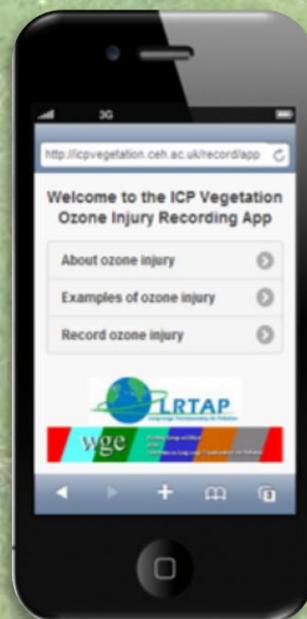




Встречались ли вам видимые признаки повреждения озоном?



Если да, то дайте нам знать по нашему новому смартфону App и через website <http://icpvegetation.ceh.ac.uk>



Воздействие озона

Озон является природным химическим веществом, который образуется в стратосфере Земли и защищает все живое от губительных ультрафиолетовых лучей солнца. В приземном слое всегда содержится фоновая концентрация озона. В нижних слоях атмосферы озон может образовываться в результате повышения концентрации техногенных выбросов угарного газа и оксидов азота (выбросы предприятий и автотранспорта), а также в результате взаимодействия кислорода с некоторыми летучими соединениями, выделяемыми растениями.

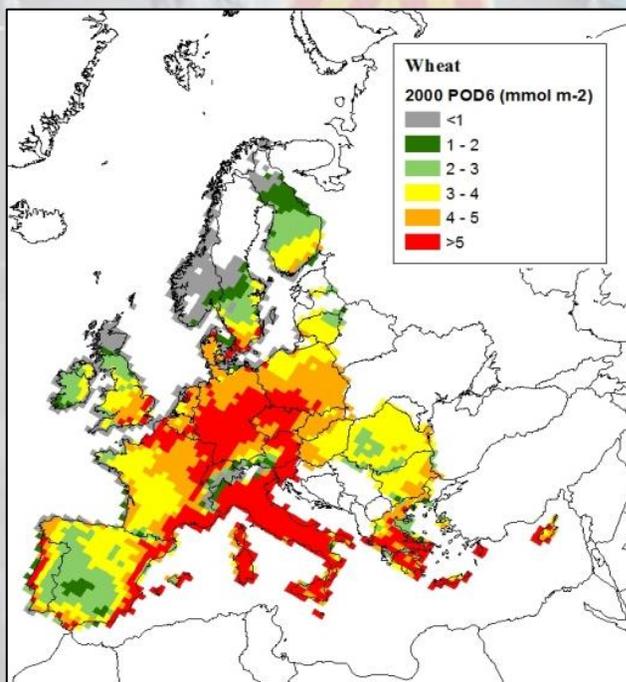


Промышленные выбросы, Кастельон, Испания



Смог, содержащий озон, над Сноудонией, Уэльс

В приземном слое озон обладает повреждающими свойствами, оказывающими негативное воздействие на здоровье человека и окружающую среду. Повышение концентрации озона в воздухе может наблюдаться в крупных промышленно развитых регионах, в сельских и горных районах. Концентрация озона в воздухе зависит от климатических условий и повышается в теплые засушливые периоды, особенно при аномальных повышениях температуры в летний период. Эти условия могут привести к "озоновым эпизодам", когда пиковые концентрации держатся в течение нескольких дней.



Карта. Риск неблагоприятных воздействия озона на урожайность пшеницы в 2000 году. *

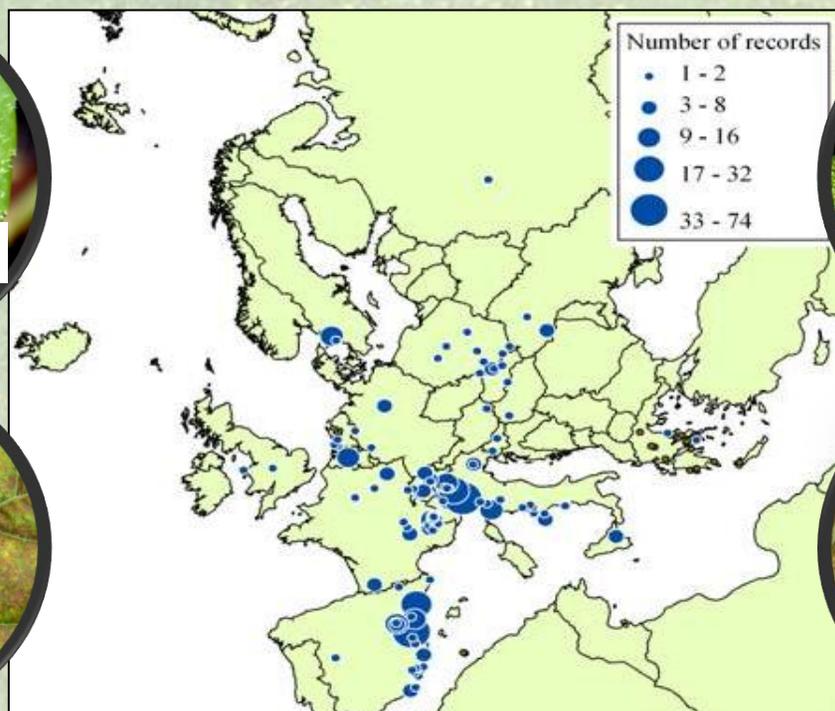
* При достаточном поливе почв

Концентрация озона в Европе колеблется в широких пределах и повышается на юге, что отражено на приведенной карте. Несмотря на неоднородность распределения озона в Европе, его негативное воздействие на растительность отмечено не только на юге Европы, но и в Центральной и Северной Европе, где его концентрация ниже, но климатические условия приводят к увеличению поглощения озона растениями (см. карту).

Повреждение растительности озоном

Озон может оказывать повреждающее воздействие на растительность как на уровне фоновых концентраций, так и во время «озоновых эпизодов». Негативное воздействие озона проявляется в видимых повреждениях листьев. Отмирание части растительной ткани приводит к снижению фотосинтетической активности, а в конечном итоге к замедлению роста растений, потере продуктивности и ухудшению качества урожая.

Более 30 видов сельскохозяйственных культур, 90 видов травянистых растений, а также 80 видов деревьев и кустарников в Европе были зарегистрированы как поврежденные озоном. Между 1990–2006 годами число зарегистрированных случаев видимых повреждений сельскохозяйственных культур, древесных и травянистых растений в 16 европейских странах превысило 600 (см. карту).

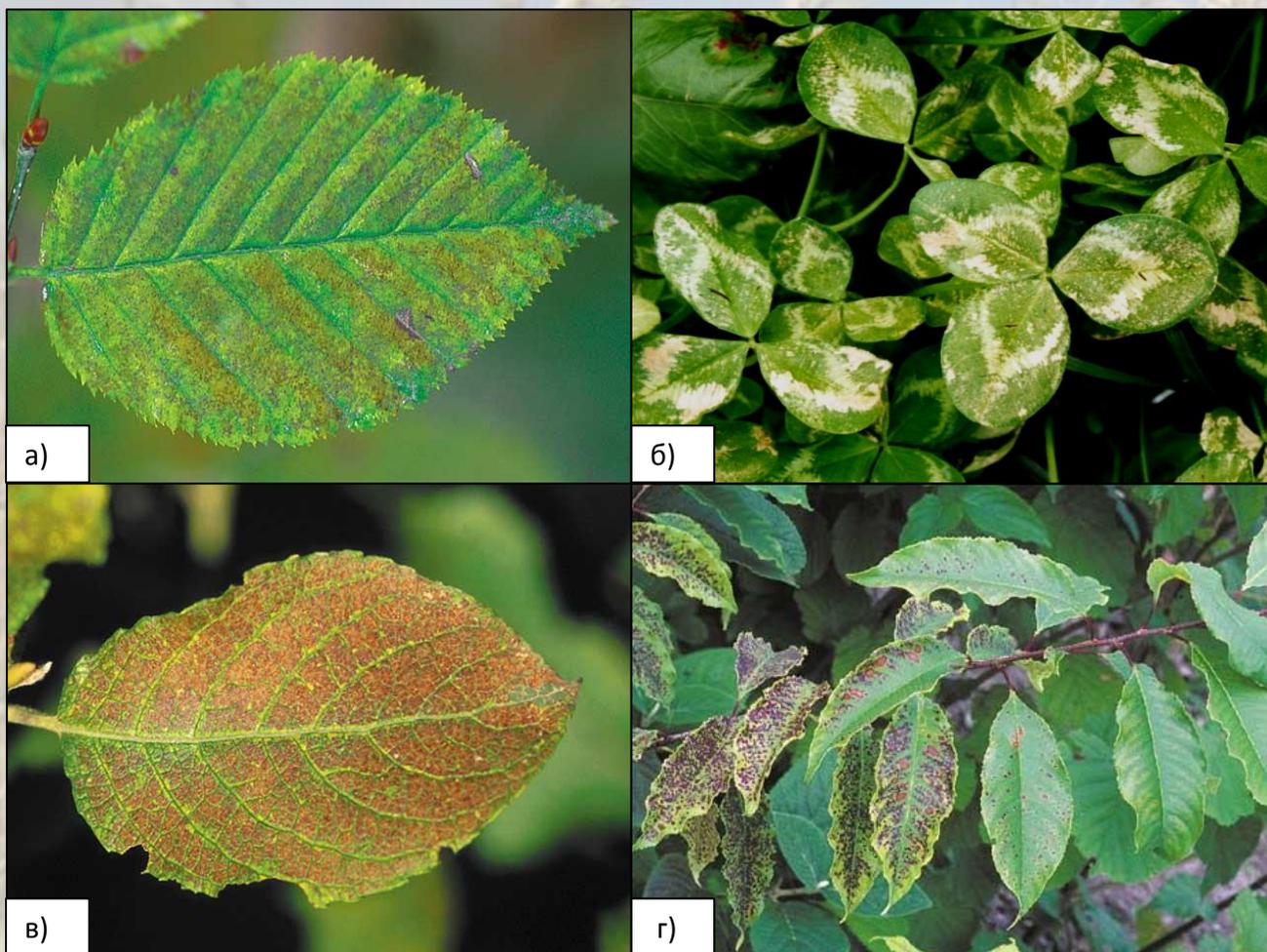


Карта. Местонахождение зарегистрированных видимых повреждения сельскохозяйственных культур, кустарников и (полу-) природной растительности (Hayes et al., 2007*).

*Hayes, F., Mills, G., Harmens, H., Norris, D. (2007). Evidence of widespread ozone damage to vegetation in Europe (1990 – 2006). ICP Vegetation Programme Coordination Centre, CEH Bangor, UK. ISBN 978-0-9557672-1-0. Available at <http://icpvegetation.ceh.ac.uk>.

Видимые признаки повреждения озоном

При попадании озона к клеткам живых организмов он образует свободные радикалы, которые повреждают мембраны клеток, нарушают процессы биосинтеза и транспорта, и в конечном итоге вызывают локальную смерть клеток (апоптоз). Повреждающее действие озона внешне можно идентифицировать по появлению на листьях небольших, с булавочную головку, бледно-желтых, кремовых или бронзового цвета мелких пятен. При высоких концентрациях газа мелкие пятна объединяются, образуя обширные пятна, которые покрывают большие площади поверхности листа. Пятна на листьях образуются между жилок листа, они появляются сначала на внешней поверхности листа, а затем распространяются на обе стороны по мере повреждения внутренних тканей листа. Более старые листья, растущие ближе к основанию побегов, как правило, более повреждены озоном, чем молодые листья. В случае перекрывающихся листьев верхние листья обычно защищают от повреждений находящиеся под ними.



Фотография. а) Бронзовые пятна между жилками граба (*Carpinus betulus*); б) Бледно-кремовые пятна на клевере белом ползуче (*Trifolium repens*) ; в) Обширные пятна на листьях ивы козьей (*Salix caprea*); г) Более сильные проявления на более старых листьях черёмухи поздней (*Prunus serotina*).

Признаки, сходные с повреждением озоном

Важно помнить, что могут быть и другие причины повреждения листьев, которые могут быть ошибочно приняты за повреждения озоном, например, мелкие насекомые клещи, питающиеся соком листьев, Их можно увидеть в виде мелких точек, ползающих по поверхности листа (чаще снизу). Их размер 0,5, максимум 3 мм. Вирусные заболевания; физиологические признаки недостатка основных элементов минерального питания, которые проявляются в виде желтых и некротических (омертвевших) участков на поверхности листа.

Повреждение озоном листьев сельскохозяйственных культур

Негативное воздействие озона может сказываться почти на всех важных сельскохозяйственных культурах в Европе. С/х культуры по отношению к воздействию озона могут быть классифицированы как чувствительные (в том числе пшеница, соя, бобовые и тыквенные культуры), умеренно чувствительные (в том числе картофель, ячмень, кукуруза) и устойчивые (например, овес). Видимые признаки повреждения озона с/х культур свидетельствуют о глубоких физиологических и биохимических изменениях в клетках листьев, что в конечном итоге сказывается на качестве продукции растениеводства и приводит к снижению урожайности с/х культур. Озон также может отрицательно воздействовать на урожай без видимых повреждений.



Пшеница (*Triticum aestivum*)



Соя (*Glycine max*)



Картофель (*Solanum tuberosum*)



Виноград (*Vitis vinifera*)



Кукуруза (*Zea mays*)



Фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris*)

Повреждение озоном листьев овощных культур

Многие овощные культуры также чувствительны к озону. Загрязнение озоном может привести к снижению урожая (например, помидоры, арбузы) и / или вызвать видимые повреждения на листовых культурах (например, салат, шпинат, цикорий), что приведет к уменьшению их рыночной стоимости. Как сообщалось, повреждение листьев вследствие «озоновых эпизодов» приводило к тому, что фермеры полностью теряли урожай листовых овощей.



Салат-латук (*Lactuca sativa*)



Свекла обыкновенная (*Beta vulgaris*)



Лук (*Allium cepa*)



Петрушка (*Petroselinum crispum*)

Повреждение озоном природной растительности

Более 90 видов растительности в Европе были подвержены видимым повреждениям озоном, в том числе, виды разнотравья и злаки. Исследования показали, что загрязнение озоном может оказывать невидимое воздействие на луговые виды, такое как снижение устойчивости к стрессу, вызванному засухой. Озон по-разному воздействует на разные виды луговой и пастбищной растительности; зачастую его воздействие может приводить к изменению видового состава сообщества и снижению биоразнообразия.



Подземный клевер
(*Trifolium subterraneum*)



Василек луговой
(*Centaurea jacea*)



Ежевика кустистая
(*Rubus fruticosus*)

Повреждение озоном листьев деревьев и кустарников

Те же ключевые признаки видимых повреждений озоном как на с/х культурах, так и на растительности, наблюдаются у древесных (порядка 80 видов как хвойных, так и лиственных) пород, которые считаются чувствительными к озону. Повреждения озоном приводит к раннему старению и преждевременной потере листвы древесных пород. Тяжесть повреждений разная для разных видов деревьев и зависит как от их возраста, так и от микроклиматических условий.



Сосна Веймутова (*Pinus strobus*)



Ива козья (*Salix caprea* L.)



Калина гордовина (*Viburnum lantana*)



Ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*)



Платан (*Acer pseudoplatanus*)

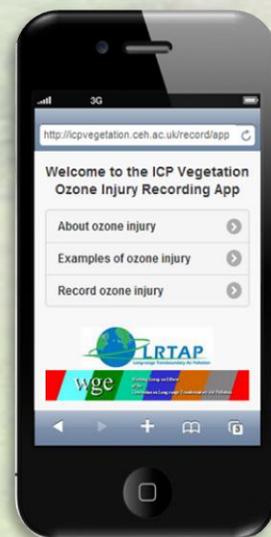


Ольха черная (*Alnus glutinosa*)

Регистрация случаев повреждений озоном

Мы предлагаем новый способ регистрации видимых повреждений растительности озоном. Смартфон App (доступный для i-фонов и телефонов на платформе Android) позволяет пользователям загружать фотографии повреждённой озоном растительности, а также координат местонахождения наблюдаемых повреждений. App также записывает данные об опытности пользователя, признаках повреждений озоном и о погодных условиях. Использование App позволит нам собрать огромную информацию по повреждениям озоном растительности со всей Европы (а возможно, и со всего мира). Информацию о том, как скачать App вместе с записывающим устройством на основе web, можно найти на сайте ICP Vegetation:

<http://icpvegetation.ceh.ac.uk>



Эта брошюра была подготовлена ICP Vegetation в сотрудничестве с группой экспертов по качеству окружающего воздуха (EP AAQ) ICP Forests. ICP Vegetation и ICP Forests входят в Международную Кооперативную Программу, передающую результаты в Экономическую комиссию ООН, созданную в рамках Конвенции по дальнему трансграничному переносу воздушных загрязнений (International Cooperative Programmes reporting to the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution), по воздействию воздушных загрязнений на растительность и леса.

Благодарности:

Мы хотели бы поблагодарить Департамент окружающей среды, продовольствия и сельского хозяйства Великобритании (UK Department for Environment, Food and Rural Affairs) (DEFRA, контракт AQ0816), и UNECE (Trust Fund), а также the Natural Environment Research Council (NERC) за финансовую поддержку ICP Vegetation. Мы также благодарим всех, кто прислал нам фотографии.

Наша контактные адреса:

Gina Mills or Katrina Sharps
ICP Vegetation Coordination Centre
Centre for Ecology and Hydrology,
Deiniol Road, Bangor
Gwynedd, LL57 2UW, UK
Tel: +44 (0) 1248 374500
Email: gmi@ceh.ac.uk; katshar@ceh.ac.uk

Marcus Schaub
ICP Forests EP AAQ
Swiss Federal Research Institute WSL
Zürcherstrasse 111
8903 Birmensdorf, Switzerland
Tel: +41 44 7392 564
Email: marcus.schaub@wsl.ch

Фотографии:

P Bungener, V Calatayud (www.ozoneinjury.org), E Calvo, B Gimeno, B Godzik, F Hayes, JL Innes, G Mills, H Pleijel, M Pujadas, MJ Sanz, M Schaub (<http://www.ozone.wsl.ch>), JM Skelly, D Velissariou.

Перевела на русский язык: М.В. Фронтасьева (Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, РФ)



**Centre for
Ecology & Hydrology**

NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL