

PODÍL FYTOBIOKLIMATOLOGIE NA HODNOCENÍ PŘÍRODNÍCH PODMÍNEK

THE ROLE OF FYTOBIOCLIMATOLOGY IN EVALUATION OF NATURAL CONDITIONS

Rožnovský, J.

Abstract

Bioclimatology is a branch of science dealing with the influence of climate on organisms (people, animals and plants). The influence of climate on the plants is studied by fytobioclimatology which can be divided to agricultural and silvicultural parts. „The soil-plant-atmosphere“ system is an object of fytobioclimatological studies. Attention should be paid to terminology because the fytobioclimatology is a relatively young science. Climate change studies represents new directions of research within bioclimatology. The importance of studies dealing with the potential impact of climate changes on the environment increases. A serious problem with respect to the development of bioclimatology is the absence of research institutions. More research projects and wide international collaboration can be the way of progress in fytobioclimatology.

Úvod

Průběh počasí letošního jara a léta vedl určitě mnohé z nás k úvahám o vztazích mezi přírodními procesy, hlavně o tvorbě počasí, a lidskými aktivitami, neboť chod teplot vzduchu a srážek můžeme z mnoha pohledů označit za extrémní. Stále rostoucí vliv člověka na přírodní podmínky na naší planetě zákonitě vede k jejich narušování, jak to dokazují tzv. globální problémy. Pro uchování své existence se musíme naopak snažit udržet přijatelné životní podmínky. V tomto pohledu jde vlastně o řešení problémů, které si lidé způsobili, většinou nechtěně, mnohdy spíše díky nezájmu o přírodu a nedostatečnému poznání jednotlivých přírodních zákonitostí a vazeb. Jediným východiskem je důsledné a hluboké studium přírodních procesů a zákonitostí a na základě jejich poznání šetrné zavádění nových hospodářských postupů a pochopitelně provádění intenzivních ochranných opatření.

V tomto pohledu se musí vědecké bádání též podrobně věnovat vztahům mezi organismy a prostředím, ve kterém výraznou roli sehrává atmosféra. Jinými slovy je nemyslitelné, že bychom poznali zákonitosti přírodního prostředí, když bychom nestudovali podnebí vyjádřené klimatickými prvky a charakteristikami vztaženými k živým organismům, které ve spolupůsobení s dalšími faktory prostředí umožňují existenci, růst, vývoj, rozmnožování a rozšiřování organismů, tedy bioklima. Přitom jde jednak o studium souboru klimatických podmínek nutných pro existenci živých organismů, jednak o klimatické poměry ovlivněné organismy. Významnou součástí různých světových výzkumných programů je právě studium těchto vztahů, tedy studia bioklimatologická, v užším zaměření na rostliny, tzn. fyto bioklimatologická.

Musíme si také připomenout, že rostliny svým výskytem nebo projevy signalizují výskyt nebo působení určitých faktorů v různých rozměrech prostředí, např. rostliny typické pro dané klimatické pásmo, indikace určitých hodnot světelných podmínek v podrostu lesa, poškození stromů mrazem vymezuje mrazové kotliny apod. V tomto pohledu jsou rostliny doslova bioklimatologickým indikátorem (Rožnovský 1993). Jde o využití fenologických pozorování, které jsou tak potřebné pro posouzení dopadů možné změny klimatu. Tato velmi aktuální problematika je spjata s naším oborem.

Předmětem tohoto pojednání je posouzení současného stavu poznání vztahů mezi podnebí a rostlinami navzájem, poznání procesů tvorby fyto bioklimatu (fytoklimatu), jeho význam a možnosti jeho ovlivnění. Snahou je přesněji určit oblast fyto bioklimatologie, poukázat na její teoretické základy na straně jedné a možnosti či doslova zaměření výzkumu na straně druhé.

Rozsah fyto bioklimatologie

Existence České bioklimatologické společnosti a Slovenské bioklimatologické společnosti při SAV, dříve společné Československé bioklimatologické společnosti, naše současná spolupráce v tomto oboru, získané projekty a dosažené výsledky dokládají úroveň fyto bioklimatologie v obou našich republikách. Přesto jsem zařadil do tohoto pojednání kratší úvahu o vymezení bioklimatologie, následně fyto bioklimatologie. Při vymezení oborů biometeorologie a bioklimatologie vycházím z tradice, tedy že v mezinárodní literatuře je dávana přednost pojmu biometeorologie, v našich zemích spíše pojmu bioklimatologie. Tato v československém tradičním pojetí byla vymezena prof. V. Novákem jako nauka o

vzájemných vztazích mezi živými organismy a atmosférickým, přesněji půdně ovzdušným prostředím. K němu se připojují i vlivy geofyzikální a kosmické podle míry vlivu na biosféru. Jak již bylo uvedeno, je v tomto pojednání podle naší tradice jako souhrnný užíván pojem bioklimatologie.

Konkrétní vymezení jednotlivých pojmů uvádí Bioklimatologický slovník (1980), kde podle International Society of Biometeorology je biometeorologie obor meteorologie zahrnující studium přímých a nepřímých efektů (nepravidelných, kolísajících nebo rytmických) fyzikálních, chemických a fyzikálně chemických mikroprostředí a makroprostředí jak zemské atmosféry, tak i podobných mimozemských prostředí na fyzikálně chemické systémy a organismy. Biometeorologie studuje vztahy mezi počasím a živými organismy navzájem. Bioklimatologie je definována jako věda o vzájemných vztazích mezi živými organismy a podnebím, věda o bioklimatu.

V základním rozdělení bioklimatologie podle předmětu studia potom bioklimatologie rostlin studuje vztahy mezi rostlinami a rostlinnými společenstvy přírodními a kulturními a atmosférou (včetně klimatu půdy) navzájem. Jistě, že můžeme vymezit samostatně biometeorologii rostlin (fytobiometeorologii, fytometeorologii) zaměřenou na vztahy mezi rostlinami a počasím a bioklimatologii rostlin (fytobioklimatologii), studující vztahy mezi rostlinami, rostlinnými společenstvy a podnebím. Znamé je též členění bioklimatologie podle užití např. na zemědělskou, lesnickou apod. (Seemann et al. 1979). Všechny tyto dílčí obory mají své mnohé metody měření a vyhodnocování. Protože jde o aplikované obory, setkávají se zde specialisté více oborů, což sebou nese i prolínání terminologie.

Stále narůstající rozsah poznatků v různých oborech a nutnost propojovat dílčí poznatky do souhrnného posouzení přírodních procesů vede k tomu, že jednotlivé vědní obory přejímají mnohdy ne zcela přesně odborné pojmy a názvy. Touto nedůsledností dochází k nedorozumění, nejasnostem nebo chybnému pochopení. Konkrétním případem je např. často chybné vysvětlování pojmu skleníkového efektu, kdy není dbáno na fyzikální podstatu tohoto procesu. Zdrojem nedorozumění jsou nepřesné překlady z cizích jazyků bez znalosti meteorologie a klimatologie či stávající meteorologie a zavádění nových pojmů. Stále více také narážíme na zatím ne zcela sjednocenou symboliku.

Předmětem bioklimatologických studií se musí současně stát i problematika terminologie. Bude nutné více propojit poznatky teoretické meteorologie a klimatologie s poznatky, např. biologů, zemědělců, ekologů. Naš obor musí více využívat matematického modelování

bioklimatických procesů. V tomto směru je velmi důležité naše zapojení do vyhodnocení procesů, kterými prochází celý klimatický systém, a zapojení do studia možné změny klimatu.

Již zde byla vzpomenua fenologie. Na tomto místě je nutné říci, že bohužel tento vědní obor byl v určitém pohledu přehlížen a dodnes mu není věnována patřičná pozornost. Proč dnes nemůžeme pro vyhodnocení variability klimatu využít fenologických podkladů, a tak odpovědět na mnoho kladených otázek? Protože fenologická pozorování byla na okraji zájmu odborných institucí. Pro mnohé z nás se překvapivě ukázalo, že díky změnám metodik nemáme homogenní řady fenologických dat, a nemáme tak možnost vyhodnocovat v tomto pohledu vzájemný vztah jednotlivých rostlin či společenstev a proměnlivosti podnebí. Jsem si plně vědom připomínek mnoha kritiků využití fenologických dat. Jsem s nimi v mnoha konkrétních případech zajedno, protože se nakonec shodneme v tom, že chybějící, nepřesná či chybná fenologická data jsou výsledkem nedůslednosti a změn v metodikách fenologických měření atd. Podobně dnes těžce hledáme podklady z dendroklimatologie, abychom na jejich základě mohli studovat závislost mezi klimatem a tloušťkovým přírůstem stromů, vymezení klimatických cyklů a změny klimatu v současnosti i dobách starších, včetně souvislosti mezi šířkou letokruhů a periodami sluneční aktivity. Znalost těchto vztahů by nám umožnila provést určitou generalizaci poznatků o možné změně klimatu vzhledem k lesnímu hospodářství.

Uvedené příklady jsou jen zlomkem z potřebných studií vztahu mezi rostlinami a podnebí. Ovšem pro všechny je stejně platný poznatek, že naše poznatky jsou jen dílčí. Je to dáno tím, že nemáme pracoviště, které by bylo komplexně zaměřeno na fyto-bioklimatologii. Jistě, že v současné situaci našich hospodářství je tato úvaha doslova idealistická, ale jen připomínáním ideálů se k nim můžeme praktickým životem přibližovat. Za ideál si zde můžeme vytknout komplexnost řešení, protože heterogenita rostlinných společenstev je tak velká, že ji v dohledné budoucnosti nemůžeme ani vymežit, když navíc je podstatný rozdíl mezi přírodními a umělými cenózami. Pro zajištění potravin a materiálu je větší pozornost věnována studiu zemědělských a lesnických společenstev, ovšem pro poznání zákonitostí života na naší planetě musíme poznat i složité systémy přirozených ekosystémů.

V rámci bioklimatologických studií se musíme věnovat i dalším přírodním sférám. Pro pěstování zemědělských plodin a lesů je nezastupitelná půda. Dlouhodobý režim fyzikálních vlastností půdy, nejčastěji vyjádřený teplotou a vlhkostí, někdy doslova označujeme jako „podnebí půdní“. Vývoj genetických půdních druhů probíhá pod vlivem makroklimatu. Půdní podnebí vytváří prostředí pro kořeny, a tím ovlivňuje růst a vývoj rostlin, proto je mnohdy

zahrnováno do porostního podnebí. Závisí na obsahu půdního vzduchu, půdní vody, organických látek, na fyzikálních vlastnostech půdní hmoty. Významný je vliv přilehlé vrstvy vzduchu. Utváření půdního podnebí je dáno hlavními klimatickými procesy, a to radiační, energetickou a vodní bilancí. Jejich hodnoty ovlivňuje charakter aktivního povrchu půdy, fyzikální vlastnosti minerálních součástí půdy, obsah organických látek v půdě, výška hladiny podzemní vody apod. Vodní bilanci ovlivňují kondenzační a desublimační procesy v půdě vytvářející rosu a led. V tomto pohledu potom půdní „podnebí“ nejčastěji řadíme k mikroklimatu. Závislost na tvaru reliéfu, např. expozici, sklonu apod. vyjadřuje půdní mezoklima.

Bioklimatologická hodnocení jsou ovlivněna i typem krajiny, která se vyznačuje svérázným vnějším vzhledem (lesní, stepní, pouštní krajina), svéráznou vnitřní strukturou s bezprostředními a zpětnými vazbami mezi abiotickými, půdními a biotickými komplexy, které jsou dány příslušnou energetickou bilancí v závislosti na určité poloze na povrchu Země a vývojem v čase a prostoru v závislosti na změnách při vstupu a výstupu energie a hmoty v komplexu. Topické komplexy jsou výsledkem působení místních zonálních a azonálních činitelů v rámci určité krajiny. Jako zonální označujeme činitele podléhající zákonu šířkové pásmovitosti a výškové stupňovitosti, tedy i podnebí. Proto nacházíme mezi typem krajiny a podnebím úzkou závislost, kterou musíme respektovat při bioklimatologických studiích.

K výše uvedenému je ještě nutné zdůraznit, že samostatné budou i bioklimatologické postupy vyhodnocení meteorologických a klimatologických dat, které pro bioklimatologické studie musí být často doplňovány o podklady z fenologie, agronomie a dalších oborů.

Výzkumná základna fyto­bioklimatologie

Jak již bylo uvedeno, je rozsah fyto­bioklimatologie velmi široký. Můžeme ho v základním pohledu rozdělit na oblast zemědělskou a lesnickou, tedy vymezit fyto­bioklimatologii zemědělskou a lesnickou. Jistě je oprávněné další podrobnější členění, které však překračuje vymezený rozsah tohoto článku. Obecně platí, že rozvoj elektroniky, výpočetní techniky, matematických metod a informačních systémů v posledních desetiletích znmohonásobil poznatky i v našem oboru. Oproti osmdesátým letům nemáme však v současné době výzkumné pracoviště, které by bylo nositelem fyto­bioklimatologického výzkumu. Jak již bylo uvedeno, jsou získávány výsledky z projektů, které se zaměřují na

studium dílčích procesů. V současné době je v ČR na jednotlivých pracovištích nejvíce sledována problematika dopadů možné změny klimatu (Brázdil, Rožnovský et al. 1996) díky několika projektům hrazených Grantovou agenturou ČR, aktivitám Národního klimatického programu ČR a spolupráci se zahraničím.

V lesnické bioklimatologii má dnes dominantní postavení výzkumná činnost Ústavu ekologie krajiny AV ČR. V rámci ekofyziologických studií jsou na pracovišti Bílý Kříž v Moravskoslezských Beskydech prováděny studie porostního mikroklimatu smrkových porostů, jejich aerodynamických vlastností, toků energie a hmoty mezi atmosférou a porostem. Velkou předností tohoto pracoviště je komplexnost sledování, fyziologické procesy jsou vyhodnocovány pro definované podmínky porostního klimatu a stavy v atmosféře. Zapojením tohoto pracoviště do projektů možné změny klimatu jsou vytvářeny podmínky pro propojení poznatků jednotlivých kategorií klimatu. Bude tak možné vyhodnotit v obou směrech vazbu mezi porostním klimatem – mezoklimatem a makroklimatem. Jen tento postup nám dovolí upřesnit dopady možné změny klimatu na lesy, v obecném pohledu potom stanovení vlivu změny klimatu nebo proměnlivosti klimatu na ekosystémy.

Zemědělská fytiobioklimatologie nemá dnes v České republice své výzkumné pracoviště. Převážná část výzkumu probíhá na zemědělských univerzitách, dílčí výzkum na zemědělských výzkumných ústavech. Dominující částí výzkumu jsou růstové modely a využití jejich výstupů v problematice možné změny klimatu. Právě problematika dopadů možné změny klimatu na zemědělství podtrhla význam bioklimatologických studií a proto jim bude věnována pozornost v dalších částech.

Okruhy aktuálních problémů

Přes široký rozsah našich poznatků, a tím i mnoho dílčích okruhů, které vyžadují řešení, můžeme několik z nich označit jako aktuální. Již v úvodu byl připomenut výskyt sucha v jarních měsících tohoto roku. Aby snad samo počasí dokázalo, že je opravdu velmi proměnlivé, v červenci tohoto roku se na několika místech ČR vyskytly záplavy, protože úhrny srážek byly nadnormální. Přesto je problematika sucha i pro naši republiku velmi aktuální. V souvislosti se suchem a snahou po přesných výpočtech vláhové bilance se dostáváme k problematice výpočtů aktuální a potenciální evapotranspirace (Allen, Pruitt

1991). Nejčastěji používaná rovnice Penmana, byť v různých modifikacích, by vyžadovala důkladnou verifikaci, či nahrazení jinými vztahy, hlavně pro zimní měsíce.

Verifikované vzorce pro jednotlivé formy výparu bychom potřebovali v rámci široké škály řešení dopadů možné změny klimatu (Parry 1990, Carter et al 1991). Ovšem nejde jen o výpar. Ukazuje se, že bychom potřebovali i mnohé vztahy mezi meteorologickými prvky a projevy rostlin znovu prověřit a doplnit. Do tohoto okruhu patří i zdánlivě vyřešená otázka homogenity klimatických řad apod.

Současné době je hledána cesta jak zajistit agrometeorologické služby. Určitý problém je v tom, že nejde o poskytování čistě meteorologické informace, přestože se musí vycházet i ze synoptických podkladů. Agrometeorologické služby mají více či méně kombinovaný charakter a vycházejí nejen z údajů meteorologických, ale i ze znalostí vztahů agrobiologických dějů k podmínkám povětrnostním. Proto se zde agrobiologické údaje stávají nezbytným vstupem. Tyto kombinované informace jsou obvykle založeny na vyhodnocení počasí právě uplynulého úseku vegetačního období z určitého agroekologicky definovaného hlediska. Tyto skutečnosti vyžadují týmovou práci, kde je bioklimatolog či agrometeorolog nenahraditelný. Základním předpokladem pro vývoj agrometeorologických služeb je těsná spolupráce meteorologie a zemědělství, která však má finanční potíže a proto významněji vznik těchto služeb nepodporuje.

Výskyt sucha

Výskyt sucha ve světovém rozsahu je stále aktuálnější problém. Z hlediska klimatologického víme, že výskyt suchých oblastí na zeměkouli není náhodný, ale zákonitý jev, který souvisí se všeobecnou cirkulací atmosféry. Naše území do těchto oblastí nepatří, takže suché oblasti v klimatologickém smyslu slova se u nás ani nevyskytují. Typické však je pro naše zemědělsky neúrodnější oblasti sucho nahodilé. S ohledem na časoprostorová proměnlivost výskytu srážek se zde nejčastěji projevuje výskyt bezsrážkových období, která vyvolávají sucho. Z hlediska zemědělského jde o významný výnosotvorný faktor, protože se projevuje převážně ve vegetačním období. Výskyt sucha bude mít odlišný účinek podle doby výskytu, délky trvání a intenzity. Největší snížení výnosů zemědělských plodin suchem je v tzv. kritických vývojových obdobích jednotlivých plodin. Znalost pravděpodobnosti výskytu sucha je jednou ze základní podmínek pro zavedení efektivních opatření, snižujících jeho negativní účinky.

Charakteristika sucha je však dosud méně přesně vyjádřena s tím, že pojem sucho je mnohdy brán z různých pohledů. Nejčastěji se setkáváme označením sucha atmosférického, agronomického, meteorologického, klimatologického, fyziologického, hydrologického, ale také nahodilého (Meteorologický slovník 1993). Suchost podnebí - aridita, v pojetí klimatologie vyjadřuje výrazně převažující výpar nad množstvím spadlých srážek. Jako suché období je často v klimatologické literatuře označováno období bezsrážkové. Tímto míníme vždy určitý počet po sobě jdoucích dnů (nejčastěji nejméně 5 dnů), kdy nebyly na stanici naměřeny srážky, případně byly srážky velmi malé (0,0 mm, výjimečně 1 mm).

Za hrubou hranici sucha považujeme roční úhrny srážek do 550 mm. Nedostatek půdní vláhly se potom projeví ve vegetačním období pokud srážkový úhrn nepřekročí 340 mm, v jednotlivých měsících, když úhrn srážek nedosáhne 50 mm. Agroklimatologické vymezení sucha pro Československo pomocí ukazatele zavlažení, vyjádřeného rozdílem potenciální evapotranspirace a srážek za letní měsíce (VI až VIII) uvádí Kurpelová et al. (1975). Jako sucho agronomické je označován nedostatek vody v půdě vyvolaný suchem meteorologickým, nejčastěji chápaným jako nedostatkem srážek, které se nevyskytují vůbec anebo jen v malých úhrnech. Toto znamená, že výskyt sucha je doslova limitován vlastnostmi půd, jejich hydropedologickými charakteristikami. Stejně úhrny srážek se v tomto pohledu budou projevovat různě. Zákonitě se při výskytu sucha uplatňuje vliv evaporace, v porostech potom evapotranspirace zvyšované vyššími teplotami vzduchu a většími rychlostmi větru.

Z vyhodnocení pro jižní Moravu zjišťujeme, že úhrn srážek je v normálovém období 1961 - 1990 oproti průměru za období 1901 - 1950 o 23 až 75 mm, úhrn vegetačního období o 5 až 38 mm nižší. Můžeme říci, že z tohoto srovnání vyplývá, že roční pokles srážek hodnoceného období probíhal rozdělen takřka na poloviny mezi vegetační a nevegetační období. To potvrzuje srovnání průměrných měsíčních úhrnů srážek hodnocených období. Ve vegetačním období normálového období je pouze průměr června o 7 mm vyšší než je průměr za roky 1901- 50. Ostatní měsíce vegetačního období mají úhrny nižší, největší pokles vykazuje červenec, a to o 12 mm. V nevegetačním období nacházíme největší pokles v normálovém období u měsíce října, také o 12 mm. Vyšší úhrn oproti období 1901- 1950 nenacházíme v žádném měsíci.

Pro normálové období jsme vypočetli klimatické zajištění srážkových úhrnů pro jednotlivé měsíce. Důležité je zjištění, že u všech stanic s ročními úhrny pod 600 mm, pouze dva roky z deseti budou mít dubnové srážky kolem 50 mm a květnové přes 70 mm. Naopak musíme počítat, že každé dva roky v desetiletí budou úhrny v těchto měsících pod 20 mm.

Budeme-li vycházet s predikce oteplování, nižší srážkové úhrny zimních měsíců většinou dostatečně nenasytí půdní profil a bude docházet asi v 80 % k výskytu jarního nedostatku vláhy pro porosty až ke škodlivému suchu. Nebezpečí výskytu sucha je však reálné i pro jiné části vegetačního období, protože musíme v podstatě každý druhý rok počítat se srážkovými úhrny ve vegetačním období pod 300 mm.

Z literárních podkladů pro hodnocené území je zřejmé, že lineární trendy u průměrných teplot a úhrnů srážek vykazují tendenci potvrzující domněnku o postupné aridizaci našeho území (Litschmann, Rožnovský 1993). Podle statistických analýz se ukazuje, že tyto trendy nejsou na běžně používaných hladinách významnosti signifikantní. Pozornost je však nutno věnovat zvyšujícímu se počtu dnů s vláhovou bilancí pod 20 %. Právě vhodné a výstižné stanovení potenciálního a aktuálního vláhového deficitu je v současné době velmi potřebné.

Dosavadní poznatky o možné změně klimatu

Predikované klimatické a agroklimatické poměry jsou významně ovlivněny volbou scénářů změny klimatu. Podle některých modelů by mělo dojít ke zvýšení teplot vzduchu a nárůstu jejich aktivních a efektivních sum, počtu letních a tropických dnů, častější výskyt horkých vln. V současné teplé klimatické oblasti by mohlo dojít k výskytu období s několika desítkami tropických dnů. Naopak poklesne počet dnů mrazových a dnů ledových s tím, že jejich výskyt nelze vyloučit i ve vegetačním období (Brázdil, Rožnovský et al. 1996 a další).

Můžeme očekávat prodloužení bezmrazového období o 20-30 dnů, kdy počátek vegetačního období se v mnoha oblastech posune na začátek března a konec až do závěru října, když nyní je na převážné většině území vymezen dubnem až zářím. Vyšší teploty vzduchu zákonitě prodlouží vegetační období a ovlivní růst a vývoj rostlin tak, že umožní dřívější vzházení a nástupy dalších fenofází, takže oproti současnému stavu období zrání či sklizně by mohlo být urychleno nejméně o 10-14 dnů. Zvýšení teplot vzduchu by mělo přispět k rozšíření stávajících nejteplejších oblastí na celý Dyjskosvratecký a Dolnomoravský úval, Bohumínsko a část středních a severozápadních Čech.

Urychlení vegetace v jarním období však může zvýšit nebezpečí poškození rostlin pozdními mrazy. Očekávaný teplotní vzestup by tak měl vytvořit dostatečné teplotní zajištění pro pěstování teplomilných kultur (např. polorané odrůdy kukuřice na zrno, rané odrůdy vinné révy). Na druhé straně existuje vážné nebezpečí teplotního stresu častějším výskytem extrémně vysokých teplot (viz výskyt tropických dnů). Jak plyne z odhadu hodnot vláhových

indexů, bez výraznějšího zvýšení srážek při předpokládaném nárůstu evapotranspirace bude ve větší míře ohrožena suchem větší část střední a jižní Moravy, střední a severozápadní Čechy, dolní a střední Polabí a Povltaví, což by se mohlo negativně promítnout na vyšší výnosů v našich nejproduktivnějších oblastech.

Při dostatečně vysokých teplotách tak budou výnosy zemědělských plodin ovlivněny především dostatkem srážek ve vegetačním období, včetně jejich rovnoměrného rozložení. Působení zvýšených teplot by mohly zčásti eliminovat vyšší srážky, jak vychází z některých scénářů. Obtížné je ovšem posoudit jejich rozdělení v roce. Výsledky z období 1961 až 1995 naznačují, že trend srážkových úhrnů vykazuje pokles. V normálovém období 1961 až 1990 výskyt sucha představoval i více než 20% dnů vegetačního období. Totéž platí i pro období 1991 až 96. Složitější je průběh vláhových poměrů od roku 1997, kdy se vyskytla období s mimořádně vysokými srážkami. Nárůst suchých období musíme jednoznačně očekávat v případě předpokládaného oteplování.

Predikce potenciální evapotranspirace (E_o) a agroklimatologických charakteristik pro $2xCO_2$ a $1,5xCO_2$ scénáře ECHAM jednoznačně potvrzuje výrazné zvýšení suchosti klimatu ČR. Výsledky scénáře $2xCO_2$ pro vegetační období dokládají nárůst hodnot E_o o více než 200 mm. Vláhový deficit jen v letním období by dosahoval v teplých letech i více jak 300 mm, za vegetační období až přes 500 mm, přitom těchto hodnot v suchých letech nedosahují roční srážkové úhrny na větší části území jižní Moravy.

Podle našich výsledků nejsou zatím statisticky potvrzeny vzestupy potenciální evapotranspirace v období 1961 až 1998. Vezmeme-li však úvahu predikovanou změnu klimatu, musíme počítat s nárůstem sucha, protože vláhová bilance vegetačního období bude nižší o několik desítek mm vody. Určitou roli sehrává i predikovaný nárůst globálního záření. Tato oblast vyžaduje další podrobnou analýzu. Podle výsledků simulací by však vyšší srážky znamenaly také zvýšení pravděpodobnosti výskytu denních úhrnů srážek nad 10 mm, tedy nárůst erozně nebezpečných dešťů, zejména v květnu, červnu a v září.

Poznatky o možné změně agroklimatologických podmínek je možné shrnout do následujících závěrů:

- výrazné zvýšení potenciální evapotranspirace v letním období,
- nárůst vláhového deficitu,
- zvýšení aridity zemědělských oblastí,
- rozšíření plochy teplé agroklimatologické makrooblasti a aridních podoblastí, relativní snížení variability rajonů.

Na základě těchto poznatků se budou muset navrhovat adaptační opatření s cílem zajistit:

1, Produkci potravin v odpovídající jakosti a množství. Přitom dojde ke změně pěstovaných druhů zemědělských plodin a hospodářských zvířat. Význam bude mít introdukce některých plodin a šlechtění dosavadních druhů na změněné podmínky. Obdobně bude docházet ke změnám v živočišné výrobě.

2, Reprodukci půdní úrodnosti. Přes uvažovanou specializaci zemědělství bude muset být strukturální skladba určitým kompromisem mezi stanovištními a ekonomickými podmínkami, s požadavkem alespoň minimální pestrostí agroekosystému a nevhodnosti dlouhodobých monokultur. V suchých oblastech bude zapotřebí zaměřit se při výběru plodin na ty, které mají kratší vegetaci a menší nároky na vláhu.

3, V rámci agrotechnických postupů snížit ztráty půdní vláhy. Musí být dodrženy správné systémy kultivace půdy zabezpečující dobré podmínky pro půdní život a růst rostlin. Bude účelné více využívat metod minimálního zpracování půdy. Nižší množství chlévského hnoje se bude muset nahradit jinou organickou hmotou. Zaoráváním slámy dochází k prohloubení deficitu půdní vláhy. Rozšiřovat by se měly technologie s využíváním mulče z organické hmoty. Regulace zaplevelení půdy se musí více zaměřit na preventivní opatření. Obtížnost řešení způsobuje radikální snížení využití herbicidů.

4, Stabilitu půd z hlediska jejich erozního ohrožení. Nové pěstební postupy nesmí zvýšit intenzitu erozních procesů. Výpočty ukazují, že se pravděpodobně erozní ohrožení půd přívalovými dešti nesníží, naopak je nebezpečí jejího zvýšení. Vliv větrné eroze by se měl podstatně zvýšit zejména v teplých a suchých oblastech jižní Moravy. V tomto ohledu musí být vedena korekce návrhů protierozní ochrany a jejich jednotlivých prvků. Návrhy protierozních opatření s dlouhodobou životností a vysokými náklady (terasy, větrolamy, protierozní nádrže, apod.) musí brát v úvahu dopady možné změny klimatu. Použití protierozních opatření musí odpovídat prostorovému a funkčnímu uspořádání krajiny s kladným vlivem na její ekologickou stabilitu. Musí být součástí veškerých krajinnotvorných opatření.

5, Možnosti produkce speciálních plodin s využitím závlah. Využití závlah bude muset být zváženo z pohledu vodohospodářského, produkčního a ekonomického. Aktuálně se podle dosavadních zkušeností jeví mikrozávlaha. Bez závlah by zemědělská produkce v

nejteplejších lokalitách mohla být významně snížena, přičemž to jsou oblasti s nejúrodnější půdou.

6, Ochranu rostlin využitím integrovaných postupů. Klimatická změna přinese zvýšený infekční tlak chorob, u některých škůdců bude více generací. První postřik bude nutné provádět podstatně časněji než dosud (Rožnovský et al. 1996).

Všechny tyto dosavadní poznatky se mohou významně změnit se získáním dalších poznatků, to hlavně z oboru fyziologie rostlin. Přímý vliv na rostlinnou produkci bude mít další očekávaný růst koncentrací CO₂, jehož vliv byl ověřován různými fyziologickými modely fotosyntézy. Za současných klimatických podmínek by vzrostla modelovaná zemědělsky využitelná produkce nadzemních částí travních porostů až o několik desítek procent. Výnosy zrna by se mohly u pšenice ozimé zvýšit v některých letech až o 30 %, u kukuřice na zrno až o 15 %. Lze rovněž očekávat zvýšení produkčního potenciálu zemědělských oblastí. Zvýšená koncentrace CO₂, jak dokazují výzkumy posledních let, ovlivňuje i hodnotu stomatárního odporu, a tím i transpiraci, která tak bude nižší. Takto by i při menší dostupnosti vody mohla být zajištěna i zvýšená produkce biomasy. Významnou úlohu může při řešení produkce potravin sehrát genetika genovými modifikacemi zemědělských plodin.

Přesto, že rozvoj vědy může mnohé z dosavadních poznatků změnit, veškerá studia možné změny klimatu, agroklimatologických poměrů a adaptačních opatření budou muset být řešeny i z pohledu fytoekoklimatologie.

Problematika agrometeorologických služeb

Rozsáhlé studie agronomických a agroklimatologických podmínek ukázaly, že mnohé dosud získané podklady bude nutné ověřit s ohledem na novou techniku, bude nutné najít možnosti srovnání a přepočtu mezi daty z meteorologických stanic a měřeními v porostech, podrobněji poznat vztahy mezi růstem a vývojem zemědělských plodin a počasím a podnebím. Dále musí, pokud možno co nejrychleji proběhnout verifikace používaných, převážně zahraničních modelů na konkrétní podmínky nejen naší republiky, ale daných regionů či zemědělských výrobních oblastí atd. S ohledem na finanční situaci v zemědělství se bude muset najít způsob, jak v praxi zavést využití agrometeorologických modelů v ochraně rostlin, při agrotechnických postupech a předpovědi výnosů. Otázkou je, jak dořešit

zajištění potřebných meteorologických údajů s ohledem na stávající síť meteorologických stanic.

V podstatě bude nutné najít způsoby řešení těchto okruhů:

A, získávání a využití údajů využívaných v agrometeorologii a jejich předávání uživatelům. Jde nejen o získání základní databáze, ale o její předávání, zajištění její kvality a spolehlivosti. Mimořádně důležité bude zajištění archivace dat.

B, stanovení jednotné metody kontroly a způsobů zpracování dat, jejich ukládání, metody a programy pro vyhodnocení a konkrétní, v praxi využitelné agrometeorologické programy.

C, vybudování obousměrného informačního systému, který nejen umožní využití existujících databází, ale uživatelům také definování specifických požadavků, zajistí operativní kontakt s uživatelem, přenos dalších informací. Předpokladem je využití internetu, což v mnoha zemědělských podnicích naráží na nedostatek financí.

D, vybudování řídicí složky agrometeorologických služeb s pravomocemi k rozhodování o ekonomické výhodnosti. Dále součástí musí být kontrolní složka, aby využití systémů bylo efektivní. Důležitou součástí bude zajištění předávání informací v dlouhodobějším pohledu.

O vybudování tohoto systému v současných podmínkách jsou vedena intenzivní jednání. V Českém hydrometeorologickém ústavu (dále jen ČHMÚ) došlo v posledních letech k rozvoji a vytvoření nových částí informačního systému. Byly vylepšeny počítačové sítě, probíhá rozvoj radarové meteorologie a bylo zahájeno vybudování centrálních a regionálních prognózních pracovišť. V úzké spolupráci se Světovou meteorologickou organizací (WMO) a meteorologickými službami evropských států ústav realizuje odpovídající numerické předpovědní modely, které jsou zárukou kvalitních prognózních informací. Nyní jsou ČHMÚ poskytovány předpovědi počasí pro zemědělce víceméně jednotlivcům formou konzultací v obdobích špičkových prací, většinou však při možnosti výskytu mimořádných povětrnostních situací. Stávající způsob předávání informací po ukončení programu „Agrometeservis“ postrádá postup zahrnující komplexní požadavky zemědělství směrem na hydrometeorologickou službu.

S ohledem na současný stav a předpokládaný vývoji zemědělství v ČR se považuje za účelné zpracovat samostatný projekt využití služeb ČHMÚ v zemědělství. Měl by to být projekt otevřený, vycházející ze současných možností ČHMÚ ve vztahu k požadavkům a

potřebám zemědělských technologií, srovnatelný se současnými trendy obdobných systémů v zemích EU.

Systém by měl pokrývat předpovědi:

a, operativního rázu, krátkodobé, od několika hodin až na několik dnů, např. opatření v ochraně rostlin, provedení určitých polních prací),

b, střednědobé, v rozsahu několika dnů až měsíce, od rozhodnutí pro využití závlahových systémů až např. k volbě odrůdy,

c, dlouhodobé, agroklimatologického charakteru, jako je upřesnění rajonizace nových odrůd, volba systému hospodaření.

Závěr

Studium vztahu mezi rostlinami a počasím a podnebím je obsahem vědního oboru fytoeklimatologie. Naším cílem je stále prohlubování daného vztahu, poznání procesů tvorby fytoeklimatu (fytoeklimatu), vymezení jeho významu a hledání možností jeho ovlivnění. Ke splnění tohoto cíle musíme stále přesněji vymezovat oblast fytoeklimatologie, rozvíjet dílčí disciplíny, např. fenologii, a přitom dbát na její teoretické základy, více využívat matematického modelování bioklimatických procesů. V tomto směru je velmi důležité naše zapojení do vyhodnocení procesů, kterými prochází celý klimatický systém, zvláště potom do studia výskytu extrémních jevů a zapojení do studia možné změny klimatu.

Udržení zemědělské produkce v podmínkách možné změny klimatu bude možné jen systémem komplexních opatření, zahrnujících výběr nových technologií zpracování půdy, včetně možného mulčování, šlechtění plodin na odolnost proti suchu, zajištění jejich optimální výživy. Stabilizačním faktorem v nejúrodnějších a nejteplejších oblastech však budou doplňkové závlahy. Další výzkum včetně studia možností adaptace na výše uvedené podmínky bude muset být rozšířen v oblasti agroklimatologie na přehodnocení klimatologických a agroklimatologických klasifikací, studium mikroklimatu porostů včetně jejich energetické bilance a rozšíření studií produkční fyziologie. Před fytoeklimatologií stojí výzkumné okruhy řešící propojení přírodních a antropogenních procesů v krajině,

prohloubení adaptačních studií, studium vlivu stresových klimatických a biologických situací.

Důležité bude zajištění systematických agrometeorologických služeb, které musí být poskytovány na srovnatelné evropské úrovni. Pro jejich správnou funkci bude nutné mimo vyřešení administrativních otázek verifikovat, případně vypracovat soustavu agrometeorologických předpovědních modelů. Tyto by nesloužily jen zvýšení produkce ze zemědělské půdy, ale byly by též využívány pro retenční a ochrannou funkci v krajině.

Souhrn: Závislosti mezi růstem a vývojem rostlin a počasím a podnebím studuje fyto bioklimatologie, která jako věda aplikovaná vychází ze širokého základu poznatků mnoha dalších vědních oborů. Její základní členění je na zemědělskou a lesnickou část s tím, že budeme muset do budoucna věnovat větší pozornost i fenologii. Určitým nedostatkem pro další rozvoj fyto bioklimatologie je chybějící zázemí v existenci vědeckého a výzkumného pracoviště. Z mnoha řešených problémů se jako aktuální jeví výzkum problematiky sucha, včetně stanovení metod pro vymezení sucha a zmírnění jeho následků. Dalším aktuálním okruhem je problematika dopadů možné změny klimatu na přírodní i zemědělské cenózy. Stanovení vhodných adaptačních opatření musí vycházet z podrobné analýzy ovlivněného bioklimatu. S ohledem na zemědělskou produkci je nutné definovat veškeré vlivy zvýšené koncentrace CO₂, včetně vlivu na transpiraci. Pro zemědělství je nutné zavést praktické agrometeorologické služby. Jedním z úkolů fyto bioklimatologických studií musí být i potvrzení jejich významu pro zemědělce, aby celý tento systém získal jejich podporu a stal se tak součástí péče o naši krajinu.

Klíčová slova: fyto bioklimatologie, sucho, změna klimatu, agrometeorologické služby

Poděkování: Předložené výsledky vycházejí z projektu č. 205/98/1561 Grantové agentury ČR.

Literatura

Allen R.G., Pruitt, W.O.: FAO-24 Reference evapotranspiration factors. Journal of irrigation and drainage engineering, vol 117, No 5, 1991, s. 758-773.

- Brázdil, R. - Rožnovský, J. a kol.: Dopady možné změny klimatu na zemědělství v České republice. Územní studie změny klimatu pro Českou republiku. Element 2. Národní klimatický program ČR, svazek 18, Praha, Český hydrometeorologický ústav 1995, 140 s.
- Carter, T.R., Parry, M.L., Porter, J.H.: Climatic change and future agroclimatic potential in Europe. *Int. J. Climatol.*, 11, 1991, 251-269.
- Kott, I.: Vláhová bilance na území České republiky v letech 1974-1990. Sborník prací ČHMÚ, 1992, svazek 42, 125 s.
- Kurpelová, M., Coufal, L., Čulík, J.: Agroklimatické podmínky ČSSR. Hydrometeorologický ústav, Bratislava 1975, 270 s.
- Litschmann, T. - Rožnovský, J.: Proměnlivost měsíčních a ročních úhrnů srážek v normálovém období 1961 až 1990. In.: Klimatické změny a lesní hospodářství. Brno, Československá bioklimatologická společnost 1993, s. 28-34.
- Parry, M.L.: Climatic Change and World Agriculture. Earthscan, London, 1990, 165 s.
- Rožnovský, J.: Agroklimatické podmínky a fenologická hodnocení v pohledu možných klimatických změn. Bratislava, Slovenská bioklimatologická společnost 1993, Štúdia XI., s.52 - 55.
- Rožnovský, J. et al.: Návrh opatření na ochranu proti změně klimatu v sektoru zemědělství. A II. Adaptační opatření. Brno, SEVEN 1996, 35 s.
- Seemann, J., Chirkov, Y.,I., Lomas, J., Primault, B.: Agrometeorology. Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag 1979, 324 s.

Adresy autorů

Ústav krajinné ekologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel. 00420-5-45133090, 45133081,
E-mail: roznov@mendelu.cz