

EXTREME CLIMATE CONDITIONS ON GRASSLAND FROM THE SCOPE OF CLIMATE CHANGE

VLIV EXTRÉMNÍCH KLIMATICKÝCH PODMÍNEK NA TRVALÉ TRAVNÍ POROSTY V KONTEXTU GLOBÁLNÍ ZMĚNY KLIMATU

Honsová D., Svobodová, M., Mrkvička, J.

Katedra pícninářství a trávnickářství, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské university v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika.

E-mail: honsovad@af.czu.cz , svobodova@af.czu.cz

ABSTRACT

Paper presents the evaluation of climate impact (precipitation, temperature, Lang factor and evapotranspiration balance) on permanent grassland yields in two research mesophytic and mesohydrophytic localities (Černíkovice near Benešov, 363 m a.s.l., mean annual temperature 8,1 °C, annual precipitation 600 mm; Senožaty near Pelhřimov, 485 m a.s.l., 7,7 °C, 662 mm) in the Czech Republic. The potential climate change impact on the permanent grassland was also researched for target year 2050 and 2080 based on two different climate change scenarios of Hadley Center global circulation model and stochastic weather generator LARS-WG. Results showed that researched mesophytic and mesohydrophytic localities hadn't the direct relation between the climate characteristics and yields, however climate conditions are limiting factor for summer yields especially, what is more significant for nutrition donated treatments. Climate change simulation proved the increasing occurrence of extreme summer climate condition similar or more severe as those of 2003. Also the probability of extreme condition repeating in consecutive years will increase significantly during 21st century.

Key words: permanent grassland, climate, yield, climate change

ABSTRAKT

Příspěvek představuje výsledek vyhodnocení vlivu klimatu (srážek, teploty, Langova faktoru a evapotranspirační bilance) na výnosy trvalých travních porostů na dvou výzkumných stanovištích ČZU mezofytního až mezohydrofytního charakteru. Černíkovice (okr. Benešov) leží 363 m n.m., průměrné roční srážkové úhrny dosahují 600 mm, průměrná roční teplota je 8,1 °C (1961-2005), Senožaty (okr. Pelhřimov), leží v nadmořské výšce 485 m n.m., srážky=662 mm, teplota=7,7 °C. Zkoumán byl též možný vliv potenciální změny klimatu pro roky 2050 a 2080 na základě dvou variant modelu Hadley Center a denních řad teploty a srážek vytvořených stochastickým generátorem počasí LARS-WG. Výsledky neprokázaly přímou závislost výnosů na klimatu na mezofytních až mezohydrofytních stanovištích. Výraznější vliv klimatu se projevuje na výnos u hnojených variant. Extrémní klimatické podmínky v průběhu léta jsou limitním faktorem výnosů. Simulace změny klimatu prokazuje

častější výskyt extrémních podmínek podobných či nepříznivějších než léto 2003, vzroste také jejich výskyt v po sobě jdoucích letech.

Klíčová slova: trvalý travní porost, klima, výnos, klimatická změna

ÚVOD

Dopad změny klimatu na travní ekosystémy lze sledovat ze dvou perspektiv – globální jako posunu hranice lesa a trvalých travních porostů nebo lokálně jako dopad na produkci a biodiverzitu porostu (McGuire et al., 1995). Podle Marka (2005) lze mezi pozitivní dopady očekávané změny klimatu zařadit zvýšení úrody v převážné většině středních zeměpisných šířek, při zajištění dostatečné závlahy. Podle Partona et al., (1995) bude mít vliv na průměrné výnosy nejen změna teplot a srážek, ale také zvýšení koncentrace CO₂. Očekávaná klimatická změna zřejmě také ovlivní floristickou skladbu porostu a nepřímo i mikrobiologickou aktivitu půdy a to díky zvýšené fotosyntetické aktivitě a delšímu vegetačnímu období (Hunt et al., 1991). Potenciálním dopadem klimatické změny a vhodností využití jednotlivých simulací klimatické změny pro podmínky ČR se zabývala např. Kalvová a kol. (2002).

Cílem tohoto příspěvku bylo zhodnotit vliv klimatických podmínek na luční porosty.

MATERIÁL A METODIKA

Sledované pokusy byly založeny v roce 1966 v Černíkovcích (okr. Benešov) na údolní louce mezofytního až mezohygrofytního charakteru a v Senožatech (okr. Pelhřimov) na vyseté louce mezofytního charakteru. Pokusná lokalita v Černíkovcích je v nadmořské výšce 363 m (roční úhrn srážek se pohybuje kolem 600 mm, průměrná roční teplota 8,1 °C). Hladina podzemní vody se pohybuje v rozmezí 0,1-0,5 m pod povrchem půdy a je tedy pro rostliny dobře dostupná. Půdní typ je glej, půdní druh (0-0,2m) hlinitý, pH_(KCl) 5,0. Experiment je uspořádán metodou náhodných bloků ve čtyřech opakováních. Velikost pokusných dílců je 30 m² (5 m x 6 m). Porosty jsou hnojeny různými dávkami dusíku (N₀ P₀ K₀ -varianta kontrolní, P₄₀ K₁₀₀, N₁₀₀ P₄₀ K₁₀₀, N₂₀₀ P₄₀ K₁₀₀ - v kg·ha⁻¹). Dusík je dodáván jednorázově na jaře ve formě ledku amonného s vápencem (LAV 27,5 %). Fosfor je aplikován ve formě superfosfátu na podzim a draslík v draselné soli po první seči. Porost je sečen třikrát ročně (květen, červenec, říjen). Pokus v Senožatech leží v nadmořské výšce 485 m (roční úhrn srážek se pohybuje kolem 662 mm, průměrná roční teplota 7,7 °C). Hladina podzemní vody se pohybuje v rozmezí 0,3-0,10 m pod povrchem půdy. Půdní typ je pseudoglej, pH_(KCl) 5,1. Experiment je uspořádán metodou náhodných bloků ve čtyřech opakováních, na které jsou aplikovány stejné dávky hnojiv jako v Černíkovcích.

Byl hodnocen vliv průměrné teploty, úhrnu srážek a Langova dešťového faktoru (LDF) na výnosy (zvláště pro jednotlivé varianty hnojení) pro červen až srpen, v Černíkovcích za období let 1967 až 2005, v Senožatech za období 1986-2005. Langův faktor (LDF) byl vypočítán podle vzorce 1., kde P je suma srážek (mm) a T je průměrná teplota (°C).

$$LDF = \frac{P}{T} \quad (1)$$

Pro výpočet evapotranspirace (ET) byl použit Penman-Monteith ET model (Monteith, 1965). Vzorec 2, kde ET_{aSE} je aktuální evapotranspirace kumulovaná od počátku sezóny, ET_{rSE} je potenciální evapotranspirace kumulovaná od počátku sezóny a t_{CL} je parametr definující limitní poměr dlouhodobé dostupnosti vody byl použit na výpočet dlouhodobě dostupné vody.

$$W_L = t_{CL} \frac{ET_{aSE}}{ET_{rSE}} \quad (2)$$

Ze vzorce č. 3. byl vypočítána krátkodobě dostupná voda, kde ET_{aW} a ET_{rW} je aktuální a potenciální evapotranspirace.

$$W_S = t_{CS} \frac{ET_{aW}}{ET_{rW}} \quad (3)$$

Celková dostupnost vody byla vypočítána ze vzorce č. 4., kde C a M jsou koeficienty modelu zohledňující charakteristiky stanoviště (Černíkovice C=0.6, M=2, Senožaty C=0.8, M=3).

$$W_A = [CW_L^M + (1-C)W_S^M]^{1/M} \quad (4)$$

Dále byl hodnocen možný vliv klimatické změny na velikost výnosů. Na podkladě práce Kalvové a kol., (2002) byly použity výstupy modelu HADCM2. Ten předpokládá vzestup průměrné teploty v období červen až srpen ve své nižší variantě (SRESB1) o cca 0,8 °C, ve vyšší variantě (SRESA2) pak o 2,3 °C, pro horizont roku 2050. Za využití stochastického generátoru počasí LARS-WG (Semenov, M.A a kol.,1998) byly simulovány pětisetleté řady denních srážkových úhrnů a teplot pro variantu současného klimatu, SRESB1 a SRESA2, které byly následně analyzovány.

Získaná data byla zpracována analýzou Redundancy analysis (RDA) v programu Canoco.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Ročník ovlivňoval celkový výnos v Černíkovcích z 27,9 %. Vliv klimatu se nejvíce projevoval u parcely s nejvyššími dávkami dusíkatých hnojiv N₂₀₀ P₄₀ K₁₀₀. Ze sledovaných charakteristik měla průkazný vliv na průměrné roční výnosy (t.ha⁻¹) průměrná teplota (°C) vzduchu (p=0,002) a to z 18,4 %. Výnos porostu nebyl výrazněji ovlivněn průměrnými srážkami a to zřejmě díky mezofytnímu až mezohydrofytnímu charakteru stanoviště, které bývá v jarních měsících podmáčené. Také sledovaný vliv LDF (obr.1.) na výnos byl statisticky neprůkazný (p=0,676), avšak při velmi nízkých hodnotách LDF již lze pozorovat

pokles výnosů. Jak však naznačuje Haberle a Mikysková (2004) s rostoucím LDF až do určitého bodu rostou i výnosy.

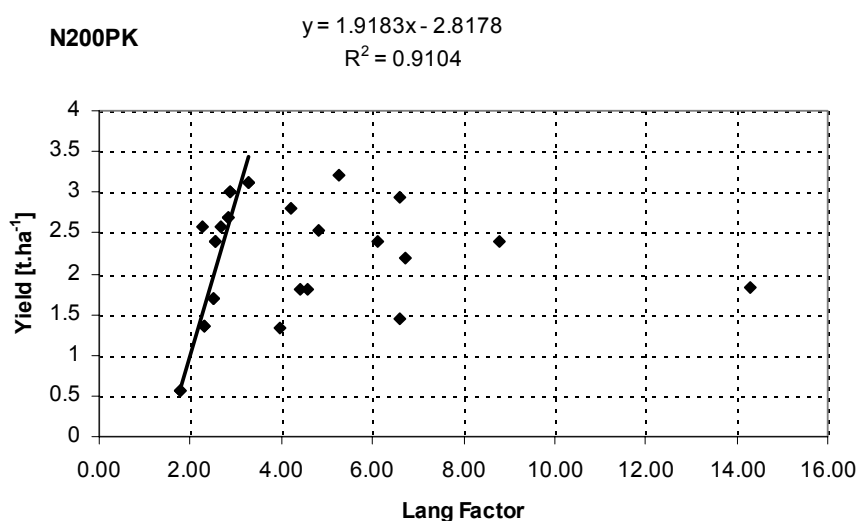
Porovnání výsledků evapotranspiračního modelu s výnosy vyplynulo (obr. 2.), že ani zde neexistuje jednoznačná závislost, opět z důvodu dostatečného zdroje půdní vody.

Hodnocení prokázalo, že letní období roku 2003 bylo extrémním z hlediska klimatických podmínek, které zapříčinily extrémní snížení výnosu druhé sklizně na obou zkoumaných lokalitách. V případě takto extrémních událostí nebyly zdroje půdní vody dostatečné pro pokrytí ztráty evapotranspirací a nedostatečných srážek.

Ze simulace klimatické změny vyplývá značné zvýšení průměrné teploty v zájmovém období při současném zachování přibližně stejného množství ročních srážek. Pokles srážkových úhrnů nastane zejména na konci léta a na podzim, což ve svých studiích naznačuje také Grime et al., (2001).

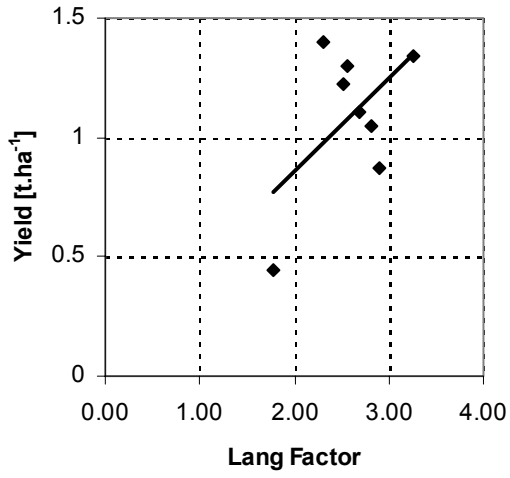
Velmi těžko lze odhadovat vliv klimatické změny například na režim podzemní vody ve zkoumaných lokalitách. S předpokládaným snižováním průměrné hodnoty LDF a růstem potenciální evapotranspirace lze předpokládat i pokles výnosů ve většině let v lokalitách neovlivněných zdroji podzemní vody. Simulace také potvrzují nárůst výskytu extrémních let jako byl rok 2003 (obr. 3.) a to i jejich opakování v po sobě následujících letech. Což může vést k botanickým změnám porostu (White et al. 2001).

Obr. 1 Závislost výnosů ($t \cdot ha^{-1}$) na Langově faktoru ($LF < 3.5$) pro lokalitu Senožaty. Graf nahoře ukazuje, že neexistuje přímá závislost výnosu TTP na hodnotě LF na příkladě varianty N₂₀₀PK. Při omezení souboru pouze na roky, kdy hodnota Langova faktoru nabývá nízkých hodnot (empiricky stanoveno na 3,5) a Langův faktor se stává limitním prvkem pro velikost výnosu, je závislost výnosů na LF prokazatelná pro varianty s přidáním N hnojiv, jak je dokumentováno v grafech pro jednotlivé sledované varianty hnojení.



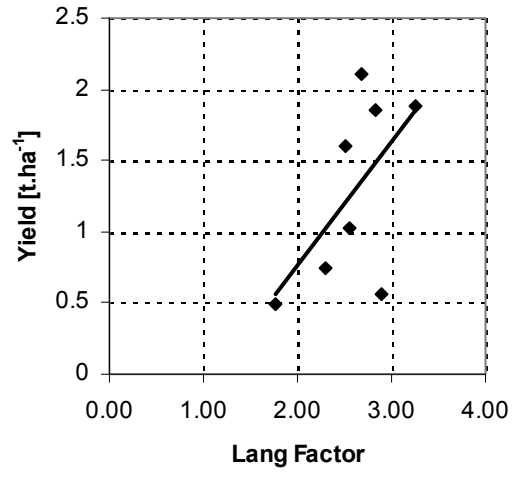
control

$$y = 0.3829x + 0.095$$
$$R^2 = 0.2889$$



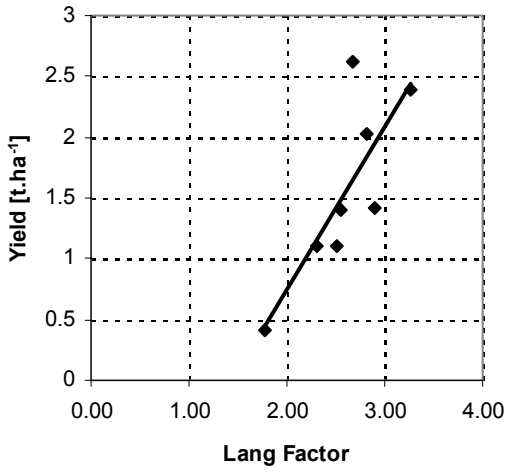
PK

$$y = 0.863x - 0.9626$$
$$R^2 = 0.3399$$



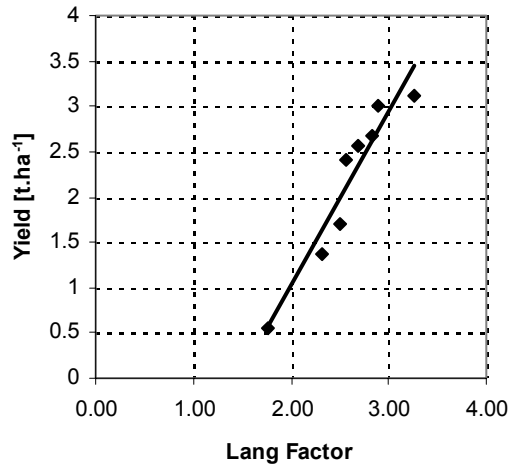
N100PK

$$y = 1.3376x - 1.9185$$
$$R^2 = 0.6437$$

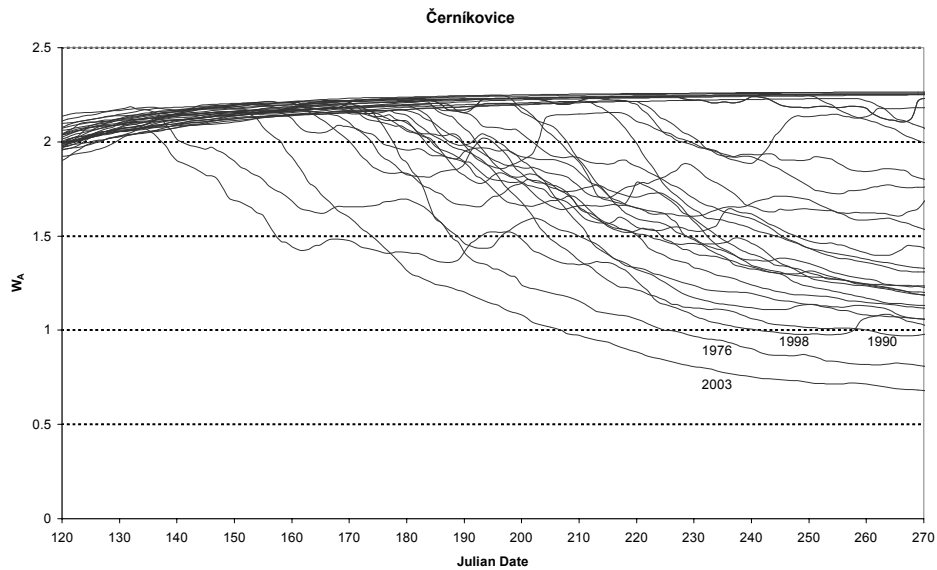


N200PK

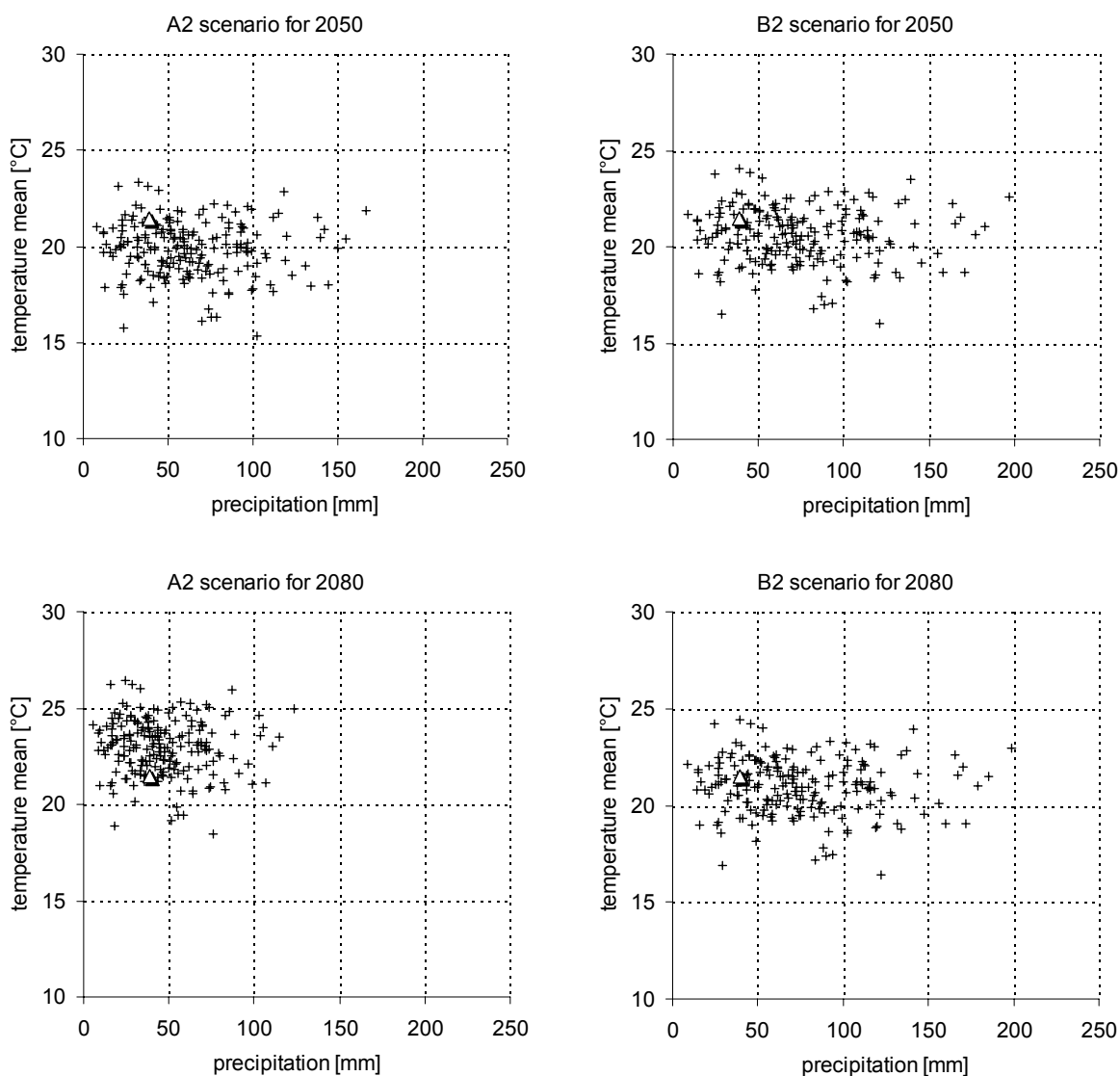
$$y = 1.9183x - 2.8178$$
$$R^2 = 0.9104$$

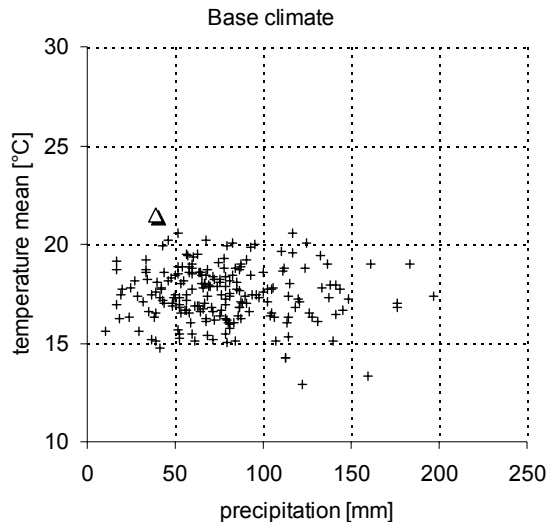


Obr. 2 Výsledky evapotranspiračního modelu udávající průběh dostupné vody v průběhu vrcholného vegetačního období. Na základě rovnic 2, 3 a 4 byla vypočtena evapotranspirační bilance v průběhu vegetačního období pro roky 1961 až 2005. Pokud jsou evapotranspirační nároky v rovnováze s přísunem vody ve formě srážek (tzn. že v našem případě srážky kryjí alespoň 1/3 potenciální evapotranspirace, když dalším zdrojem vody je podzemní voda na stanovišti) zůstává průběh linie daného roku konstantní na vysokých hodnotách. Naopak velmi suché a teplé roky, kdy evapotranspirační nároky nejsou dostatečně pokryty srážkami se projeví poklesem linie směrem k nižším hodnotám W_a .



Obr. 3 Simulované průměrné srpnové teploty a srážkové úhrny ve srovnání se srpnem 2003 (označen trojúhelníkem) pro Černíkovice. Výsledky potvrzují, že srpen 2003 byl i na zkoumaných stanovištích, kde je jinak dostatečný přísun podzemní vody pro rostliny, příliš suchým a teplým rokem, což se projevilo jednoznačně na výnosu TTP. Stanovit přesné limity klimatických charakteristik, které již jsou limitní, vzhledem k nedostatku výskytu podobných let ve zkoumaném období, není možné. V roce 2003 však limitní podmínky jednoznačně nastaly a proto bylo provedeno vyhodnocení simulovaných řad s uvažováním klimatické změny vzhledem k porovnání s rokem 2003. Grafy prokazují, že zatímco pro současné klimatické podmínky byl rok 2003 z hlediska kombinace teplot a srážek odlehlym (vymyká se ze souboru ostatních let), tak při uvažované klimatické změně pro cílové roky 2050 a 2080, již charakteristiky roku 2003 reprezentují v podstatě běžné podmínky a naopak bude docházet k výskytu let s teplotou vyšší a zároveň nižšími srážkovými úhrny než v roce 2003. Závěrem tedy je, že významně vzroste počet let neumožňujících produkční funkce TTP, kdy produkce v letních měsících budou velmi malé podobně jako v roce 2003.





ZÁVĚR

Vyhodnocení prokázalo vliv průměrné teploty na výnosy TTP ve sledované lokalitě, naopak zejména v důsledku zamokřeného stanoviště se neprokázal vliv srážek, Langova dešťového faktoru a evapotranspirační bilance. Extrémně teplé a suché léta ovlivňují výnosy a floristické složení u trvalých travních porostů daleko významněji i na mezohydrofytních stanovištích. S předpokládanou klimatickou změnou bude takových let významně přibývat.

LITERATURA

- Grime J. P., Brown V. K., Thompson K., Masters G. J., Hillier S. H., Clarke I. P., Askew A. P., Corker D. & KIELTY J. P. (2000): The Response of Two Contrasting Limestone Grasslands to Simulated Climate Change. - *Science*, 289: 762-765.
- Haberle, J., Mikysková, J. (2004): Výnosy obilnin, stabilita výnosů a půdně-klimatické podmínky ČR, *Úroda* 11/2004, str. 26 – 29
- Hunt H. W., Trlica M. J., Redente E. F., Moore J. C., Detling J. K., Kittel T. G. F., Walter D. E., Fowler M. C., Klein D. A. & Elliott E. T. (1991): Simulation model for the effects of climate change on temperate grassland ecosystems. - *Ecological Modelling*, 53, no. 3-4: 205-246.
- Kalvová J., a kol. (2002): Scénáře změny klimatu na území České republiky a odhady dopadů klimatické změny na hydrologický režim, sektor zemědělství, sektor lesního hospodářství a na lidské zdraví. - Národní klimatický program NKP 32, ČHMÚ, Praha.
- Marek M. V. (2005): Globální klimatická změna a její možné účinky na zemědělství. - *Úroda* 12/2005: 31 – 33.
- McGuffie K., Henderson-Sellers A. (2005): A climate modelling primer. - John Wiley Sons Ltd., Chichester, UK.

Monteith J. L. (1965): Evaporation and environment. - Proceedings of the 19th Symposia of the Society for Experimental Biology, 8-12 September 1964, Swansea, Cambridge UK, University of Cambridge Press: 205-234.

Parton W. J., Scurlock J. M. O., Ojima D. S., Schimel D. S. & Hall, D. O. (1995): Impact of Climate Change on Grassland Production and Soil Carbon Worldwide. - *Global Change Biology*, 1: 12-22.

Semenov M. A., Brooks R. J., Barrow E. M. & Richardson C. W. (1998): Comparison of WGEM and LARS-WG stochastic weather generators for diverse climates. - *Climate Research*, 10: 95 – 107.

White T. A., Campbell B. D., Kemp P. D. & Hunt C. L. (2001): Impacts of extreme climatic events on competition during grassland invasions. – *Global Change Biology*, 7: 1 – 13.