

I metaboliti secondari
nelle piante esposte
a *stress* ossidativo

Traccia

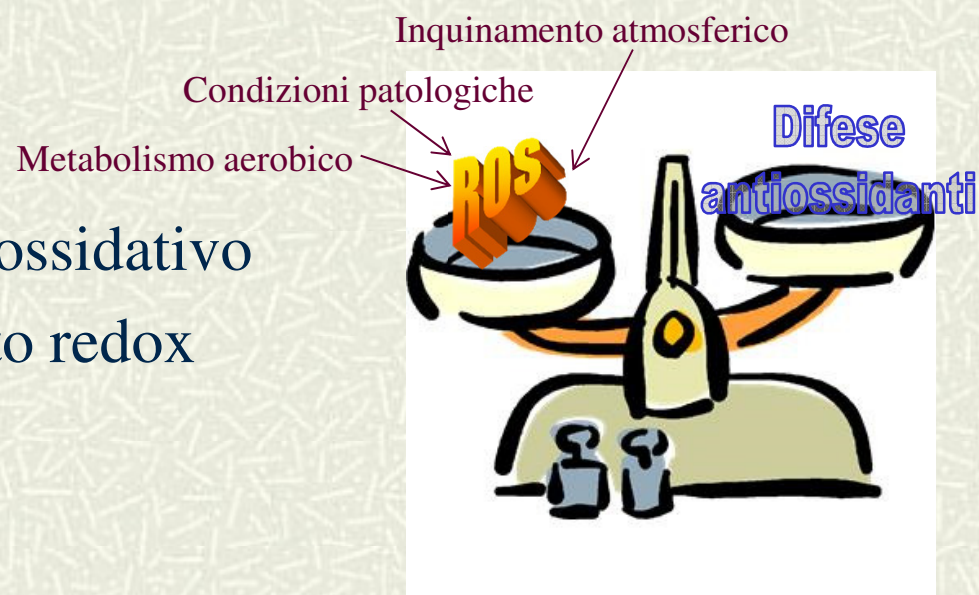
- *Stress* ossidativo (definizione, generalità)
- ROS (*Reactive Oxygen Species*)
- Metabolismo secondario
- La via dei fenilpropanoidi
- La via degli isoprenoidi
- Gli alcaloidi

Stress ossidativo

Si tratta di una **condizione patologica** in un organismo, causata dalla rottura dell'equilibrio fisiologico tra la produzione e l'eliminazione, da parte dei sistemi di difesa antiossidanti, di specie chimiche ossidanti

Tutte le forme di vita mantengono entro le proprie cellule un **ambiente riducente**; alcuni composti preservano lo stato ridotto attraverso un costante *input* di energia

A livello biochimico, lo *stress* ossidativo induce uno squilibrio nello stato redox della cellula



L'invecchiamento e almeno 100 malattie sono correlate con lo STRESS OSSIDATIVO

Malattia di Alzheimer

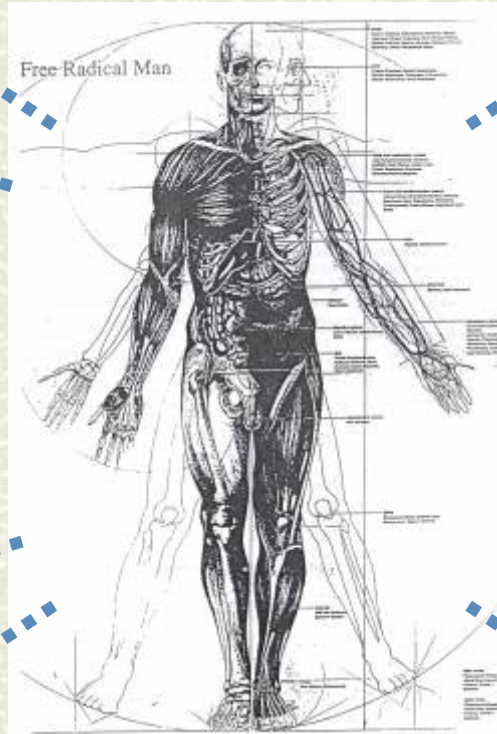
Stroke

Aterosclerosi

Pancreatite

Infarto del miocardio

Obesità



Malattia di Parkinson

Cataratta

Artrite reumatoide

Malattia di Chron

Diabete mellito

Cancro

INVECCHIAMENTO

“The free radical man”

RADICALI
LIBERI
STRESS
 SO_2^-
SSIDATIVO

Un allarme biologico
Una richiesta di aiuto

Ossidanti e antiossidanti



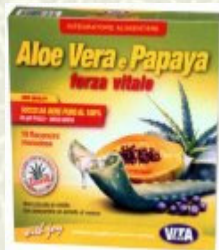
L'integratore a base di Papaya bio-fermentata
convalidato dalla ricerca scientifica internazionale

Immun'Âge

Più protezione a tutte le età

Antiossidante naturale
Stress • Stanchezza psico-fisica
Radicali liberi • Invecchiamento

Bioenergy Nutrition



Vitrim
PERFECT NUTRITION

Two Vitrim™ caplets contain 29 essential vitamins and minerals, PLUS the antioxidant equivalent of FIVE servings of fruits and vegetables

60 CAPLETS

Fruits
Vegetables
Vitamins
Minerals



Provincia di Salerno
Assessorato alla Salute, allo Sport, alla Sicurezza Alimentare e alla Qualità della Vita della Provincia di Salerno

SM
Salute Multimedica Salerno

Liberi... dai radicali... liberi!

Campagna di informazione per la prevenzione dello stress ossidativo, a cura dell'Assessorato alla Salute, allo Sport, alla Sicurezza Alimentare e alla Qualità della Vita della Provincia di Salerno



INFORMAZIONE PUBBLICITARIA

INTEGRATORI DI ULTIMA GENERAZIONE. I RISULTATI DI UNA RICERCA CLINICA.



Come contrastare l'invecchiamento cellulare

È importante saper leggere quello che vediamo "fuori" - sulla pelle - come un messaggio di ciò che avviene "dentro", a livello cellulare. Proprio per questo è importante alzare le difese contro lo stress ossidativo e i suoi primi segnali, macchie scure sulla pelle, una ruga in più, con un integratore di ultima generazione - Revidox - che concentra in una sola capsula una particolare forma del Resveratrolo, il trans Resveratrolo da uva rossa (oltre all'estratto di Melograno, naturalmente ricco in polifenoli).

REVIDOX: CLINICAMENTE TESTATO*

Con oltre 1 milione di confezioni vendute internazionalmente e distribuito in Farmacia da Paladin Pharma, Revidox conferma di essere oggi un aiuto credibile, con un corretto uso di Revidox, si abbia una significativa riduzione dello stress ossidativo (-40%).

NATURA E TECNOLOGIA: UN PROCEDIMENTO INNOVATIVO

Il Resveratrolo è naturalmente presente nella buccia dell'uva dove svolge una funzione protettiva del chicco dagli agenti esterni. Il procedimento con cui viene estratto è un esempio di tecnologia avanzata che riproduce l'esposizione solare, ma in maniera tale da

ottenere una quantità molto più elevata di Resveratrolo rispetto a quella contenuta dall'uva in natura. Il prodotto viene poi portato alla sua forma più indicata contro lo stress ossidativo, come attestano ormai i numerosissimi studi scientifici il trans Resveratrolo.

800 75 25 08
SOSVITA 14.04.12.04
In Farmacia

CONOSCERE REVIDOX

- Unico prodotto con 8 mg di trans Resveratrolo da uva per capsula, considerato come corretto ed equilibrato apporto del componente.
- I Polifenoli da uva contenuti in Revidox sono potenziati e completati da altri componenti (estratti di Melograno e Selenio).
- Modalità d'uso: una sola capsula al giorno. Si consigliano cicli di tre mesi.

Un integratore alimentare non può sostituirsi ad uno stile di vita sano e ad un'alimentazione sana ed equilibrata.

RISULTATI CLINICAMENTE DIMOSTRATI VS PLACEBO*
(valori medi)

- 40% riduzione dello stress ossidativo
- +62% capacità antiossidante totale
- +43% capacità antiossidante cutanea
- +10% attivazione delle Sirtuine
- +18% riduzione dell'intensità delle macchie scure
- 18% profondità media delle rughe

* Studio Clinico condotto su 50 soggetti, con gruppo di controllo, per 2 mesi.



Leggere le avvertenze riportate sulla confezione

Il Tirreno 21 Marzo 2012



LA DOMANDA DEI LETTORI

La dieta mediterranea aiuta davvero la memoria?

Irene Carletti - Siena

Risponde **Donatella Barbetta**

SÌ, LO DICONO gli specialisti della Società italiana di gerontologia e geriatria (Sigg), secondo cui antiossidanti e i polifenoli contenuti in olio, vino, caffè e noci sono gli alleati più preziosi per mantenere il cervello sano a lungo. Veloce carrellata sulla dieta mediterranea: l'olio d'oliva aumenta la memoria a breve termine e con il caffè aiuta a fermare i ricordi; le noci migliorano la memoria di lavoro, il vino rosso consente di ottenere punteggi migliori ai test sulle funzioni cognitive. Insomma, i cibi antiossidanti 'allenano' il cervello degli anziani e contribuiscono a tenere lontano l'Alzheimer.

La Nazione 19 Marzo 2012

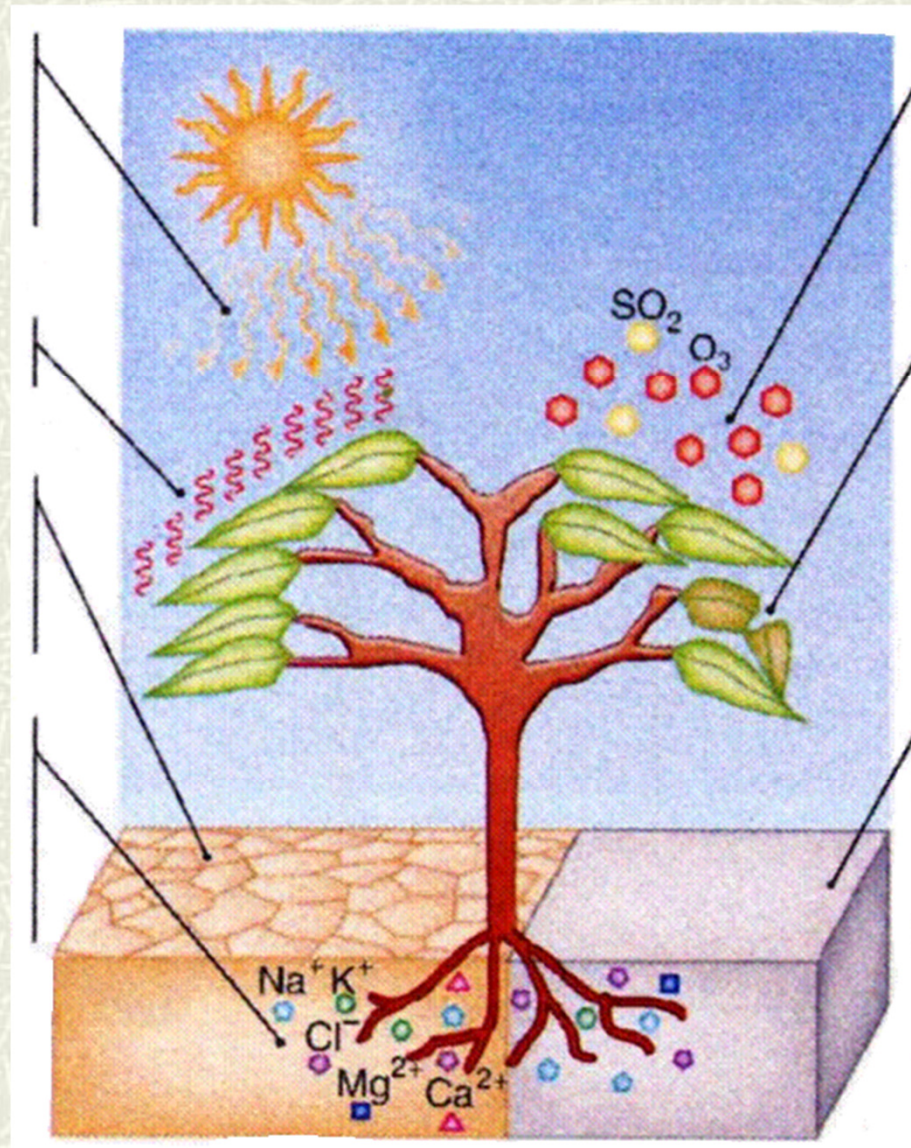
Piante e stress ossidativo

Eccesso luminoso

Alte temperature

Deficit idrico

Salinità



Inquinanti dell'aria

Danno meccanico
(insetti, vento)

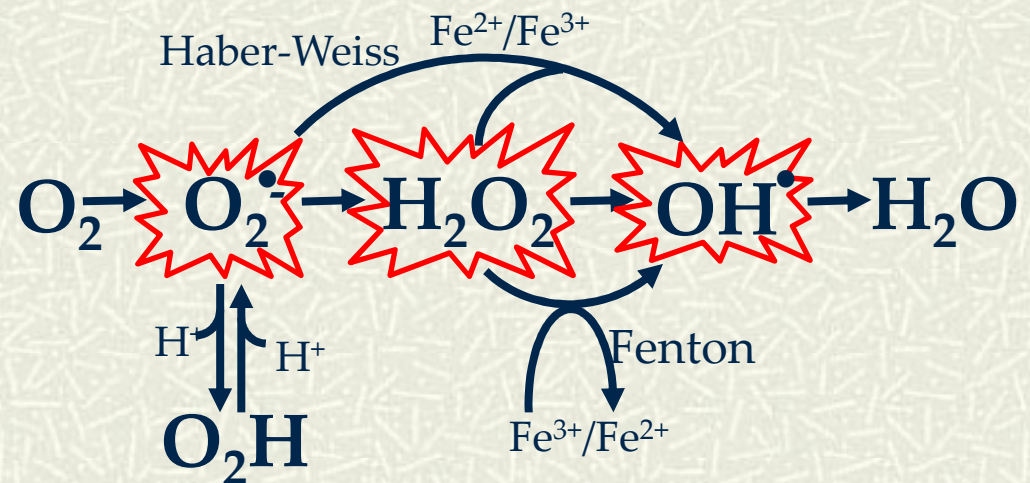
Danni da freddo

Traccia

- *Stress* ossidativo (definizione, generalità)
- ROS (*Reactive Oxygen Species*)
- Metabolismo secondario
- La via dei fenilpropanoidi
- La via degli isoprenoidi
- Gli alcaloidi

Radicali liberi: frammenti di molecole, che contengono uno o più elettroni spaiati; ciò determina un alto grado di reattività

Composto	Struttura
Ossigeno molecolare	O_2 $\cdot\ddot{O}=\ddot{O}\cdot$ $1s^2 2s^2 (\sigma_s)^2 (\sigma_s^*)^2 (\sigma_x)^2 (\pi_y)^2 (\pi_z)^2 (\pi_y^*)^1 (\pi_z^*)^1$
Ossigeno singoletto	1O_2 $\cdot\ddot{O}=\ddot{O}\cdot$ $1s^2 2s^2 (\sigma_s)^2 (\sigma_s^*)^2 (\sigma_x)^2 (\pi_y)^2 (\pi_z)^2 (\pi_y^*)^2$
Anione superossido	O_2^- $[\cdot\ddot{O}=\ddot{O}]^-$
Perossido di idrogeno	H_2O_2 $H-\ddot{O}-\ddot{O}-H$
Radicale ossidrilico	OH^\cdot $\cdot\ddot{O}-H$
Radicale perossidrilico	O_2H^\cdot $\cdot\ddot{O}=\ddot{O}-H$
Ozono	O_3 $\begin{array}{c} \cdot\ddot{O} \\ \parallel \\ \ddot{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \cdot\ddot{O} \quad \cdot\ddot{O} \end{array}$



Meccanismi di resistenza delle piante allo *stress* ossidativo secondo la teoria di *Levitt*



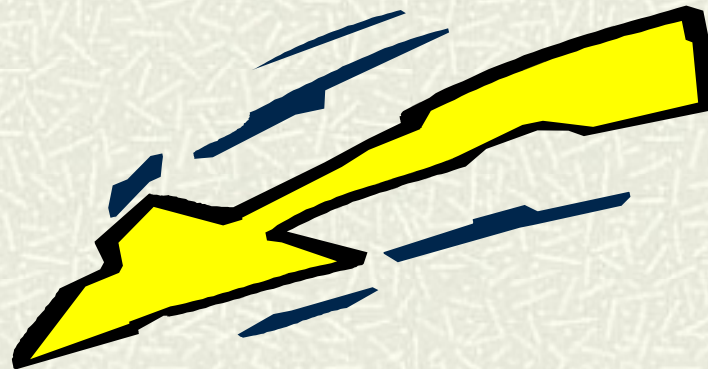
Esclusione dello *stress*



Tolleranza dello *stress*



Tolleranza dell'effetto
(riparazione)



Esclusione dell'effetto

Detossificazione
(sistemi enzimatici e *scavenger* antiossidanti)

Traccia

- *Stress* ossidativo (definizione, generalità)
- ROS (*Reactive Oxygen Species*)
- **Metabolismo secondario**
- La via dei fenilpropanoidi
- La via degli isoprenoidi
- **Gli alcaloidi**

Metabolismo secondario

I **metaboliti secondari** non sono essenziali per crescita, sviluppo o riproduzione dell'organismo; in questo senso sono detti “secondari”

L'importanza di questi prodotti per lo sviluppo dell'organismo è normalmente di natura ecologica, in quanto sono usati o come meccanismi di difesa contro predatori e parassiti o per la competizione interspecifica o per facilitare i processi riproduttivi

Oggi: metaboliti necessari per la vita (= **metabolismo primario**)

metaboliti necessari per la sopravvivenza (= **metabolismo secondario**)

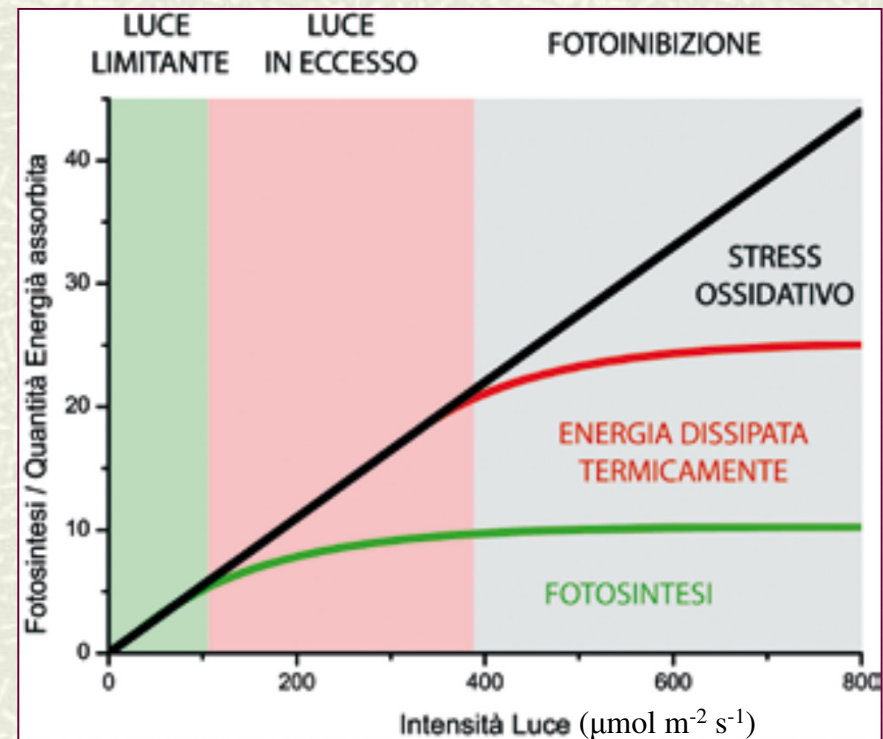
A Darwinian view of metabolism: basic integrated metabolism, supporting metabolism and speculative metabolism

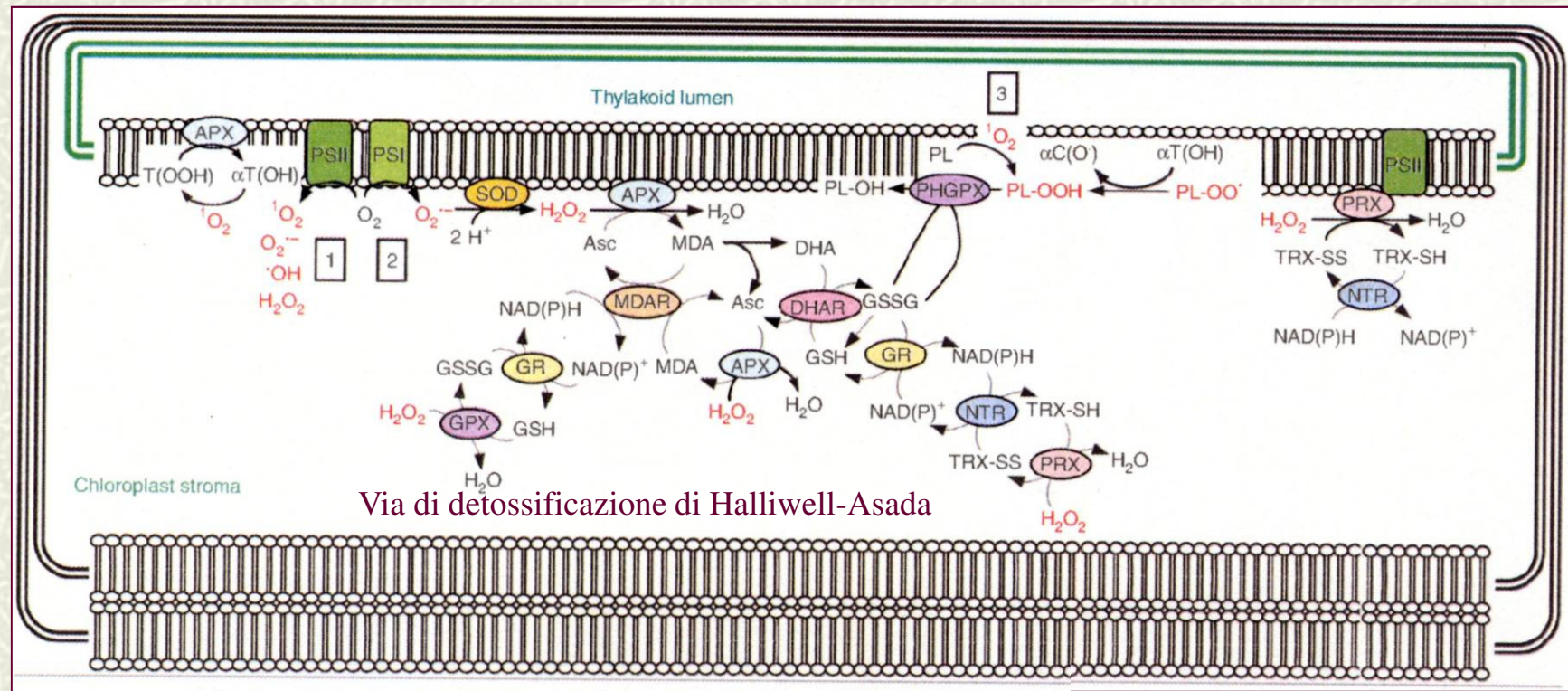
Nelle piante, la produzione di ROS (*Reactive Oxygen Species*) è una normale conseguenza del metabolismo aerobio e, in particolare, si verifica durante la **fotosintesi** e la **respirazione**

In condizioni di luce limitante, la fotosintesi è direttamente proporzionale alla quantità di luce assorbita.

Quando la luce assorbita supera la capacità di fissazione, si attivano dei meccanismi che dissipano termicamente l'energia in eccesso.

Nel caso in cui questi meccanismi non siano sufficienti si genera *stress* ossidativo (**fotoinibizione**)





Via di detossificazione di Halliwell-Asada

1. PSII: $O_2^{\bullet -}$, H_2O_2 , 1O_2 , OH^{\bullet} da O_2
2. PSI: $O_2^{\bullet -}$ durante reazione di Mehler, 1O_2
3. Mancata estinzione di 1O_2 causa perossidazione lipidica

1O_2 - proteina D1

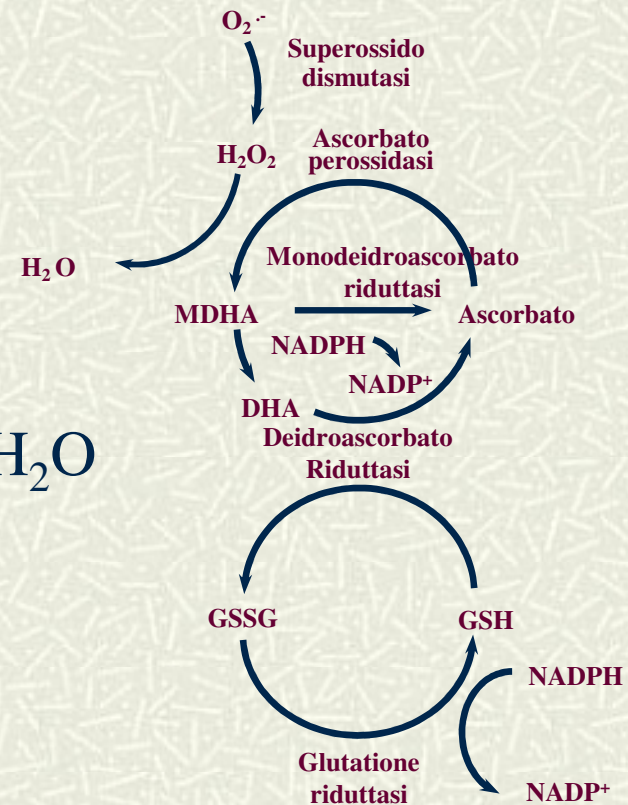
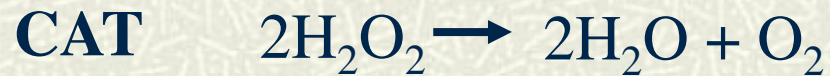
1O_2 - $\bullet NO$ = perossinitrito

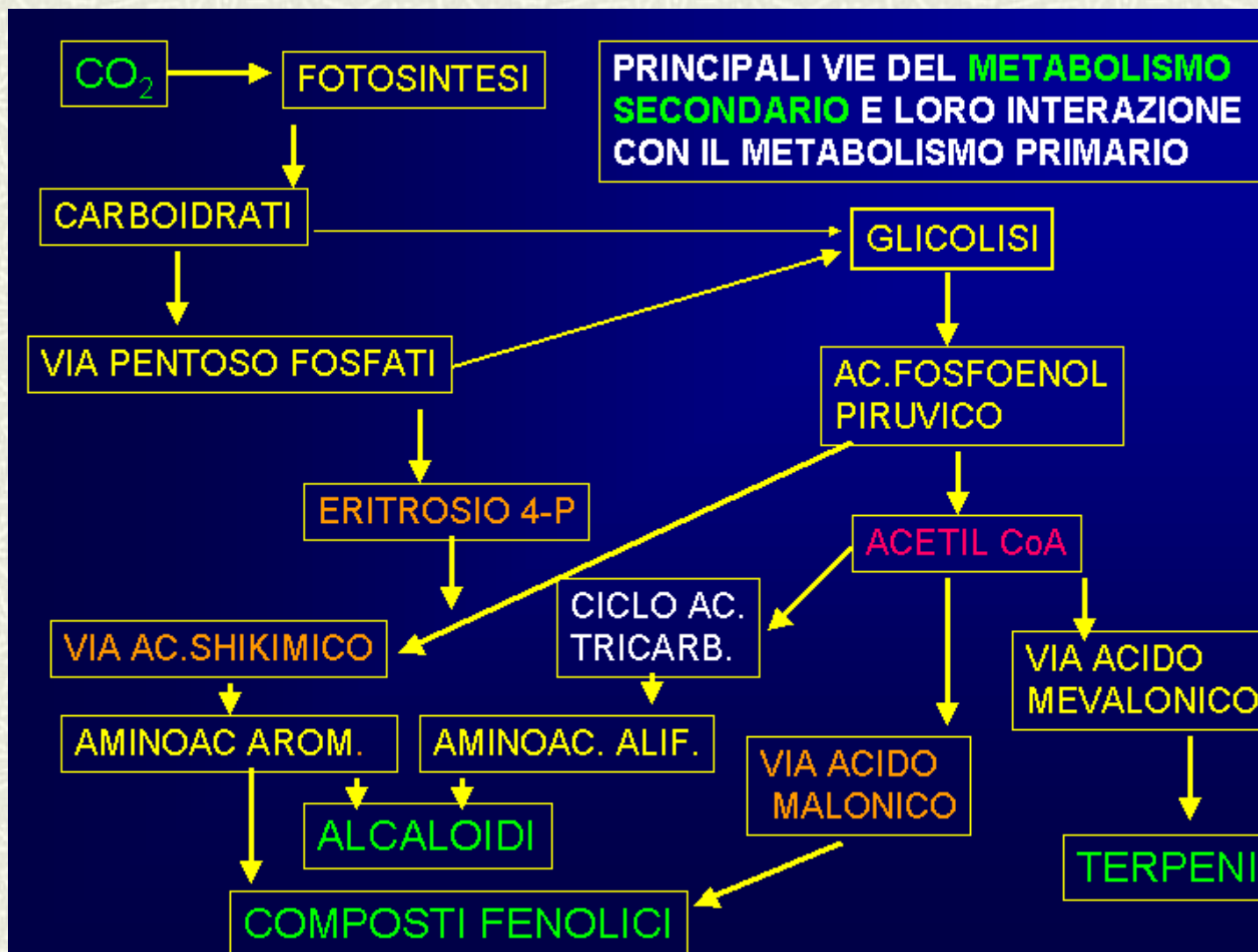
- ✓ anione superossido dismutato da SOD
- ✓ ossigeno singoletto estinto da β -carotene, α -tocoferolo e ascorbato
- ✓ radicale idrossile neutralizzato da α -tocoferolo, glutatione e ascorbato
- ✓ H_2O_2 neutralizzata da glutatione, peroxiredoxina e ascorbato

La pianta è dotata di meccanismi endogeni atti a prevenire l'ossidazione

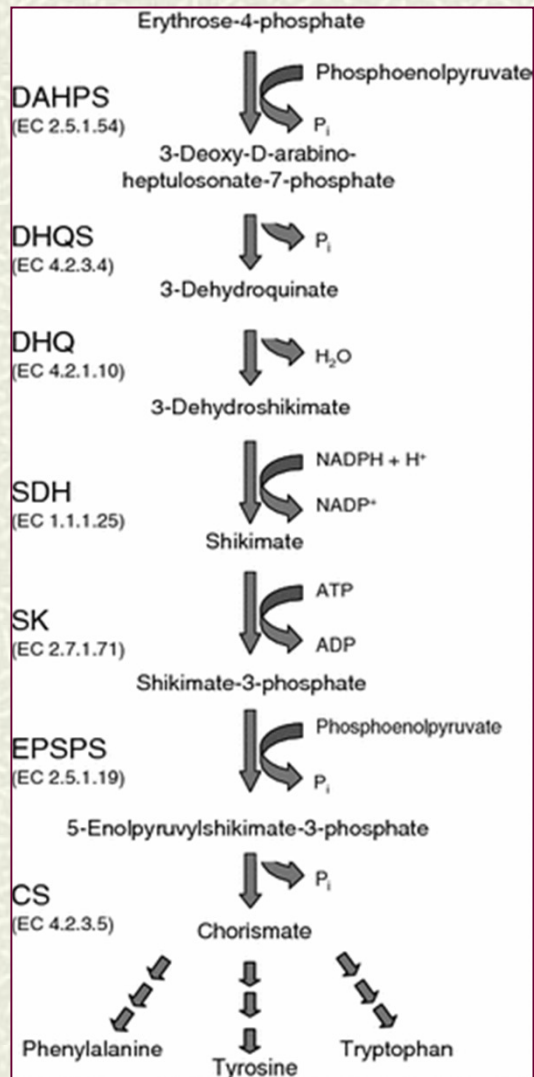
Ascorbato, glutatione, α -tocoferolo, β -carotene, carotenoidi, flavonoidi

Via di detossificazione di *Halliwell-Asada*





La via del precorismato



- ✓ ruolo centrale nella produzione di precursori di composti aromatici (fenilalanina, tirosina e triptofano)
- ✓ diverse funzioni: difesa da fattori biotici e abiotici, interazioni pianta-microrganismo, impollinazione, attrazione e repellenza nei confronti di insetti, ecc.
- ✓ via che modula il flusso di C dal metabolismo primario a quello secondario
- ✓ via localizzata nei plastidi e nel citosol
- ✓ gli enzimi di questa via sono fortemente influenzati dallo *stress ossidativo*

Numerosi geni relativi alla via del precorismato sono indotti da *stress* ossidativo (ozono, infezioni fungine e batteriche, ferite, luce)

- ✓ **luce**: composti aromatici come precursori di lignina e flavonoidi per difesa da UV
- ✓ **infezione batterica**: composti aromatici, che limitano la proliferazione batterica
- ✓ **ozono**: incremento del *pool* di substrato necessario in altre vie (fenilpropanoidi)

In tutti i casi, la prima risposta è la veloce induzione di DAHP (3-deossi-D-arabino-eptulosonato-7-fosfato) sintasi, necessaria:

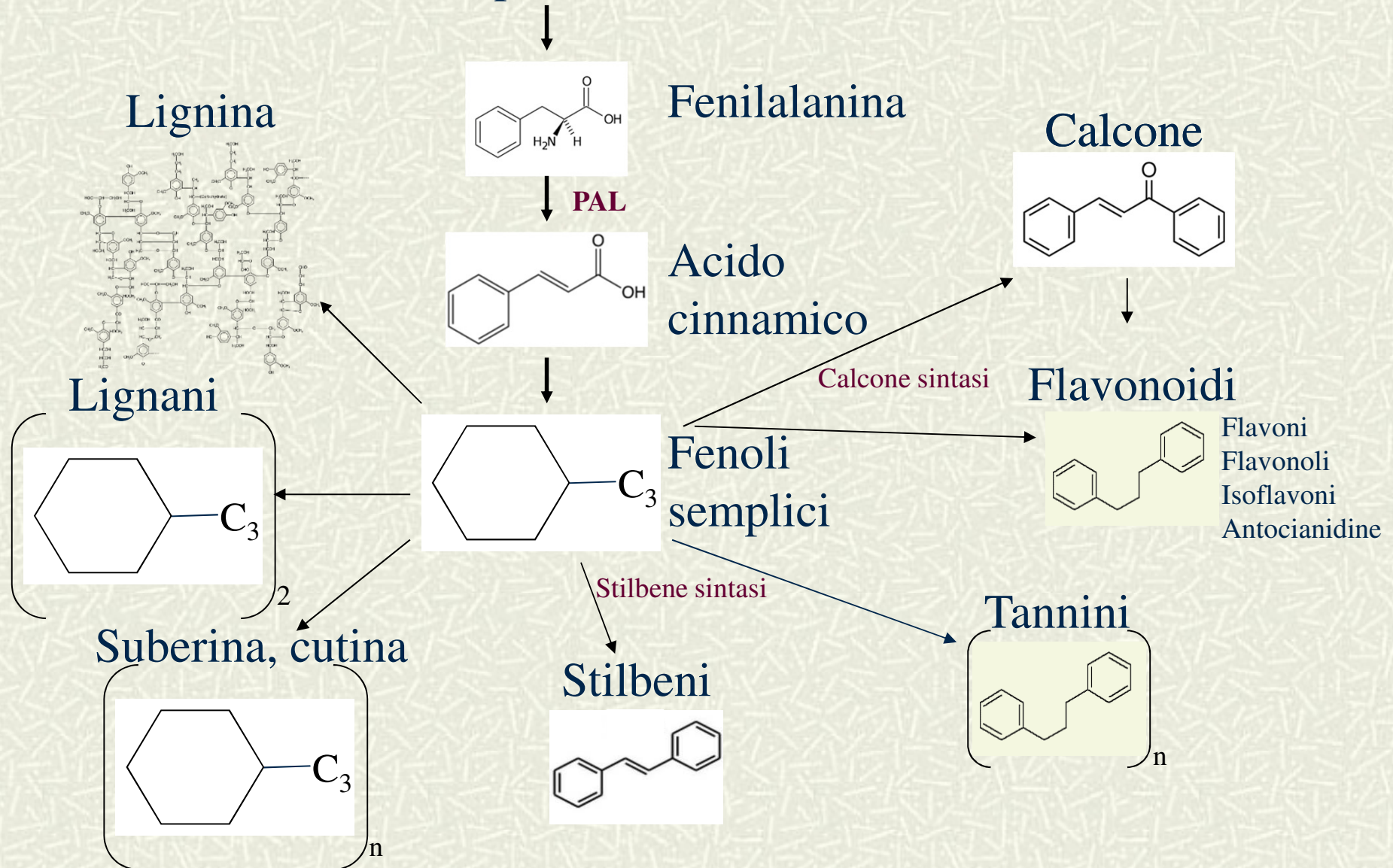
- ✓ per **re-indirizzare** E-4-P e PEP verso la via del precorismato
- ✓ come **via alternativa** per la dissipazione di energia dovuta allo *stress* ossidativo (produzione diretta di acidi clorogenico, cinnamico, caffeico, SA)

Traccia

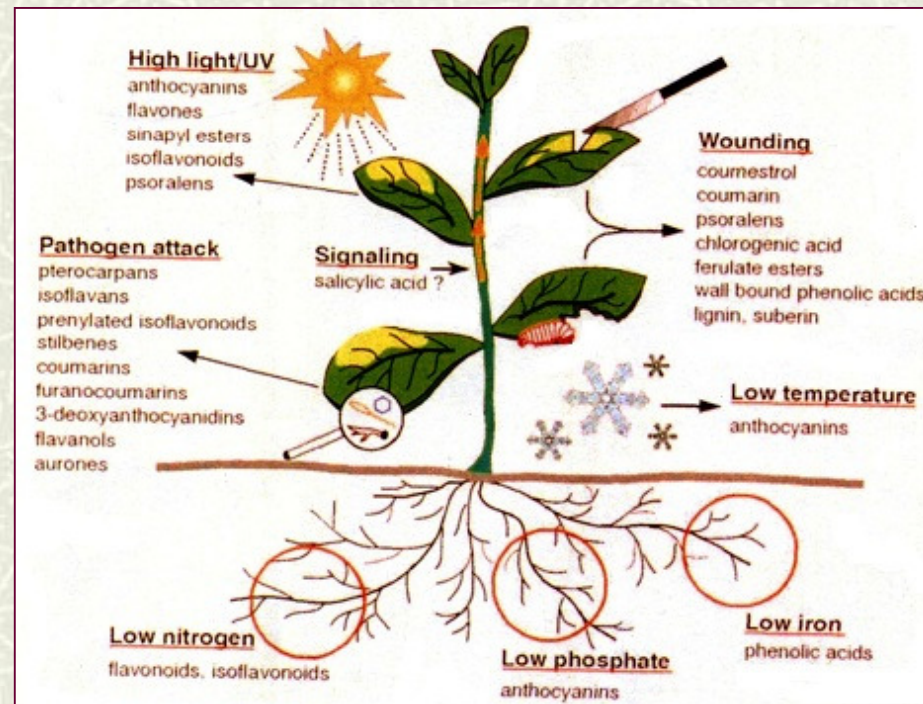
- *Stress* ossidativo (definizione, generalità)
- ROS (*Reactive Oxygen Species*)
- Metabolismo secondario
- La via dei fenilpropanoidi
- La via degli isoprenoidi
- Gli alcaloidi

La via dei fenilpropanoidi

Via del precorismato



Fenilpropanoidi e *stress* ossidativo



Resistenza attiva (o inducibile)

Cambiamenti nella parete cellulare in risposta allo *stress*:

- ✓ deposizione di callosio e/o suberina
- ✓ impregnazione con composti fenolici
- ✓ lignificazione
- ✓ ecc.

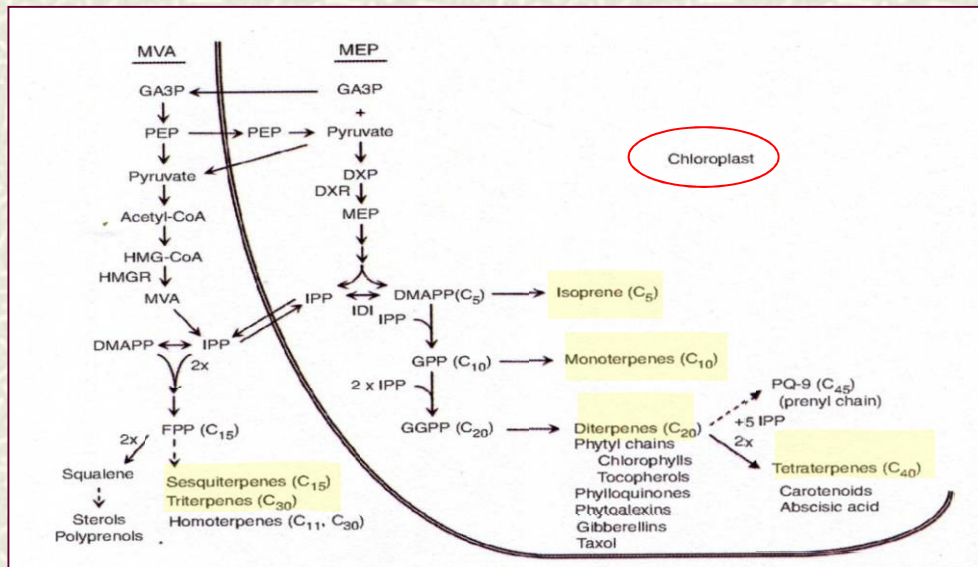
costituiscono risposte di difesa della pianta allo scopo di rafforzare le pareti cellulari e proteggere il plasmalemma, attraverso:

- barriera meccanica
- aumento della resistenza a enzimi di degradazione
- ridotta diffusione di composti dall'ospite al patogeno (e viceversa)
- **tossicità diretta (es. fenoli) sul patogeno**

Traccia

- *Stress* ossidativo (definizione, generalità)
- ROS (*Reactive Oxygen Species*)
- Metabolismo secondario
- La via dei fenilpropanoidi
- La via degli isoprenoidi
- Gli alcaloidi

La via degli isoprenoidi

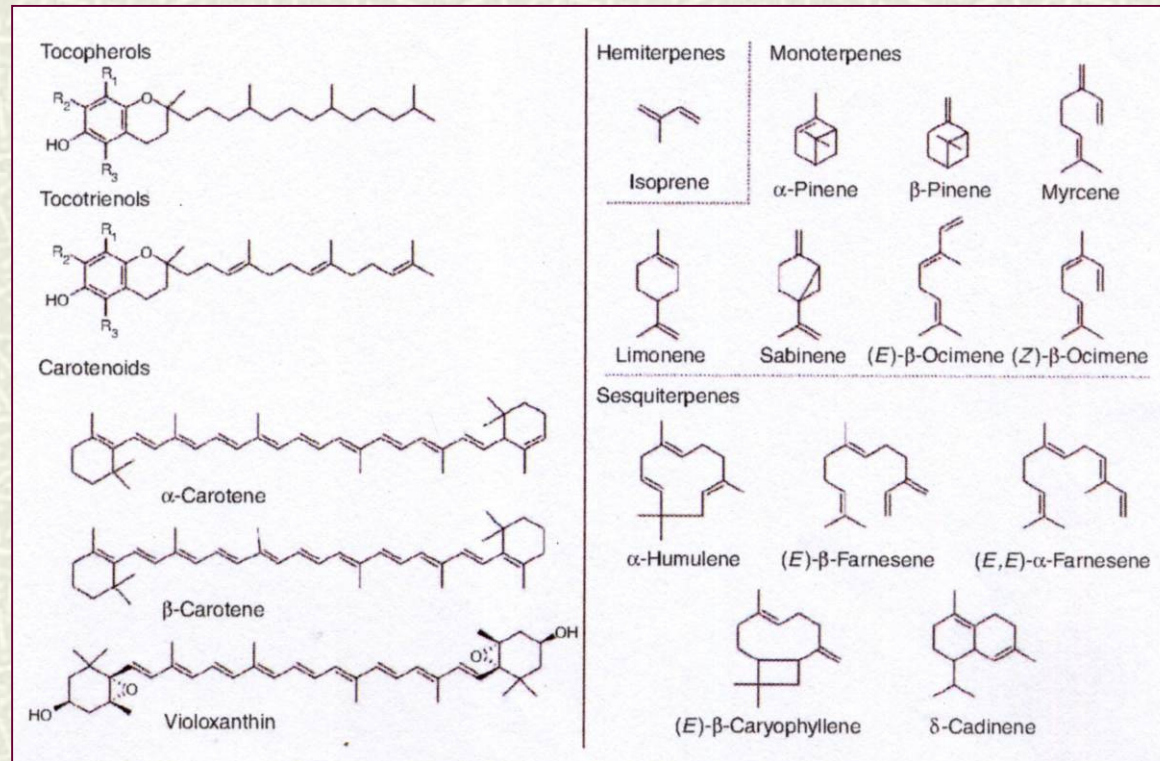


La produzione di isoprenoidi volatili costituisce una **perdita irreversibile** per la pianta, in termini di C ed energia

Emissioni costitutive da parte di emettitori di isoprene e monoterpeni sono nel *range* di $1-100 \text{ nmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, che corrisponde all'1-2% del C fissato con la fotosintesi

In condizioni di *stress* (eccesso di temperatura e luce, carenza idrica) questa emissione non solo è sostenuta, ma anche aumentata

Isoprenoidi ad azione antiossidante

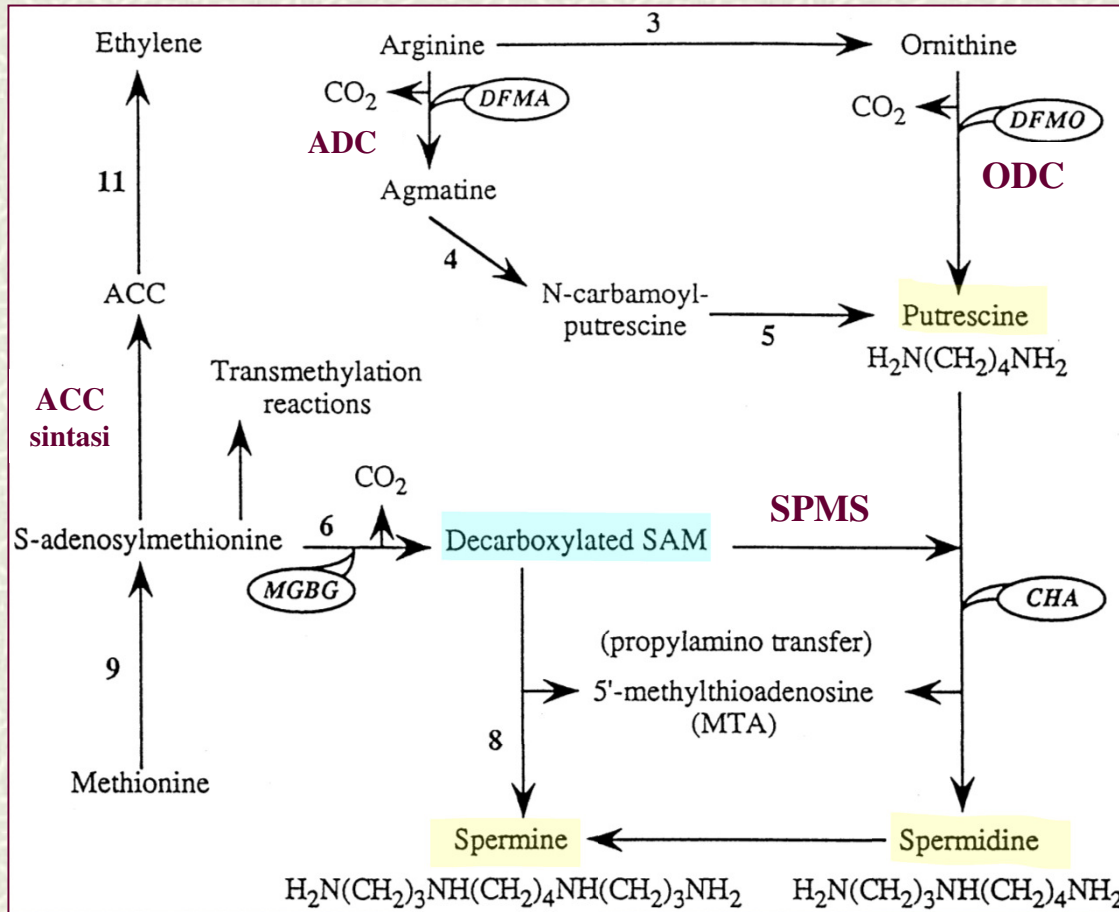


Tocoferoli: neutralizzano radicali perossilipidici ed estinguono $^1\text{O}_2$
Carotenoidi: pigmenti fotosintetici fotoprotettivi

Traccia

- *Stress* ossidativo (definizione, generalità)
- ROS (*Reactive Oxygen Species*)
- Metabolismo secondario
- La via dei fenilpropanoidi
- La via degli isoprenoidi
- Gli alcaloidi

Gli alcaloidi



Le **poliammine** possono formare coniugati con idrossicinnamati e derivati degli acidi fenolici, detossificando direttamente ROS

Le poliammine sono coinvolte nella difesa delle piante all'O₃ attraverso:

- ✓ inibizione della sintesi di ET
- ✓ neutralizzazione diretta dei ROS

Per il filosofo, il medico, il
meteorologo e il chimico,
non vi è forse argomento più attraente
dell'**ozono**

C.B. Fox: *Ozone and antozone*.
J.A. Churchill, London, 1873

Antiossidanti Ascorbato Burst ossidativo

Ciclo di Halliwell-Asada Composti fenolici

Composti organici volatili **Danno alle membrane** Direttive UE

Effetti subliminali Elicitori di risposte Fitotossicità Fotosintesi

Invecchiamento Livelli critici Metabolismo secondario

Molecole segnale Morte cellulare programmata Ossidi di azoto **Ozono**

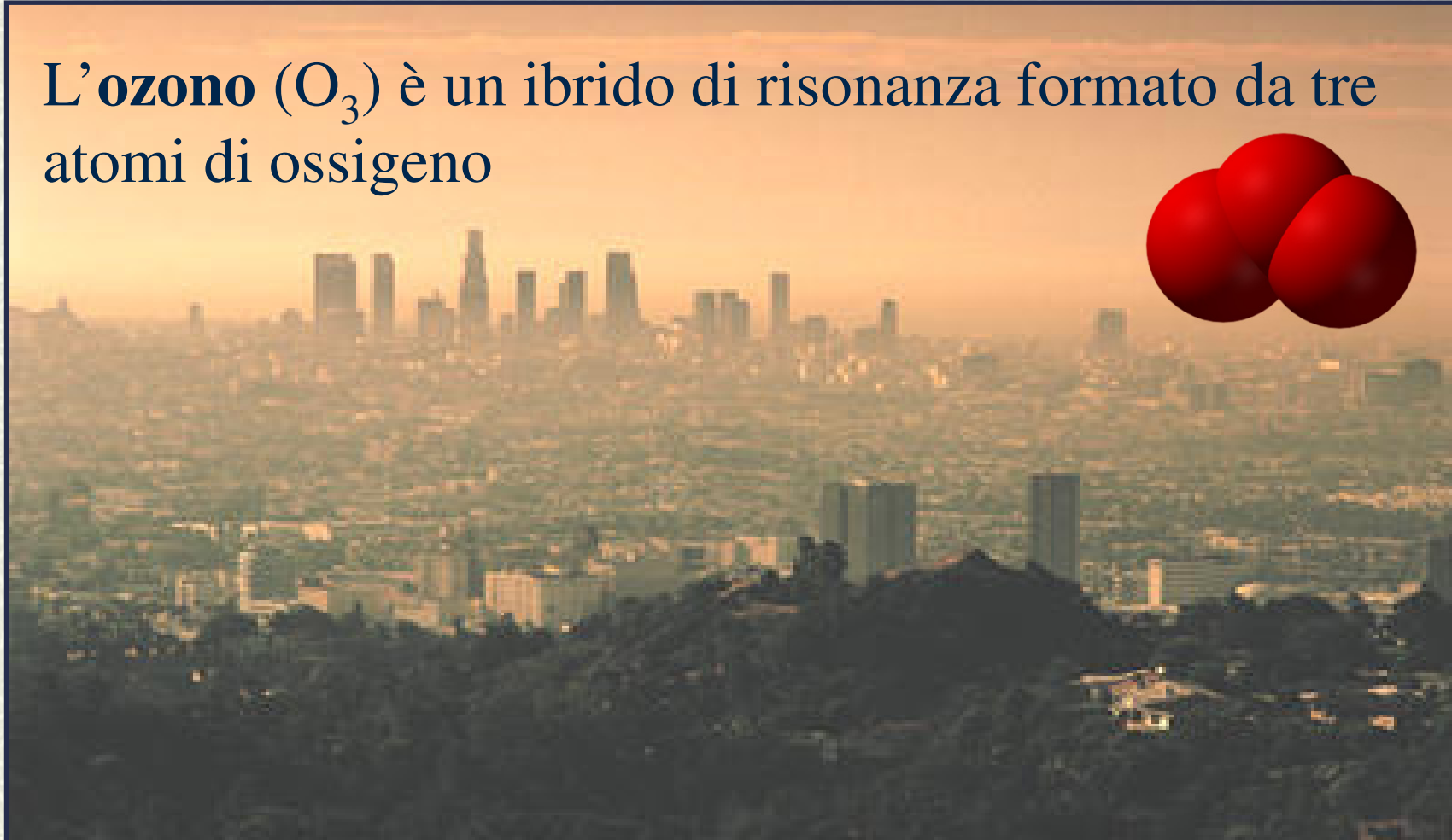
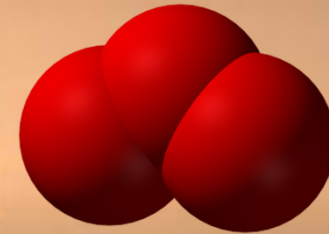
Perdite di produzione **Radicali liberi** **ROS** SAR

Smog fotochimico **Stress ossidativo** Via dello scichimato



- **COSA**
- DOVE
- QUANDO
- PERCHE'

L'**ozono** (O_3) è un ibrido di risonanza formato da tre atomi di ossigeno



Duplici ruolo dell'ozono

Amico in stratosfera

Protegge la biosfera dalle
radiazioni ultraviolette del sole

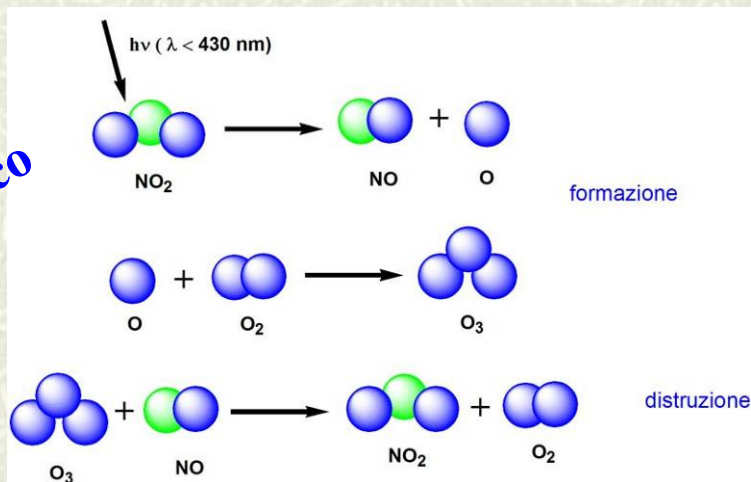
Avversario in troposfera

Ossidante,
causa danni a
manufatti, animali e **piante**



- COSA
- **DOVE**
- QUANDO
- PERCHE'

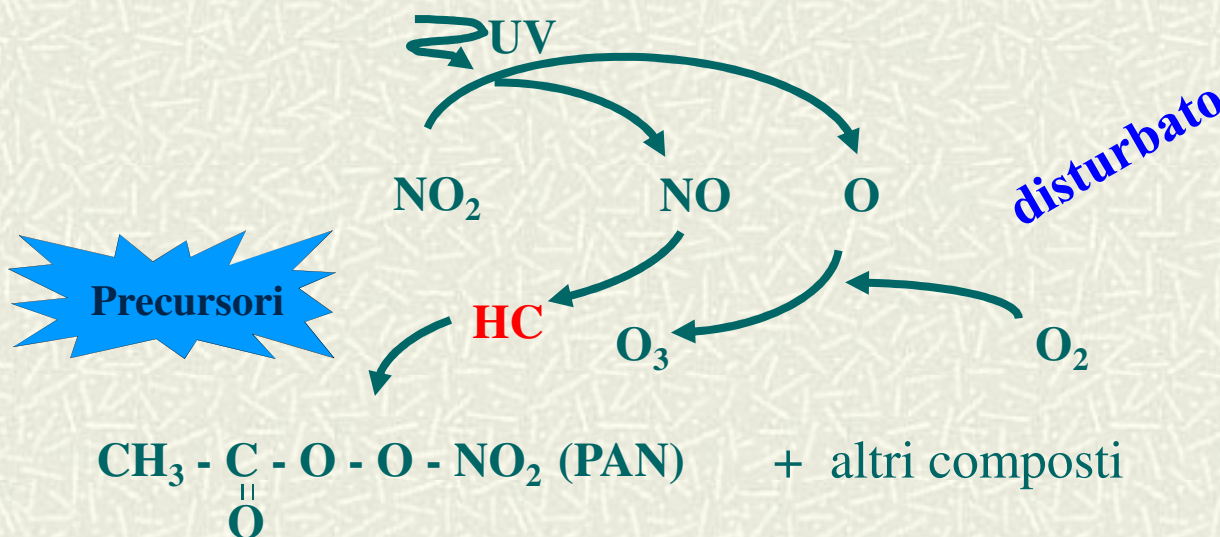
*Ciclo fotochimico
di NO₂*



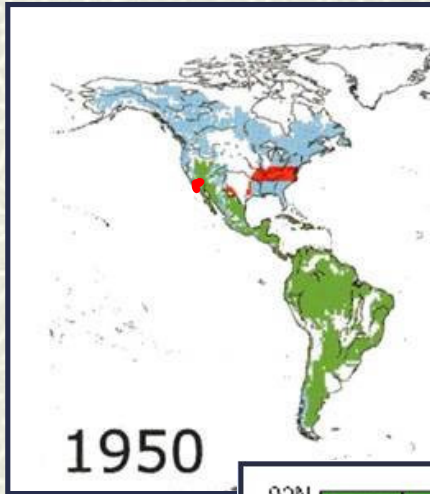
non disturbato

Radiazione solare
intensa

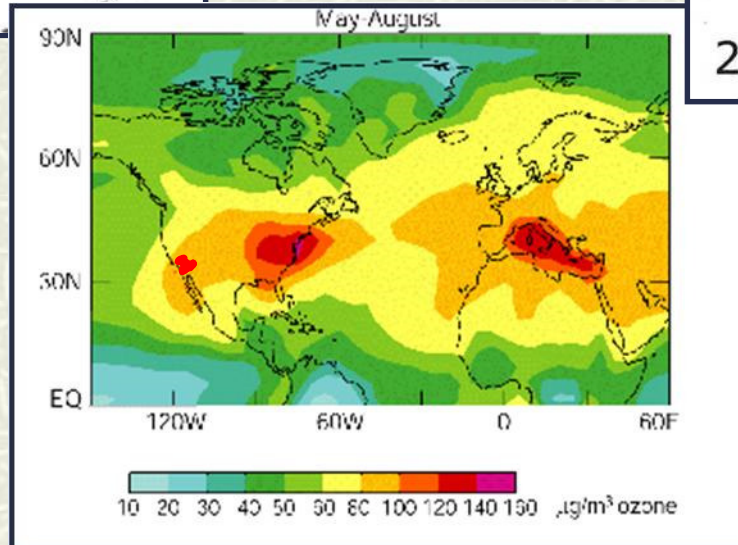
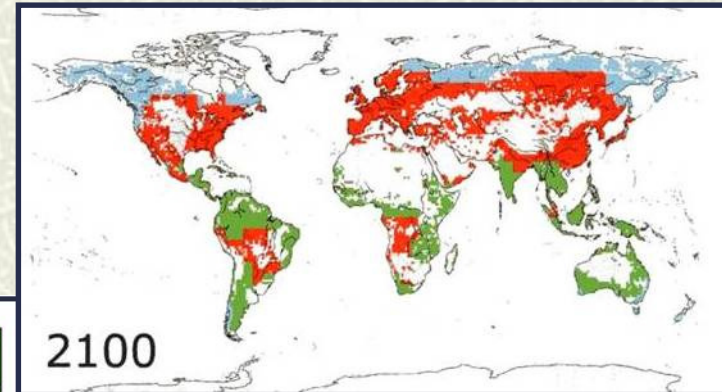
Temperature
elevate



Distribuzione dell'ozono



oggi



PLANT PHYSIOLOGY

VOLUME 27

JANUARY, 1952

NUMBER 1

INVESTIGATION ON INJURY TO PLANTS FROM AIR POLLUTION IN THE LOS ANGELES AREA

A. J. HAAGEN-SMIT, ELLIS F. DARLEY, MILTON ZAITLIN,
HERBERT HULL AND WILFRED NOBLE

(WITH THREE FIGURES)

Received July 24, 1951.

Introduction

The remarkable increase in population and number of industries in the Los Angeles area since 1940 has given rise to a serious problem of air pollution known as smog. Leaf injury to plants, particularly leafy vegetable crops, was first noted in 1944 and has increased in severity since then.



- COSA
- DOVE
- **QUANDO**
- PERCHE'

Smog e ozono in città
L'Europa bocchia l'Italia
'Troppo inquinamento'

Caldo d'Africa, ma il nemico è l'ozono

SI RIAFFACCIA LO SPETTRO DELL'INQUINAMENTO PROVOCATO DA CALDO E SMOG NELLE GRANDI AREE URBANE
Firenze in ginocchio sotto la cappa di ozono

Raddoppiato l'inquinamento

Allarme del Presidio d'igiene: l'ozono sfugge ai controlli

LA CITTA' HA TOCCATO IERI IL MASSIMO DI PRESENZA DI VELENO: 341 MICROGRAMMI AL METRO CUBO. ED E' SUBITO EMERGENZA
Firenze, record storico da ozono. Poi arriva la grandine

CRESCE L'INQUINAMENTO NELLE CITTA' DESERTE PER IL PRIMO WEEK-END «ESTIVO»
Caldo record, è già allarme ozono

Ozono e *global change*

Vol 437|22 September 2005|doi:10.1038/nature03972

nature

LETTERS

Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003

Ph. Ciais¹, M. Reichstein^{2,3}, N. Viovy¹, A. Granier⁴, J. Ogée⁵, V. Allard⁶, M. Aubinet⁷, N. Buchmann⁸, Chr. Bernhofer⁹, A. Carrara¹⁰, F. Chevallier¹, N. De Noblet¹, A. D. Friend¹, P. Friedlingstein¹, T. Grünwald⁹, B. Heinesch⁷, P. Keronen¹¹, A. Knohl^{12,13}, G. Krinner¹⁴, D. Loustau⁵, G. Manca^{2,†}, G. Matteucci^{15,†}, F. Miglietta¹⁶, J. M. Ourcival¹⁷, D. Papale², K. Pilegaard¹⁸, S. Rambal¹⁷, G. Seufert¹⁵, J. F. Soussana⁶, M. J. Sanz¹⁰, E. D. Schulze¹², T. Vesala¹¹ & R. Valentini²

Water Air Soil Pollut (2007) 181:401–408

DOI 10.1007/s11270-006-9310-z

The 2003 European Heat Wave: Which Role for Ozone? Some Data from Tuscany, Central Italy

Elisa Pellegrini • Giacomo Lorenzini • Cristina Nali



ELSEVIER



Atmospheric Environment 38 (2004) 1087–1090

ATMOSPHERIC
ENVIRONMENT

www.elsevier.com/locate/atmosenv

The predicted number of air pollution related deaths in the UK during the August 2003 heatwave

John R. Stedman

netcen, AEA Technology, E5 Culham, Abingdon OX14 3ED, UK

Received 10 November 2003; received in revised form 25 November 2003; accepted 26 November 2003

Abstract

There was a major heatwave across much of Europe in the first two weeks of August 2003, during which temperatures peaked at a new record of 38.5° C in the UK. The UK Office for National Statistics have reported an excess of 2045 deaths in England and Wales for period from 4 to 13 August 2003 above the 1998–2002 average for this time of year. Here we estimate, using previously established dose–response functions, that there were between 423 and 769 excess deaths in England and Wales during the first two weeks of August 2003 associated with the elevated ambient ozone and PM₁₀ concentrations. This represents 21–38% of the total excess deaths. This has implications for the mitigation of the health effects of heatwave conditions. It reinforces the advice to the public on keeping cool, reducing exposure to outdoor air pollutants and indeed possible measures to reduce atmospheric pollution. The predictions presented here could be verified by conducting a specific epidemiological study of deaths during this heatwave.
© 2003 AEA Technology plc. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

Keywords: Photochemical ozone episode; Health impact assessment; PM₁₀



ELSEVIER



Atmospheric Environment 38 (2004) 1083–1085

ATMOSPHERIC
ENVIRONMENT

www.elsevier.com/locate/atmosenv

Air pollution related deaths during the 2003 heat wave in the Netherlands

Paul H. Fischer^{a,*}, Bert Brunekreef^b, Erik Lebret^a

^a *National Institute of Public Health and the Environment, Centre for Environmental Health Research, Bilthoven 3720BA, Netherlands*

^b *Institute for Risk Assessment Sciences, Environmental and Occupational Health Group, Utrecht University, Utrecht, Netherlands*

Received 17 November 2003; received in revised form 25 November 2003; accepted 26 November 2003

Abstract

In the Netherlands an excess of 1000–1400 deaths was estimated due to the hot temperatures that occurred during the 2003 summer period. We estimated the number of deaths attributable to the ozone and Particulate Matter (PM₁₀) concentrations in the summer period June–August 2003. Our calculations show that an excess of around 400–600 air pollution-related deaths may have occurred compared to an ‘average’ summer.

These calculations suggest that in the Netherlands, a significant proportion of the deaths now being attributed to the hot summer weather can reasonably be expected to have been caused by air pollution.

© 2003 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Keywords: Air pollution; Heat wave; Deaths; Summer; Climate changes