

Úbytek stratosférického ozónu a pozorované abiotické poškození rostlin u nás

Libuše Májková, Státní rostlinolékařská správa Opava

Tomáš Litschmann, soudní znalec v oboru meteorologie a klimatologie, Moravský Žižkov

Změny ve složení atmosféry vlivem vypouštění nejrůznějších chemických látek dosáhly během posledních několika let až desetiletí takových rozměrů, že jejich následky se začínají v současné době projevovat na nejrůznějších místech a za nejrůznějších situací. Jestliže ještě před několika málo lety jsme žili v přesvědčení, že emise oxidu siřičitého jsou to nejhorší, co vypouští lidstvo do atmosféry a jejich snížením se problémy vyřeší, nyní se ukazuje, že prakticky téměř každá sloučenina, vypouštěná do atmosféry, může ovlivnit některou ze složek globálního klimatického systému.

V tomto příspěvku si dovolíme poukázat na vliv fenoménu, o němž se v posledních letech dosti mluví, a který se jmenuje úbytek stratosférického ozónu. Prakticky každý den se ve veřejně šířených předpovědích počasí můžeme setkat s informací, jaké je celkové množství ozónu v atmosféře nad námi a v jakém vztahu je toto množství k dlouhodobému průměru. Pečlivému pozorovateli jistě neušlo, že dnů, kdy celkové množství ozónu převyšuje dlouhodobý průměr, je velmi poskrovnu. Způsob prezentace problematiky ubývání ozónu ve sdělovacích prostředcích vede k tomu, že ve veřejnosti převládá názor, že nedostatek ozónu ve stratosféře má vliv pouze na to, jak dlouho se můžeme opalovat. Nicméně ultrafialové záření, které ve zvýšené míře proniká zeslabenou ozónovou vrstvou nevyvolává jenom rakovinu kůže a zánět spojivek, avšak ovlivňuje vše živé na povrchu této planety a v povrchových vrstvách oceánů. Výjimkou nejsou tudíž ani rostliny a jejich poškození se začíná již projevovat u nás.

Úvod

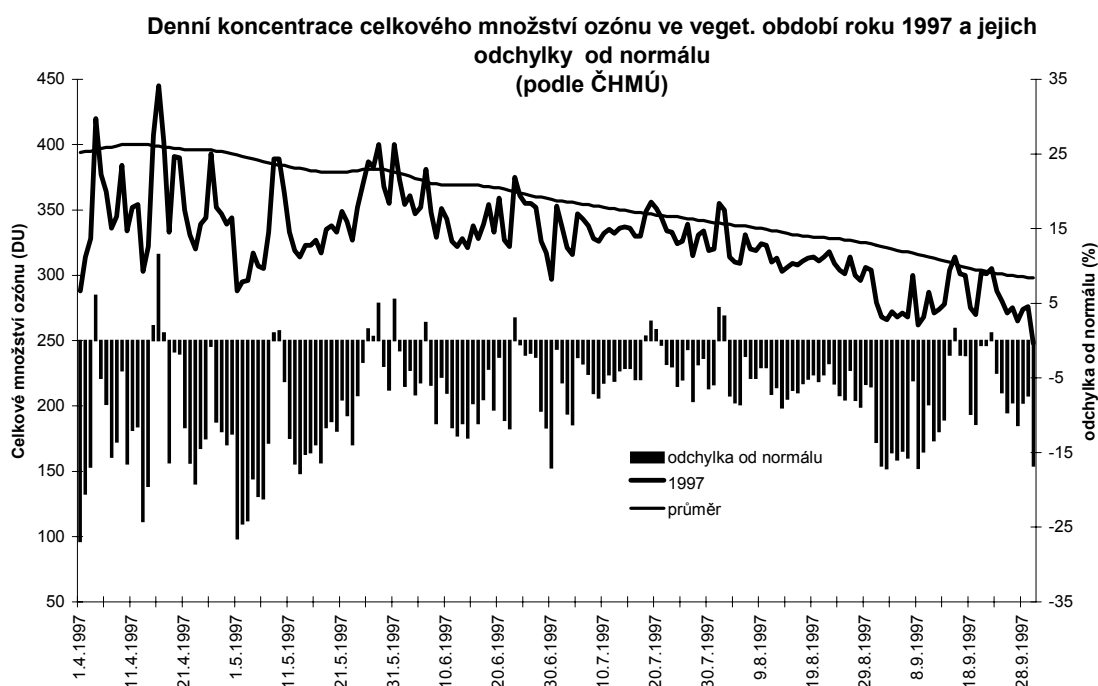
Ozón je tříatomární forma kyslíku, vznikající v atmosféře složitými chemickými reakcemi za spolupůsobení ultrafialového záření, popř. elektrickými výboji. Z jeho celkového množství se v přízemních vrstvách vzduchu vyskytuje 8 - 15 %, zbývající část dosahuje maximálních koncentrací ve výškách od 20 do 25 km. Je nutno si uvědomit, že ozón je poměrně jedovatý a proto jej v přízemní vrstvě považujeme za významný škodlivý činitel (někdy se označuje jako „špatný“ ozón), zatímco ve stratosféře pohlcuje škodlivé ultrafialové záření („dobrý“ ozón). Množství ozónu v atmosféře se udává pomocí Dobsonových jednotek (DU), které vyjadřují tloušťku ozónové vrstvy po převedení na normální tlak a teplotu v setinách milimetru. Hodnota 329 DU tedy znamená, že kdybychom veškerý ozón v atmosféře koncentrovali při hladině moře, dosáhla by jeho vrstva tloušťky 3,29 mm. Z tohoto příkladu je zřejmé, že o našem bytí a nebytí rozhoduje vzhledem k celkové hmotě atmosféry nepatrné množství ozónu. Vlivem nekontrolovaného vypouštění především chlorofluorokarbonátů (CFC), často označovaných jako freony, v poválečném období, začalo docházet koncem sedmdesátých let nejdříve nad jižními polárními oblastmi, kde byli příznivější podmínky, k redukci ozónové vrstvy o poměrně značné hodnoty (známé „ozónové díry“). Od počátku devadesátých let lze pozorovat epizody redukce ozónové vrstvy i nad mírnými šířkami severní polokoule, na rozdíl od Antarktidy v poměrně hustě osídlených oblastech.

S úbytkem celkového množství ozónu souvisí i nárůst dávek ultrafialového záření, přičemž biologicky nejvýznamnější pás spektra, označovaný jako UVB, se nachází v intervalu od 280 do 320 nm. Závislost mezi poklesem koncentrace ozónu a zvýšením UVB záření na zemském povrchu není jednoduchá a závisí jak na zenitovém úhlu Slunce, tak i na množství oblačnosti, koncentraci prachových a aerosolových částic apod. Paradoxně se tak v oblastech s menším

znečištěním ovzduší mohou vyskytovat vyšší dávky UVB záření, což svádí k filozofickým úvahám, co lze ještě považovat za zdravé, popř. nenarušené životní prostředí. Uvádí se, že zatažená obloha redukuje množství dopadlého UVB záření o 50 - 60 %. V případě jasné oblohy lze očekávat, že úbytek celkového množství ozónu o 1 % představuje nárůst UVB záření o 1,1 až 1,4 %.

Stav ozónové vrstvy nad územím ČR

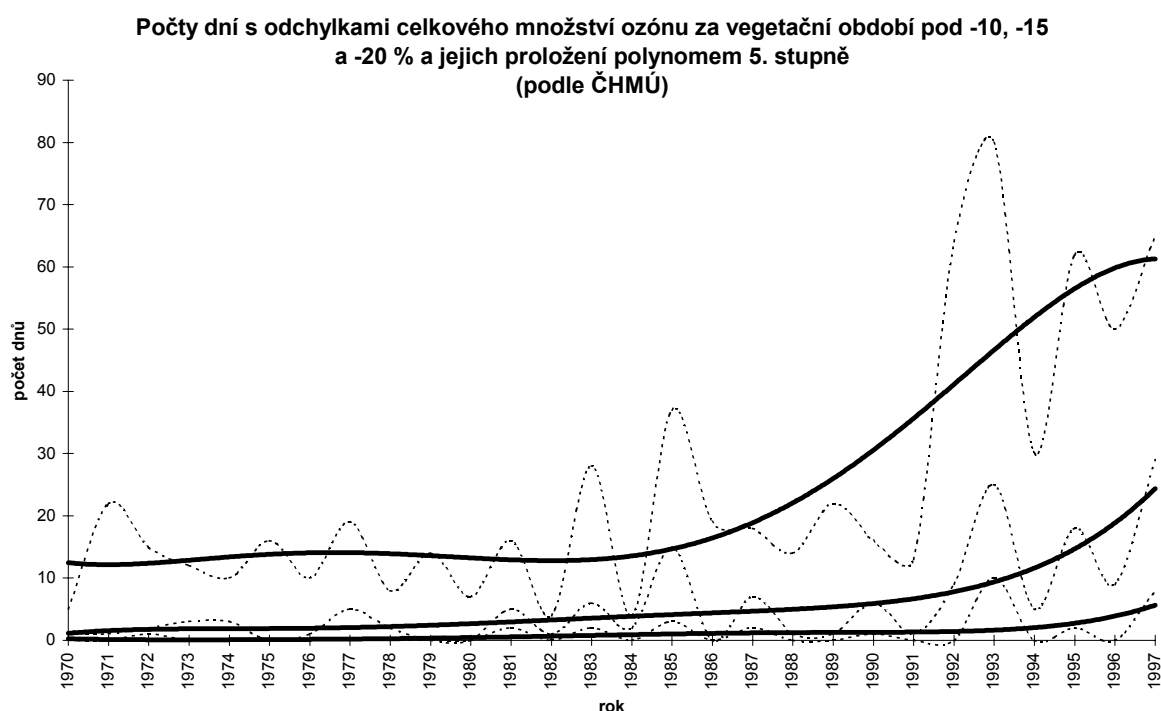
Monitorováním stavu ozónové vrstvy nad naším územím se zabývá již od roku 1962 pobočka Českého hydrometeorologického ústavu v Hradci Králové. Za toto období bylo možno stanovit poměrně s dostatečnou přesností průměrné hodnoty pro jednotlivé dny v roce a od těchto průměrů se stanovují odchylky, tak jak se s nimi lze setkat ve sdělovacích prostředcích. K dokumentaci neradostného stavu ozónové vrstvy v posledních letech lze použít údaje z loňského roku, znázorněné na obr. 1.



Obr. 1

Na tomto obrázku jsou zachyceny jak denní hodnoty celkového množství ozónu v DU, tak i dlouhodobé průměrné hodnoty a z nich vypočítané odchylky od normálu v průběhu vegetačního období. Jak je z obrázku zřejmé, ke spočtení dnů, v nichž bylo množství ozónu nad svým dlouhodobým průměrem, postačí všechny prsty. Po zbývající část vegetačního období byly odchylky záporné, a to především na jaře a na podzim, přičemž za nejnepříznivějších situací přesáhly -25 %.

Lze předpokládat, že více než průměrná odchylka za delší období (např. měsíc) se při vlivu na živé organizmy bude více projevovat okamžitá odchylka, při níž jsou organizmy vystaveny zvýšeným dávkám UVB záření. Na obr. 2 jsou vyneseny počty dnů (opět za vegetační období), v nichž byly odchylky větší než -10, -15 a -20 % od dlouhodobého průměru.



Obr. 2

Lze pozorovat, že kromě krátkých epizod v letech 1983 a 1985, dochází k poměrně prudkému nárůstu dnů s odchylkami pod uvedenými hodnotami od počátku 90-tých let, přičemž rok 1993 lze zatím považovat za nejnepříznivější. Zvlnění křivek je způsobeno tzv. kvazidvouletým cyklem proudění nad rovníkem, který spočívá v tom, že ve vrstvě atmosféry od 20 do 35 km převládá přibližně po dobu jednoho roku východní proudění a v průběhu následujícího roku západní, což se projevuje i v zesilování a zeslabování koncentrací ozónu v mírných šířkách. Jedná se o pěknou ukázkou toho, že atmosféra na této planetě je jenom jedna a vytváří navzájem provázaný systém, kdy narušení jedné složky se projeví změnou parametrů jiné složky a ještě k tomu na jiném místě. Pokud v sudých letech lze pozorovat snížení počtu dnů s nízkými koncentracemi ozónu, neznamená to, že se stav zlepšuje, ale pouze to, že antropogenní vlivy jsou dočasně překryty přirozeným kolísáním.

Vliv UVB záření na rostliny

Ultrafialové záření v pásmu B je nebezpečné především tím, že narušuje molekuly DNA, což vede často k nejrůznějším mutacím a zhoubnému bujení. U lidí a ostatních živočichů se zvýšení dávek UVB záření projevuje dramatickým nárůstem výskytu rakoviny kůže a poškození rohovky a spojivky u očí.

U rostlin se vliv UVB záření projevuje nejrůznějším způsoby a závisí jak na druhu rostliny, tak i na její morfologii, především orientaci listů vzhledem k dopadajícímu záření apod. Všeobecně se uvádí, že působení UVB záření lze pozorovat v oblasti

morfologické:

- zvýšeným rozvětvováním
- omezením růstu
- zvětšenou velikostí listů

fyziologické:

- omezením fotosyntézy
- zvětšenou produkcí fotoaktivních flavonidů
- předčasným zráním a stárnutím
- zvýšeným obsahem rozpustných proteinů

Pozorování, prováděná v roce 1995 ve Virginii v USA na širokolistých dřevinách, uvádějí následující typy poškození: skvrny podobné puchýrkům na řapících, hnědé skvrny podobné antraknóze na listech a zkadeřavění listů. U topolu hnědnutí začalo u konce čepelí a rozšiřovalo se poměrně rychle na celé listy, až došlo k jejich opadu. Nejvíce poškozeny byly listy na vnějších větvích osamoceně stojících starších stromů. Podle sdělení fytopatologů nešlo o poškození způsobené chorobami a škůdci, stejně tak ani o vliv chemických příměsí v ovzduší. Byla dána jednoznačná souvislost se slunečním zářením.

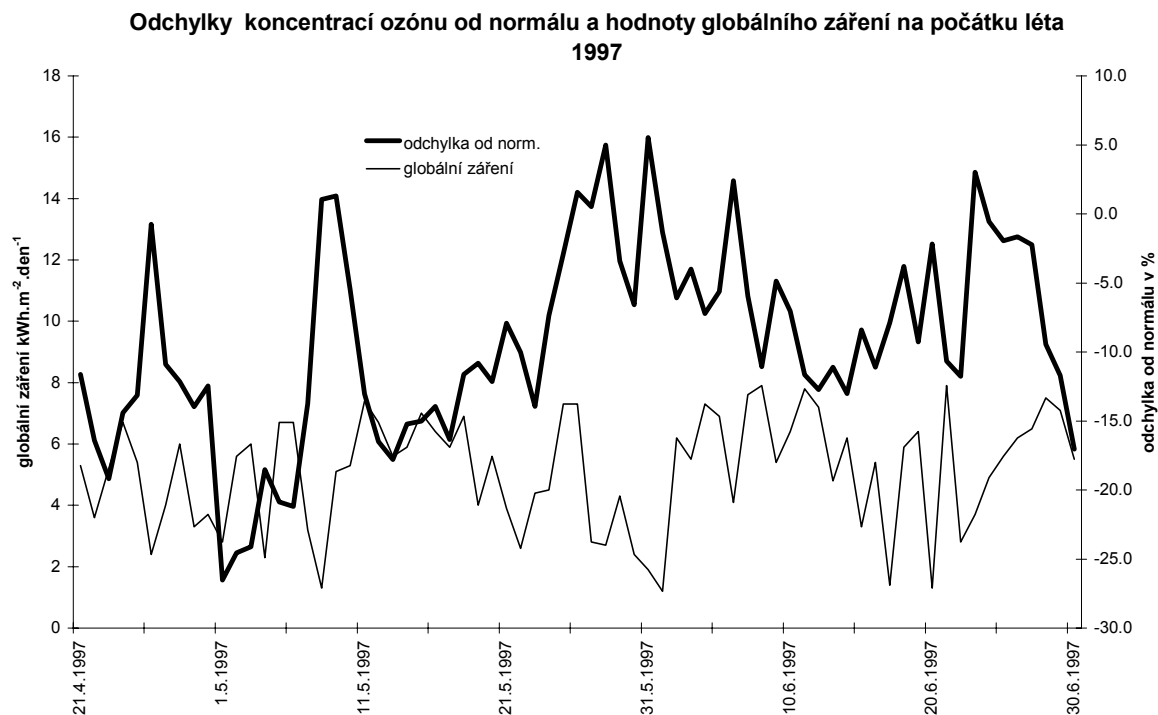
Pozorované abiotické poškození polních plodin v okrese Opava

Od roku 1995 bylo na polních plodinách v okrese Opava pozorováno poškození listů, které nebylo možno přisoudit žádnému jinému doposud známému abiotickému anebo biotickému faktoru. Začátkem srpna v roce 1995 se na většině porostů v různé intenzitě objevily na listech světle hnědé, jakoby pergamenovité skvrny, u nichž nebyla zjištěna přítomnost žádné choroby. V roce 1996 se koncem června na listech cukrovek objevily stříbřitě šedé skvrny připomínající puchýřky. Poškození se projevovalo v různé intenzitě, na některých porostech i dost výrazně. V roce 1997 bylo u cukrovek zaznamenáno poškození, které se projevilo výrazněji než v předchozích dvou letech. Zhruba začátkem června byly zjišťovány na nejstarších listech málo výrazné nepravidelné žluté skvrny až nekrózy. Některé listy byly mírně zkadeřené, postupně docházelo k tvorbě jakoby drobných našedlých puchýřků, poměrně dobře výrazných. Od 2. poloviny června, kdy se vytvořily velmi příznivé vegetační podmínky (dostatek srážek, příznivá vlhkost, výrazné oteplení), došlo k velmi intenzivnímu růstu cukrovek. Koncem června se na listech objevilo velmi výrazné poškození, které je zachyceno na fotografiích 1, 2,3. U nejspodnějších listů došlo k jejich popraskání a mezi žilnatinou se objevily oválné díry, které dosahovaly velikosti až 4 cm, u některých listů se okraje stočily směrem vzhůru.

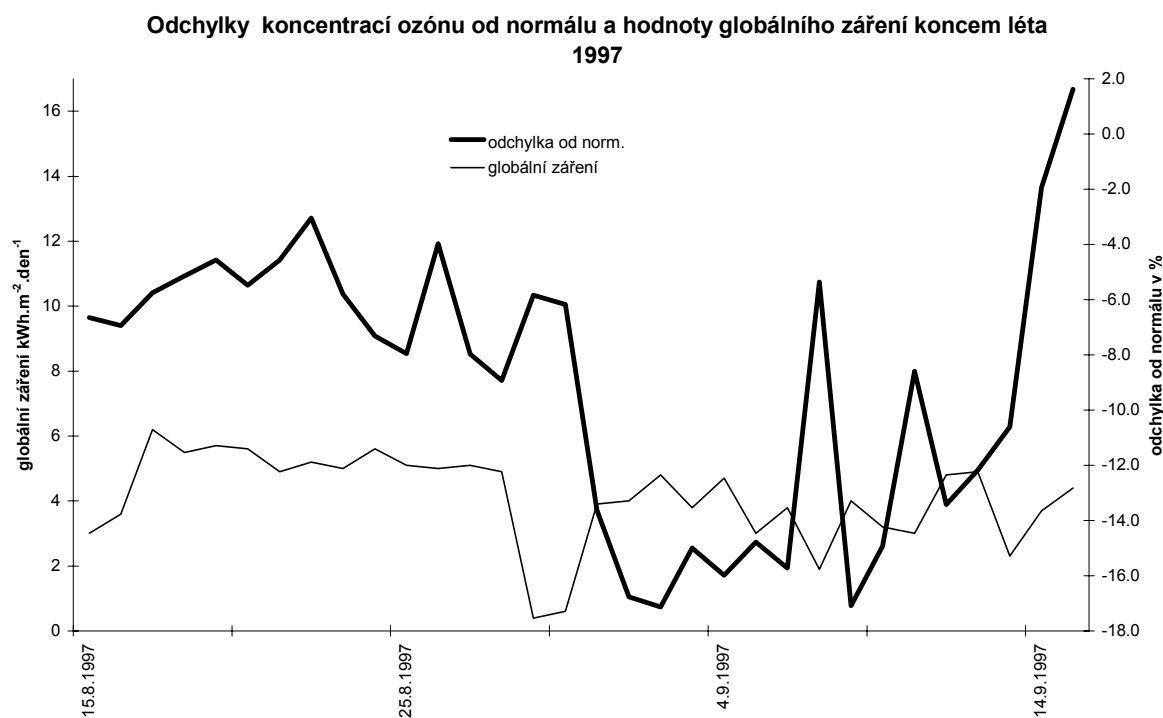
Příznaky poškození přímo podsouvaly myšlenku na vliv ultrafialového záření. Při pohledu na obr. 1 je zřejmé, že k poškození v roce 1997 došlo vždy v období, kdy celkové množství ozónu vykazovalo výraznou zápornou odchylku (počátek května, polovina června).

Vlivem snížené úrovně ozónu začátkem května, kdy se rostliny nacházely ve fázi 1.-2. páru pravých listů, mohlo dojít k určitému poškození mladých pletiv, které se postupně během dalšího růstu projevilo přítomností puchýřkovitých skvrn na nejstarších listech. Ve 2. polovině června v době intenzivního růstu, kdy byla zaznamenána další výrazná záporná odchylka ozónu od normálu při maximálních hodnotách globálního záření došlo k dalšímu poškození pletiv již narušených extrémními podmínkami počátkem května.

Pro detailnější analýzu jsme ještě použili i údajů o globálním záření, měřeném na meteorologické stanici v Kujavách.



Obr. 3



Obr. 4

Z obr. 3 a 4 je zřejmé, že dny s minimálním množstvím ozónu kolidovaly s jasnými dny, v nichž množství globálního záření dosahovalo maxima.

Jednoznačně lze proto usuzovat, že pozorované poškození rostlin bylo způsobeno relativně novým abiotickým faktorem, kterým je ultrafialové záření. Při analýze poškození z let 1995 a 1996 bylo zjištěno, že k němu došlo za podobných situací, jako v roce 1997. Rovněž se obje-

vily náznaky, uváděné rovněž i jinými autory, že poškození je daleko patrnější v období s dostatkem vláhy, kdy nedochází k omezení růstu plodin.

Vliv herbicidů na rozsah poškození

Jak již bylo konstatováno výše, míra poškození rostlin UVB zářením závisí na mnoha okolnostech, mezi něž bezesporu patří i jejich kondiční stav. Při rozboru rozsahu poškození v roce 1997 se ukázalo, že porosty ošetřené herbicidy v období s nízkými koncentracemi ozónu jsou poškozeny více, než porosty neošetřené. Souvisí to pravděpodobně s tím, že u rostlin dochází ke kumulaci stresových faktorů.

Této prozatím pracovní hypotézy lze využít již nyní minimálně dvěma způsoby:

- omezit používání herbicidů, popř. i jiných chemických postřiků v období, kdy koncentrace ozónu jsou vysoce podnormální (při odchylkách větších než -10 %)
- naopak k likvidaci úporných plevelů mimo polní plodiny (např. v sadech, vinicích apod.) využít dny, kdy jsou koncentrace ozónu nízké a tím umocnit účinnost použitého přípravku

Dodržení termínů vhodných pro aplikaci herbicidů v porostech cukrovek na jaře je vždy poněkud problematické vzhledem k proměnlivým povětrnostním podmínkám v tomto období. Právě vzhledem k výše uvedeným skutečnostem by však bylo vhodné v každém případě termín ošetření v kritickém období dobře zvážit.

V žádném případě nechceme těmito doporučeními vyvolat asociaci s úvahami typu „co sadit při úplňku“, avšak spíše naznačit, že ve složitém systému biosféry působí celá řada faktorů, z nichž některé jsou doposud málo prozkoumány a které při synergickém působení se mohou navzájem zesilovat, popř. eliminovat.

Závěr

Cílem článku bylo seznámit širší zemědělskou veřejnost s prvními pozorováními na našem území, dokazujícími vliv zvýšeného množství UVB záření na rostliny. Látky CFC, do přijetí Montrealského protokolu nekontrolovatelně vypouštěné do atmosféry, mají poměrně dlouhou dobu životnosti v atmosféře, (např. CFC-11 75 let, ale CFC-115 již 380 let) takže lze předpokládat, že se s tímto jevem budeme setkávat ještě nějakou dobu. Chemické procesy, probíhající za nízkých teplot ve stratosféře, jsou doposud poměrně málo prozkoumány, takže i úvahy o dalším vývoji ozónové vrstvy se liší podle jednotlivých odborníků. Každý rok přináší nová překvapení a lze očekávat, že ještě několik let bude vývoj směřovat spíše k horšímu než lepšímu.

Narušení povrchových rostlinných pletiv UVB zářením vytváří vstupní bránu pro další infekční choroby, což může vést k jejich epidemickému výskytu. Naopak zvýšená produkce flavonoidů působí antisepticky. U některých chorob se proto jejich šíření urychluje, u jiných zpomaluje, což jistě povede k narušení obvyklých schémat v ochraně rostlin.

Údaje o aktuálním stavu ozónové vrstvy lze získat jednak z našich sdělovacích prostředků, v nichž uváděné údaje jsou z observatoře českého hydrometeorologického ústavu v Hradci Králové, tak i na INTERNETU např. na adrese <http://jwocky.gsfc.nasa.gov/>, kde je databáze hodnot celkového množství ozónu pro libovolné místo na Zemi, včetně cirkumpolárních map jeho rozložení, což umožňuje sledovat i širší prostorové souvislosti. Tato databáze je sestavována na základě údajů se satelitů systému TOMS a podle našich zkušeností většinou poměrně dobře odpovídá hodnotám z observatoře ČHMÚ.

Na závěr bychom si dovolili požádat pozorné čtenáře z řad zemědělců, popř. fytokaranténních pracovníků, o zaslání popisů neobvyklých poškození rostlin s udáním lokality a data výskytu, průběhu poškození apod., popř. s ukázkou poškozených pletiv, na adresu některého z autorů,

t.j. ing. L. Májková, SRS, Jaselská 16, 746 82 Opava, anebo RNDr. Tomáš Litschmann, Mor. Žižkov 53, 691 01. Umožní to získat lepší přehled o časoprostorovém rozšíření a o možných projevech vlivu UVB záření na rostliny.