
**PRAKTICKÉ ZKUŠENOSTI S KAPKOVOU ZÁVLAHOU BRAMBOR
V RANOBramborářské OBLASTI V LETECH 2017 A 2018****PRACTICAL EXPERIENCE WITH POTATO DRIP IRRIGATION
IN THE EARLY POTATO PRODUCTION REGION BETWEEN
2017 AND 2018**Tomáš LITSCHMANN¹, Ervín HAUSVATER², Petr DOLEŽAL²¹AMET, Velké Bílovice; ²Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o.

LITSCHMANN, T. – HAUSVATER, E. – DOLEŽAL, P.**Praktické zkušenosti s kapkovou závlahou brambor v ranobramborářské oblasti v letech 2017 a 2018**

Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, 2018, 24: 79–89

V příspěvku je provedeno vyhodnocení dvouletých pokusů s kapkovou závlahou brambor odrůd Monika a Jolana v podmínkách jižní Moravy. Oproti nezavlažované kontrole bylo dosaženo poměrně výrazného zvýšení (dvojnásobného až trojnásobného) výnosu. Kapková závlaha je moderním prostředkem při závlaze brambor, které vyžadují vyrovnaný vláhový režim po celou dobu vegetace. Na závlahu v obou letech lépe reagovala odrůda Monika, dosahující i v nezavlažované variantě vyšších výnosů než Jolana. Bylo dosaženo i poměrně vysokých hodnot ukazatele WUE, který se pohyboval od hodnoty 10,6 do 16,1 kg.m⁻³ u zavlažovaných variant a 5,9–16,3 kg.m⁻³ u nezavlažovaných. Zvýšení výnosu závlahou, indikované hodnotou IWUE, dosáhlo u odrůdy Monika 12,6 a 17,5 kg na dodaný m³ vody, u odrůdy Jolana to bylo 7,3 a 12,6 kg.m⁻³.

brambory; kapková závlaha; WUE; IWUE; teplotní stres; vlhkostní stres

ÚVOD

Zvyšující se povětrnostní extrém v souvislosti s probíhající klimatickou změnou do značné míry ovlivňují možnosti pěstování některých plodin v tradičních oblastech s ohledem na jejich rentabilitu. Brambory, přestože jejich výměra pěstování v České republice pomalu klesá, z celosvětového hlediska stále patří mezi čtyři nejdůležitější plodiny, pokud jde o zásobení obyvatelstva potravinami. Přestože jsou brambory plodinou především mírného pásma, pěstují se i v teplejších oblastech, přičemž v semiaridních a aridních oblastech patří mezi nejzavlažovanější plodiny (YAVUZ *et al.*, 2016). Proto nepřekvapuje, že právě největší pozornost problematice kapkové závlahy brambor je věnována v mediteránní oblasti, odkud pochází i většina odborných publikací. S ohledem na vývoj povětrnostních podmínek v posledních letech a zvyšující se aridizaci nejen u nás, ale i v dalších oblastech Evropy, je zřejmě nutno zkoumat možnosti aplikace kapkové závlahy i v našich podmínkách, v minulosti příznivých pro pěstování této komodity. Většina autorů se shoduje v tom, že pokud dojde k omezení aktuální evapotranspirace porostu brambor nedostatkem vláhy v půdě, dojde i ke snížení konečných výnosů v porovnání s dostatečně zavlaženým porostem. Velmi názorně to ukazuje AYAS (2010, 2013), kdy každé snížení aktuální evapotranspirace oproti potenciální má za následek snížení výnosu. Dostatečně zavlažený porost má zároveň i vyšší hmotnost a velikosti hlíz a jejich vyšší počet v trsu. Naproti tomu se vzrůstajícími závlahovými dávkami klesá obsah škrobu a sušiny. V případě raných brambor, jak uvádí NOVOTNÝ *et al.* (1990), si vysoké a časně úrody vyžadují intenzivní závlahový režim, jenž je charakterizovaný spodní hranicí využitelné vodní kapacity 60 % a hloubkou navlaženého profilu alespoň 40 cm. Kritické období z hlediska požadavků na vlhkost půdy je od nasazování hlíz až do sklizně. Rané brambory by neměly trpět vláhovým deficitem ani jeden den v průběhu vegetačního období. Na druhé straně je potřeba zajistit, aby nedošlo k převlážení a narušení správného poměru vody a vzduchu v půdě.

S podporou výzkumného úkolu NAZV QJ1610020 byly v letech 2016 až 2018 prováděny maloparcelkové pokusy s pěstováním brambor v ranobramborářské oblasti jižní Moravy pod kapkovou závlahou. Výsledky za období 2016 a 2017 byly podrobně vyhodnoceny v práci LITSCHMANN *et al.* (2018). V tomto příspěvku jsou vyhodnoceny roky 2017 a 2018, v nichž byly na pokusném pozemku pěstovány stejné odrůdy, což umožňuje podrobnější srovnání jednotlivých ročníků.

MATERIÁL A METODY

Pokus byl založen v lokalitě Moravský Žižkov (okr. Břeclav). Jednotlivé odrůdy byly vysázeny vždy na dvou parcelách, z nichž jedna byla zavlažována a druhá kontrolní bez závlahy. Použity byly odrůdy Monika a Jolana. Před výsadbou byly v parcelách odrůdy Monika umístěny snímače půdní vlhkosti VIRRIB (AMET, Velké Bílovice) v podlouhlé variantě svisle nad sebou, takže monitorovaly půdní vlhkost ve vrstvách 5–25 cm a 30–50 cm. Tyto hloubky jsou vztaženy k povrchu zarovnané půdy, hrůbkování bylo provedeno až po vzejití rostlin. Takto změřená půdní vlhkost byla v čtvrt hodinových intervalech zaznamenávána prostřednictvím VIRRIBLOGGERu (AMET, Velké Bílovice). Ve variantě, kde byla plánována závlaha, byl vrchní snímač připojen současně i k regulátoru půdní vlhkosti RPV08 2b (AMET, Velké Bílovice), umožňující podle předem nastavené hodnoty půdní vlhkosti otevřít (a zavírat) v pravidelných intervalech na stanovenou dobu pulsní ventil. Půdním typem na pokusné parcele je černozem na spraši s mocností černického horizontu nejméně 60 cm.

Ihned po vzejití rostlin byla na povrch hrůbků položena na dvou parcelách s jednotlivými odrůdami kapkovací hadice typu DRIPNET PC 16250 (NETAFIM, Israel) se vzdáleností kapkovačů 30 cm a vydatností $2,0 \text{ l.h}^{-1}$. Regulátor půdní vlhkosti RPV08 2b byl po celou sezónu nastaven tak, že půdní vlhkost byla měřena každou hodinu a v případě jejího poklesu pod 25 obj. % byla závlaha spuštěna na dobu 15 min., čímž bylo rostlinám dodáno množství vody cca 0,5 l na jeden kapkovač. V průběhu vegetace, kdy se ukázalo, že v zavlažované parcele v hloubce 30–50 cm se nedoplňuje zásoba půdní vláhy, byla délka závlahy prodloužena na 25 minut a následně až na 1 hod. Po spotřebování dodané vody a poklesu půdní vlhkosti byla dodána další závlahová dávka. Cílem brzkého počátku zavlažování byla snaha o soustředění kořenového systému rostlin především v navlažovaném objemu půdy a také podpory vyššího nasazení hlíz v trsu.

Okamžik a konec spuštění jednotlivých závlahových dávek byl zaznamenáván registrátorem HOBO (Onset Computer, USA).

Kromě výše popsaných parametrů byly v blízkosti pokusné výsadby měřeny základní meteorologické parametry meteostanicí MeteoUni (AMET, Velké Bílovice). Ty byly mj. využity i k výpočtu potenciální evapotranspirace podle Penmana (ALLEN *et al.*, 1998).

V době sklizně již porosty měly odumřelou nať, hodnocena byla sklizeň z celých parcel. Po sklizni byly hlízy ze všech parcel zváženy a dále zařazeny do hmotnostních kategorií.

Dále pak byly stanoveny hodnoty WUE (Water Use Efficiency) a IWUE (Irrigation Water Use Efficiency). K výpočtu těchto parametrů přistupují různí autoři poněkud odlišně, např. YAVUZ *et al.* (2016) stanovuje WUE jako poměr hmotnosti tržních hlíz a spotřebou vody rostlinami během vegetace. IWUE je následně počítán jako poměr rozdílu hmotnosti tržních hlíz v zavlažované a nezavlažované variantě a množství dodané závlahové vody. AL-HAMED *et al.* (2017) stanovuje WUE jako poměr celkové úrody k celkovému množství obdržené vody rostlinami od výsadby do sklizně. ATI *et al.* (2012) stanovuje

WUE jako poměr celkového sklizeného množství k aktuální evapotranspiraci a IWUE jako stejného množství k dodanému množství závlahové vody. V našem případě bude tedy WUE s ohledem na měřené veličiny stanoveno jako:

$$WUE = Y / (\text{Prec} + \text{Irr} + \Delta W) \dots\dots\dots (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$$

kde Y – celkové sklizené množství (kg)

Prec – množství srážkové vody spadlé na plochu jedné varianty (m³)

Irr – množství závlahové vody dodané na plochu jedné varianty (m³)

ΔW – změna zásob půdní vláhy do hloubky 50 cm pod plochou jedné varianty na začátku a na konci sezóny (m³)

Hodnota IWUE je následně stanovena podle vztahu:

$$IWUE = (Y_i - Y_c) / \text{Irr} \dots\dots\dots (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$$

kde Y_i – sklizené množství v zavlažované variantě (kg)

Y_c – sklizené množství v nezavlažované (kontrolní) variantě (kg)

Na základě měření půdní vlhkosti ve vrstvě 20–50 cm lze předpokládat, že nedošlo k průsaku vody do hlubších vrstev.

Kromě toho byly pro zavlažované a nezavlažované varianty stanoveny charakteristiky jednotlivých dnů od výsadby do sklizně podle metody uvedené v práci LITSCHMANN *et al.* (2016a).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Srážkové poměry v obou letech byly, pokud jde o celkové množství, velmi podobné. Odlišný však byl počet srážkových dnů, v roce 2017 srážky vypadávaly po dobu 35 dnů, zatímco v roce 2018 jenom 23 dnů. Avšak průměrné teploty byly dosti odlišné, během vegetačního období pěstování brambor byla teplota v roce 2018 o 2 °C vyšší než v roce předcházejícím. To se zákonitě projevilo i ve vyšší hodnotě potenciální evapotranspirace (tab. 1). Zřejmě i proto bylo celkové množství dodané závlahové vody v tomto roce vyšší.

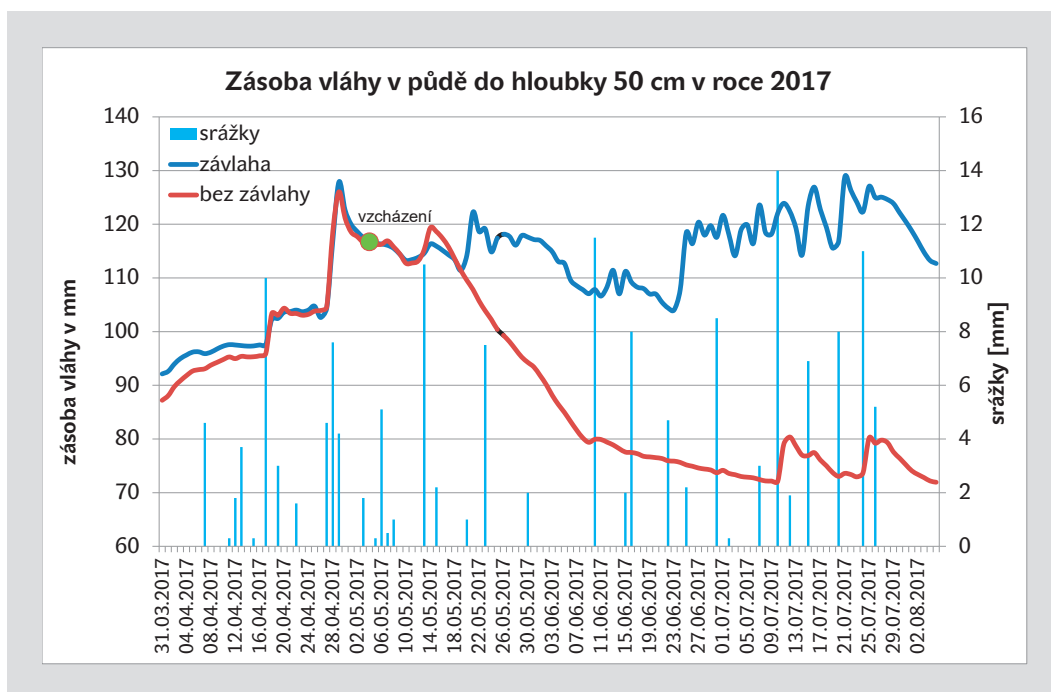
Tab. 1: Hodnoty vybraných veličin od sázení do sklizně

Rok/ veličina	Prům. teplota (°C)	Úhrn srážek (mm)	Potenciální evapotranspirace (mm)	Dodaná závlahová voda (mm)
2017	17,4	161	379	205
2018	19,4	150	418	268

Vývoj zásob půdní vláhy v jednotlivých variantách a letech v odrůdě Monika je zachycen na obr. 1 pro rok 2017 a obr. 2 pro rok 2018. V obou letech lze zaznamenat poměrně podob-

ný vývoj. V zavlažované variantě po instalaci a spuštění závlahy je udržována zásoba vláh na poměrně konstantní úrovni, pokles v červnu je způsoben vysycháním spodní vrstvy při absenci vydatnějších srážek a závlaze po dobu pouze 15 min, po přechodu na delší závlahové dávky se zásoba vláh ve vrstvě 50 cm opět zvýšila. Po výsadbě, kdy ještě není rozvinuta transpirace rostlin, dochází v důsledku občasných srážek ke zvýšení zásoby půdní vláh. U nezavlažované varianty je po vzcházení a následném zapojení porostu patrný výrazný poměrně rychlý pokles zásob půdní vláh, jež se zpomaluje s tím, jak se zásoba půdní vláh přibližuje hranici 70 mm a pro rostliny je stále obtížnější přijímat vodu kořeny. Lze proto předpokládat v zavlažované variantě optimální vláhový režim. Ve variantě bez závlahy po vyčerpání zásob půdní vláh počátkem června byl porost zásobován vláhou pouze ze sporadických srážek.

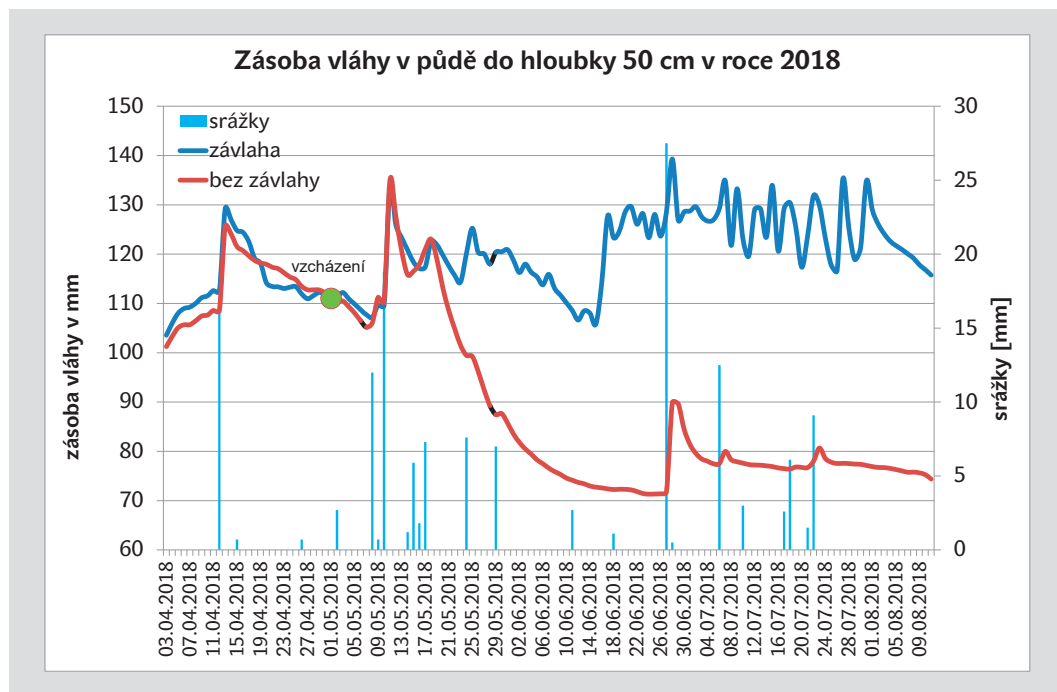
Obr. 1: Zásoba vláh v půdě do hloubky 50 cm v roce 2017



Výnosové parametry jednotlivých variant v obou letech jsou shrnuty v tab. 2. Ve všech případech došlo u obou odrůd k poměrně výraznému zvýšení výnosů v zavlažované variantě, výraznější to bylo v roce 2017, kdy u odrůdy Monika bylo toto zvýšení téměř trojnásobné a u odrůdy Jolana čtyřnásobné. V roce 2018 byly zaznamenány celkově vyšší výnosy oproti předchozímu roku v zavlažovaných i nezavlažovaných variantách a rozdíl mezi nimi byl menší, přesto u zavlažované odrůdy Monika bylo dosaženo dvojnásobného

výnosu a u odrůdy Jolana byl téměř dvojnásobný. U zavlažovaných variant je patrný vyšší počet hlíz v trsu.

Obr. 2: Zásoba vláh v půdě do hloubky 50 cm v roce 2018



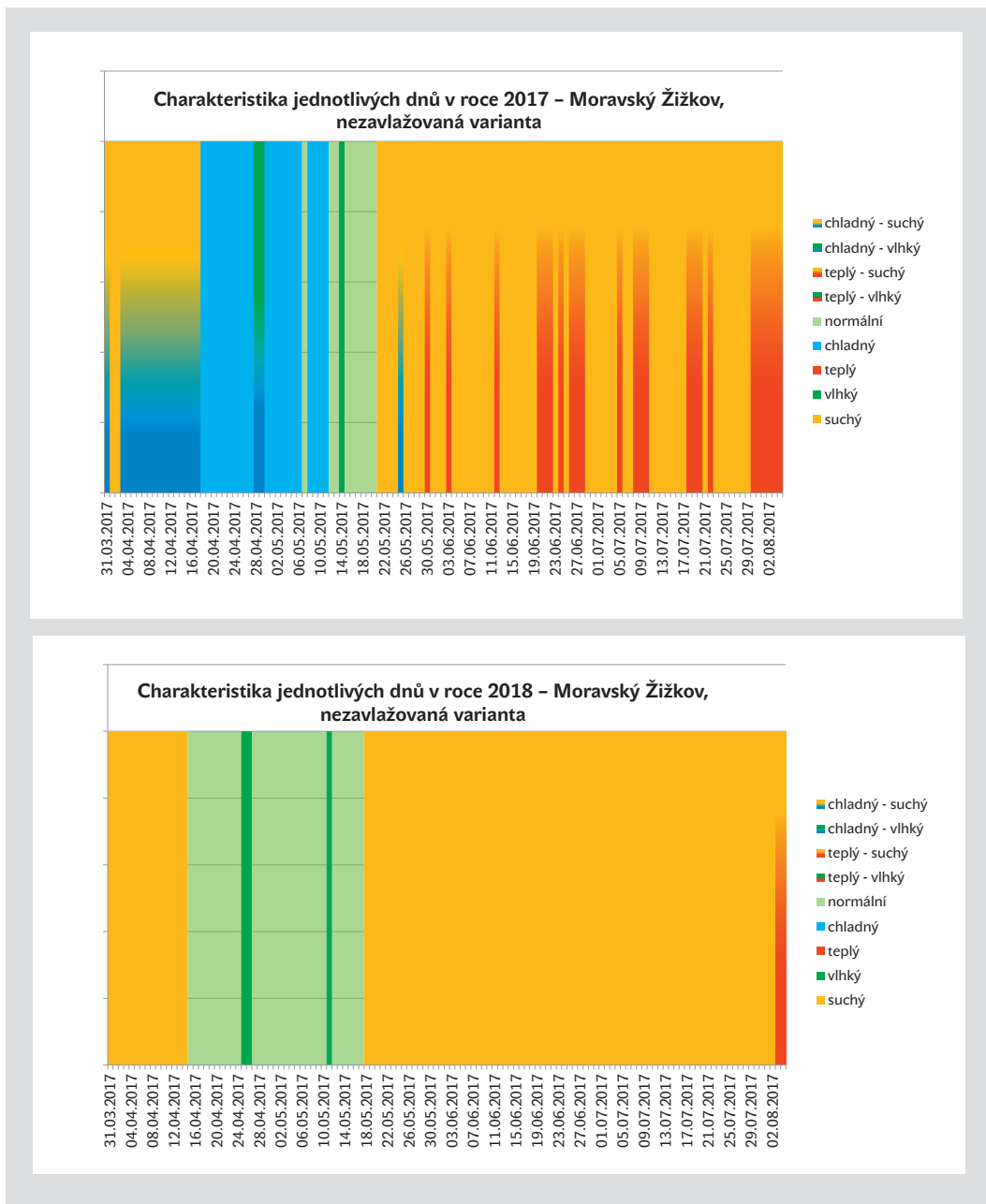
Tab. 2: Výnosové parametry jednotlivých variant

Rok	Výnos (kg.trs ⁻¹)				Počet hlíz v trsu (ks)			
	zavlaženo		nezavlaženo		zavlaženo		nezavlaženo	
	Monika	Jolana	Monika	Jolana	Monika	Jolana	Monika	Jolana
2017	0,84	0,60	0,33	0,15	10,7	11,0	8,0	5,1
2018	1,04	0,74	0,49	0,40	8,7	9,2	6,0	4,3

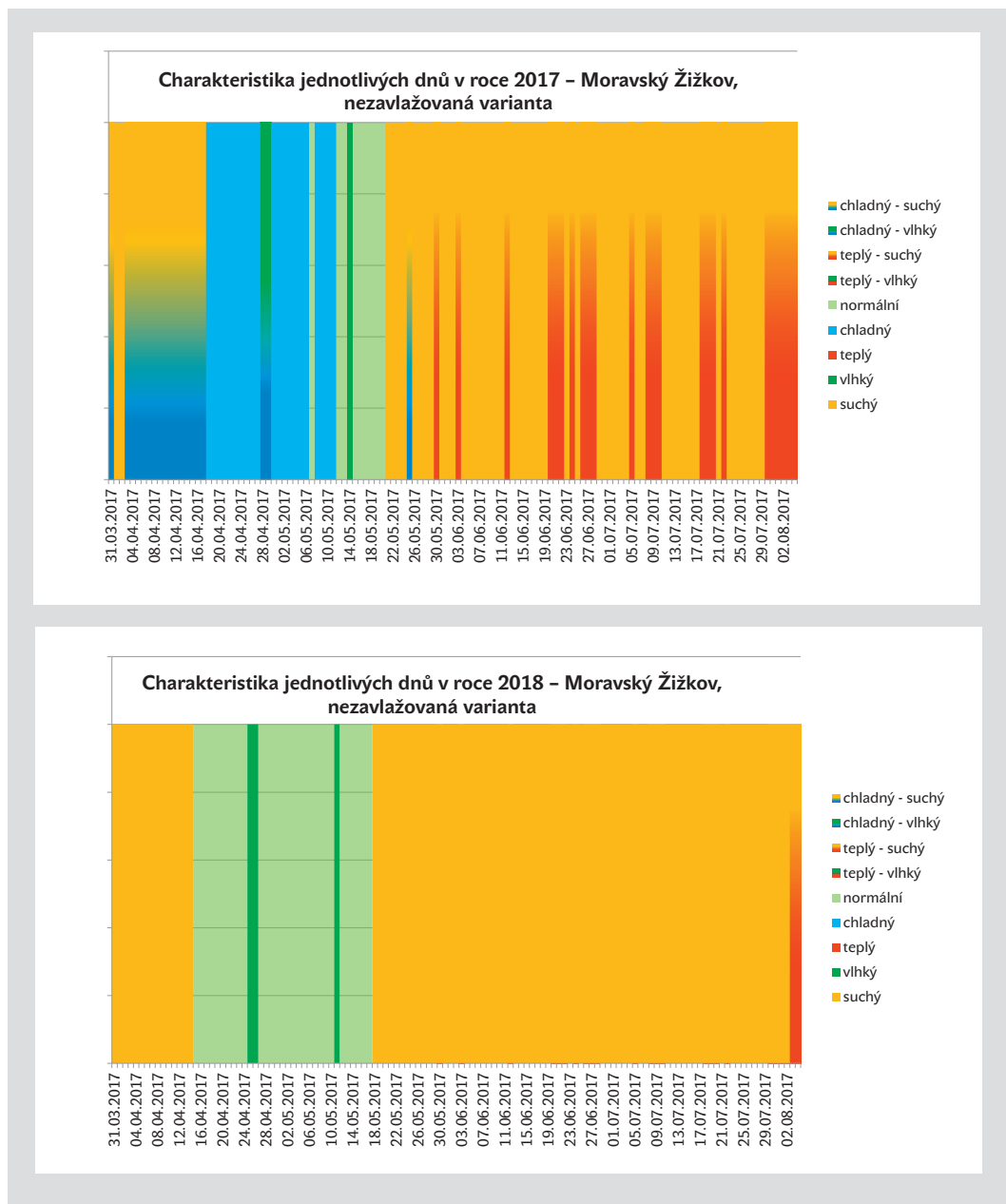
Přestože množství srážek v obou letech bylo dosti podobné a u zavlažované varianty byla udržována optimální zásoba vláh po celé vegetační období, v roce 2018 byly výnosy vyšší než v roce předcházejícím. Příčinu tohoto jevu by snad bylo možno spatřovat v příznivějším teplotním režimu v roce 2018, což dokládají obr. 3 a 4. Přestože, jak bylo uvedeno výše, průměrná teplota za celé období pěstování brambor byla v roce 2018 vyšší než v roce předcházejícím, toto zvýšení bylo především v jarních měsících a následně až v srpnu, kdy již výnosový proces byl ukončen. Na počátku vegetace vyšší teploty zajistily posun do optimálního teplotního pásu pro růst brambor, v letních měsících se zase nevyskytovaly ve

zvýšené míře teplé dny jako v roce 2017. Teplotně-vlhkostí podmínky se tak v zavlažované variantě více přibližovaly těm optimálním.

Obr. 3: Charakteristiky jednotlivých dnů v letech 2017 a 2018, nezavlažovaná varianta



Obr. 4: Charakteristiky jednotlivých dnů v letech 2017 a 2018, zavlažováno kapátkovou závlahou s regulací



Hodnoty WUE pro jednotlivé varianty a ročníky dosahovaly poměrně vysokých hodnot, přičemž u odrůdy Monika byly vždy vyšší než u Jolany. Hodnota IWUE udává, že např.

u odrůdy Monika lze dodáním 1 m³ závlahové vody vyprodukovat za stejných výživových a dalších podmínek navíc 12,6 až 17,5 kg brambor. U odrůdy Jolana je to o něco méně a zejména jsou výraznější rozdíly mezi ročníky.

Tab. 3: Hodnoty WUE a IWUE pro jednotlivé odrůdy (kg.m⁻³)

Rok	WUE zavlaženo		WUE nezavlaženo		IWUE zavlaženo	
	Monika	Jolana	Monika	Jolana	Monika	Jolana
2017	16,1	11,9	13,0	5,9	17,5	15,4
2018	14,9	10,6	16,3	13,2	12,6	7,3

ZÁVĚR

Dosažené výsledky ukazují, že brambory reagují pozitivně na dodanou závlahu, která zároveň přispívá ke stabilizaci výnosů v jednotlivých letech na poměrně vysoké úrovni. Důležité je udržovat zásobu půdní vláhy na optimální úrovni po celé vegetační období, aby nedocházelo k přemokření ani k výskytu vodního stresu. Podobné poznatky uvádí i BANI-HANI *et al.* (2018) na základě vlastních pokusů s kapkovou závlahou a různým dodaným množstvím, kdy nejvyšších výnosů a počtu hlíz bylo dosaženo při dodávce vody pokrývající na 100 % vláhovou potřebu rostlin, směrem k nižším anebo vyšším dávkám tyto parametry klesají.

Na optimální závlahový režim reagují pravděpodobně všechny odrůdy brambor pozitivně, přesto, jak ukazují naše výsledky, některé lépe a u jiných je zvýšení výnosů menší. K tomu je nutno uvážit i potřebu dosažení optimální velikosti hlíz z hlediska jejich tržního uplatnění, aby nedocházelo k přerůstání hlíz. Bude proto zřejmě potřeba pokračovat dále v pokusech s cílem vybrat nejvhodnější odrůdy pro kapkovou závlahu a různé klimatické oblasti.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek vznikl s podporou výzkumných úkolů NAZV QJ1610020 Nové poznatky pro ekonomicky a ekologicky efektivní produkci brambor v podmínkách sucha a výkyvů počasí vedoucí k dlouhodobě udržitelnému systému hospodaření na půdě v oblastech pěstování brambor, NAZV QJ1210305 Integrovaná ochrana proti plísni bramboru v nových agroenvironmentálních podmínkách s využitím prognózy výskytu choroby a na základě nových poznatků o změnách v populacích patogena a procesech rozkladu hlíz a projektu MZe RO1618.

LITERATURA

- ALLEN, R.G. – PEREIRA, L.S. – RAES, D. – SMITH, M. (1998): Crop evapotranspiration: guide-lines for computing crop water requirements. In: FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Rome, Italy: 300 pp.
- AL-HAMED, S. A. – WAHBY, M. F. – ABOUKARIMA, A. M. – EL MARAZKY, M. S. (2017): Effect of soil and water characteristics on yield and properties of 'Spunta' potatoes. Chilean Journal of Agricultural Research [online], 77(3): 250-256. ISSN 0718-5839. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392017000300250>.
- ATI, A. S. – IYADA A. D. – NAJIM, S. M. (2012): Water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) under different irrigation methods and potassium fertilizer rates. Annals of Agricultural Science, 57(2): 99–103.
- AYAS, S. – KORUKÇU, A. (2010): Water-Yield Relationships in Deficit Irrigated Potato. U. Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (Journal of Agricultural Faculty of Uludag University), 24(2): 23–36.
- AYAS, S. (2013): The effects of different regimes on potato (*Solanum tuberosum* L. Hermes) yield and quality characteristics under unheated greenhouse conditions. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19(1): 87–95.
- BANI-HANI, N. M. – HADDAD, M. A. – AL-TABBAL, J. A. – AL-FRAIHAT, A. H. – AL-QUDAH, M. – AL-DALAIN, S. Y. A. – AL-TARAWNEH, M. A. (2018): Optimum irrigation regime to maximize the yield, water use efficiency and quality of potato [*Solanum tuberosum* (L.) cv. Spunta]. Res. on Crops, 19(2) : 237–244.
- NOVOTNÝ, M. – ŠANTA, M. – KERVALIŠVIL, D. M. (1990): Závlaha poľných a špeciálnych plodín. 1. vydání, Bratislava: PRÍRODA. 312 s. ISBN 80-07-00267-7.
- LITSCHMANN, T. – DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. (2016): Nový prístup k vyhodnocení vlhkostné - teplotných podmínek při pěstování brambor. In: J. ROŽNOVSKÝ, J. – VOPRAVIL, J., (eds): Půdní a zemědělské sucho. Sborník abstraktů z mezinárodní konference, Kutná Hora 28.–29. 4. 2016. Vydalo nakladatelství Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, 582 s. ISBN 978-80-87361-55-9.
- LITSCHMANN, T. – HAUSVATER, E. – DOLEŽAL, P. (2016): Praktické zkušenosti s kapkovou závlahou brambor v roce 2016. In: ČELKOVÁ, A. (ed.): Zborník recenzovaných príspevkov 23. posterový deň Transport vody, chemikálií a energie v systéme poda – rostlina – atmosféra, 10. november 2016. Bratislava: Ústav hydrologie SAV, s. 89–97. ISBN 978-80-89139-38-5.
- LITSCHMANN, T. – DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. (2018): Praktické zkušenosti s kapkovou závlahou brambor v letech 2016 a 2017 v podmínkách jižní Moravy. In: ROŽNOVSKÝ, J. – LITSCHMANN, T. (eds): Hospodaření s vodou v krajině. Třeboň 21.–22. 6. ISBN 978-80-87361-83-2.
- YAVUZ, D. – YAVUZ, N. – SUHERI, S. (2016): Design and management of a drip irrigation system for an optimum potato yield. J. Agri. Sci. Tech., 18: 817–830.

LITSCHMANN, T. – HAUSVATER, E. – DOLEŽAL, P.

Practical experience with potato drip irrigation in the early potato production region between 2017 and 2018

Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, 2018, 24: 79–89

The paper describes the evaluation of two-year trials with drip irrigation at potato varieties Monika and Jolana under conditions of Southern Moravia. Compared to non-irrigated control, a relatively significant yield increase (two-fold to three-fold) was recorded. Drip irrigation is a modern tool for irrigation of potatoes that require balanced water regime for the whole growing season. The variety Monika responded better to the irrigation in both years, reaching higher yields also in non-irrigated variant compared to Jolana.

potatoes; drip irrigation; WUE; IWUE; temperature stress; moisture stress

Kontaktní adresa:

RNDr. Tomáš LITSCHMANN, Ph.D.

AMET, Velké Bílovice

Žižkovská 1230, 691 02 Velké Bílovice, Česká republika

tel.: +420 731 702 744, e-mail: amet@email.cz