THE INFLUENCE OF MICROCLIMATE UNDER NONWOVEN TEXTILE, PLASTIC FOIL ON THE YIELD OF EARLY POTATOES

MIKROKLIMA POD NETKANOU TEXTILIÍ, PERFOROVANOU FOLIÍ A JEHO VLIV NA VÝNOS RANÝCH BRAMBOR

Dvořák P., Hamouz K.

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchdol, Česká republika.

E-mail: dvorakp@af.czu.cz, hamouz@af.czu.cz

ABSTRACT

The effect of non-woven textile (NT) on the yield of potatoes was studied in growing seasons 2003-2006 in Přerov n. L. In 2006 also the effect of perforated foil (PF) on yield of tubers was observed. In the experiment with two cultivars of potatoes - Adora and Impala the yield 60 days after planting with using NT and PF was evaluated. Since 2003 the air (AT) and soil (ST) temperatures, the soil water potential and in 2006 the photosynthetic activity of radiation (PHAR) were measured at all experimental variants. Using NT increased the AT (by 2.0, 2.9 and 2.1°C) and the ST (by 1.5, 2.2 and 3.2°C) in appropriated years (2003, 2005 and 2006). Result in, the yields of potatoes under NT increased in comparison with control variant by 508.0% in 2003 (caused by freeze of the uncovered control variant) and by 10.9 % in 2005. In 2006 by reason of damage of growth by high stressful temperatures under NT and PF, lower yield by 33.3% was reached. Using PF increased the AT by 2.7°C and the ST by 1.9°C in comparison with control. The PHAR was lower by 20.4% (NT) and by 18.3% (PF).

Key words: air temperature, soil temperature, textile, plastic foil, yield, early potatoes

ABSTRAKT

V letech 2003-2006 byl v pokusech s ranými bramborami sledován efekt netkané textilie (NT) a perforované folie (PF) v roce 2006. Na stanovišti Přerov n. L. byl v pokusech u odrůd Adora a Impala hodnocen výnos hlíz 60 dní od výsadby a použití NT a PF. Během vegetace byla u všech pokusných variant (PF, NT a kontrola) sledována teplota vzduchu, teplota půdy, sací tlaky půdy a v roce 2006 úroveň fotosynteticky aktivní radiace (FAR). Použití NT v roce 2003, 2005 a 2006 zvýšilo teplotu vzduchu (o 2,0, 2,9 a o 2,1 °C) a teplotu půdy (o 1,5, 2,2 a o 3,2 °C). Na zvýšené teploty reagovalo také zvýšení výnosu oproti nenakryté kontrole v roce 2003 o 508,0 % (kontrola v tomto roce pomrzla a varianta s NT nebyla mrazy poškozena), v roce 2005 pouze o 10,9 % a v roce 2006 byl výnos u NT dokonce o 33,3 % nižší (způsobeno extrémně vysokými, stresujícími teplotami pod NT a PF). Při použití PF se teplota vzduchu zvýšila o 2,7 °C, teplota půdy o 1,9 °C. Úroveň dopadajícího FAR na porosty byly nižší o 20,4 % u NT a o 18,3 % u PF oproti nenakryté kontrole.

Klíčová slova: teplota vzduchu, teplota půdy, textilie, fólie, výnos, rané brambory

ÚVOD

Využití plastických hmot (polyethylenových folií, polypropylenových textilií) k nakryvu povrchu půdy je využíváno již řadu let. Zejména v zahraničí, kde se využívá pro přirychlení raných výsadeb zeleniny i dalších plodin včetně raných brambor. Zpočátku se používaly polyetylénové fólie s podélně prosekávanými otvory nebo kruhovitě perforované. Hlavní nevýhodou folií je snadné „přehřívání porostů“, vyšší měrná hmotnost a tím obtížnější manipulace při větších šířkách, možnost poškození porostů polámáním stonků. Nástup tzv. netkaných textilií z polypropylenového vlákna byl pěstitelsky výhodnější a v mnoha směrech lepší. U obou materiálů je využíváno skleníkového efektu a pozitivních změn ve vodním a vzdušném režimu pod pokryvem, kde se vytváří specifické mikroklima (Vašát a kol., 2006). Teplota spolu se zářením je nejdůležitějším vnějším faktorem ovlivňující růst i vývin brambor. Existuje poměrně úzké rozmezí teplot, které je nepoškozují. Teplotu, při níž je rychlost růstu nejvyšší, je označována jako teplota pro růst optimální. Podle Čepla (2000) odpovídá optimální teplotě pro růst průměrná denní teplota vzduchu 17 ^{o}C s hodnotami teplot ve dne 20 ^{o}C a v noci 12 - 14 ^{o}C (to souvisí s fyziologickým chodem rostliny – ve dne převládá fotosyntéza, v noci transport vytvořených látek do zásobních orgánů). V případě raných brambor nás zajímá teplota, při které začíná růst, tj. minimální teplota růstu. U porostů nakrytých folií či netanou textilií jsou velice důležité také maximální teploty, kdy při jejich dosažení růst rostlin a hlíz ustává. Tato maximální teplota, uváděna jako teplota nad 30 °C je hraniční teplotou (Vokál a kol., 2004), která by se u nakrytých porostů neměla dlouhodobě vyskytovat. Kardinální body teploty – minimum, optimum a maximum, nelze považovat za konstanty, ale mění se se stářím rostliny, v důsledku adaptace při dlouhodobém působení nízkých či vysokých teplot, může dojít k posunu těchto kardinálních bodů (adaptace je dána změnou, posunem teplotního optima enzymů zodpovědných pro růst a funkce s ním spojené) (Macháčková, 1998). Přestože se rostlina bramboru dokáže adaptovat na určité změny teplot, teplotní posun, pak teploty pod 0 °C jsou teploty kritické pro růst, kdy již při dlouhotrvajících teplotách pod –1 až –1,5 °C nať zmrzne. Vedle teploty vzduchu je také teplota půdy rozhodujícím faktorem pro rychlé klíčení a růst klíčků po výsadbě, časnou iniciaci hlíz (v období zakládání hlíz rostlina vyžaduje teplotu maximálně do 20 °C, při teplotě nad 29 °C se hlízy nezakládají) a ovlivňuje nárůst hlíz. K oteplování půdy dochází zejména při výměně půdního vzduchu se vzduchem v přízemních vrstvách. Čím více je půda provzdušněna, tím rychleji se ohřívá. V průběhu vegetace je však třeba, aby půdní teploty byly nižší než teploty ovzduší. Optimální teplota půdy podle Rybáčka (1988) je pro růst hlíz 15 - 17 °C. Při půdní teplotě 26 °C se růst hlíz zastavuje. Důležitost zejména nočních teplot na tvorbu hlíz dokládají výsledky Engela a kol. (1960), kdy jejich pořízené snímky dokládají, že bramborová hlíza roste zejména mezi 16 hodnou odpolední 7 hodinou ranní. Brambor v porovnání s jinými plodinami má středně velké nároky na vláhu, které závisejí na odrůdě, fázi růstu, výživě, teplotě a dalších faktorech. Nedostatek vláhy v období od výsadby do vzejití rostlin působí pozitivně (vytvoří se větší kořenová hmota, rostliny posléze lépe hospodaří s vodou). Od fáze tvorby poupat až do počátku fyziologické zralosti porostu jsou všechny odrůdy velmi citlivé na nedostatek půdní vláhy a v jejím důsledku se značně prodlužuje vegetační doba.

MATERIÁL A METODIKA

V přesném polním pokusu s ranými bramborami na stanovišti Přerov nad Labem se zaměřením na výzkum a zhodnocení vlivu nakryvu porostů různými materiály z plastických hmot (netkaná textilie, folie) na výnos konzumních hlíz při časné sklizni bylo provedeno sledování teploty vzduchu (TV), půdy (TP), vlhkost vzduchu (VV), sacích tlaků (ST) a úrovně dopadajícího fotosynteticky aktivního záření (FAR) na porost přes zmíněné materiály s cílem zhodnotit jejich vliv na výnos. V roce 2003 byla sledována teplota a vlhkost vzduchu spolu s teplotou půdy, v roce 2005 přibilo sledování sacích tlaků půdy a v roce 2006 ještě měření FAR. Stanoviště Přerov n. Labem se nachází ve středním Polabí (tj. typicky ranobramborářské oblasti), kde jsou vhodné půdní a teplotní podmínky pro pěstování raných brambor (178 m nad mořem, průměrná roční teplota 8,8 °C, roční úhrn srážek 622 mm, řepařská výrobní oblast, hnědá půda, písčitá půda, s vysokým obsahem P v půdě - 134 ppm, s dobrou zásobeností K a Mg - 201 ppm, 73 ppm a pH 5,1) a kde deficit srážek je vyrovnáván závlahou (v roce 2003 bylo provedeno 6 závlah v celkové dávce 90 mm, v roce 2005 5 závlah tj. 35 mm a v roce 2006 celkem 5 závlah v celkové dávce 30 mm.

Pro účely hodnocení výnosů byly tyto pokusy založeny podle metodiky ÚKZÚZ pro rané zavlažované brambory, kde každá varianta (použitý nakrývací materiál) měla 4 opakování. Kontrolní varianta (bez nakryvu porostu) a pokusné varianty se lišili pouze typem použitého materiálu (agrotechnika a ošetření porostů se shodovala). Použitými materiály byla bílá netkaná textilie (NT) z polypropylenového vlákna typu Pegas-agro 17 UV (hmotnost 17 g/m^2), perforovaná folie (PF) z polyethylenu Wepelen®climatec dodávaná firmou Pebal s.r.o. (24 g/m^2, s otvory v průměru 100 mm s hustotou perforace 500 děr/m^2) a dvojitý nakryv netkanou textilií (druhá vrstva NT ponechána pouze do výšky porostu 70 mm). Zmíněné materiály byly nataženy na hrůbky bezprostředně po výsadbě.

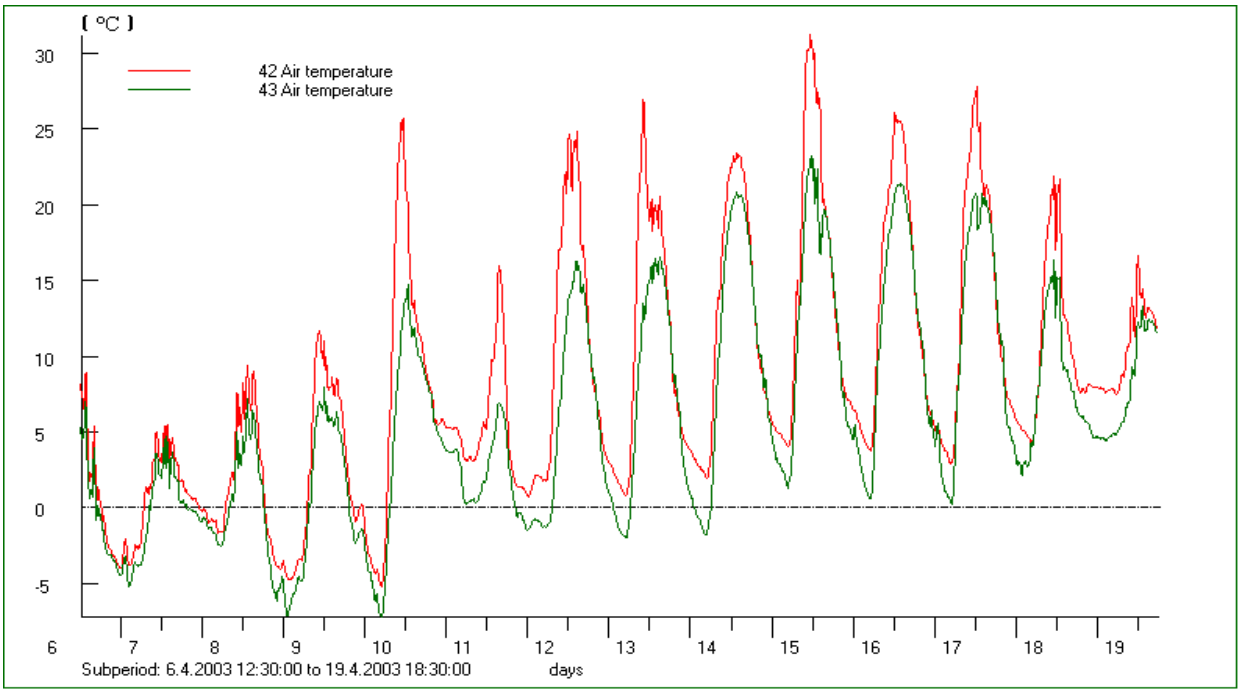
Pro měření a zaznamenávání tepot vzduchu a vlhkosti vzduchu každých 15 min. byl použit datalogger Minikin TH (EMS Brno, ČR) umístěný v přízemní vrstvě na vrcholu hrůbku. Teplota půdy byla měřena v hloubce 100 mm od vrcholu hrůbku dataloggery Tinytag Ultra (Demini Data Logers (UK) Ltd., GB) ve stejných intervalech po celou bobu nakryvu porostů. Úroveň sacích tlaků v půdě byla měřena čidlem Watermark 2000S v hloubce 300 mm od vrcholu hrůbku a hodnoty v intervalu 15 min. zaznamenávány dataloggerem Microloc SP (EMS Brno, ČR). Dále pro porovnání množství dopadajícího FAR na porosty byl použit datalogger Minikin QT (EMS Brno, ČR).

Pro sledování výnosů hlíz byl cca po 60 dnech od výsadby proveden odkop 40 trsů od každé z variant a hodnocen výnos konzumních hlíz a kvalita vypěstovaných hlíz pod NT, PF a na kontrolní variantě.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsledky roku 2003 velmi ovlivnilo chladné počasí s častými přízemními mrazíky (graf 1) v první a druhé dekádě dubna (9. a 10. 4. minima kolem –7 °C). Teplota půdy v hloubce 100 mm v porostu bez textilie třikrát klesla pod 0 °C (graf 2). Brambory v té době

Graf 1 Průběh teploty vzduchu v porostu brambor nechráněném (zeleně) a chráněném (červeně) netkanou textilií.



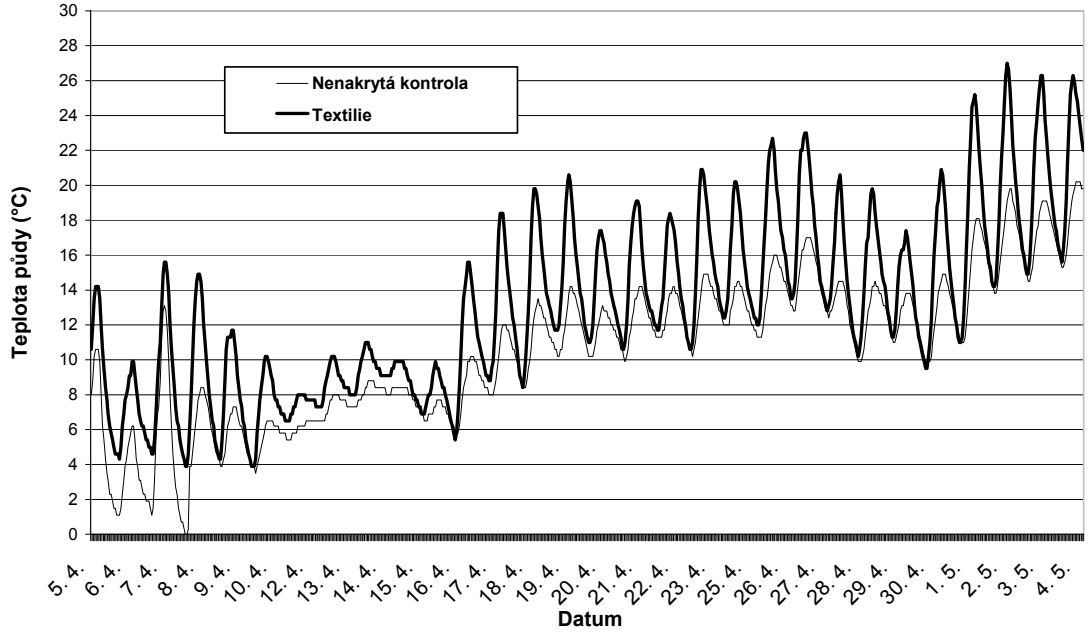
ještě nebyly vzešlé a na hlízách kontrolní varianty v půdě zmrzla podstatná část klíčků, porosty vzcházely s velkou mezerovitostí, byly značně nevyrovnané a teprve dodatečně se zpožděním vzcházely další trsy (poslední dokonce až v polovině května). Naproti tomu porosty pod textilií vzešly normálně zapojené s vyrovnanými trsy (obr. 1). Ve dnech s minimy kolem –7 °C a zejména ve dnech 12., 13. a 14.4. se zřetelně projevil příznivý vliv textilie, když byla teplota pod ní téměř o 3 °C vyšší a hlavně nad bodem mrazu oproti nechráněnému porostu. Pro vzcházení a další růst a vývoj porostů bylo důležité, že textilie velmi pozitivně ovlivňovala průběh teplot v hrůbku v hloubce 100 mm (graf 2). Výnosový efekt netkané textilie v roce 2003, kdy se jarní mrazíky dostavily těsně před vzejitím brambor, byl vzhledem k poškození nenakrytých porostů mimořádně velký (tab. 1).

Tab. 1 Vliv nakryvu netkané textilie na výnos u odrůdy Impala (přelom května a června)

Počet dní od výsadby	**Rok**	**Kontrola (K) (t/ha)**	**Textilie (T) (t/ha)**	**Rozdíl T - K**	**T / K (%)**
60	1999	8,9	14,1	5,2	158,6
	2000	15,5	19,8	4,3	127,6
	2001	12,7	18,2	5,5	142,9
	2002	11,7	17,5	5,8	149,4
	2003	2,5	14,9	12,4	608,0
	2004	14,7	20,8	6,1	141,6
	2005	17,0	19,1	2,1	110,9
	2006	15,7	10,2	-5,5	66,7

Stav našich pokusných porostů v roce 2003 dobře korespondoval s mnoha obdobně založenými porosty v pěstitelské praxi, kde se zejména u porostů bez textilie rovněž projevila značná mezerovitost a nevyrovnanost (u raných brambor má velmi nepříznivé důsledky – opozdí sklizeň). Nespornou výhodou pro ochranu naklíčených hlíz v období mezi výsadbou a vzejitím se ukázaly široké řádky 750 mm (dnes v praxi převážně používané), kde půda hlízy chrání lépe než v řádcích 625 mm.

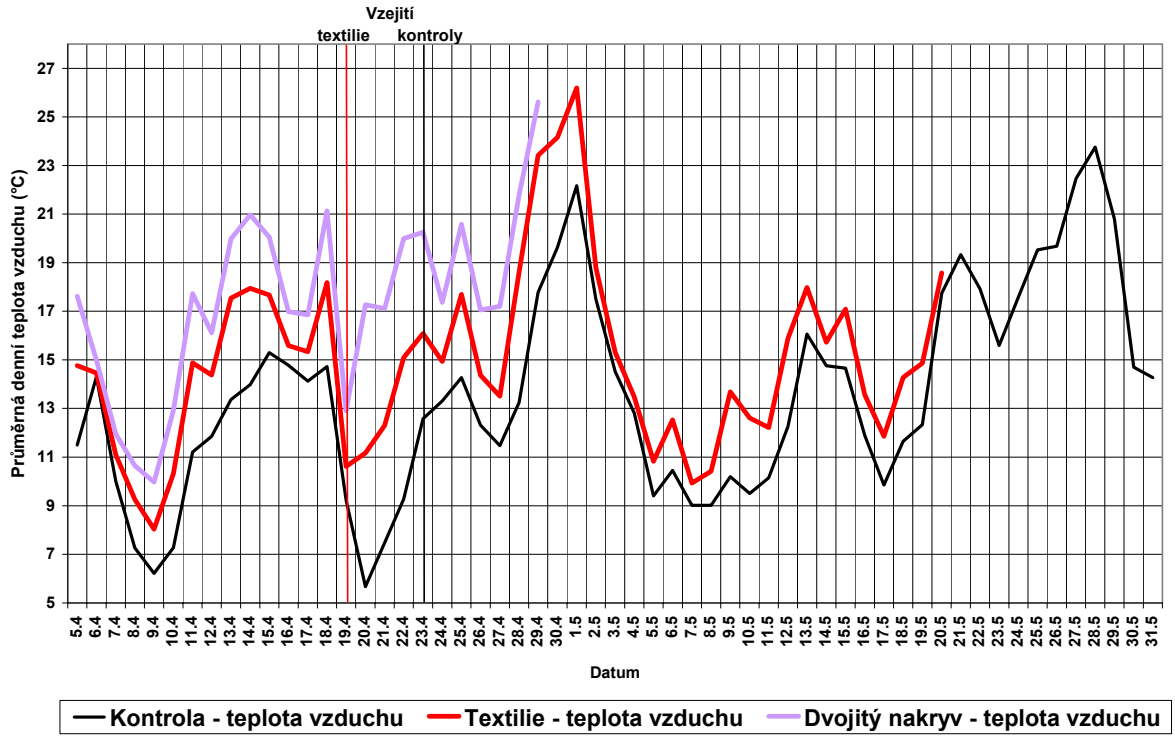
Graf 2 Teplota půdy v hloubce 100 mm v porostu nechráněném a chráněném netkanou textilií (5.4.-4.5.2003)



Obr. 1 Porost nechráněný (vlevo) a chráněný (vpravo) netkanou textilií po odstranění 17.5. 2003; mezerovitost a nevyrovnanost u nechráněného porostu byla způsobena zmrznutím klíčků na hlízách ještě před vzejitím

V roce 2005 se dostavily jarní mrazíky později – mezi 21. a 23. dubnem a způsobily značné škody na různých plodinách. Namrzly dokonce i porosty ozimé řepky a ozimé pšenice, což ani pamětníci v této teplé oblasti nepamatují. Teplotní minima v místě našich pokusů v přízemní vrstvě vzduchu dosahovala v kritických dnech kolem –5 °C a pod textilií –2,9 °C (tab. 2). Proto ani nakryv netkané textilie nemohl zmrznutí vzešlých rostlin zabránit: brambory v našem pokusu u varianty nakryté textilií byly již vzešlé, rostliny dosahovaly velikosti asi 50 až 80 mm a mráz zcela spálil jejich nadzemní části. Naopak porost nenakryté varianty teprve začínal vzcházet, většina rostlin byla těsně před vzejitím. Mráz zde spálil jen malé lístky prvních vzešlých rostlinek, ale celkově na těchto porostech nezpůsobil téměř žádné škody. Po odeznění mrazíků porosty pod textilií okamžitě regenerovaly, ale téměř zároveň vzcházely i porosty nenakryté varianty. Původní předstih ve vzcházení nakrytého porostu se proto téměř setřel. V následném období vegetace byly již poměrně příznivé podmínky pro růst a vývoj porostů raných brambor (graf 3).

Graf 3 Průměrná denní teplota vzduchu za sledované období (5.4.-31.5.2005)



Textilii u nakryté varianty jsme přesto ponechali na porostech dosti dlouho (odstranění 20.5.05), stejně jako pěstitelé na okolích pozemcích. Nať pod textilií přirůstala sice rychleji a dosáhla většího vzrůstu než u nenakryté kontroly, ale rozdíl ve výnosu hlíz mezi oběma variantami byl malý. Celkově byl výnosový efekt textilie v tomto roce druhým nejmenším ze všech pokusných let (tab. 1). Jiná byla situace u dvojitého nakryvu netkané textilie, který jsme zkoušeli jako doplňkovou pokusnou variantu. Vzešlé rostliny pod ním přestály období

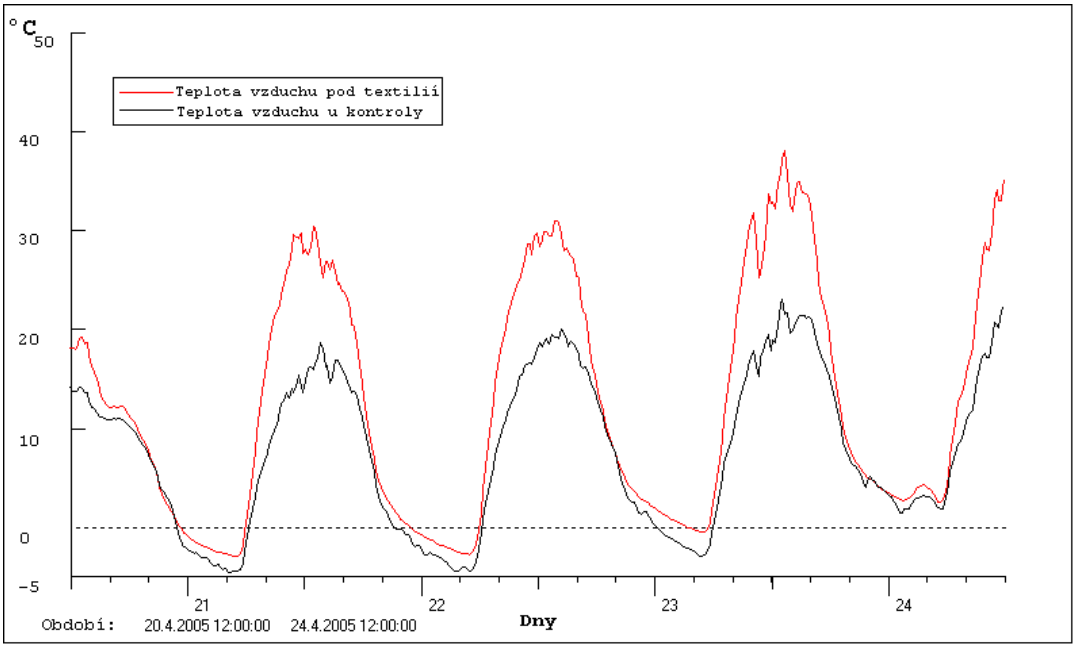
mrazíků téměř bez poškození a při sklizni se dostavil téměř obvyklý výnosový efekt z předešlých let.

Tab. 2 Absolutní extrémy (t_{min}, t_{max}) a průměrná teplota vzduchu v přízemní vrstvě

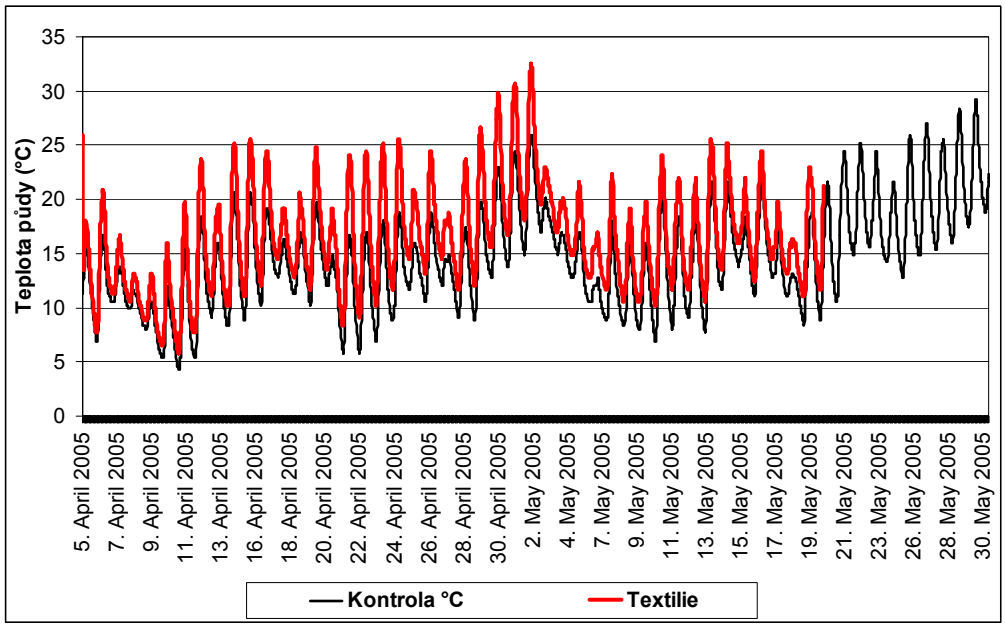
Rok	**Období: 5.4. – 4.5.**	**t_{min} (datum)**	**t_{max} (datum)**	**$t_{průměr}$**
2003	pod textilií (°C)	-5,2 (10.4.)	36,9 (22.4.)	12,4
	kontrola (°C)	-7,3 (10.4.)	28,7 (30.4.)	10,4
2005	**pod textilií (°C)**	**-2,9 (21.4.)**	**37,3 (14.4.)**	**15,7**
	kontrola (°C)	**-4,5 (21.4.)**	**27,7 (15.4.)**	**12,8**

Zmrznutí vzešlých porostů brambor a zejména závažné poškození jiných odolnějších kultur v roce 2005 souviselo i s trváním nízkých teplot v průběhu nocí v kritických dnech. Podle našich měření klesala teplota pod bod mrazu již kolem deváté hodiny večerní a mrazík postupně sílil až do rána (graf 4), zatímco v dřívějších pokusech v 80. a 90. letech se v některých ročnících dostavily s mrazíky spíše až v ranních hodinách. V roce 2005 pod nakryvem jedné vrstvy textilie s hmotností 17 g/m^2 u vzešlých rostlin musela nadzemní část rostlin zmrznout i proto, že rostliny byly malé a prakticky celou svou listovou plochou se dotýkaly textilie. Z našich dřívějších pokusů máme zkušenost, že od určité výšky trsů (asi 100 až 150 mm) se pod textilií stále silněji uplatňuje nepřímá ochrana proti mrazu. Na vnitřní straně v kapilárách textilie totiž zmrzne voda vypařovaná z půdy a rostlin a vytvoří ledový krunýř. Výškou porostu vytvořený vzduchový polštář mezi povrchem půdy a textilií pokrytou ledem snižuje vyzařování půdního tepla zpět do atmosféry. Tento efekt není zanedbatelný, neboť přes den (zvláště při bezmračném slunečném počasí, kdy je největší nebezpečí nočních mrazíků) bývá půda pod textilií prohřátá o 3 – 5 °C více než nekrytá půda (graf 5).

Graf 4 Průběh a trvání nízkých teplot vzduchu při mrazivých nocích (21.,22. a 23.4.2005)

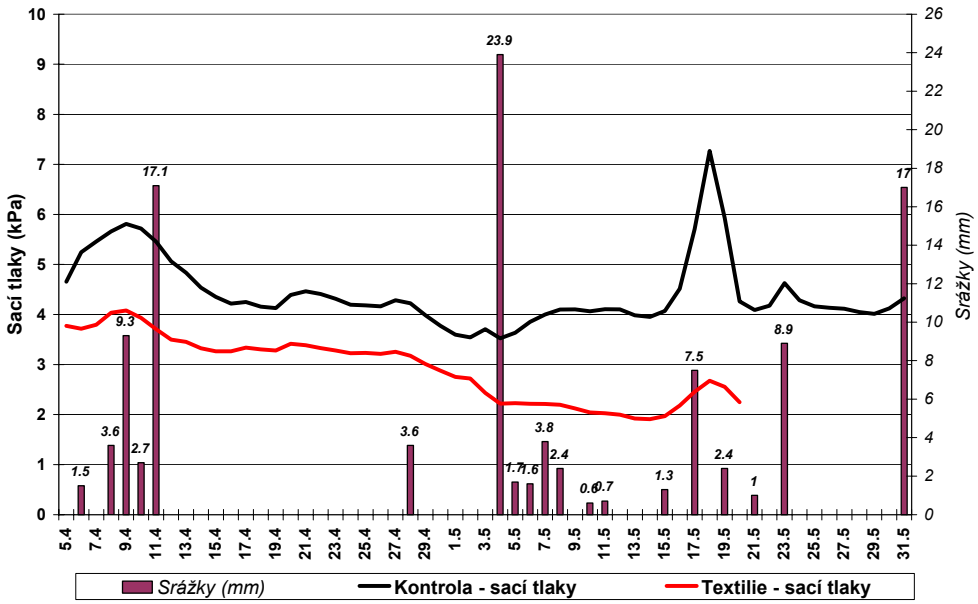


Graf 5 Průběh teploty půdy v hloubce 100 mm od vrcholu hrůbku



Vlhkostní charakteristiky půdy dokumentuje úroveň sacích tlaků půdní vody, kde z grafu 6 jsou patné nižší sací tlaky u varianty s textilií (tj. vyšší obsahem půdní vody). Přes tyto rozdíly nebyla ani u jedné z variant překročena kritická hodnota sacích tlaků, které se pohybují od 30 – 60 kPa (tj. zásobení půdy vodou bylo po celou vegetaci rovnoměrné bez výskytu stresujících období se sacími tlaky nad 30 kPa – závlaha plně doplňovala nedostatek srážek).

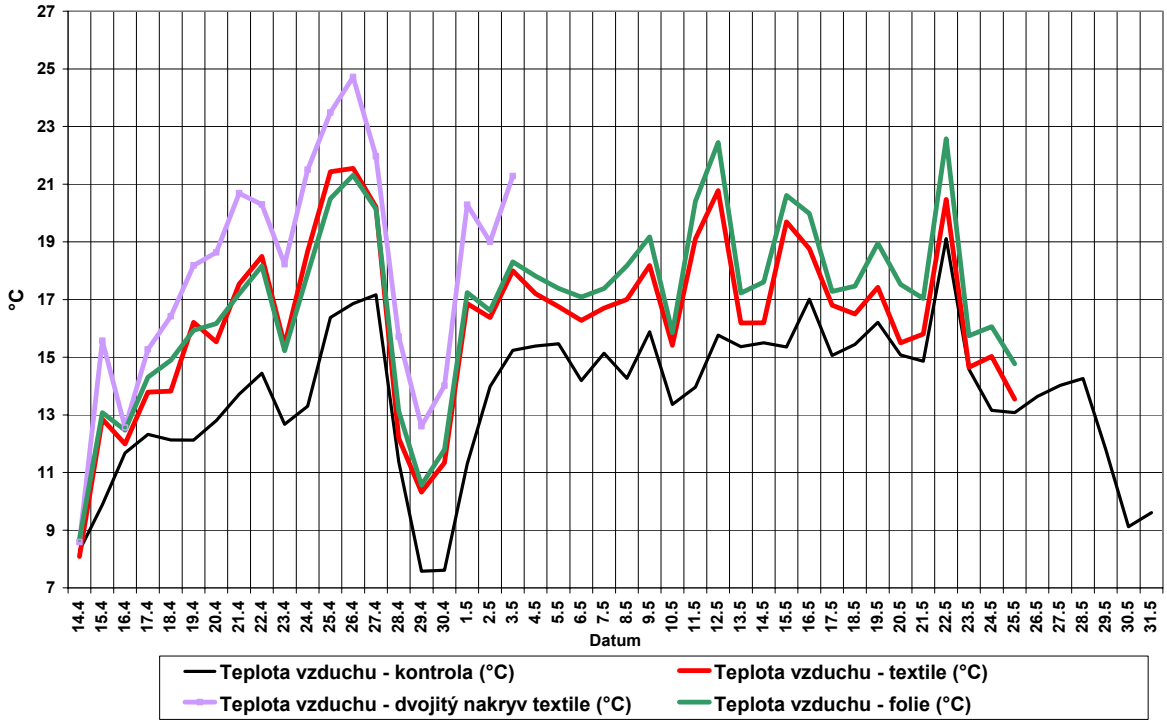
Graf 6 Průběh sacích tlaků půdy u textilie, kontroly a úroveň srážek za sledované období (5.4.-31.5.2005)



V roce 2006 jsme při časné sklizni na přelomu května a června poprvé za osm let zaznamenali pod textilií nižší výnos než u kontroly (tab. 1). Tento výsledek souvisí jednak s mimořádně opožděným termínem výsadby (12.4.) vzhledem k dlouhému trvání letošní zimy, a dále též s termínem odstranění textilie z porostu (25.5.), který nám umožnil prověřit účinek vícedenního působení relativně vysokých teplot pod textilií na porost brambor pěstovaných pod závlahou, ale ve svých důsledcích (vzhledem k teplotním podmínkám druhé květnové dekády) se ukázal být příliš pozdním.

Z grafů 7 a 8 je patrné, že v období od výsadby do vzejití nakryv netkané textilie sice způsobil výrazné zvýšení průměrných i maximálních denních teplot vzduchu v přízemní vrstvě, ale podmínky pro vzcházení byly letos po pozdním sázení již docela příznivé i u nenakryté varianty, a textilie tak urychlila vzejití jen o dva dny. Po vzejití byl pod textilií patrný poněkud rychlejší nárůst natě, ale v termínu nasazování hlíz zůstal zachován jen cca dvoudenní předstih nakryté varianty z období vzcházení. V době tvorby hlíz považuje většina autorů za optimální průměrnou denní teplotu v porostu (může být výrazně odlišná od teploty 2 m nad zemí) 17°C, ale je to pouze orientační ukazatel; více záleží na maximálních a minimálních teplotách navíc s rozdílnými požadavky brambor na teploty ve dne a v noci.

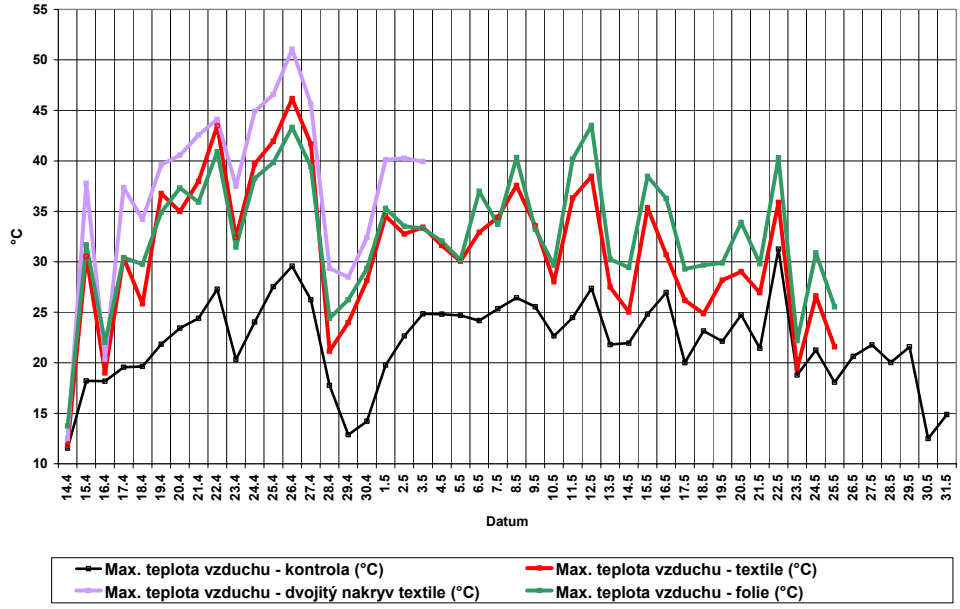
Graf 7 Průměrné denní teploty vzduchu v přízemní vrstvě pod textilií, folií, dvojitým nakryvem textilie a u kontroly



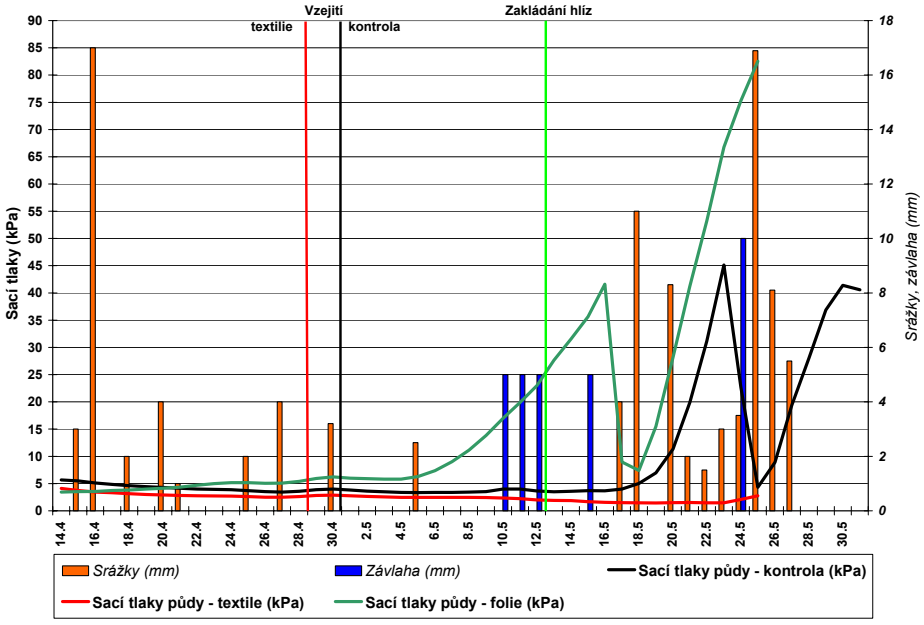
Z našich meteorologických pozorování je zřejmé, že v období tvorby hlíz se průměrné denní teploty pohybovaly u nenakryté varianty většinou pod optimální hodnotou, zatímco u varianty s textilií často nad optimální hodnotou (graf 7). Pro zdůvodnění výnosového propadu

u nakryté varianty však považujeme za rozhodující průběh denních teplotních maxim (graf 8), která u varianty s textilií opakovaně přesáhla hranici zastavení tvorby hlíz (30°C), přičemž v jednom případě dosáhla teplota pod textilií přes 38°C a došlo i k popálení okrajů listů. Pro porost by bylo samozřejmě prospěšnější dřívější odstranění textilie.

Graf 8 Průběh denních teplotních maxim vzduchu v přízemní vrstvě u nakryté a kontrolní varianty



Graf 9 Průběh sacích tlaků půdy u textilie, kontroly a úroveň srážek a doplňkové závlahy za sledované období (14.4.-31.5.2005)



Výrazné rozdíly ve výnosu v roce 2006 u jednotlivých variant byly způsobeny jednak působením vysokých teplot a také nedostatkem vláhy v půdě u varianty s folií (graf 9), kde její nedostatek v kritickém období zakládání a růstu hlíz, způsobil výrazné snížení výnosů oproti variantě s textilií a hlavně kontrole. Snížená schopnost prostupu srážek a také doplňkové závlahy přes folii (otvory v průměru 10 mm a hustotou perforace 500 děr/m^2) zapříčinily výnosový propad (kontrola 15,7 t/ha, folie 8,6 t/ha).

ZÁVĚR

V roce 2003 se potvrdil tepelně izolační efekt netkané textilie za podmínek, kdy nízké teploty se dostavili pouze v ranních hodinách a jejich působení bylo v době kdy ani jedna z variant ještě nevzešla. Textilie díky akumulaci tepla v půdě zabránila zmrznutí klíčků na hlíze a tak nakryté porosty mohly dále vegetovat bez vážných poškození, zbrždění růstu a dosáhnout vyšších výnosů. Díky rozdílnému nástupu a průběhu nízkých teplot v roce 2005 nedokázala netkaná textilie již právě vzcházející porosty pod textilií ochránit a právě vzešlé porosty zmrzly. Následující doba potřebná k regeneraci způsobila, že porosty jak pod textilií tak porosty kontrolní vzcházely ve stejnou dobu. Smazal se tím náskok porostů pod textilií a díky příznivějším teplotám pod textilií v době po vzejití do počátku tvorby hlíz byl výnos hlíz u varianty s textilií o 2 t/ha vyšší oproti kontrolním porostům. Pozdní termín výsadby a příhodné podmínky pro růst brambor již po výsadbě, umožnili potvrdit dřívější poznatek, že textilii je třeba z porostu odstranit nejpozději ve fázi tvorby hlíz, při dosažení maximální teploty pod textilií nad 35 °C nebo když je předpoklad opakovaného (vícedenního) překračování maximální denní teploty pod textilií nad 30 °C. Pokud jde o teploty vzduchu pod textilií v období od výsadby do vzejití brambor, nevadí ani teploty přes 40 °C na něž se vzduch pod textilií za slunečných dnů prohřívá od povrchu půdy ještě nezakrytého porostem.

Podklady pro tento článek byly získány díky Záměru MŠMT 6046070901 a grantu CIGA reg.č. 20062005.

LITERATURA

Čepl J. (2000): Základní agrotechnika. In: Vokál B. a kol.: Brambory. Agrospoj, Praha: 42-52.

Engel (1960): In Vokál B. a kol.: Brambory, Agrospoj Praha, 2000: 242 s.

Macháčková I. (1998): In Vokál B. a kol.: Brambory, Agrospoj Praha, 2000: 242 s.

Rybáček V. a kol. (1988): Brambory. Státní zemědělské nakladatelství Praha: 358 s.

Vašát V., Krejčíková P., Jarolím F., Hamouz K., Dvořák P. (2006): Výsledky odrůdových pokusů velmi raného sortimentu brambor v Přerově nad Labem. Bramborářství, 14(4): 11-12.

Vokál B, Čepl J., Čížek M., Domkářová J., Hausvater E., Rasocha V., Diviš J., Hamouz K. (2004): Technologie pěstování brambor (Rozhodovací systémy pro optimalizaci pěstitelských technologií u jednotlivých užitkových směrů brambor). Praha, ÚZPI: 91 s.