный уровень флуоресценции F_m' в листьях, адаптированных к свету. Параметры флуоресценции хлорофилла *a* определяют в трех биологических повторностях с помощью компьютерной программы по общеизвестным формулам 1 – 6:

$$\frac{F_v}{F_m} = \frac{F_m - F_0}{F_m} \quad (1),$$

где $\frac{F_v}{F_m}$ – потенциальный квантовый выход фотохимических реакций фотосистемы II; F_m – максимальный уровень флуоресценции хлорофилла *a* в листьях, адаптированных к темноте; F_0 – минимальный уровень флуоресценции хлорофилла *a* в листьях, адаптированных к темноте;

$$Y(II) = \frac{F_m' - F}{F_m'} \quad (2),$$

где $Y(II)$ – эффективный квантовый выход фотохимических реакций фотосистемы II; F_m' – максимальный уровень флуоресценции хлорофилла *a* в

листьях, адаптированных к свету; F – выход флуоресценции на фоне действия актиничного света;

$$qP = \frac{F_m' - F}{F_m' - F_0'} \quad (3),$$

где qP – фотохимическое тушение флуоресценции хлорофилла a ; F_0' – минимальный уровень флуоресценции хлорофилла a в листьях, адаптированных к свету;

$$qN = \frac{F_m - F_m'}{F_m - F_0} \quad (4),$$

где qN – нефотохимическое тушение флуоресценции хлорофилла a ;

$$qL = qP \times \frac{F_0'}{F} \quad (5),$$

где qL – параметр, отражающий степень открытости реакционных центров фотосистемы II;

$$ETR = Y(II) \times PAR \times c \times 0,5 \quad (6),$$

где ETR – скорость нециклического электронного транспорта; PAR – интенсивность света, мкмоль квантов/м² с; c – часть абсорбированного света 0,84; 0,5 – часть фотосинтетически активной радиации, приходящейся на фотосистему II.

Аналогично определяют параметры флуоресценции хлорофилла a в листьях экспериментальных растений через три часа, одни и трое суток после обработки. Периодичность определения параметров флуоресценции хлорофилла a в листьях экспериментальных растений позволяет учитывать их индивидуальную ответную реакцию в зависимости от времени воздействия летучего органического соединения. В результате получают значения параметров флуоресценции хлорофилла a при различных концентрациях водных растворов пентана, гексана, бензола, о-ксилола, бенз(а)пирена и бутилацетата в листьях экспериментальных растений через один и три часа, одни и трое суток после их обработки (таблицы 1 – 18).

Для проведения оценки загрязнения атмосферного воздуха летучими органическими соединениями используют растения, аналогичные

экспериментальным: овсяницу тростниковую *Festuca arundinacea* Schreb., березу повислую *Betula pendula* Roth., клен остролистный *Acer platanoides* L., тополь пирамидальный *Populus pyramidalis* Roz., липу мелколистную *Tilia cordata* Mill., которые произрастают вблизи предприятий машиностроения, химической и нефтехимической промышленности, теплоэнергетики.

Параметры флуоресценции хлорофилла *a* в листьях данных растений измеряют на флуориметре. Для этого листья растения адаптируют в темноте в течение 15 минут для полного закрытия реакционных центров. Далее на лист воздействуют светом с низкой частотой 32 Гц свет длиной волны 650 нм очень низкой интенсивности 0,04 мкмоль квантов/ м²с, который возбуждает флуоресценцию до минимального уровня F_0 . Повышение выхода флуоресценции до максимального уровня F_m инициируют включением света с длиной волны 665 нм высокой интенсивности 3500 мкмоль квантов/ м²с и далее с использованием актиничного света с интенсивностью 120 мкмоль квантов/ м²с определяют величину F выхода флуоресценции на фоне действия актиничного света, а также минимальный уровень флуоресценции F'_0 и максимальный уровень флуоресценции F'_m в листьях, адаптированных к свету. Параметры флуоресценции хлорофилла *a* определяют в трех биологических повторностях с помощью компьютерной программы по общеизвестным формулам 1 – 6.

Путем сопоставления полученных результатов с установленными на предварительном этапе параметрами флуоресценции хлорофилла *a* в листьях экспериментальных растениях овсяницы тростниковой и саженцах древесных растений при воздействии различных концентраций водных растворов пентана, гексана, бензола, о-ксилола, бенз(а)пирена и бутилацетата определяют вид летучего органического соединения и его концентрацию в атмосферном воздухе с учетом соответствия каждой водной концентрации определенному количеству летучего органического соединения в атмосферном воздухе.

Примеры осуществления способа.

Пример 1. На предварительном этапе листовые пластинки экспериментального растения овсяницы тростниковой *Festuca arundinacea* Schreb. обрабатывают водными растворами пентана с концентрацией 0,0001; 0,005; 0,01; 0,02 и 0,03 мг/мл; гексана – 0,00006; 0,003; 0,006; 0,012 и 0,018 мг/мл; бензола – 0,0001; 0,005; 0,01; 0,02 и 0,03 мкг/мл; о-ксилола – 0,0002; 0,01; 0,02; 0,04 и 0,06 мкг/мл; бенз(а)пирена – 0,000005; 0,00025; 0,0005; 0,001 и 0,0015 нг/мл; бутилацетата – 0,0001; 0,005; 0,01; 0,02 и 0,03 мкг/мл. Далее листья предварительно адаптируют к темноте в течение 15 минут и воздействуют на них светом с низкой частотой 32 Гц длиной волны 650 нм очень низкой интенсивности 0,04 мкмоль квантов/ м²с, который возбуждает флуоресценцию хлорофилла *a* до минимального уровня F_0 . Повышение выхода флуоресценции хлорофилла *a* до максимального уровня F_m инициируют включением света с длиной волны 665 нм высокой интенсивности 3500 мкмоль квантов/ м²с и далее с использованием актиничного света с интенсивностью 120 мкмоль квантов/ м²с определяют величину F выхода флуоресценции на фоне действия актиничного света, а также F_0' и F_m' в листьях, адаптированных к свету. Параметры флуоресценции хлорофилла *a* определяют в трех биологических повторностях с помощью компьютерной программы по формулам 1 – 6 и получают значения потенциального квантового выхода фотохимических реакций фотосистемы II; эффективного квантового выхода фотохимических реакций фотосистемы II; фотохимического и нефотохимического тушения флуоресценции хлорофилла *a*; степени открытости реакционных центров фотосистемы II (таблицы 1 – 6).

Далее аналогично определению параметров флуоресценции хлорофилла *a* в экспериментальных растениях овсяницы тростниковой, проводят определение параметров флуоресценции хлорофилла *a* в растениях овсяницы тростниковой, произрастающей вблизи Гомельской ТЭЦ-2. В результате получают, что $\frac{F_v}{F_m}$ составляет 0,709; $Y(II)$ 0,454; qP 0,736; qN

0,715; qL 0,517; $ETR (II)$ 25,0. Для определения вида летучего органического соединения и его концентрации используют данные, представленные в таблицах 1 – 6. Определяют, что наличие таких значений параметров флуоресценции хлорофилла a в растениях овсяницы тростниковой обусловлено влиянием водного раствора бенз(а)пирена с концентрацией 0,0015 нг/мл через трое суток после его попадания в листовые пластинки. Концентрация водного раствора бенз(а)пирена 0,0015 нг/мл соответствует концентрации бенз(а)пирена в атмосферном воздухе 1,5 мкг/м³.

Пример 2. Аналогично примеру 1 осуществляют обработку листовых пластинок экспериментальных саженцев березы повислой *Betula pendula* Roth. водными растворами о-ксилола, бенз(а)пирена и бутилацетата и определение параметров флуоресценции хлорофилла a . Получают значения параметров флуоресценции хлорофилла a при различных концентрациях водных растворов о-ксилола, бенз(а)пирена и бутилацетата в экспериментальных растениях березы повислой через один и три часа, а также одни и трое суток после их обработки (таблицы 7 – 9).

Далее аналогично определению значений параметров флуоресценции хлорофилла a в экспериментальных растениях березы повислой, проводят определение параметров флуоресценции хлорофилла a в растениях березы повислой, произрастающей вблизи ОАО «Гомелькабель». Получают

следующие значения: $\frac{F_v}{F_m}$ 0,650; $Y (II)$ 0,563; qP 0,784; qN 0,484; qL 0,506;

$ETR (II)$ 16,1. Для определения вида летучего органического соединения и его концентрации используют данные, представленные в таблицах 7 – 9. Определяют, что такие значения параметров флуоресценции хлорофилла a в листьях березы повислой являются следствием влияния водного раствора бутилацетата с концентрацией 0,01 мкг/мл через одни сутки после его попадания в листовые пластинки. Концентрация водного раствора бутилацетата 0,01 мкг/мл соответствует его содержанию в атмосферном воздухе в количестве 10,0 мг/м³.

Пример 3. Аналогично примеру 1 осуществляют обработку листовых пластинок экспериментальных саженцев тополя пирамидального *Populus pyramidalis* Roz. водными растворами о-ксилола, бенз(а)пирена и бутилацетата и определение параметров флуоресценции хлорофилла *a*. Получают значения параметров флуоресценции хлорофилла *a* при различных концентрациях водных растворов о-ксилола, бенз(а)пирена и бутилацетата в экспериментальных растениях тополя пирамидального через один и три часа, а также одни и трое суток после их обработки (таблицы 10 – 12).

Далее аналогично определению значений параметров флуоресценции хлорофилла *a* в экспериментальных растениях тополя пирамидального, проводят определение параметров флуоресценции хлорофилла *a* в растениях тополя пирамидального, произрастающего вблизи ОАО «Гомельский завод литья и нормалей». Полученные результаты свидетельствуют о том, что $\frac{F_v}{F_m}$ составляет 0,554; $Y(II)$ 0,296; qP 0,535; qN 0,747; qL 0,340; $ETR(II)$ 8,4. Для определения вида летучего органического соединения и его концентрации используют данные, представленные в таблицах 10 – 12. Определяют, что такие параметры флуоресценции хлорофилла *a* в растениях тополя пирамидального обусловлены влиянием водного раствора о-ксилола с концентрацией 0,04 мкг/мл через три часа после его попадания в листовые пластинки. Концентрация водного раствора о-ксилола 0,04 мкг/мл соответствует концентрации о-ксилола в атмосферном воздухе 40,0 мг/м³.

Пример 4. Аналогично примеру 1 осуществляют обработку листовых пластинок экспериментальных саженцев клена остролистного *Acer platanoides* L. водными растворами о-ксилола, бенз(а)пирена и бутилацетата и определение параметров флуоресценции хлорофилла *a*. Получают значения параметров флуоресценции хлорофилла *a* при различных концентрациях водных растворов о-ксилола, бенз(а)пирена и бутилацетата в экспериментальных растениях клена остролистного через один и три часа, а также одни и трое суток после их обработки (таблицы 13 – 15).

Далее аналогично определению параметров флуоресценции хлорофилла *a* в экспериментальных растениях клена остролистного, проводят определение параметров флуоресценции хлорофилла *a* в растениях клена остролистного, произрастающего в окружении Гомельской ТЭЦ-2. В

результате получают следующие значения: $\frac{F_v}{F_m}$ 0,654; $Y (II)$ 0,485; qP 0,725;

qN 0,512; qL 0,466; $ETR (II)$ 13,8. Для определения вида летучего органического соединения и его концентрации используют данные, представленные в таблицах 13 – 15. Определяют, что такие значения параметров флуоресценции хлорофилла *a* в листьях клена остролистного обусловлены влиянием водного раствора бенз(а)пирена с концентрацией 0,001 нг/мл через один час после его попадания в листовые пластинки. Концентрация водного раствора бенз(а)пирена 0,001 нг/мл соответствует концентрации бенз(а)пирена в атмосферном воздухе 1,0 мкг/м³.

Пример 5. Аналогично примеру 1 осуществляют обработку листовых пластинок экспериментальных саженцев липы мелколистной *Tilia cordata* Mill. водными растворами о-ксилола, бенз(а)пирена и бутилацетата и определение параметров флуоресценции хлорофилла *a*. Получают значения параметров флуоресценции хлорофилла *a* при различных концентрациях водных растворов о-ксилола, бенз(а)пирена и бутилацетата в экспериментальных растениях липы мелколистной через один и три часа, а также одни и трое суток после их обработки (таблицы 16 – 18).

Далее аналогично определению параметров флуоресценции хлорофилла *a* в экспериментальных растениях липы мелколистной, проводят определение параметров флуоресценции хлорофилла *a* в растениях липы мелколистной, произрастающей вблизи ОАО «Гомельский завод литья и

нормалей». Получают, что $\frac{F_v}{F_m}$ составляет 0,631; $Y (II)$ 0,204; qP 0,350; qN

0,665; qL 0,184; $ETR (II)$ 5,8. Для определения вида летучего органического соединения и его концентрации используют данные, представленные в

ВУ 23569 С1 2021.12.30

таблицах 16 – 18. Находят, что такие значения параметров флуоресценции хлорофилла *a* в растениях липы мелколистной обусловлены влиянием водного раствора *o*-ксилола с концентрацией 0,06 мкг/мл через трое суток после его попадания в листовые пластинки. Концентрация водного раствора *o*-ксилола 0,06 мкг/мл соответствует концентрации *o*-ксилола в атмосферном воздухе 60,0 мг/м³.

Таким образом, достигается определение концентрации и вида летучего органического соединения в атмосферном воздухе путем использования параметров флуоресценции хлорофилла *a* наиболее распространенных травянистых и древесных растений, чувствительных к воздействию летучих органических соединений.

Таблица 1

Концентрация раствора пентана, мг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях овсяницы тростниковой <i>Festuca arundinacea</i> Schreb после обработки водным раствором пентана					
	$\frac{F_v}{F_m}$	$\gamma (II)$	qN	qP	qL	ETR (II)
контроль	0,729±0,030	0,578±0,022	0,445±0,018	0,796±0,035	0,517±0,016	31,8±1,1
0,0001	0,695±0,025	0,505±0,015	0,689±0,024	0,798±0,035	0,592±0,025	27,8±1,1
0,0005	0,748±0,031	0,487±0,014	0,676±0,021	0,769±0,028	0,550±0,018	26,8±1,1
0,01	0,780±0,029	0,537±0,025	0,526±0,016	0,759±0,028	0,479±0,014	29,5±1,4
0,02	0,732±0,027	0,508±0,015	0,575±0,019	0,740±0,027	0,470±0,014	28,0±1,3
0,03	0,763±0,028	0,464±0,013	0,678±0,031	0,724±0,016	0,485±0,011	25,5±1,1
контроль	0,703±0,025	0,496±0,015	0,478±0,014	0,721±0,035	0,447±0,021	27,3±1,1
0,0001	0,726±0,016	0,664±0,023	0,335±0,015	0,882±0,031	0,649±0,021	36,5±1,5
0,0005	0,552±0,018	0,459±0,013	0,711±0,023	0,779±0,019	0,593±0,016	25,2±1,2
0,01	0,667±0,023	0,558±0,018	0,426±0,020	0,758±0,027	0,445±0,017	30,6±1,4
0,02	0,649±0,022	0,397±0,015	0,778±0,028	0,725±0,016	0,544±0,017	21,8±0,8
0,03	0,603±0,024	0,369±0,011	0,771±0,029	0,650±0,015	0,454±0,018	20,3±0,9
контроль	0,739±0,027	0,565±0,021	0,421±0,021	0,785±0,029	0,507±0,021	31,1±1,5
0,0001	0,738±0,024	0,519±0,016	0,650±0,023	0,817±0,037	0,618±0,018	28,6±1,3
0,0005	0,716±0,026	0,619±0,022	0,283±0,011	0,812±0,021	0,506±0,020	34,1±1,5
0,01	0,695±0,025	0,502±0,018	0,564±0,018	0,748±0,027	0,493±0,019	27,6±1,1
0,02	0,772±0,028	0,492±0,015	0,596±0,025	0,732±0,021	0,473±0,017	27,1±1,0
0,03	0,549±0,021	0,356±0,011	0,801±0,031	0,694±0,025	0,524±0,016	19,5±0,8
контроль	0,769±0,028	0,625±0,022	0,395±0,015	0,804±0,025	0,478±0,014	34,3±1,5
0,0001	0,670±0,023	0,594±0,025	0,421±0,011	0,814±0,021	0,541±0,017	32,7±1,1
0,0005	0,698±0,015	0,516±0,016	0,652±0,023	0,801±0,035	0,589±0,019	28,4±1,1
0,01	0,709±0,025	0,531±0,021	0,522±0,016	0,757±0,028	0,482±0,014	29,2±1,4
0,02	0,684±0,014	0,363±0,014	0,725±0,024	0,612±0,021	0,391±0,015	20,0±0,8
0,03	0,692±0,025	0,326±0,011	0,749±0,027	0,572±0,019	0,365±0,011	17,9±0,7

Таблица 2

Концентрация раствора гексана, мг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях овсяницы тростниковой <i>Festuca arundinacea</i> Schreb. после обработки водным раствором гексана						ETR (II)
	$\frac{F_v}{F_m}$	γ (II)	q_N	q_P	q_L		
через один час после обработки							
контроль	0,729±0,030	0,578±0,022	0,445±0,018	0,796±0,035	0,517±0,016	31,8±1,1	
0.00006	0,741±0,022	0,649±0,018	0,313±0,011	0,843±0,018	0,554±0,017	35,7±1,7	
0.003	0,699±0,025	0,638±0,021	0,289±0,011	0,838±0,032	0,552±0,018	35,1±1,4	
0.006	0,739±0,027	0,635±0,015	0,333±0,015	0,838±0,021	0,557±0,018	34,9±1,5*	
0.012	0,712±0,015	0,500±0,019	0,645±0,022	0,770±0,029	0,540±0,020	27,5±1,0	
0.018	0,744±0,014	0,465±0,018	0,610±0,021	0,726±0,019	0,488±0,015	25,6±1,1	
через три часа после обработки							
контроль	0,703±0,025	0,496±0,015	0,478±0,014	0,721±0,035	0,447±0,021	27,3±1,1	
0.00006	0,676±0,030	0,627±0,021	0,343±0,015	0,838±0,032	0,565±0,018	34,5±1,5	
0.003	0,645±0,021	0,601±0,025	0,343±0,014	0,824±0,011	0,559±0,021	33,1±1,4	
0.006	0,710±0,027	0,582±0,019	0,423±0,011	0,816±0,021	0,561±0,016	32,0±1,2	
0.012	0,708±0,022	0,527±0,016	0,570±0,019	0,815±0,018	0,616±0,027	29,0±1,2	
0.018	0,744±0,021	0,564±0,018	0,523±0,016	0,794±0,030	0,528±0,021	31,0±1,1	
через один сутки после обработки							
контроль	0,739±0,027	0,565±0,021	0,421±0,021	0,785±0,029	0,507±0,021	31,1±1,5	
0.00006	0,767±0,027	0,656±0,023	0,324±0,011	0,869±0,033	0,618±0,021	36,1±1,5	
0.003	0,700±0,025	0,629±0,021	0,369±0,015	0,846±0,032	0,585±0,019	34,6±1,1	
0.006	0,623±0,021	0,442±0,018	0,739±0,027	0,752±0,028	0,556±0,018	24,3±1,0	
0.012	0,768±0,018	0,558±0,021	0,443±0,012	0,749±0,027	0,432±0,012	30,7±1,1	
0.018	0,684±0,018	0,442±0,018	0,679±0,024	0,731±0,024	0,513±0,016	24,4±1,1	
через трое суток после обработки							
контроль	0,769±0,028	0,625±0,022	0,395±0,015	0,804±0,025	0,478±0,014	34,3±1,5	
0.00006	0,627±0,029	0,635±0,030	0,283±0,013	0,842±0,041	0,568±0,021	34,9±1,5	
0.003	0,787±0,025	0,594±0,025	0,451±0,021	0,819±0,015	0,554±0,022	32,7±1,1	
0.006	0,657±0,023	0,417±0,020	0,708±0,025	0,715±0,028	0,510±0,022	22,8±1,0	
0.012	0,560±0,011	0,371±0,018	0,712±0,024	0,603±0,024	0,370±0,011	20,4±0,7	
0.018	0,691±0,018	0,314±0,011	0,799±0,025	0,592±0,015	0,406±0,015	17,3±0,7	

Таблица 3

Концентрация раствора бензола, мкг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях овсяницы тростниковой <i>Festuca arundinacea</i> Schreb. после обработки водным раствором бензола					
	$\frac{F_u}{F_m}$	γ (III)	q_N	q_P	q_L	ETR (III)
контроль	0,729±0,030	0,578±0,022	0,445±0,018	0,796±0,035	0,517±0,016	31,8±1,1
0,0001	0,750±0,028	0,684±0,023	0,316±0,011	0,895±0,025	0,669±0,023	37,5±1,8
0,005	0,643±0,022	0,631±0,021	0,304±0,012	0,864±0,023	0,632±0,021	34,7±1,4
0,01 *	0,747±0,027	0,591±0,025	0,431±0,018	0,798±0,034	0,506±0,020	32,5±1,5
0,02	0,714±0,028	0,503±0,019	0,642±0,021	0,762±0,024	0,521±0,019	27,7±1,0
0,03	0,644±0,012	0,520±0,020	0,510±0,016	0,758±0,028	0,495±0,018	28,6±1,1
через три часа после обработки						
контроль	0,703±0,025	0,496±0,015	0,478±0,014	0,721±0,035	0,447±0,021	27,3±1,1
0,0001	0,655±0,028	0,658±0,019	0,323±0,015	0,865±0,024	0,605±0,025	36,1±1,7
0,005	0,732±0,015	0,589±0,018	0,315±0,018	0,788±0,028	0,485±0,021	32,4±1,3
0,01	0,662±0,023	0,446±0,020	0,713±0,022	0,776±0,021	0,596±0,018	24,6±1,1
0,02	0,751±0,027	0,516±0,014	0,630±0,023	0,775±0,029	0,534±0,017	28,4±1,2
0,03	0,701±0,018	0,534±0,021	0,534±0,019	0,772±0,024	0,511±0,016	29,4±1,2
через один сутки после обработки						
контроль	0,739±0,027	0,565±0,021	0,421±0,021	0,785±0,029	0,507±0,021	31,1±1,5
0,0001	0,783±0,037	0,574±0,028	0,519±0,025	0,803±0,040	0,537±0,026	31,6±1,4
0,005	0,765±0,036	0,562±0,026	0,517±0,026	0,784±0,038	0,507±0,025	30,9±1,3
0,01	0,756±0,038	0,588±0,027	0,332±0,015	0,762±0,038	0,422±0,021	32,3±1,6
0,02	0,659±0,033	0,416±0,021	0,708±0,035	0,715±0,035	0,512±0,026	22,9±1,1
0,03	0,577±0,029	0,380±0,019	0,773±0,039	0,683±0,033	0,489±0,024	20,9±1,0
через трое суток после обработки						
контроль	0,769±0,028	0,625±0,022	0,395±0,015	0,804±0,025	0,478±0,014	34,3±1,5
0,0001	0,756±0,036	0,632±0,031	0,341±0,017	0,840±0,042	0,565±0,028	34,8±1,5
0,005	0,732±0,035	0,543±0,025	0,558±0,026	0,806±0,040	0,576±0,029	29,9±1,4
0,01	0,683±0,031	0,513±0,026	0,602±0,029	0,792±0,040	0,572±0,026	28,2±1,3
0,02	0,695±0,034	0,463±0,023	0,709±0,035	0,764±0,038	0,560±0,028	25,5±1,2
0,03	0,672±0,034	0,318±0,016	0,797±0,040	0,581±0,029	0,385±0,019	17,5±0,9

Таблица 4

Концентрация раствора, мкг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях овсяницы тростниковой <i>Festuca stipularis</i> Schreb. после обработки водным раствором о-ксилола						ЕГР (II)
	$\frac{F_v}{F_m}$	γ (II)	q_N	q_P	q_L		
через один час после обработки							
контроль	0,729±0,030	0,578±0,022	0,445±0,018	0,796±0,035	0,517±0,016	31,8±1,1	
0,0002	0,561±0,018	0,505±0,015	0,667±0,023	0,844±0,032	0,685±0,031	27,8±1,1	
0,01	0,792±0,035	0,604±0,025	0,411±0,018	0,843±0,021	0,603±0,024	33,2±1,1	
0,02	0,697±0,025	* 0,487±0,014	0,596±0,024	* 0,744±0,027	0,502±0,018	* 26,8±0,8	
0,04	0,769±0,028	0,516±0,016	0,517±0,021	0,734±0,029	0,451±0,013	28,4±0,9	
0,06	0,747±0,027	0,497±0,018	0,529±0,020	0,718±0,028	0,441±0,012	27,3±0,7	
через три часа после обработки							
контроль	0,703±0,025	0,496±0,015	0,478±0,014	0,721±0,035	0,447±0,021	27,3±1,1	
0,0002	0,677±0,023	0,603±0,025	0,446±0,021	0,852±0,033	0,627±0,021	33,2±1,5	
0,01	0,623±0,026	0,557±0,018	0,527±0,016	0,829±0,028	0,615±0,028	30,6±0,8	
0,02	0,711±0,029	0,564±0,022	0,461±0,019	0,802±0,035	0,547±0,018	31,0±1,2	
0,04	0,673±0,028	0,543±0,023	0,461±0,018	0,785±0,029	0,529±0,012	29,9±1,1	
0,06	0,718±0,021	0,532±0,024	0,509±0,015	0,758±0,021	0,484±0,017	29,3±1,2	
через одни сутки после обработки							
контроль	0,739±0,027	0,565±0,021	0,421±0,021	0,785±0,029	0,507±0,021	31,1±1,5	
0,0002	0,788±0,037	0,512±0,025	0,637±0,031	0,812±0,041	0,616±0,031	28,2±1,4	
0,01	0,803±0,040	0,526±0,024	0,616±0,030	0,797±0,040	0,572±0,028	28,9±1,3	
0,02	0,699±0,034	0,544±0,026	0,486±0,023	0,769±0,037	0,493±0,024	29,9±1,5	
0,04	0,665±0,033	0,422±0,021	0,746±0,036	0,744±0,036	0,557±0,028	23,2±1,2	
0,06	0,599±0,030	0,268±0,012	0,844±0,042	0,572±0,028	0,415±0,021	14,7±0,7	
через трое суток после обработки							
контроль	0,769±0,028	0,625±0,022	0,395±0,015	0,804±0,025	0,478±0,014	34,3±1,5	
0,0002	0,724±0,036	0,499±0,025	0,646±0,031	0,792±0,040	0,584±0,029	27,4±1,4	
0,01	0,557±0,028	0,474±0,024	0,677±0,034	0,784±0,039	0,591±0,030	26,0±1,3	
0,02	0,720±0,035	0,495±0,024	0,624±0,031	0,760±0,038	0,524±0,025	27,2±1,3	
0,04	0,569±0,028	0,484±0,024	0,645±0,032	0,760±0,037	0,534±0,027	26,6±1,3	
0,06	0,676±0,034	0,427±0,021	0,725±0,036	0,708±0,035	0,490±0,024	23,5±1,2	

Таблица 5

Концентрация раствора бенз(а)пирена, нг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях овсяницы тростниковой <i>Festuca arvensis</i> Schreb. после обработки водным раствором бенз(а)пирена						ETR (II)
	$\frac{F_v}{F_m}$	F_v/F_m	qN	qP	qL		
через один час после обработки							
контроль	0.729±0.030	0.578±0.022	0.445±0.018	0.796±0.035	0.517±0.016	31,8±1,1	
0.000005	0.645±0.022	0.541±0.017	0.524±0.016	0.792±0.034	0.547±0.017	29,8±1,1	
0.00025	0.722±0.030	0.503±0.015	0.628±0.021	0.775±0.028	0.546±0.021	27,7±1,0	
0.0005	0.737±0.027	0.571±0.019	0.371±0.018	0.771±0.029	0.465±0.013	31,4±1,5	
0.001	0.661±0.023	0.451±0.013	0.588±0.019	0.725±0.016	0.499±0.015	24,8±1,1	
0.0015	0.646±0.031	0.393±0.017	0.785±0.031	0.713±0.028	0.527±0.020	21,6±0,9	
через три часа после обработки							
контроль	0.703±0.025	0.496±0.015	0.478±0.014	0.721±0.035	0.447±0.021	27,3±1,1	
0.000005	0.622±0.028	0.544±0.017	0.591±0.025	0.857±0.041	0.687±0.018	30,0±0,8	
0.00025	0.741±0.027	0.571±0.021	0.489±0.014	0.802±0.035	0.538±0.023	31,4±1,2	
0.0005	0.659±0.023	0.556±0.018	0.466±0.021	0.751±0.028	0.439±0.020	30,6±1,1	
0.001	0.713±0.028	0.488±0.022	0.538±0.018	0.733±0.027	0.478±0.018	26,9±1,0	
0.0015	0.715±0.031	0.397±0.018	0.782±0.027	0.703±0.022	0.508±0.011	21,8±0,9	
через одни сутки после обработки							
контроль	0.739±0.027	0.565±0.021	0.421±0.021	0.785±0.029	0.507±0.021	31,1±1,5	
0.000005	0.670±0.034	0.507±0.024	0.612±0.030	0.776±0.038	0.545±0.026	27,9±1,3	
0.00025	0.621±0.031	0.515±0.025	0.587±0.028	0.769±0.036	0.525±0.024	28,4±1,4	
0.0005	0.786±0.039	0.566±0.027	0.377±0.019	0.765±0.038	0.458±0.023	31,1±1,5	
0.001	0.642±0.032	0.496±0.025	0.589±0.028	0.745±0.037	0.493±0.025	27,3±1,3	
0.0015	0.691±0.034	0.444±0.022	0.680±0.034	0.730±0.037	0.513±0.025	24,4±1,2	
через трие суток после обработки							
контроль	0.769±0.028	0.625±0.022	0.395±0.015	0.804±0.025	0.478±0.014	34,3±1,5	
0.000005	0.711±0.035	0.659±0.033	0.311±0.015	0.859±0.042	0.586±0.029	36,3±1,8	
0.00025	0.734±0.037	0.565±0.028	0.490±0.025	0.809±0.040	0.561±0.028	31,1±1,5	
0.0005	0.686±0.033	0.586±0.028	0.384±0.019	0.789±0.039	0.491±0.025	32,2±1,6	
0.001	0.506±0.024	0.553±0.028	0.456±0.023	0.786±0.039	0.521±0.026	30,4±1,5	
0.0015	0.709±0.035	0.454±0.023	0.715±0.035	0.736±0.037	0.517±0.026	25,0±1,3	

Таблица 6

Концентрация раствора бутилацетата, мкг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях свежницы тростниковой <i>Festuca arundinacea</i> Schreb. после обработки водным раствором бутилацетата					
	$\frac{F_v}{F_m}$	γ (III)	q_N	q_P	q_L	ETR (II)
через один час после обработки						
контроль	0,729±0,030	0,578±0,022	0,445±0,018	0,796±0,035	0,517±0,016	31,8±1,1
0,0001	0,785±0,029	0,630±0,022	0,316±0,011	0,863±0,032	0,629±0,024	34,7±1,5
0,005	0,672±0,024	0,555±0,011	0,515±0,016	0,816±0,021	0,589±0,023	30,3±1,2
0,01	0,625±0,027	0,534±0,018	0,573±0,019	0,787±0,029	0,539±0,025	29,5±1,1
0,02	0,487±0,018	0,405±0,015	0,732±0,027	0,772±0,029	0,617±0,018	22,3±0,8
0,03	0,606±0,025	0,500±0,017	0,560±0,018	0,760±0,028	0,520±0,020	27,5±1,3
через три часа после обработки						
контроль	0,703±0,025	0,496±0,015	0,478±0,014	0,721±0,035	0,447±0,021	27,3±1,1
0,0001	0,688±0,024	0,598±0,025	0,417±0,011	0,851±0,033	0,630±0,023	32,9±1,5
0,005	0,644±0,022	0,562±0,021	0,548±0,017	0,817±0,021	0,582±0,021	30,9±1,1
0,01	0,490±0,015	0,434±0,018	0,643±0,012	0,773±0,022	0,598±0,024	23,9±0,7
0,02	0,529±0,021	0,413±0,011	0,744±0,024	0,719±0,028	0,521±0,019	22,7±0,8
0,03	0,574±0,019	0,396±0,015	0,592±0,025	0,623±0,021	0,376±0,015	21,8±0,9
через один сутки после обработки						
контроль	0,739±0,027	0,565±0,021	0,421±0,021	0,785±0,029	0,507±0,021	31,1±1,5
0,0001	0,685±0,024	0,646±0,022	0,362±0,011	0,862±0,033	0,610±0,021	35,5±1,5
0,005	0,651±0,023	0,670±0,031	0,347±0,016	0,889±0,034	0,662±0,023	36,9±1,2
0,01	0,629±0,030	0,551±0,021	0,536±0,031	0,812±0,031	0,581±0,024	30,3±1,1
0,02	0,717±0,018	0,576±0,018	0,573±0,028	0,828±0,021	0,595±0,025	31,7±1,4
0,03	0,628±0,015	0,503±0,015	0,631±0,029	0,783±0,029	0,563±0,026	27,7±1,1
через три суток после обработки						
контроль	0,769±0,028	0,625±0,022	0,395±0,015	0,804±0,025	0,478±0,014	34,3±1,5
0,0001	0,651±0,023	0,524±0,021	0,577±0,019	0,830±0,038	0,642±0,022	28,8±1,1
0,005	0,667±0,031	0,474±0,020	0,645±0,012	0,795±0,035	0,611±0,021	26,1±1,2
0,01	0,704±0,025	0,423±0,018	0,725±0,031	0,717±0,028	0,509±0,018	23,2±0,8
0,02	0,770±0,029	0,401±0,011	0,755±0,018	0,736±0,018	0,559±0,017	22,1±0,9
0,03	0,542±0,017	0,342±0,014	0,791±0,025	0,651±0,023	0,470±0,012	18,8±0,7

Таблица 7

Концентрация раствора, мкг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях саженцев березы повислой <i>Betula pendula</i> Roth. после обработки водным раствором о-ксилола						ЕТР (II)
	$\frac{F_v}{F_m}$	$Y (II)$	q_N	q_P	q_L		
через один час после обработки							
контроль	0,648±0,028	0,648±0,030	0,284±0,011	0,846±0,033	0,563±0,018	18,5±0,8	
0,0002	0,677±0,024	0,712±0,032	0,229±0,008	0,904±0,035	0,668±0,028	20,3±0,9	
0,01	0,674±0,029	0,704±0,025	0,226±0,009	0,901±0,028	0,664±0,024	20,1±0,7	
0,02	0,688±0,028	0,654±0,013	0,313±0,010	0,872±0,038	0,629±0,021	18,7±0,7	
0,04	0,668±0,023	0,662±0,018	0,328±0,012	0,867±0,029	0,607±0,025	18,9±0,7	
0,06	0,685±0,027	0,634±0,021	0,336±0,015	0,834±0,034	0,545±0,017	18,1±0,6	
через три часа после обработки							
контроль	0,642±0,028	0,622±0,021	0,362±0,014	0,858±0,033	0,626±0,028	17,8±0,7	
0,0002	0,691±0,024	0,684±0,025	0,290±0,012	0,889±0,024	0,650±0,030	19,5±0,9	
0,01	0,660±0,013	0,643±0,022	0,340±0,011	0,874±0,035	0,648±0,031	18,4±0,4	
0,02	0,695±0,026	0,681±0,023	0,246±0,008	0,867±0,039	0,584±0,025	19,5±0,9	
0,04	0,685±0,029	0,655±0,028	0,334±0,015	0,858±0,038	0,589±0,024	18,7±0,7	
0,06	0,654±0,028	0,492±0,015	0,548±0,018	0,734±0,027	0,476±0,012	14,1±0,5	
через одни сутки после обработки							
контроль	0,609±0,025	0,682±0,030	0,226±0,010	0,882±0,030	0,629±0,021	19,5±0,8	
0,0002	0,618±0,021	0,630±0,021	0,396±0,014	0,882±0,024	0,680±0,018	18,0±0,5	
0,01	0,631±0,012	0,569±0,018	0,375±0,012	0,829±0,031	0,603±0,025	16,2±0,6	
0,02	0,653±0,030	0,640±0,013	0,179±0,008	0,826±0,021	0,515±0,017	18,3±0,4	
0,04	0,671±0,014	0,627±0,011	0,309±0,10	0,815±0,030	0,502±0,019	17,9±0,7	
0,06	0,665±0,022	0,500±0,015	0,441±0,017	0,725±0,015	0,449±0,013	14,3±0,5	
через трое суток после обработки							
контроль	0,608±0,027	0,652±0,023	0,273±0,010	0,875±0,032	0,640±0,012	18,6±0,7	
0,0002	0,639±0,030	0,611±0,025	0,351±0,015	0,822±0,031	0,542±0,017	17,5±0,8	
0,01	0,717±0,025	0,626±0,020	0,341±0,010	0,809±0,030	0,490±0,015	17,9±0,7	
0,02	0,684±0,028	0,599±0,027	0,404±0,010	0,795±0,025	0,491±0,020	17,1±0,5	
0,04	0,627±0,015	0,601±0,10	0,235±0,008	0,785±0,024	0,460±0,020	17,2±0,4	
0,06	0,677±0,031	0,459±0,015	0,583±0,019	0,676±0,024	0,400±0,015	13,1±0,4	

Таблица 8

Концентрация раствора бенз(а)пирена, нг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях саженцев березы повислой <i>Betula pendula</i> Roth. после обработки водным раствором бенз(а)пирена						ETR (II)
	$\frac{F_v}{F_m}$	γ (II)	qN	qP	qL		
через один час после обработки							
контроль	0,648±0,028	0,648±0,030	0,284±0,011	0,846±0,033	0,563±0,018	18,5±0,8	
0.000005	0,690±0,023	0,708±0,031	0,225±0,012	0,907±0,041	0,683±0,031	20,2±0,9	
0.00025	0,656±0,030	0,670±0,028	0,325±0,009	0,883±0,039	0,645±0,032	19,1±0,5	
0.0005	0,648±0,029	0,631±0,026	0,369±0,015	0,834±0,038	0,550±0,021	18,0±0,7	
0.001	0,695±0,021	0,598±0,021	0,480±0,020	0,824±0,031	0,562±0,022	17,1±0,8	
0.0015	0,670±0,031	0,479±0,028	0,604±0,029	0,713±0,032	0,448±0,018	13,7±0,6	
через три часа после обработки							
контроль	0,642±0,028	0,622±0,021	0,362±0,014	0,858±0,033	0,626±0,028	17,8±0,7	
0.000005	0,592±0,025	0,630±0,028	0,427±0,011	0,891±0,035	0,705±0,025	18,0±0,8	
0.00025	0,596±0,021	0,531±0,024	0,589±0,019	0,827±0,031	0,537±0,017	15,1±0,6	
0.0005	0,671±0,024	0,587±0,026	0,394±0,015	0,827±0,032	0,633±0,022	16,8±0,4	
0.001	0,696±0,029	0,550±0,021	0,537±0,017	0,791±0,035	0,537±0,017	15,7±0,5	
0.0015	0,655±0,031	0,551±0,018	0,493±0,011	0,763±0,029	0,472±0,018	15,7±0,6	
через один сутки после обработки							
контроль	0,609±0,025	0,682±0,030	0,226±0,010	0,882±0,030	0,629±0,021	19,5±0,8	
0.000005	0,620±0,021	0,663±0,020	0,329±0,015	0,889±0,025	0,670±0,024	18,9±0,4	
0.00025	0,656±0,023	0,652±0,014	0,237±0,012	0,845±0,024	0,556±0,021	18,6±0,7	
0.0005	0,664±0,025	0,656±0,002	0,212±0,011	0,832±0,012	0,511±0,015	18,7±0,3	
0.001	0,660±0,025	0,604±0,025	0,388±0,014	0,807±0,030	0,512±0,024	17,3±0,5	
0.0015	0,648±0,012	0,512±0,015	0,449±0,012	0,746±0,027	0,480±0,017	14,6±0,6	
через три суток после обработки							
контроль	0,608±0,027	0,652±0,023	0,273±0,010	0,875±0,032	0,640±0,012	18,6±0,7	
0.000005	0,681±0,012	0,682±0,021	0,152±0,007	0,863±0,025	0,570±0,025	19,5±0,8	
0.00025	0,665±0,023	0,567±0,022	0,348±0,015	0,788±0,035	0,512±0,014	16,2±0,4	
0.0005	0,705±0,024	0,608±0,028	0,297±0,012	0,785±0,034	0,453±0,016	17,4±0,6	
0.001	0,636±0,028	0,571±0,016	0,255±0,010	0,770±0,035	0,466±0,013	16,3±0,8	
0.0015	0,688±0,024	0,571±0,017	0,424±0,018	0,769±0,029	0,462±0,018	16,3±0,6	

Таблица 9

Концентрация раствора бутилацетата, мкг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях саженцев березы повислой <i>Betula pendula</i> Roth. после обработки водным раствором бутилацетата					
	$\frac{F_c}{F_m}$	$Y(II)$	q_N	q_P	q_L	ETR (II)
через один час после обработки						
контроль	0.648±0.028	0.648±0.030	0.284±0.011	0.846±0.033	0.563±0.018	18.5±0.8
0.0001	0.658±0.031	0.701±0.023	0.232±0.011	0.892±0.035	0.639±0.031	20.0±0.8
0.005	0.634±0.028	0.630±0.028	0.451±0.016	0.886±0.024	0.691±0.025	18.0±0.7
0.01	0.693±0.024	0.692±0.015	0.238±0.009	0.885±0.034	0.628±0.027	19.8±0.9
0.02	0.672±0.028	0.670±0.023	0.314±0.011	0.861±0.041	0.581±0.021	19.1±0.5
0.03	0.683±0.017	0.629±0.029	0.415±0.018	0.860±0.023	0.622±0.027	18.0±0.7
через три часа после обработки						
контроль	0.642±0.028	0.622±0.021	0.362±0.014	0.858±0.033	0.626±0.028	17.8±0.7
0.0001	0.680±0.024	0.696±0.025	0.271±0.011	0.906±0.026	0.692±0.015	19.9±0.8
0.005	0.704±0.025	0.700±0.023	0.241±0.009	0.893±0.031	0.642±0.022	20.0±0.4
0.01	0.666±0.029	0.636±0.022	0.406±0.015	0.860±0.023	0.616±0.023	18.2±0.6
0.02	0.632±0.022	0.568±0.018	0.512±0.014	0.790±0.024	0.515±0.016	16.2±0.4
0.03	0.627±0.021	0.626±0.011	0.420±0.008	0.851±0.038	0.601±0.021	17.9±0.7
через одни сутки после обработки						
контроль	0.609±0.025	0.682±0.030	0.226±0.010	0.882±0.030	0.629±0.021	19.5±0.8
0.0001	0.558±0.023	0.625±0.011	0.544±0.021	0.953±0.028	0.874±0.041	17.8±0.6
0.005	0.690±0.011	0.619±0.028	0.326±0.011	0.806±0.034	0.491±0.016	17.7±0.4
0.01	0.650±0.018	0.563±0.016	0.484±0.015	0.784±0.029	0.506±0.011	16.1±0.7
0.02	0.628±0.015	0.486±0.014	0.624±0.026	0.769±0.028	0.551±0.022	13.9±0.5
0.03	0.641±0.017	0.506±0.017	0.589±0.022	0.749±0.031	0.492±0.019	14.5±0.4
через трое суток после обработки						
контроль	0.608±0.027	0.652±0.023	0.273±0.010	0.875±0.032	0.640±0.012	18.6±0.7
0.0001	0.636±0.026	0.626±0.011	0.272±0.011	0.819±0.031	0.516±0.016	17.9±0.8
0.005	0.672±0.028	0.612±0.021	0.190±0.007	0.795±0.035	0.472±0.014	17.5±0.7
0.01	0.658±0.030	0.563±0.025	0.415±0.011	0.780±0.026	0.498±0.021	16.1±0.5
0.02	0.647±0.022	0.533±0.026	0.586±0.019	0.773±0.029	0.513±0.020	15.2±0.6
0.03	0.664±0.031	0.421±0.018	0.595±0.024	0.632±0.022	0.365±0.014	12.0±0.4

ВУ 23569 С1 2021.12.30

Источники информации, использованные при составлении описания:

1. Способ флуоресцентной идентификации и мониторинга почв и их загрязнений: заявка на изобретение РФ 2010104557 А, опубл. 20.08.2010.
2. Способ определения активности фотосинтетического аппарата растений: пат. РФ 2098948 С1, опубл. 20.12.1997.
3. Способ анализ содержания летучих органических соединений в газовой среде и матричный анализатор для его осуществления: пат. РФ 2427822 С1, опубл. 27.08.2011.
4. Об утверждении и введении в действие нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и ориентировочно безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 08.11.2016 г., № 113 [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 2007. –8/31467. – Режим доступа : http://pravo.by/upload/docs/op/W21631467p_1485896400.pdf. – Дата доступа : 22.01.2020.

Таблица 10

Концентрация раствора о-ксилола, мкг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях саженцев тополя пирамидального <i>Populus pyramidalis</i> Roz. после обработки водным раствором о-ксилола						ЭТР (II)
	$\frac{F_v}{F_m}$	$Y (II)$	q^N	q^P	q^L		
через один час после обработки							
контроль	0.806±0.035	0.754±0.027	0.166±0.005	0.935±0.037	0.737±0.028	21.5±1.0	
0.0002	0.719±0.026	0.674±0.028	0.252±0.011	0.862±0.034	0.576±0.024	19.3±0.8	
0.01	0.727±0.016	0.615±0.014	0.354±0.016	0.812±0.031	0.510±0.018	17.6±0.7	
0.02	0.717±0.024*	0.600±0.016	0.338±0.015	0.765±0.028	0.413±0.011	17.2±0.6	
0.04	0.647±0.022	0.426±0.018	0.728±0.027	0.695±0.026	0.469±0.019	12.2±0.4	
0.06	0.635±0.020	0.426±0.014	0.721±0.028	0.676±0.028	0.436±0.020	12.1±0.3	
через три часа после обработки							
контроль	0.799±0.025	0.745±0.023	0.147±0.005	0.932±0.037	0.731±0.021	21.3±1.0	
0.0002	0.749±0.027	0.653±0.028	0.221±0.008	0.806±0.020	0.440±0.012	18.7±0.8	
0.01	0.684±0.026	0.564±0.016	0.435±0.020	0.760±0.018	0.449±0.018	16.1±0.7	
0.02	0.664±0.023	0.463±0.018	0.653±0.023	0.714±0.026	0.467±0.019	13.2±0.6	
0.04	0.554±0.018	0.296±0.011	0.747±0.027	0.535±0.014	0.340±0.015	8.4±0.3	
0.06	0.565±0.021	0.239±0.008	0.781±0.029	0.441±0.020	0.265±0.011	6.8±0.2	
через одни сутки после обработки							
контроль	0.786±0.030	0.736±0.025	0.127±0.004	0.931±0.037	0.738±0.027	21.0±0.9	
0.0002	0.764±0.025	0.703±0.025	0.187±0.008	0.894±0.035	0.643±0.022	20.1±0.8	
0.01	0.647±0.014	0.671±0.024	0.332±0.017	0.881±0.034	0.639±0.030	19.2±0.7	
0.02	0.693±0.018	0.548±0.017	0.477±0.020	0.779±0.029	0.510±0.015	15.7±0.6	
0.04	0.694±0.026	0.524±0.018	0.441±0.012	0.750±0.028	0.474±0.014	15.0±0.5	
0.06	0.689±0.027	0.501±0.015	0.473±0.019	0.716±0.029	0.431±0.019	14.3±0.4	
через трое суток после обработки							
контроль	0.784±0.029	0.742±0.027	0.172±0.008	0.934±0.030	0.743±0.027	21.2±0.8	
0.0002	0.710±0.025	0.666±0.023	0.160±0.004	0.865±0.025	0.595±0.029	19.0±0.7	
0.01	0.744±0.027	0.671±0.024	0.169±0.005	0.861±0.033	0.578±0.021	19.2±0.6	
0.02	0.714±0.030	0.559±0.025	0.343±0.010	0.772±0.027	0.483±0.015	16.0±0.7	
0.04	0.754±0.028	0.596±0.029	0.131±0.008	0.762±0.029	0.412±0.018	17.0±0.8	
0.06	0.621±0.021	0.458±0.020	0.569±0.018	0.735±0.028	0.512±0.014	13.1±0.5	

Таблица 11

Концентрация раствора бенз(а)пирена, нг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях саженцев тополя пирамидального <i>Populus pyramidalis</i> Roz. после обработки водным раствором бенз(а)пирена					
	$\frac{F_v}{F_m}$	$Y (II)$	qN	qP	qL	$ETR (II)$
	через один час после обработки					
контроль	0,806±0,035	0,754±0,027	0,166±0,005	0,935±0,037	0,737±0,028	21,5±1,0
0,000005	0,628±0,021	0,671±0,024	0,332±0,011	0,881±0,029	0,639±0,022	19,2±0,8
0,00025	0,696±0,025	0,579±0,019	0,444±0,021	0,800±0,030	0,524±0,016	16,6±0,7
0,0005	0,674±0,024	0,480±0,018	0,645±0,028	0,729±0,016	0,479±0,014	13,7±0,6
0,001	0,557±0,019	0,367±0,016	0,763±0,034	0,669±0,023	0,478±0,021	10,5±0,4
0,0015	0,639±0,012	0,419±0,014	0,677±0,021	0,657±0,021	0,409±0,015	11,9±0,5
	через три часа после обработки					
контроль	0,799±0,025	0,745±0,023	0,147±0,005	0,932±0,037	0,731±0,021	21,3±1,0
0,000005	0,563±0,018	0,500±0,015	0,528±0,016	0,875±0,024	0,750±0,028	14,3±0,6
0,00025	0,520±0,016	0,403±0,014	0,696±0,028	0,694±0,029	0,487±0,021	22,1±0,8
0,0005	0,668±0,023	0,432±0,021	0,692±0,024	0,669±0,021	0,417±0,019	12,3±0,5
0,001	0,550±0,021	0,360±0,011	0,660±0,029	0,641±0,022	0,440±0,015	19,8±0,9
0,0015	0,689±0,026	0,272±0,013	0,672±0,031	0,433±0,018	0,222±0,008	15,0±0,6
	через одни сутки после обработки					
контроль	0,786±0,030	0,736±0,025	0,127±0,004	0,931±0,037	0,738±0,027	21,0±0,9
0,000005	0,747±0,025	0,713±0,026	0,181±0,009	0,910±0,026	0,687±0,015	20,4±0,7
0,00025	0,722±0,018	0,654±0,023	0,243±0,012	0,867±0,025	0,615±0,016	18,7±0,5
0,0005	0,742±0,027	0,565±0,020	0,620±0,021	0,823±0,038	0,593±0,025	31,1±0,6
0,001	0,600±0,021	0,388±0,015	0,611±0,028	0,645±0,030	0,421±0,015	11,1±0,4
0,0015	0,519±0,010	0,312±0,012	0,535±0,025	0,605±0,025	0,426±0,017	8,9±0,3
	через трое суток после обработки					
контроль	0,784±0,029	0,742±0,027	0,172±0,008	0,934±0,030	0,743±0,027	21,2±0,8
0,000005	0,786±0,035	0,740±0,024	0,155±0,007	0,928±0,034	0,725±0,026	21,1±0,9
0,00025	0,755±0,028	0,704±0,015	0,130±0,006	0,900±0,025	0,664±0,030	20,1±0,8
0,0005	0,734±0,026	0,702±0,026	0,168±0,005	0,899±0,023	0,663±0,024	20,1±0,7
0,001	0,705±0,015	0,678±0,017	0,326±0,010	0,855±0,029	0,549±0,020	19,4±0,5
0,0015	0,657±0,023	0,530±0,018	0,417±0,018	0,782±0,030	0,536±0,018	15,2±0,7

Таблица 12

Концентрация раствора бутилацетата, мг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях саженцев тополя пирамидального <i>Populus pyramidalis</i> Roz. после обработки водным раствором бутилацетата					
	$\frac{F_v}{F_m}$	$Y(III)$	qN	qP	qL	$ETR(III)$
через один час после обработки						
контроль	0,806±0,035	0,754±0,027	0,166±0,005	0,935±0,037	0,737±0,028	21,5±1,0
0,0001	0,725±0,026	0,690±0,015	0,207±0,009	0,885±0,034	0,627±0,021	19,7±0,8
0,005	0,712±0,031	0,656±0,013	0,311±0,011	0,860±0,028	0,592±0,020	18,7±0,7
0,01	0,724±0,028	0,675±0,024	0,246±0,008	0,851±0,039	0,543±0,018	19,3±0,8
0,02	0,701±0,021	0,618±0,021	0,409±0,010	0,827±0,028	0,547±0,017	17,6±0,6
0,03	0,602±0,018	0,412±0,018	0,746±0,026	0,686±0,024	0,467±0,013	11,8±0,5
через три часа после обработки						
контроль	0,799±0,025	0,745±0,023	0,147±0,005	0,932±0,037	0,731±0,021	21,3±1,0
0,0001	0,738±0,027	0,679±0,024	0,232±0,011	0,869±0,039	0,593±0,020	19,4±0,9
0,005	0,705±0,025	0,664±0,031	0,271±0,013	0,848±0,025	0,547±0,015	19,0±0,8
0,01	0,704±0,018	0,549±0,018	0,530±0,024	0,742±0,019	0,428±0,011	15,7±0,6
0,02	0,646±0,013	0,425±0,011	0,684±0,026	0,658±0,013	0,404±0,009	12,1±0,5
0,03	0,548±0,018	0,285±0,009	0,787±0,029	0,519±0,018	0,327±0,011	8,1±0,3
через один сутки после обработки						
контроль	0,786±0,030	0,736±0,025	0,127±0,004	0,931±0,037	0,738±0,027	21,0±0,9
0,0001	0,772±0,026	0,723±0,026	0,182±0,008	0,920±0,026	0,711±0,024	20,6±0,9
0,005	0,748±0,019	0,660±0,023	0,200±0,008	0,868±0,023	0,612±0,030	18,8±0,8
0,01	0,781±0,018	0,655±0,021	0,189±0,007	0,832±0,037	0,513±0,026	18,7±0,7
0,02	0,704±0,025	0,566±0,019	0,527±0,016	0,790±0,035	0,516±0,018	16,2±0,6
0,03	0,690±0,031	0,516±0,016	0,498±0,014	0,735±0,028	0,454±0,021	14,7±0,6
через трие суток после обработки						
контроль	0,784±0,029	0,742±0,027	0,172±0,008	0,934±0,030	0,743±0,027	21,2±0,8
0,0001	0,770±0,029	0,721±0,026	0,180±0,007	0,908±0,029	0,672±0,013	20,6±0,8
0,005	0,732±0,031	0,697±0,016	0,201±0,008	0,907±0,041	0,692±0,028	19,9±0,9
0,01	0,764±0,028	0,715±0,028	0,171±0,006	0,904±0,028	0,664±0,031	20,4±0,7
0,02	0,710±0,026	0,680±0,021	0,108±0,004	0,872±0,034	0,598±0,024	19,4±0,5
0,03	0,721±0,019	0,616±0,027	0,162±0,007	0,800±0,035	0,479±0,017	17,6±0,6

Таблица 13

Концентрация раствора о-ксилола, мкг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях саженцев клена остролистного <i>Acer platanoides</i> L. после обработки водным раствором о-ксилола						ETR (II)
	$\frac{F_v}{F_m}$	γ (III)	q_N	q_P	q_L		
через один час после обработки							
контроль	0,669±0,023	0,676±0,014	0,266±0,009	0,900±0,035	0,692±0,015	19,3±0,8	
0,0002	0,646±0,024	0,419±0,018	0,549±0,018	0,649±0,028	0,396±0,015	12,0±0,5	
0,01	0,633±0,029	0,406±0,014	0,594±0,026	0,642±0,029	0,397±0,018	11,6±0,4	
0,02	0,558±0,016	0,370±0,015	0,521±0,018	0,641±0,021	0,430±0,014	10,5±0,4	
0,04	0,659±0,017	0,408±0,011	0,481±0,019	0,619±0,025	0,356±0,016	11,6±0,3	
0,06	0,689±0,026	0,392±0,015	0,413±0,018	0,604±0,016	0,349±0,012	11,2±0,5	
через три часа после обработки							
контроль	0,727±0,016	0,546±0,021	0,369±0,011	0,734±0,024	0,413±0,012	15,6±0,5	
0,0002	0,639±0,029	0,421±0,018	0,504±0,021	0,660±0,028	0,412±0,019	12,0±0,5	
0,01	0,680±0,021	0,420±0,019	0,491±0,020	0,617±0,021	0,341±0,015	12,0±0,5	
0,02	0,684±0,016	0,398±0,017	0,461±0,018	0,606±0,024	0,346±0,011	11,4±0,4	
0,04	0,692±0,016	0,401±0,011	0,409±0,019	0,596±0,016	0,325±0,009	11,4±0,5	
0,06	0,632±0,029	0,364±0,013	0,635±0,014	0,575±0,018	0,333±0,012	10,4±0,4	
через один сутки после обработки							
контроль	0,655±0,031	0,590±0,021	0,251±0,010	0,817±0,038	0,553±0,024	16,9±0,7	
0,0002	0,657±0,028	0,372±0,016	0,537±0,018	0,584±0,022	0,338±0,008	10,6±0,4	
0,01	0,564±0,025	0,320±0,014	0,678±0,021	0,573±0,018	0,373±0,011	9,2±0,3	
0,02	0,546±0,021	0,267±0,010	0,770±0,028	0,490±0,019	0,303±0,008	7,6±0,3	
0,04	0,608±0,029	0,269±0,009	0,695±0,027	0,460±0,018	0,262±0,011	7,7±0,3	
0,06	0,615±0,024	0,274±0,011	0,698±0,029	0,447±0,015	0,237±0,009	7,8±0,4	
через трое суток после обработки							
контроль	0,691±0,029	0,522±0,018	0,298±0,014	0,718±0,026	0,412±0,020	14,9±0,6	
0,0002	0,648±0,021	0,590±0,016	0,317±0,015	0,805±0,035	0,525±0,016	16,9±0,7	
0,01	0,571±0,024	0,380±0,012	0,640±0,026	0,664±0,021	0,459±0,013	10,9±0,5	
0,02	0,555±0,015	0,309±0,010	0,722±0,028	0,559±0,022	0,362±0,011	8,8±0,4	
0,04	0,575±0,023	0,275±0,011	0,715±0,031	0,478±0,018	0,280±0,008	7,9±0,3	
0,06	0,551±0,018	0,181±0,007	0,764±0,028	0,329±0,011	0,182±0,005	5,2±0,2	

Таблица 14

Концентрация раствора бенз(а)пирена, мг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях саженцев клена остролистного <i>Acer platanoides</i> L. после обработки водным раствором бенз(а)пирена						ЕГР (II)
	$\frac{F_v}{F_m}$	$Y (III)$	q_N	q_P	q_L		
через один час после обработки							
контроль	0,669±0,023	0,676±0,014	0,266±0,009	0,900±0,035	0,692±0,015	19,3±0,8	
0.00005	0,663±0,023	0,651±0,021	0,252±0,010	0,887±0,034	0,676±0,029	18,6±0,8	
0.00025	0,743±0,015	0,659±0,024	0,232±0,008	0,884±0,029	0,659±0,021	18,9±0,7	
0.0005	0,652±0,028	0,485±0,023 *	0,418±0,019	0,736±0,026 *	0,488±0,023	13,9±0,6	
0.001	0,654±0,024	0,485±0,018	0,512±0,015	0,725±0,031	0,466±0,018	13,8±0,5	
0.0015	0,639±0,029	0,265±0,008	0,659±0,024	0,416±0,018	0,205±0,008	14,6±0,4	
через три часа после обработки							
контроль	0,727±0,016	0,546±0,021	0,369±0,011	0,734±0,024	0,413±0,012	15,6±0,5	
0.00005	0,676±0,028	0,640±0,029	0,251±0,012	0,856±0,034	0,601±0,029	18,3±0,8	
0.00025	0,662±0,019	0,503±0,018	0,443±0,020	0,741±0,027	0,480±0,018	14,4±0,6	
0.0005	0,637±0,029	0,403±0,015	0,554±0,015	0,632±0,028	0,384±0,014	11,5±0,5	
0.001	0,636±0,028	0,386±0,011	0,484±0,014	0,616±0,021	0,374±0,011	11,1±0,5	
0.0015	0,634±0,025	0,401±0,014	0,624±0,028	0,632±0,029	0,386±0,013	11,4±0,4	
через одни сутки после обработки							
контроль	0,655±0,031	0,590±0,021	0,251±0,010	0,817±0,038	0,553±0,024	16,9±0,7	
0.00005	0,649±0,024	0,449±0,021	0,578±0,024	0,691±0,021	0,440±0,012	12,8±0,5	
0.00025	0,661±0,023	0,453±0,019	0,531±0,023	0,685±0,014	0,424±0,020	13,0±0,5	
0.0005	0,685±0,028	0,470±0,018	0,460±0,022	0,677±0,026	0,390±0,015	13,4±0,4	
0.001	0,627±0,025	0,384±0,011	0,597±0,025	0,623±0,027	0,388±0,014	11,0±0,5	
0.0015	0,635±0,029	0,370±0,012	0,540±0,021	0,593±0,024	0,354±0,012	10,6±0,3	
через трое суток после обработки							
контроль	0,691±0,029	0,522±0,018	0,298±0,014	0,718±0,026	0,412±0,020	14,9±0,6	
0.00005	0,658±0,023	0,455±0,013	0,569±0,018	0,689±0,021	0,430±0,018	13,0±0,5	
0.00025	0,637±0,024	0,401±0,016	0,623±0,021	0,629±0,023	0,382±0,011	11,4±0,5	
0.0005	0,608±0,026	0,382±0,011	0,674±0,029	0,627±0,025	0,397±0,015	10,9±0,4	
0.001	0,629±0,028	0,361±0,017	0,580±0,024	0,574±0,019	0,334±0,014	10,3±0,4	
0.0015	0,554±0,022	0,302±0,012	0,724±0,028	0,544±0,018	0,347±0,013	8,6±0,3	

Таблица 15

Концентрация раствора бутилацетата, мкг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях саженцев клена остролистного <i>Acer platanoides</i> L. после обработки водным раствором бутилацетата					
	$\frac{F_v}{F_m}$	$Y (II)$	qN	qP	qL	$FTR (II)$
через один час после обработки						
контроль	0,669±0,023	0,676±0,014	0,266±0,009	0,900±0,035	0,692±0,015	19,3±0,8
0.0001	0,688±0,029	0,567±0,025	0,362±0,015	0,769±0,028	0,466±0,018	16,2±0,7
0.005	0,658±0,021	0,464±0,013	0,510±0,016	0,699±0,015	0,438±0,012	13,2±0,6
0.01	0,641±0,028	0,414±0,020	0,411±0,020	0,646±0,012	0,395±0,011	11,8±0,4
0.02	0,648±0,024	0,390±0,015	0,550±0,018	0,602±0,019	0,347±0,012	11,1±0,5
0.03	0,638±0,029	0,337±0,011	0,612±0,011	0,543±0,018	0,310±0,008	9,6±0,4
через три часа после обработки						
контроль	0,727±0,016	0,546±0,021	0,369±0,011	0,734±0,024	0,413±0,012	15,6±0,5
0.0001	0,632±0,029	0,635±0,028	0,301±0,011	0,859±0,028	0,613±0,024	18,1±0,8
0.005	0,673±0,027	0,626±0,029	0,269±0,012	0,838±0,037	0,567±0,021	17,9±0,7
0.01	0,648±0,016	0,540±0,015	0,396±0,015	0,776±0,025	0,512±0,019	15,4±0,7
0.02	0,685±0,015	0,473±0,021	0,535±0,018	0,683±0,019	0,398±0,011	13,5±0,5
0.03	0,680±0,028	0,375±0,011	0,586±0,019	0,584±0,025	0,335±0,012	10,7±0,4
через один сутки после обработки						
контроль	0,655±0,031	0,590±0,021	0,251±0,010	0,817±0,038	0,553±0,024	16,9±0,7
0.0001	0,657±0,023	0,600±0,025	0,373±0,011	0,835±0,034	0,588±0,019	17,1±0,8
0.005	0,632±0,019	0,455±0,018	0,592±0,025	0,719±0,029	0,485±0,021	13,0±0,6
0.01	0,650±0,021	0,338±0,011	0,668±0,029	0,552±0,021	0,324±0,011	9,6±0,4
0.02	0,640±0,024	0,348±0,016	0,615±0,024	0,544±0,025	0,301±0,012	9,9±0,4
0.03	0,596±0,026	0,265±0,010	0,688±0,026	0,458±0,019	0,262±0,009	7,6±0,3
через трие суток после обработки						
контроль	0,691±0,029	0,522±0,018	0,298±0,014	0,718±0,026	0,412±0,020	14,9±0,6
0.0001	0,662±0,024	0,578±0,024	0,364±0,016	0,814±0,024	0,560±0,012	16,5±0,7
0.005	0,644±0,023	0,523±0,022	0,490±0,021	0,763±0,028	0,503±0,011	14,9±0,6
0.01	0,556±0,021	0,380±0,015	0,797±0,035	0,683±0,026	0,489±0,016	10,8±0,4
0.02	0,637±0,012	0,427±0,012	0,554±0,024	0,671±0,023	0,426±0,018	12,2±0,5
0.03	0,685±0,024	0,407±0,018	0,516±0,016	0,609±0,025	0,341±0,011	11,7±0,5

Таблица 16

Концентрация раствора о-ксилола, мкг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях саженцев липы мелколистной <i>Tilia cordata</i> Mill. после обработки водным раствором о-ксилола						ETR (II)
	$\frac{F_v}{F_m}$	γ (II)	q_N	q_P	q_L		
через один час после обработки							
контроль	0,692±0,025	0,614±0,024	0,348±0,015	0,809±0,025	0,505±0,020	17,5±0,7	
0,0002	0,694±0,021	0,530±0,020	0,446±0,020	0,734±0,034	0,434±0,018	15,1±0,5	
0,01	0,687±0,024	0,491±0,018	0,499±0,021	0,701±0,030	0,412±0,017	14,0±0,4	
0,02	0,657±0,030	0,414±0,019	0,565±0,018	0,630±0,020	0,369±0,015	11,8±0,2	
0,04	0,630±0,021	0,320±0,010	0,659±0,023	0,507±0,021	0,275±0,011	9,1±0,2	
0,06	0,633±0,028	0,314±0,011	0,658±0,021	0,496±0,018	0,265±0,009	9,0±0,3	
через три часа после обработки							
контроль	0,640±0,031	0,699±0,021	0,309±0,011	0,915±0,036	0,716±0,026	20,0±0,8	
0,0002	0,679±0,032	0,570±0,023	0,424±0,020	0,784±0,029	0,498±0,015	16,3±0,5	
0,01	0,676±0,025	0,437±0,020	0,568±0,018	0,646±0,021	0,372±0,011	12,5±0,4	
0,02	0,676±0,021	0,404±0,015	0,587±0,019	0,615±0,015	0,354±0,012	11,6±0,4	
0,04	0,693±0,025	0,318±0,011	0,673±0,031	0,503±0,017	0,271±0,012	9,1±0,3	
0,06	0,638±0,021	0,266±0,010	0,694±0,028	0,434±0,020	0,228±0,008	7,6±0,2	
через одни сутки после обработки							
контроль	0,663±0,023	0,709±0,025	0,226±0,008	0,898±0,035	0,648±0,023	20,3±0,8	
0,0002	0,665±0,025	0,642±0,022	0,293±0,011	0,861±0,033	0,611±0,021	18,3±0,7	
0,01	0,669±0,021	0,618±0,021	0,345±0,015	0,840±0,032	0,581±0,019	17,7±0,8	
0,02	0,672±0,029	0,520±0,018	0,425±0,020	0,735±0,027	0,449±0,012	14,8±0,5	
0,04	0,608±0,026	0,307±0,011	0,677±0,024	0,528±0,016	0,319±0,011	8,8±0,2	
0,06	0,623±0,021	0,265±0,008	0,679±0,018	0,454±0,013	0,258±0,008	7,5±0,3	
через трие суток после обработки							
контроль	0,616±0,021	0,655±0,023	0,416±0,020	0,884±0,034	0,663±0,023	18,7±0,8	
0,0002	0,656±0,030	0,650±0,021	0,270±0,011	0,864±0,023	0,611±0,022	18,6±0,7	
0,01	0,644±0,025	0,533±0,015	0,448±0,018	0,767±0,028	0,501±0,024	15,2±0,5	
0,02	0,661±0,028	0,513±0,018	0,475±0,014	0,742±0,027	0,472±0,018	14,7±0,4	
0,04	0,627±0,025	0,277±0,011	0,662±0,023	0,481±0,014	0,282±0,011	7,9±0,2	
0,06	0,631±0,021	0,204±0,008	0,665±0,027	0,350±0,011	0,184±0,007	5,8±0,2	

Таблица 17

Концентрация раствора бенз(а)пирена, нг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях саженцев липы мелколистной <i>Tilia cordata</i> Mill. после обработки водным раствором бенз(а)пирена						ETR (III)
	F_u / F_m	γ (II)	q_N	q_P	q_L		
через один час после обработки							
контроль	0,692±0,025	0,614±0,024	0,348±0,015	0,809±0,025	0,505±0,020	17,5±0,7	
0,000005	0,670±0,024	0,543±0,025	0,468±0,013	0,773±0,029	0,502±0,020	15,5±0,7	
0,00025	0,674±0,026	0,384±0,011	0,578±0,019	0,595±0,025	0,343±0,015	11,0±0,4	
0,0005	0,618±0,018	0,300±0,012	0,659±0,023	0,494±0,015	0,277±0,012	8,5±0,3	
0,001	0,597±0,020	0,290±0,010	0,684±0,024	0,489±0,014	0,281±0,011	8,3±0,3	
0,0015	0,613±0,022	0,291±0,008	0,706±0,025	0,481±0,012	0,268±0,009	8,3±0,2	
через три часа после обработки							
контроль	0,640±0,031	0,699±0,021	0,309±0,011	0,915±0,036	0,716±0,026	20,0±0,8	
0,000005	0,671±0,031	0,472±0,014	0,558±0,015	0,697±0,025	0,426±0,020	13,5±0,5	
0,00025	0,642±0,025	0,334±0,011	0,662±0,023	0,542±0,017	0,313±0,011	9,5±0,4	
0,0005	0,602±0,024	0,296±0,012	0,733±0,024	0,492±0,015	0,279±0,008	8,5±0,3	
0,001	0,681±0,015	0,287±0,012	0,691±0,025	0,474±0,014	0,262±0,009	8,2±0,2	
0,0015	0,628±0,019	0,258±0,010	0,654±0,030	0,430±0,020	0,232±0,010	7,4±0,3	
через один сутки после обработки							
контроль	0,663±0,023	0,709±0,025	0,226±0,008	0,898±0,035	0,648±0,023	20,3±0,8	
0,000005	0,667±0,023	0,521±0,016	0,501±0,015	0,742±0,027	0,462±0,020	14,9±0,5	
0,00025	0,685±0,024	0,439±0,012	0,532±0,017	0,665±0,023	0,403±0,015	12,5±0,4	
0,0005	0,601±0,025	0,284±0,011	0,673±0,024	0,498±0,015	0,299±0,011	8,1±0,3	
0,001	0,595±0,025	0,257±0,008	0,708±0,021	0,442±0,014	0,248±0,008	7,4±0,3	
0,0015	0,561±0,015	0,228±0,007	0,672±0,028	0,409±0,018	0,234±0,007	6,5±0,2	
через трие суток после обработки							
контроль	0,616±0,021	0,655±0,023	0,416±0,020	0,884±0,034	0,663±0,023	18,7±0,8	
0,000005	0,616±0,021	0,568±0,018	0,391±0,015	0,846±0,032	0,644±0,031	16,2±0,7	
0,00025	0,572±0,020	0,337±0,015	0,723±0,026	0,589±0,021	0,380±0,011	9,6±0,4	
0,0005	0,589±0,019	0,289±0,011	0,717±0,024	0,491±0,015	0,283±0,008	8,3±0,3	
0,001	0,587±0,017	0,254±0,010	0,653±0,023	0,453±0,013	0,267±0,007	7,3±0,3	
0,0015	0,591±0,025	0,218±0,008	0,604±0,028	0,372±0,011	0,198±0,005	6,2±0,2	

Таблица 18

Концентрация раствора буглиацетата, мкг/мл	Параметры флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях саженцев липы мелколистной <i>Tilia cordata</i> Mill. после обработки водным раствором буглиацетата						ETR (II)
	$\frac{F_v}{F_m}$	γ (II)	q_N	q_P	q_L		
через один час после обработки							
контроль	0,692±0,025	0,614±0,024	0,348±0,015	0,809±0,025	0,505±0,020	17,5±0,7	
0,0001	0,622±0,021	0,389±0,011	0,582±0,019	0,624±0,021	0,386±0,011	11,1±0,5	
0,005	0,617±0,020	0,365±0,017	0,695±0,025	0,596±0,025	0,363±0,015	10,3±0,4	
0,01	0,617±0,015*	0,299±0,012	0,746±0,027 *	0,525±0,016	0,323±0,014 *	8,5±0,4	
0,02	0,538±0,026	0,247±0,008	0,733±0,031	0,460±0,012	0,283±0,011	7,1±0,3	
0,03	0,595±0,025	0,269±0,009	0,728±0,026	0,451±0,020	0,249±0,010	7,7±0,3	
через три часа после обработки							
контроль	0,640±0,031	0,699±0,021	0,309±0,011	0,915±0,036	0,716±0,026	20,0±0,8	
0,0001	0,682±0,024	0,438±0,021	0,556±0,018	0,649±0,021	0,376±0,011	12,5±0,5	
0,005	0,648±0,022	0,384±0,015	0,659±0,023	0,608±0,025	0,364±0,012	11,0±0,4	
0,01	0,590±0,025	0,353±0,011	0,595±0,025	0,604±0,028	0,389±0,018	10,1±0,4	
0,02	0,635±0,021	0,363±0,012	0,614±0,021	0,572±0,018	0,327±0,011	10,4±0,3	
0,03	0,547±0,018	0,237±0,008	0,701±0,025	0,443±0,012	0,271±0,007	6,8±0,2	
через одни сутки после обработки							
контроль	0,663±0,023	0,709±0,025	0,226±0,008	0,898±0,035	0,648±0,023	20,3±0,8	
0,0001	0,607±0,028	0,414±0,015	0,635±0,023	0,682±0,025	0,458±0,015	11,8±0,5	
0,005	0,635±0,021	0,387±0,011	0,647±0,021	0,621±0,026	0,382±0,017	11,0±0,5	
0,01	0,613±0,028	0,354±0,016	0,676±0,034	0,593±0,024	0,370±0,011	10,1±0,4	
0,02	0,573±0,025	0,314±0,011	0,659±0,026	0,550±0,020	0,344±0,012	9,0±0,4	
0,03	0,581±0,021	0,290±0,008	0,697±0,025	0,499±0,018	0,295±0,008	8,3±0,3	
через трое суток после обработки							
контроль	0,616±0,021	0,655±0,023	0,416±0,020	0,884±0,034	0,663±0,023	18,7±0,8	
0,0001	0,645±0,031	0,539±0,021	0,470±0,021	0,790±0,035	0,544±0,021	15,4±0,5	
0,005	0,652±0,023	0,415±0,018	0,625±0,030	0,648±0,021	0,398±0,018	11,8±0,4	
0,01	0,607±0,025	0,374±0,016	0,681±0,024	0,617±0,015	0,388±0,015	10,7±0,5	
0,02	0,652±0,021	0,415±0,017	0,625±0,015	0,648±0,019	0,398±0,016	11,8±0,4	
0,03	0,581±0,028	0,259±0,011	0,731±0,027	0,446±0,021	0,253±0,011	7,4±0,3	