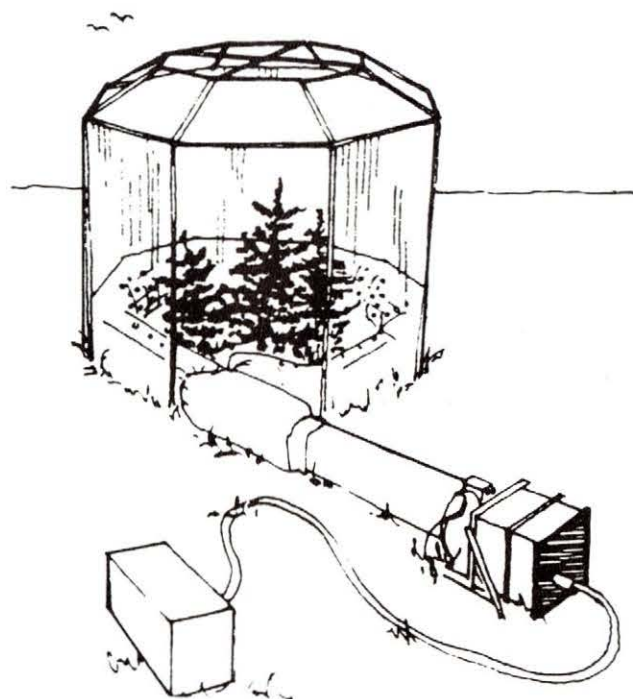


1993:2

Göran Wallin

Effekter av ozon på granplantor

Forskare vid avd. för fysiologisk botanik vid Göteborgs universitet och vid Institutet för vatten- och luftvårdsforskning bedriver ett samarbetsprojekt för att undersöka om ozon ensamt eller i kombination med andra luftföroreningar kan orsaka skador på skogsträd. Projektet startade 1984. Från 1986 deltar även forskare från Skogsforskningsinstitutet i Finland.



Bakgrund

Ozonet är en gas på både gott och ont. På behörigt avstånd, i stratosfären (10-50 km från jordytan) förhindrar denna gas att skadlig UV-strålning når jorden. Det är ett filter som försvagas genom olika utsläpp. I de luftlager som ligger närmast oss, tropo-

fären (0-10 km), hotar däremot ökande ozonhalter. Ökningen beror på utsläpp av kväveoxider och kolväten, som med hjälp av solljus leder till att ozon bildas. Kväveoxider och kolväten härrör till största delen från olika mänskliga aktiviteter. I Sverige

står bilavgaserna för ca 60% av de totala utsläppen av dessa ämnen.

Att ozon kan skada jordens grödor upptäcktes i Kalifornien redan på 50-talet då silverglänsande fläckar framträdde på vissa växter. Särskilt känslig visade sig spenaten vara, men man fann också vita fläckar på barren hos olika barrträd. Förlusterna på g a ozonskador inom det amerikanska jordbruket beräknas idag uppgå till flera miljarder dollar per år. Inte heller i vårt land klarar vi oss från ozonets skadeverkningar. Det finns undersökningar som visar att känsliga växter, t ex vete och potatis, ger sämre skördeutbyte på g a luftföroreningar.

Sedan industrialismens begynnelse har ozonhalten i atmosfären mer än fördubblats. På Montsouris-observatoriet i Paris uppmättes under perioden 1876-1910 bakgrunds nivåerna av ozon till 10 ppb (parts per billion, miljarddelar i volymmått). Dagens bakgrunds nivåer i samma område är 20-30 ppb, med toppar på över 100 ppb. Som högst har man i Sverige, på västkusten, uppmätt 200 ppb.

Ozon (O_3), av grekiskans ozein=lukta, är en giftig blå gas med påträngande lukt, ett kraftigt oxidationsmedel, används för att bleka och desinfektera samt i organiska synteser. Ozon bildas genom att en syremolekyl och en syreatom reagerar: $O_2 + O + M \rightarrow O_3 + M$. M är en energiabsorberande kropp. I stratosfären bildas atomärt syre (O) genom att UV-ljus bryter ner molekylärt syre. I troposfären bildas molekylärt syre (O_2) genom att kvävedioxid bryts ned till kväveoxid med hjälp av ljus. Ozon bildas men reagerar snabbt med kväveoxid. Eftersom ozon bryts ner direkt blir halten i luften inte så hög. Problem uppkommer däremot när det finns kolväten närvarande. Kolväten bildar fria radikaler (reaktiva föreningar) som reagerar med NO. $NO + RO_2 \rightarrow NO_2 + RO$. Kolväteradikalerna kommer att tävla med ozon om NO, vilket har till följd att halten ozon ökar.

Beskrivning av försöken

Fältförsök har utförts vid Rörvik, 35 km söder om Göteborg. För att kunna exponera plantorna för olika halter av luftföro-

reningar använder man sig av fältkammare. De kan liknas vid runda växthus utan tak. Luften blåses in över växterna med hjälp av en fläkt. Snedtaket förhindrar att omgivningsluften blåser ner i kammaren varför det är ganska lätt att kontrollera luftens föroreningshalt. Metoden gör också att man kan rena luften genom kolfiltrering. Varje kammare var 2,5 m hög och 3,0 m i diameter och väggarna bestod av klar korrugerad PVC-plast. Kamrarna placerades i två rader i öst-västlig riktning med 6,5 m mellanrum för att undvika att de beskuggade varandra. Totalt användes tio kammare med två upprepningar av varje behandling.

Plantmaterialet som använts är en klon av polsk proveniens. I maj -85, efter fyra år i krukor, planterades de ut. De planterades tillsammans med tre andra grankloner, två plantor från varje klon i varje fältkammare. Plantorna gödslades och vattnades. Viss insekticidbekämpning utfördes.

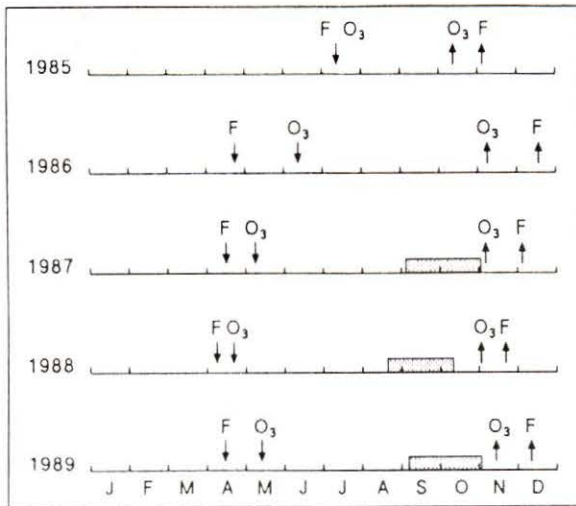
Plantorna har utsatts för tre olika ozonbehandlingar och två behandlingar med uttorkning under åren 1985-89. Behandlingarna var följande:

1. Kolfiltrerad luft (CF).
2. Ej filtrerad luft (NF).
3. Ej filtrerad luft + ozon (NF+).
4. Filtrerad luft + torka (CF/D).
5. Ej filtrerad luft + ozon + torka (NF+ /D).

Alla mätningar av fotosyntes, mörkerrespiration och reglering av klyvöppningar gjordes med hjälp av gasutbytesteknik på skott. För att undvika variationer i ljus och temperatur under mätningarna konstruerades en klimatreglerande kyvett som gjorde det möjligt att göra mätningar på växande skott.

Resultat

På de plantor som behandlats med den högsta ozonhalten började strukturella förändringar att uppträda i barren redan efter första årets behandling. Under andra året uppstod samma typ av skador också på plantor som exponerats för omgivningsluft. Förändringarna ökade sedan succesivt. Inga förändringar observerades däremot på de plantor som utsatts för filtrerad luft.



Figur 1. Behandlingsperioder 1985-89. Filtrening (F) eller ozonbehandling (O₃) börjar: avslutning på filtrering (F) eller ozonbehandling (O₃). Rastreringar anger perioder för fotosyntesmätningar.

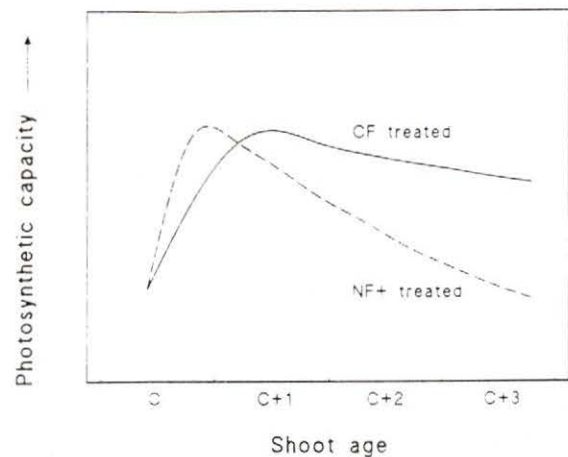
Tabell 1. Medelvärden för ozonkoncentration vid olika behandlingar.

Ozonkonc., (µgm ⁻³), säsongsmedelvärde					
Mätpr./år	-85	-86	-87	-88	-89
CF	8	7	9	15	14
NF	47	52	48	59	51
NF+	59	63	63	70	64
5m ovan mark	70	68	56	72	59

Genom studier av granbarrens förmåga att ta upp koldioxid (fotosyntes) har det framkommit att de strukturella förhållandena också motsvaras av en funktionell förändring. Det är framförallt de äldre barrens fotosyntes som minskar om de utsätts för ozon. De ser ut som om de åldras snabbare.

Fotosyntesen för årsskotten var dock något högre för NF och NF+ behandlingarna än för de filtrerade behandlingarna. För två- och treåriga skott sjönk däremot fotosyntesnivån med tilltagande ozonkoncentration. För att förklara dessa resultat har ett förslag till modell lagts fram inom projektet som innebär att ozon skapar en snabbare

åldring av barrn, d v s fotosyntesen ökar snabbare i unga barr och minskar snabbare i äldre barr. (figur 2).



Figur 2. En modell för ozons inverkan på förhållandet mellan fotosynteskapacitet och barrålder. C, årsskott; C+1, ett år gamla skott; C+2, två år gamla skott; C+3, tre år gamla skott; CF, kolfiltrerad luft och NF+, ej filtrerad luft + ozon.

Fotosyntesen för årsskotten var något högre för NF+ behandlingen än för den filtrerade behandlingen. För två- och treåriga skott sjönk däremot fotosyntesnivån med tilltagande ozonkoncentration.

Nettofotosyntesen (fotosyntes - respiration) mättes också på plantor som utsatts för torka under ozonbehandlingen. Mätningar gjordes 1988 på ettåriga skott under en period av åtta veckor med ökande uttorkning. Innan uttorkningen påbörjades var fotosyntesnivån högre för skott från NF+ /D behandlingen jämfört med skotten från CF/D behandlingen. Under perioden med ökande uttorkning sjönk fotosyntesnivån mera i NF+ /D behandlingen än i CF/D behandlingen. Samtidigt stängde klyvöppningarna mindre i NF+ /D än i CF/D. Det indikerar att skotten från NF+ /D behandlingen var mera känsliga för uttorkning än skotten från CF/D behandlingen.

De skador som påvisats är inte synliga för blotta ögat men blir uppenbara i mikroskop. Förändringarna startar i de celler som finns på barrns översida och utvecklas succesivt mot barrns undersida. Det är framförallt kloroplaster som skadas. Det är kloroplasterna som innehåller klorofyll och

som, med hjälp av solljuset, ser till att växterna kan omvandla luftens koldioxid till energirika sockerföreningar. Förändringarna av kloroplasterna yttrar sig bland annat i att de blir mindre. Liknande fenomen har också observerats hos granar i naturliga bestånd.

Fotosynteshastigheten påverkades mera av ozon vid förhållanden med starkt ljus än vid svagt ljus.

Resultaten kan överföras till förhållandet för hela träd. De data som man funnit visar att ozon har större effekt på äldre träd än på unga, beroende på att andelen årsbarr är mindre på gamla träd. Se tabell 2.

Tabell 2. Andelen barryta och årlig fotosyntesproduktion för olika årsklasser av barr. P_n = nettofotosyntes.

Ålderskl. skott	% barryta		P_n
	8 år	89 år	
Årsskott	72	16,0	15,3
Ett åriga	19	15,3	17,6
Två åriga	7	15,9	20,5
Tre åriga	2	15,1	11,9
Fyra åriga och äldre		37,7	34,7

Sammanfattning

Träds tillväxt är direkt beroende av en fungerande fotosyntes. Risken är mycket stor att träd som utsätts för ozon kommer att växa långsammare. Det är däremot svårt att bedöma hur stor minskningen i tillväxt kommer att bli.

Studien visade att ozon stör regleringen av klyvöppningarna som förmodligen resulterar i en större vattenförlust och därmed sämre förmåga att tåla vattenstress.

Studien visar också att ozon påverkar de flesta funktioner som styr fotosyntesen inklusive tillväxten hos skott av äldre åldersklasser. Det leder troligen till att effekten blir större på äldre träd än på unga.

Ett nytt projekt drivs idag med 54 försöksytor, varav 42 är försedda med fältkammare, vid Östads säteri. Försöket har bl a som syfte att kunna koppla samman effekterna på fotosyntesen med effekterna på produktionen och växternas totala kolomsättning. Dessutom kommer samverkan mellan ozon och torra samt mellan ozon och fosforbrist att studeras.

Författare till artikeln är FD Göran Wallin, avd. för fysiologisk botanik vid Göteborgs universitet.