

5 DISKUSIA

Problematika klimatickej zmeny je v súčasnosti veľmi aktuálnou témou a skúmanou mnohými vedcami.

Antropogénny klimatotvorný faktor je v súčasnosti najviac spájaný s neregulovaným rastom koncentrácií radiačne aktívnych plynov (GHGs - Greenhouse gases) čo vedie podľa väčšiny vedcov k zväčšovaniu skleníkového efektu atmosféry prejavujúceho sa globálnym rastom teploty vzduchu ako aj zmenami ďalších meteorologických prvkov (Šiška, 1999).

Podľa Lapina (2002) od konca poslednej doby ľadovej sa menila do roku 1750 koncentrácia skleníkových plynov v atmosfére iba nepatrne, odvtedy sa zrýchľuje prírastok všetkých skleníkových plynov v atmosfére okrem vodnej pary (H₂O iba nepatrne rastie). Úplne novými skleníkovými plynmi sú freóny a halóny (iba po roku 1930), v roku 2002 bola koncentrácia CO₂ o 33,5 % a metánu o 159 % vyššia ako pred rokom 1750 (pri CO₂ až o 20 % vyššia ako v roku 1950). Do roku 2100 sa predpokladá dramatický rast koncentrácie hlavných skleníkových plynov v atmosfére, pri CO₂ dôjde zrejme k 100% zvýšeniu už okolo roku 2060 (sú aj iné scenáre v závislosti od možného populačného vývoja, získavania a spotreby energie na Zemi).

K simulácii klimatického systému sa využívajú klimatické modely. My sme v našich analýzach pracovali s kanadským modelom CCCM (Canadian Climate Centre Model), ktorý je považovaný za najvhodnejší pre územie Slovenska. S tým sa stotožňuje aj Šiška (1999), podľa ktorého sa z výstupov modelovania klímy v rámci riešenia U.S. Country Study Programu v podmienkach Slovenskej republiky uplatnili najmä modely CCCM, GFDL (Geophysical Fluid Dynamics Lab.) a GISS (Goddard Institute for Space Studies).

Výsledkom modelovania sú scenáre klimatickej zmeny, ako vedecky zdôvodniteľné predpoklady (alternatívy) zmien atmosférického prostredia, pričom pod týmito predpokladmi sa nerozumie predpoveď, ktorá sa v určitom časovom horizonte musí naplniť.

Scenáre sa však neustále vyvíjajú a spresňujú. Preto aj v období našej práce vznikli novšie scenáre, ktoré podávajú presnejší obraz o klimatickej zmene, hlavne čo sa týka extrémov. Z tohto dôvodu odporúčame pre ďalší výskum v danej oblasti použitie najnovších scenárov CCCM 2000.

Ako uvádza Melo (1996), v súčasnosti najrozšírenejšími (najpoužívanejšími) a najrozvinutejšími klimatickými modelmi sú atmosférické a oceánske modely všeobecnej cirkulácie. Vo viacerých prípadoch boli GCMs (General Circulation Models) atmosféry

a oceánu vyvinuté oddelene. Ich vzájomným prepojením vzniká prepojený model všeobecnej cirkulácie alebo aj prepojený oceánsko – atmosférický model.

Nové výstupy modelov poskytujú oveľa väčší rozsah klimatických charakteristík v porovnaní s predchádzajúcimi verziami modelov. Najnovší kanadský model CCCM 2000 poskytuje vo výstupoch časové rady údajov pre 47 klimatických prvkov a model GISS 1998 pre 59 klimatických prvkov. V najnovších modeloch sa klimatické charakteristiky začínajú týkať aj problematiky extrémov a rieši sa aj otázka výstupov v tvare časových radov denných hodnôt vybraných klimatických prvkov. Teplotnými extrémami sa zaoberajú napr. tieto klimatické modely: CCCM (denná variabilita teploty vzduchu, extrémne teploty vzduchu, denná variabilita zrážok, trvanie suchého a vlhkého obdobia, mimotropické cyklóny, tropické cyklóny – početnosť, intenzita, postup, stred cyklóny), CSIRO (denná variabilita teploty vzduchu, extrémne teploty vzduchu), GFDL (index tepla, denná variabilita zrážok), UKMO (denná variabilita teploty vzduchu, denná variabilita zrážok) (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001).

V súčasnosti sú podľa Lapina (2000) najlepšie preskúmané dôsledky rastu skleníkového efektu atmosféry na rast priemerov teploty vzduchu na celej Zemi (globálne otepľovanie). V závislosti od toho, ako sa bude ľudstvo správať v budúcich 100 rokoch pri emisii skleníkových plynov do atmosféry, možno očakávať, že sa celosvetový priemer teploty vzduchu do roku 2100 postupne zvýši oproti priemerom z obdobia rokov 1971 - 2000 o 2,0 až 4,0 °C. To znamená, že sa u nás postupne premiestnia teplotné pomery z Podunajskej nížiny pravdepodobne niekde do priestoru od Banskej Bystrice po Oravu. Ani pri teplote vzduchu nie je však možné vylúčiť výnimočný scenár klimatickej zmeny, ktorý predpokladá zmenu Golského prúdu tak, že sa v severozápadnej Európe pomerne náhle ochladí o niekoľko stupňov.

Výraznejší nárast teploty podľa všetkých scenárov klimatickej zmeny sa predpokladá v zimných mesiacoch, v lete by mal byť nárast teploty menej výrazný. (Lapin, 1995)

Zo zistených výsledkov vyplýva, že klimatická zmena prináša okrem mnohých negatívnych vplyvov i zvýšenie teplôt, ktoré možno z určitého pohľadu hodnotiť ako pozitívny vplyv na pestovateľské prostredie.

Vinič hroznorodý je jednou z plodín, ktoré veľmi citlivo reagujú na sumu aktívnych teplôt, dosiahnutých na danej lokalite. Táto skutočnosť by v budúcnosti mohla byť prospešná k prehodnoteniu odrodovej rajonizácie viniča hroznorodého na Slovensku. To znamená, že pestovanie odrôd náročnejších na sumu aktívnych teplôt – s potrebou dlhšieho vegetačného

obdobia, by sa mohlo z pôvodných pestovateľských areálov presunúť do vyšších nadmorských polôh a severnejších oblastí Slovenska.

Autori Jones, Davis (2000) uvádzajú, že za posledné dve dekády fenologických pozorovaní v Bordeaux bol zaznamenaný posun fenologických fáz do skorších termínov a skrátenie fenologických intervalov a predĺženie vegetačného obdobia. Rovnako tak bola zaznamenaná vyššia produkcia cukru v pomere ku kyselinám, vyššie hmotnosti bobúľ a potenciálne vyššia kvalita vín. Analýzy pokusov ukázali vysokú koreláciu s klimatickými podmienkami, pričom bol pozitívny vplyv vyššieho počtu teplých dní v období kvitnutia a dozrievania a menšie úhrny zrážok pri dozrievaní.

V našich výpočtoch bol taktiež stanovený posun nástupu vegetačného obdobia viniča do skorších termínov na niektorých lokalitách o 14 dní a taktiež rýchlejší priebeh jednotlivých fenofáz.

Špánik (2001) a Hričovský (1994) uvádzajú, že klimatické zmeny teploty, zrážkových úhrnov, ale aj iných faktorov prostredia podstatnou mierou ovplyvnia nástupy fenofáz a tým aj dĺžky fenofázových intervalov a celých vegetačných období ohraničených nástupom a ukončením biologicky definovaných teplôt. Je však nevyhnutné zdôrazniť, že tento predpoklad rozširovania územia pestovania viniča hroznorodého u nás je platný len pri zohľadnení i ostatných agroklimatických charakteristík. Spolu so zvyšovaním teploty bude dochádzať súčasne k znižovaniu úhrnov zrážok a ich nerovnomernému rozloženiu počas vegetačného obdobia. Pri rajonizácii je potrebné uvažovať i s extrémnymi faktormi počasia, ako sú napríklad kriticky nízke teploty, zmeny výskytu chorôb, škodcov a burín a iné.

Podľa Špánika a Tomlaina (1997) patrí teplota k najdôležitejším faktorom prostredia ovplyvňujúcim biologické systémy patogénov, živočíšnych škodcov rastlín ale aj burín. Je regulátorom intenzity ich produkčných procesov a tým aj ich výskytu a stupňa škodlivosti.

Z klimatického hľadiska sa menia aj podmienky zimy a tým aj ich vplyv na rastliny. Agroklimatické analýzy ukázali, že podmienky prezimovania interakčne ovplyvňujú hlavne extrémne minimálne teploty, výška a trvanie snehovej prikrývky a hĺbka premfzania pôdy. V dôsledku toho možno všeobecne v budúcnosti predpokladať zhoršovanie podmienok prezimovania.

Pri vyšších teplotách v budúcnosti sa predpokladá vyšší výskyt múčnatky viniča, múčnatky jablonovej, vyšší výskyt vírusových ochorení. Pre výskyt škodcov majú význam aj teplotne extrémne zimy.

Okrem otepľovania, ktoré môže byť vnímané aj ako pozitívny dôsledok klimatickej zmeny, hlavne z pohľadu pestovania teplomilných druhov, klimatická zmena prináša so sebou mnoho negatívnych javov. Jedným z nich je aj znižovanie úhrnov zrážok.

Lapin (2002) uvádza, že popri raste mesačných priemerov teploty vzduchu o 2 - 4 °C scenáre GCMs predpokladajú do horizontu roku 2075 aj rast priemerov relatívnej vlhkosti vzduchu o 13 – 23%.

Keďže pri vyššej relatívnej vlhkosti vzduchu je aj väčšia energia instability a intenzívnejšia turbulencia, môžu sa denné úhrny zrážok zvýšiť až o ďalších 20%, prípadne aj viac, ak ide o búrkové lejaky. Ani jeden z modelov GCMs totiž nevyklučuje, že aj v budúcnosti sa budú v lete vyskytovať v strednej Európe brázdy nízkeho tlaku vzduchu, alebo samostatné cyklóny, ktoré sú nevyhnutné na vznik niekoľkodenných intenzívnych privalových dažďov s povodňovými dôsledkami (Lapin, 2000). Takmer všetky GCMs scenáre predpokladajú u nás v lete pokles mesačných úhrnov zrážok (CCCM až o 16 % v júli), alebo iba malé zmeny (GISS98 rast o 1% v júli) až do horizontu roku 2075 (Lapin, 2002). To na jednej strane nasvedčuje postupnému rastu aridity na našom území, najmä na nížinách na juhu Slovenska, na druhej strane sa však evidentne vytvárajú podmienky na výskyt vysokých krátkodobých úhrnov zrážok za špecifických synoptických situácií (Melo, 2003).

Zmeny fyzikálnych a chemických vlastností pôdy - predpokladané klimatické zmeny, hlavne otepľovanie a vysušovanie, budú ovplyvňovať fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy. Vyššie teploty urýchlia rozklad organickej hmoty a tiež pravdepodobne podnetia vzrast podzemnej koreňovej hmoty. V suchých oblastiach SR, predovšetkým na piesočnatých pôdach, bude výrazne zvýšená veterná erózia a opačne vo vyšších polohách a horských oblastiach Slovenska sa budú vplyvom zvýšenej búrkovej činnosti v letných mesiacoch vytvárať priaznivé podmienky pre vodnú eróziu (Špánik - Tomlain, 1997).

Dá sa teda predpokladať, že rast teploty vzduchu jednak zvýši riziko sucha, no zvýši sa aj riziko vysokých jednorazových úhrnov zrážok (krátkodobé úhrny zrážok trvajúce od niekoľkých minút do niekoľkých dní). Atmosférické prúdenie môže zaznamenať aj dočasné výkyvy, čoho dôsledkom môžu byť dlhšie vlhké alebo suché obdobia na tých istých miestach. (Lapin, 2000).

Tieto tvrdenia možno podložiť aj výsledkami získanými pozorovaniami v Radošine v pokusnom roku 2003 a tiež výpočtami a grafickým znázornením zmeny zrážkových a teplotných pomerov Walterovým klimogramom. Z nich vyplýva, že v budúcich časových horizontoch sa bude predlžovať obdobie sucha. Preto bude potrebné počítať s budovaním závlahových systémov aj pri viniči hroznorodom a tomu prispôbiť agrotechniku.

Úhrny potenciálnej (E_0) a aktuálnej (E) evapotranspirácie je možné odvodiť na základe scenárov teploty vzduchu, radiačnej bilancie, vlhkosti vzduchu, atmosférických zrážok a počtu dní so snehovou prikrývkou. Z výsledkov modelovania vyplýva, že v južnej polovici Slovenska bol zaznamenaný rastúci trend úhrnov potenciálnej evapotranspirácie a pokles skutočnej evapotranspirácie, čoho dôsledkom je zväčšovanie $E_0 - E$ (evapotranspiračný deficit). Z neho sa odvodzuje deficit vody v pôde pre optimálne podmienky rastu plodín a následne aj deficit vlhkosti pôdy. Rast úhrnov potenciálnej evapotranspirácie je spôsobený zväčšovaním energetických možností evapotranspirácie (rast teploty vzduchu, sýtnostného doplnku a celkovej bilancie žiarenia). Klesajúci trend skutočnej evapotranspirácie zodpovedá postupnému znižovaniu úhrnov atmosférických zrážok. V horách, s dostatkom zrážok počas roka, rast teploty vzduchu, pokles relatívnej vlhkosti vzduchu a pokles počtu dní so snehovou pokrývkou sa odrazí v raste úhrnov potenciálnej i skutočnej evapotranspirácie bez výraznejšej zmeny vlhkosťných pomerov pôdy. V prípade, že rast úhrnov evapotranspirácie je väčší ako rast úhrnov zrážok, potom sa vlhkosť pôdy bude postupne znižovať (Tomlain - Hrvoľ, 1994).

Podľa Hrvoľa (1996) na základe modelových výpočtov pre lokality ležiace na území SR možno konštatovať, že v porovnaní s dlhodobým priemerom sa zväčší priemerná oblačnosť v chladnom polroku, úbytok oblačnosti sa predpokladá v teplom polroku. Zväčšenie oblačnosti vyústi do znižovania mesačných súm globálneho žiarenia, znižovanie oblačnosti sa prejaví zväčšovaním súm globálneho žiarenia. Z modelov CCCM a GFD3 vyplýva vzrast súm globálneho žiarenia, čo je v súlade s dlhodobým trendom ročných súm najmä na juhu Slovenskej republiky, model GISS predpokladá naopak mierny pokles ročných súm globálneho žiarenia. Ročné sumy bilancie žiarenia aktívneho povrchu k časovým horizontom 2010, 2030 a 2075 budú rásť na celom území Slovenska v dôsledku znižovania počtu dní so snehovou pokrývkou a priemerného zväčšenia oblačnosti v chladnom polroku a ubúdania v teplom polroku.

S globálnym alebo fotosyntetickým aktívnym žiarením priamo súvisí i produkčný potenciál, ktorý sme výpočtom stanovili pre 26 lokalít Slovenska (napr. lokalita Hurbanovo $2,88 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ za roky 1951-80 a $3,24 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ k roku 2075). Na lokalite Hlohovec z priamych meraní vyplynula priemerná aktuálna úroda fytomasy (U_{af}) $0,78 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ a vypočítaná potenciálna úroda fytomasy (U_{pf}) predstavovala hodnotu $2,64 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$. Z uvedeného vyplýva, že na lokalitách s dostatočnými sumami žiarenia je predpoklad zvyšovania úrod fytomasy pri optimalizácii ostatných limitujúcich faktorov prostredia.

Zmeny koncentrácie CO₂ majú priamy vzťah k produkčnému potenciálu rastlín. Experimentálne bolo dokázané, že na dvojnásobné zvýšenie koncentrácie CO₂ rastliny reagujú zvýšením rýchlosti fotosyntézy v rozpätí 30 – 50% (Woodward, 1991), pričom stimulačný efekt nie je viazaný len na prostredie radiačne nasýtené (Long - Drake, 1991). Zvýšenie fotosyntézy sa následne prejavuje i v náraste fytomasy. Tento efekt je však silne závislý od rastlinného druhu a nemusí byť trvalý najmä u rastlín s nízkym morfogenetickým potenciálom. (Long - Drake, 1991).

Dlhodobý pobyt rastlín v atmosfére obohatenej o CO₂ tiež vedie k zníženiu hustoty prieduchov, čo ovplyvňuje možnosti absorpcie CO₂ a následne vedie k zníženiu rýchlosti fotosyntézy a produkcie biomasy (aklimačný efekt). Koncentrácia CO₂ pôsobí priamo na intenzitu rastu porastov podľa charakteru fotosyntézy a prvotnej fixácie CO₂. (Špánik - Šiška - Repa, 1996). Rastúca koncentrácia CO₂ má antitranspiračný účinok na rastliny, prieduchy sú otvorené kratší čas, čím klesá transpirácia. Rastúca prieduchová rezistencia bude znižovať požiadavky na zavlažovanie (Idso, 1994).

Výslednicou vplyvu klímy a antropogénnych činností spolu s fylogenezou živých organizmov je biodiverzita, čiže biologická rozmanitosť génov, populácií, druhov, ekosystémov až biosféry. V súvislosti s klimatickou zmenou je potrebné v budúcnosti počítať s tým, že pôsobením klimatických podmienok a meniacou sa agrotechnikou pestovaných plodín bude sa výrazne meniť aj zastúpenie jednotlivých druhov burín. Ovplyvnená bude i biodiverzita fytopatogénnych mikroorganizmov. Medzi abiotické faktory, ktoré priamo vplyvajú na metabolizmus hostiteľských rastlín predovšetkým patria teplota vzduchu a pôdy. Teplotné pomery, ktoré v posledných rokoch v značnej miere ovplyvnili biochemické procesy rastlín, pôsobili aj na zložité vzťahy hostiteľ - patogén (Brindza et al., 1995)