

## Možné dôsledky klimatickej zmeny na vlastnosti pôd v SR

*J. Sobočká: Possible Consequences of Climate Change on Soil Properties of the SR. Život. Prostr., Vol. 39, No. 4, 182 – 186, 2005.*

New-modelled climate change scenarios were modified especially for Slovak conditions and used for identification of climate change impact on soil resources of Slovak Republic. Based on it, a "pedo-climatic scenario" was formulated and produced reflecting changes of soil cover of Slovakia with following elaboration of the predicted pedogenetic processes including degraded ones. Our temperate climatic zone will probably cause only small changes in soil genesis compared with other climatic zones. Slow retrograding development of soils and catenas will be dominate along with time horizons defined by climatologists; the majority of genetic soil units at type and subtype level will not change. Changes will be first recognizable in the surface soil layer as this is the most susceptible part to moisture and temperature. A marked acceleration of erosion processes, locally also gleyic and salinization processes are expected, It will be necessary to monitor and control them. More expressive and significant changes will strike some particular soil properties and characteristics. Loss of organic carbon will have the decisive impact on soil structure and soil fertility. The plant nutrient dynamics predetermined by the climatic change will be negligible. Some mitigation and stabilization measurement proposals are described with respect to farmland of Slovakia.

Zmena globálnej klímy spôsobená rastúcou antropogénnou emisiou skleníkových plynov je najvýznamnejším globálnym environmentálnym problémom v doterajšej histórii ľudstva. Do r. 2100 sa predpokladá dramatický rast koncentrácie hlavných skleníkových plynov v atmosfére, objem CO<sub>2</sub> sa dokonca zvýši o 100 % už okolo r. 2060, hoci existujú aj mierne odlišné (reálnejšie) scenáre (Lapin a kol., 1997). Poľnohospodárstvo je podľa Tretej národnej správy o zmene klímy (Kol., 2001) najväčším producentom oxidu dusičitého (74 %) a metánu (38 %).

Pôdu chápeme ako živý a neustále sa vyvíjajúci trojrozmerný prírodno-historický útvar, ktorý vznikol vzájomným vplyvom na styku atmosféry, biosféry, hydrosféry a litosféry za pôsobenia času, reliéfu a činnosti človeka. Pôdy sú dôležitou zložkou terestriálneho ekosystému, ktorý je v súčasnosti v dynamickej rovnováhe. V dôsledku klimatickej zmeny sa môže zmeniť mnoho pôdných vlastností. Ak budú postihnuté fyzikálne a chemické vlastnosti, môžeme očakávať, že sa tieto vplyvy prejavia na kvalite pôdy a celkovej udržateľnosti pedosféry.

Otázkou je, aký účinok bude mať klimatická zmena na pôdu. Zmení sa kvalita pedosféry? Aké však budú očakávané vlastnosti – negatívne, alebo aj pozitívne? Budú evidentné v krátkom čase, o desaťročia, alebo aj neskôr? Identifikácia a prognóza dôsledkov zmeny klímy na funkcie pôdneho krytu (produkčné, ekologické, environmentálne) je potrebná hlavne pre odhady nových potenciálov pôdných zdrojov.

### Charakteristika klimatickej zmeny pre SR

V súčasnosti sa na identifikáciu očakávanej klimatickej zmeny využívajú scenáre modifikované na podmienky SR (Lapin, Melo, 2002). Vychádzajú z rozsiahlej údajovej základne získanej z meraní v sieti klimatologických a zrážkomerných staníc SHMÚ za obdobie 1901 – 2000. Na území Slovenskej republiky sa za posledných 100 rokov zaznamenal trend rastu priemernej ročnej teploty vzduchu o 1,1 °C a pokles ročných úhrnov atmosférických zrážok o 5,6 % v priemere (na juhu SR bol pokles o 10 a viac %, na severe a severovýchode ojedinele aj rast do 3 % za celé storočie). Úhrn

zrážok v letnom polroku sa znížil asi o 20 % na juhu a približne o 10 % na severe, relatívna vlhkosť vzduchu poklesla o 2 – 6 %, najmä v jarných mesiacoch.

Aj ročné úhrny potenciálnej evapotranspirácie na juhu Slovenska neustále narastajú (asi o 125 mm od r. 1901). Zaznamenal sa tiež významný pokles relatívnej vlhkosti vzduchu (do 5 %), najmä na juhozápade Slovenska, a pokles charakteristík snehovej pokrývky takmer na celom území. Po prechodnom znížení výskytu extrémnych denných úhrnov zrážok v období 1977 – 1993 sa v posledných siedmich rokoch ich výskyt, naopak, značne zvýšil, čím sa výrazne zvýšilo aj riziko lokálnych povodní v rôznych oblastiach Slovenska.

Na druhej strane, oveľa častejšie ako predtým sa lokálne alebo celoplošne vyskytovalo sucho, najmä v období 1989 – 2000, zapríčinené predovšetkým dlhými periódami relatívne teplého počasia, pričom úhrny zrážok neprevýšili interval normálu od r. 1975.

Aj zo spracovaných charakteristík potenciálneho a aktuálneho výparu, vlhkosti pôdy, globálneho žiarenia a radiačnej bilancie za obdobie 1951 – 1999 (Špánik, Tomlain, 1997) vyplynulo, že najmä juh Slovenska sa postupne vysušuje (rastie potenciálna evapotranspirácia a klesá vlhkosť pôdy), no v charakteristikách slnečného žiarenia nenastali podstatné zmeny, okrem prechodného zníženia v období 1965 – 1985.

Nové regionálne scenáre pre naše územie podľa modelov CCCM a GISS predpokladajú miernejšie oteplenie v zime i v lete a potvrdzujú mierne zvýšenie úhrnov zrážok v chladnom polroku. Do r. 2090 by sa mala zvýšiť priemerná ročná teplota vzduchu asi o 2 – 4 °C a úhrny zrážok na juhu a v lete by mali poklesnúť. Na severe územia by sa mali zmeniť iba o málo a mierne zvýšiť v zimnom období.

V našich podmienkach ide o zrejмый trend zmeny k mediteránnemu klimatickému typu. Bude to znamenať oteplenie Oravy až na úroveň Podunajskej nížiny, a zároveň výrazné zvýšenie rizika suchých a krátkych periód s veľmi vysokými úhrnmi zrážok. Predpokladá sa zväčšenie variability klimatických charakteristík, striedanie období s miernymi a studenými zimami, prípadne s miernymi a studenými obdobiami počas zím.

### Dôsledky klimatickej zmeny na pôdny fond SR

S dôsledkami klimatickej zmeny na poľnohospodárske a lesné pôdy SR sa zaoberalo viacero prác (napr. Šurina, Sobocká, 1998; Sobocká, 1999; Bielek, Šurina, 2002). Riešili sa v nich možné dôsledky klimatickej zmeny na teplotu a vlhkosť pôdy, na vlastnosti a fun-



kcie pôd SR, na premeny uhlíka a dusíka v pôdach, ako aj globálna prognóza zmien poľnohospodárskej výroby vo vzťahu ku klímou indukovaným zmenám pôdneho krytu.

Touto problematikou sa nepriamo zaoberal aj projekt zameraný na produkciu a uvoľňovanie CO<sub>2</sub> a nitróznych plynov (N<sub>2</sub>O) z pôdy do ovzdušia (Bielek a kol., 1998) a priamo či nepriamo veľa ďalších prác (z najnovších Šiška a kol., 2004; Šiška, Takáč, Iğaz, 2004).

### Pôda a klimatická zmena

Podľa výsledkov výskumu sa po r. 2025 vo vegetačnom období pravdepodobne zvýši priemerná teplota pôdy na našom území o 1 °C a priemerné hodnoty vlhkosti pôdy poklesnú asi o 10 %. Predpokladá sa, že dôsledkom toho bude vyššia intenzita mineralizácie pôdnej organickej hmoty a jej degradácie, najmä v oblasti do 400 m n. m., kde by mal prevládať výparný vodný režim so zápornou vodnou bilanciou. Očakávajú sa zmeny v sekvestracii (uskladňovaní) uhlíka, ktoré by mohli redukovať pôdnu úrodnosť v mnohých oblastiach. Pôdnu štruktúru (agregáciu) budú ovplyvňovať vyššie teploty a spôsobiť zvýšenú oxidáciu pôdneho uhlíka, čo ovplyvní jeho sekvestraciu.

V dôsledku zápornej vodnej bilancie a zvýšených teplôt sa očakáva mierny až stredný rast salinizácie, ako aj alkalizácie pôd. Vyšší a nepravidelný výskyt privalových dažďov zvýši pravdepodobnosť erózie pôdy. Očakáva sa zvýšenie intenzity mineralizácie dusíka v pôde, ako aj tvorby dusičnanov. Nemožno vylúčiť ani vyššiu produkciu skleníkových plynov v pôde a ich zvýšený únik do atmosféry. Predpokladané zmeny budú prebiehať hlavne v povrchovej vrstve pôdy, ktorá ako dotyková zóna bude najviac zraniteľná na premenlivé teplotno-vzdušné a zrážkové pomery.



Regulácia pôdnych zdrojov vo vzťahu ku klimatickej zmene bude zrejme závisieť od adekvátnosti funkčného využitia pôdneho fondu i celej krajiny. Tzv. *pedoklimatický scenár* zmien pôdneho krytu indikuje predpokladané zmeny pôdneho krytu SR so zvláštnym zreteľom na rozpracovanie prognózovaných procesov vrátane degradačných. Z hlavných degradačných vplyvov sme sa sústredili na štúdium procesov živinového režimu a urýchlenej pôdnej erózie, ktoré môžu mať závažné dôsledky na úrodnosť pôd a produkciu potravín. Stratégia odporúčaná na elimináciu negatívnych vplyvov klimatickej zmeny na pôdu sa zakladá na snahe o zvýšenie akumulácie uhlíka v pôde a tvorbu stabilného humusu.

### Pedoklimatický scenár zmien pôdneho krytu SR

Podľa mnohých autorov v miernej zóne nastanú zrejme v pôdach najmenšie zmeny. Na prevažnej väčšine územia SR sa prírodné pôdotvorné procesy do r. 2075 nebudú meniť od základu a nebudú sa meniť ani základné klasifikačné pôdne jednotky v kategóriách typ a subtyp. Určité zmeny môžu nastať v prípade pôd málo odolných voči zmenám, napr. v textúrne ľahkých pôdach alebo pôdach nesprávne obhospodarovaných.

Negatívne vplyvy na objem pôdnej organickej hmoty pri vyšších teplotách by mohli byť kompenzované väčším objemom organickej hmoty z vegetácie a plodín, ktorých rast by mal byť intenzívnejší pri silnejšej fotosyntéze (tzv. fertilizačný efekt  $\text{CO}_2$ ). Na druhej strane, rast dezertifikačných javov, ako je vysušovanie krajiny spojené s pôsobením limitujúcich faktorov (nedostatkem vody v pôde, utlmením filtračných, transformačných a výmenných procesov), môže spô-

sobiť degradáciu pôdy. Budú dominovať salinizačné a alkalizačné procesy, kôrovatenie a kompakcia pôdy s postupnou premenou fyzikálnych, chemických a biologických pôdnych vlastností. Výrazná variabilita klimatických parametrov môže spustiť intenzívnejšie eróznno-akumulačné procesy, ktoré sa prejavujú v zmene morfológie a vlastností pôdneho profilu.

Zmenu pôdnych vlastností ťažko predikovať aj preto, lebo klimatické scenáre indikujú niektoré oblasti so zvýšenými, resp. zníženými zrážkami a teplotou. V zásade ide o dva rozdielne typy scenárov, ktoré uvažujú so znížením alebo zvýšením obsahu pôdneho organického uhlíka:

- **1. scenár** predpokladá *zníženie* obsahu uhlíka v dôsledku vysokých teplôt a nízkej vlhkosti, čím sa vytvoria podmienky na jeho intenzívnu mineralizáciu a dôsledkom bude výrazne *nižšia produkcia biomasy*. Tento trend povedie k obmedzeným možnostiam uchytania vegetácie, k vysokej náchylnosti pôdy na kôrovatenie a kompakciu. Z toho vyplýva ohrozenie pôdy eróziou a celkovou degradáciou, definovanou ako dezertifikácia pôdy a krajiny.

- **2. scenár** ponúka možnosť *zvýšiť* obsah pôdneho organického uhlíka cez potenciálne zvýšenie zrážok a fertilizačný efekt  $\text{CO}_2$  ako výsledok novej, klimaticky podmienenej úrovne  $\text{CO}_2$  v atmosfére. Vyšší obsah  $\text{CO}_2$  bude viesť k zvýšeniu obsahu organického uhlíka v pôde a k vyššej primárnej produkcii. *Zvýšená produkcia biomasy*, hlavne účinnosť rastlinných koreňov v povrchovej vrstve pôdy, môže urýchliť vývoj vegetácie a zlepšiť pôdnu štruktúru. Priaznivé štruktúrne vlastnosti môžu mať pre pôdu obnovujúce účinky, čo povedie k nižšiemu eróznemu odnosu, zlepšeniu pôdnej biodiverzity a obehu živín, teda k celkovému zlepšeniu kvality pôdy.

Pre Slovensko sú identifikované a predikované nasledujúce zmeny pôdnych vlastností (Sobocká a kol., 2004):

- Predpokladá sa, že v dôsledku vyššej koncentrácie  $\text{CO}_2$  a celkovej teploty sa zvýši hromadenie pôdnej organickej hmoty. Skleníkový efekt bude zvyšovať index rastu, ako aj účinnosť využitia vody vegetáciou. Zvýšená evapotranspirácia a zvýšené hromadenie pôdnej organickej hmoty zosilní mikrobiálnu činnosť. Vyššia produkcia znamená aj väčšie množstvo koreňovej hmoty, koreňových výlučkov, mykorrhíznej kolonizácie a inej rizosféry. Tento scenár sa môže uplatniť všade tam, kde bude dostatočná zásoba pôdnej vody, t. j. v severnej polovici Slovenska, južné časti budú závisieť najmä od dostatočného prísunu závlahovej vody.

- Očakávaná aridizácia (vysušovanie) pôdneho profilu, zvýšené prevzdušnenie a oxidácia pôdneho materiálu spôsobia rýchlejší rozklad pôdnej organickej hmoty

– mineralizáciu. Nebude však kritická a bude kompenzovaná procesmi uvedenými v predchádzajúcom bode. Nárast aridizačných javov by sa mal pozorovať hlavne v južnej polovici územia, približne do 400 m n. m.

- Rýchlejší rozklad organickej hmoty bude mať za následok zvýšený tlak a aktivitu  $\text{CO}_2$  v pôde, čím by sa vo zvýšenej miere uvoľňovali rastlinné živiny zo zvetrávajúcich pôdnych minerálov (napr. K, Mg, mikroživiny). Táto aktivita by mala viesť k lepšiemu príjmu fosforu. Väčšie rozdiely možno očakávať počas extrémnych, najmä suchých a teplých rokov. Z najnovších výsledkov však vyplýva, že správne hnojenie znižuje závislosť úrod od poveternostných podmienok a zlepšuje využívanie potenciálu prostredia. Zmenou teplotno-vlhkostných pomerov sa môže akcelerovať tvorba dusičnanov v pôde.

- Zloženie ílových minerálov a mineralogické zloženie hrubších frakcií prekoná len nepatrné zmeny postihnuteľné za storočie. Zvýšená mineralizácia bude sprevádzaná silnejším zvetrávaním povrchových vrstiev pôdy, povrchových zvetralín i sypkých sedimentov. Prvé prejavy negatívnych účinkov budú teda badať v povrchovej vrstve pôdy, t. j. v humusovom horizonte. Určité zmeny bude možno pozorovať pri litozemiach a regozemiach.

- V nížinných oblastiach by mal prevládať výparný vodný režim so zápornou vodnou bilanciou. To znamená, že v hnedozemnej oblasti by sa mali pôdy vyvíjať v podmienkach výparného režimu podobne ako súčasné černoze. Bt-horizonty hnedozemí ostanú zachované a vďaka vododržnej schopnosti sa zvýši ich produkčná hodnota.

- Predpokladaný pokles stavov niektorých nížinných riek (s výnimkou Dunaja) zapríčini zníženie hladiny podzemných vôd, následkom toho bude zmena oxidačno-redukčných podmienok. Tieto zmeny sa budú týkať najmä glejov, organozemí, čiernic glejových, ako aj fluvizemí glejových. Morfológia týchto pôd sa meniť nebude, nápadná by mala byť zmena hydrologických pomerov, ktorá spôsobí silnejšiu oxidáciu dvojmocných foriem železa a mangánu.

- Očakáva sa nárast mineralizácie podzemných vôd, predovšetkým v nížinných oblastiach juhozápadného Slovenska. Poukazuje na budúci mierny až stredný vzrast salinizácie, ako aj alkalizácie pôd v oblastiach s depresnými polohami vplyvom podzemných vôd. Očakáva sa tiež rozsiahlejší výskyt čiernic slancových, slancov, menej slanísk. Sú úvahy o prípadnom trende solodizácie pôd v niektorých lokalitách, najmä na východnom Slovensku.

- Pôdna reakcia by sa nemala zásadne meniť, možno však uvažovať o miernom okysľovaní pôd pri predpokladanej zvýšenej mineralizácii. V prípade silnejšieho vplyvu mineralizovaných podzemných vôd možno očakávať zasoľovanie pôd v aridnejších oblastiach

Podunajskej nížiny. Existujú obavy, že by mohlo dôjsť k miernemu zvýšeniu pH v pôdach zásobených karbonátmi v spodnej časti horizontov. To znamená, že napr. rendziny vyluhované by sa postupne mohli zmeniť na rendziny modálne, černoze na modálne na černoze modálne karbonátové a pod.

- V oblastiach náchylných na vodnú a veternú eróziu by sa mali prejavovať predpokladané účinky náhlych a intenzívnych búrok počas celého roka. Týka sa to predovšetkým sprašových pahorkatín, kde by sa mali na miestach s najväčšími predpokladmi (konvexných svahoch, miestach s nedostatočnou protieróznou ochranou) rozšíriť regozeme.

- Najodolnejšie voči globálnej klimatickej zmene budú najkvalitnejšie a najúrodnejšie pôdy, ako sú černoze (na nekonvexných lokalitách), čiernice, menej hnedozeme. To znamená, že to budú pôdy s najstabilnejšou pôdnou štruktúrou, náležitou výmennou kationovou kapacitou, dobrou filtračnou rýchlosťou a priepustnosťou, ako aj s kvalitným humusovým horizontom.

- Určité zmeny sa očakávajú v prípade najmenej odolných pôd, t. j. textúrne ľahkých, s nestabilnou pôdnou štruktúrou, nedostatočnou výmennou kationovou kapacitou, slabou infiltračnou rýchlosťou a nekvalitným, plytkým humusovým horizontom.

- Nemožno vylúčiť uvoľňovanie toxických polutantov akumulovaných v pôde, sedimentoch a v podzemnej vode ako dôsledok narušenia prirodzenej rovnováhy krajiny.

- Prvé a najrýchlejšie *pozitívne* prejavy zmien možno očakávať v zamokrených depresiách na pôdach so silnými glejovými procesmi vďaka očakávaným procesom vysušovania a zvýšenej evapotranspirácie.

- Prvé a najrýchlejšie *negatívne* prejavy sa očakávajú na textúrne ľahkých pôdach Záhorskej nížiny a erodovaných plochách sprašových pahorkatín. Pôjde o zníženie ich stability v dôsledku predpokladanej zvýšenej veternej a vodnej erózie, ako aj prirodzenej dispoziície týchto pôd.

Vo všeobecnosti sa neočakáva zmena pôdnych jednotiek, ani dramatická zmena genetických pôdotvorných procesov. Dôsledky globálnej klimatickej zmeny budú postupné a neprejavajú sa hneď, očakáva sa 10 až 20-ročný posun (oneskorenie) v prejave zmenených vlastností. Prvé viditeľné zmeny možno očakávať koncom tohto storočia.

Globálne klimatické vplyvy budú niekedy ťažko identifikovateľné v prostredí antropogénne intenzívne využívaných alebo antropogénne poškodených pôd. Očakávané zmeny antropogénneho charakteru, ktoré sa prejavujú oveľa skôr a v silnejšej miere, budú ovplyvňovať nielen charakter pôdnych vlastností, ale aj celkovú morfológiu pôdnych profilov. Tieto zmeny budú

v každom prípade dominovať nad tými, ktoré zapríčíní globálna klimatická zmena v 21. storočí.

### Strategické opatrenia na elimináciu negatívnych vplyvov klimatickej zmeny na pôdu

Rozhodujúcu úlohu pri implementácii adaptačných a zmiernujúcich opatrení pri transformácii pôdy a krajiny na nové klimatické podmienky budú hrať sociálno-ekonomické funkcie, t. j. dominantná bude úloha ľudského faktora:

- Zmeny v riadení poľnohospodárskej výroby.
- Dôsledné uplatňovanie princípov správnej poľnohospodárskej praxe, ochranných a šetriacich technológií obrábania pôdy.
- Obnova, resp. rekonštrukcia multifunkčnej a ekologicky stabilizovanej poľnohospodárskej krajiny (projektová úroveň).
- Zníženie výmery poľnohospodársky využívaných plôch (najmä tých, ktoré sú nevhodné na poľnohospodárske účely).
- Implementácia a dodržiavanie protieróznych a iných pôdoochranárskych opatrení.
- Snaha o zvýšenú akumuláciu uhlíka v pôde a vytvorenie podmienok na tvorbu stabilného humusu (všeobecné opatrenia pri tvorbe poľnohospodárskej krajiny).
- Redukcia emisií  $N_2O$  v zmysle platných noriem.
- Redukcia emisií  $CH_4$  v zmysle platných noriem.
- Správne hnojenie z hľadiska živinového režimu v zmysle Zásad správneho používania hnojív, t. j. zmeny vo výžive rastlín.
- Zmeny v agroklimatickej rajonizácii a štruktúre pestovaných plodín a odrôd.
- Zmeny v technológii pestovania plodín, šľachtiteľských programoch a integrovanej ochrane plodín.
- Zabezpečenie a zachovanie priaznivého vlhkosťného stavu pôdy (zmeny v regulácii jej vodného režimu).
- Revitalizácia a budovanie nových zavlažovacích zariadení.

\* \* \*

Podľa všetkých scenárov sa bude rozloha poľnohospodárskej pôdy (ornej pôdy a trvalých trávnych porastov) do r. 2015 zmenšovať na úkor lesného pôdneho fondu, pri predpokladanom raste ostatnej plochy, t. j. priemyselno-dopravno-urbanizovaného priestoru. Bude to účinok zavedených opatrení na redukciu  $CO_2$  v atmosfére, resp. jeho záchyt v pôde. Z tohto aspektu má pôda ako rezervoár jedného zo skleníkových plynov mimoriadny význam nielen pre zachovanie jej produkčnej schopnosti, ale aj udržateľnosti poľnohospodárskej krajiny.

### Literatúra

- Bielek, P. a kol.: Potenciály a bariéry transportu škodlivín z pôdy do potravného reťazca. Záverečná správa. Bratislava : MP SR, VÚPOP, 1998, 290 s.
- Bielek, P., Šurina, B.: Možné dopady prognózovanej zmeny klímy na pôdny kryt SR. In: Očakávané globálne zmeny klímy a ich možný dopad na vodný režim, poľné a lesné hospodárstvo. Zborník. Nitra : SAPV, 2002.
- Jambor, P., Ilavská, B.: Metodika protierózneho obrábania pôdy. Bratislava : VÚPOP, 1998, 69 s.
- Kimble, J. M., Lal, R., Grossmann, R. B.: Alternation of Soil Properties Caused by Climate Change. *Advances in Geocology*, 31, 1998, p. 175 – 184.
- Kolektív: Tretia národná správa o zmene klímy. Slovenská republika. Bratislava : MŽP SR, 2001.
- Lapin, M. a kol.: Scenáre klimatickej zmeny v Slovenskej republike. In: Národný klimatický program SR. Klimatické zmeny – hydrológia a vodné hospodárstvo. Bratislava, 1997, s. 111 – 117.
- Lapin, M., Melo, M.: Scenáre časových radov 10 klimatických prvkov pre obdobie 2001 – 2090 podľa modelov CCCM2000 a GISS98. In: Zborník abstraktov z konferencie Bioklima – Prostředí – Hospodárství. Lednice, 2002, 34 s.
- Sobocká, J.: Dopady prognózovanej klimatickej zmeny na vlastnosti pôd Slovenska. Zborník z konferencie Bioklimatické dni. Zvolen, 1999, s. 328 – 333.
- Sobocká, J., Šurina, B., Dodok, R., Torma, S.: Detekcia a cieľená regulácia potenciálov klimatickej zmeny v pôdach SR. Záverečná správa. Bratislava : VÚPOP, 2004, 40 s.
- Šiška, B., Mindaš, J., Škvarenina, J., Takáč, J.: Zmeny podnebia, extrémny počasie a pôdohospodárstvo. In: Conference Proceedings – Climate Change – Weather Extremes, Organisms and Ecosystems. International Bioclimatological Workshop. Viničky, 2004. CD.
- Šiška, B., Takáč, J., Igaz, D.: Môžeme očakávať zmeny v rozdelení výšky úrod obilnín v oblasti Podunajskej nížiny v dôsledku klimatickej zmeny? In: Conference Proceedings – Climate Change – Weather Extremes, Organisms and Ecosystems. International Bioclimatological Workshop. Viničky, 2004. CD.
- Špánik, F., Tomlain, J.: Klimatické zmeny a ich dopad na poľnohospodárstvo. Nitra : SPU, 1997, 154 s.
- Šurina, B., J., Sobocká, J.: Identifikácia možných dopadov zmien klímy na vlastnosti pôd SR, II. časť. Priebežná správa úlohy: Dopady prognózovaných zmien klímy na vlastnosti a funkcie pôdneho pokryvu SR. Bratislava : VÚPÚ, 1998, 50 s.

**RNDr. Jaroslava Sobocká, CSc., Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, sobocka@vupu.sk**