

# Vliv klimatické změny na termíny setí, vzcházení a sklizně cukrové řepy

INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON TERMS OF SUGAR BEET SOWING, EMERGENCE AND HARVEST

Lenka Hájková<sup>1</sup>, Věra Kožnarová<sup>2</sup>, Martin Možný<sup>1</sup>, Zdeněk Žalud<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, <sup>2</sup> Česká zemědělská univerzita v Praze

<sup>3</sup> Mendelova univerzita v Brně, <sup>4</sup> Ústav výzkumu globální změny Akademie věd ČR

Cukrová řepa (*Beta vulgaris* L.) patří mezi nejproduktivnější polní plodiny pěstované v našich klimatických podmínkách. Je důležitým prvkem osevního postupu, protože jako rostlina tvořící zásobní kořen vykazuje odlišný životní cyklus a je z jiné botanické čeledi než obiloviny. Hluboko kořenící cukrová řepa vynáší živiny ze spodních vrstev půdy a příznivě působí na půdní strukturu. Jako jařina přerušuje rozšířené osevní postupy s ozimy, jako listnatá dvouděložná plodina střídá často pěstované obilniny. Cukrovka je plodina s vysokou agronomickou přidanou hodnotou, je zdrojem živin pro následnou plodinu (1). Zařazení cukrové řepy do osevního postupu snižuje infekční tlak některých chorob. Její plochy poskytují na jaře možnost hnízdění ptáků, během léta a podzimu stíní a mírní teplotní extrémy.

Cukrová řepa je strategická energetická plodina, která dokáže nejlépe znásobit vloženou energii. Není jen surovinou pro potravinářský obor (bílý řepný cukr, potravinářský líh, kapalný oxid uhličitý pro nápoje), ale využívá se i jako obnovitelný zdroj energie (bezvodý líh, surovina pro bioplynové stanice), krmivo (řepné řízký čerstvé, granulované, výpalky), hnojivo (zelená hmota, cukrovarská šáma) apod. (2, 3).

Již od antických dob se řepa se používá jako krmivo. Skutečnost, že obsahuje cukr, byla objevena až v 18. století. Příznivé klimatické a půdní podmínky pro její pěstování umožnily rozvoj řepného cukrovarnického průmyslu i u nás. Počátkem 19. století

byly v Českých zemích zakládány první manufakturní cukrovary, první průmyslový cukrovar vznikl v roce 1829 v Kostelním Vydří u Dačic (4, 5). V roce 1831 byl založen cukrovar v Dobrovici, který je stále v provozu a je nejstarší činný v Evropě (6).

Cukrovka je nesporně jedna z fotosynteticky nejvýkonnějších plodin. Pěstuje se především v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti, kde nejvíce využije půdu, vodu a sluneční svit (7).

Součástí práce Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) od jeho založení je pozorování vývoje rostlin ve vazbě na počasí. Nejstarší fenologické záznamy v Českých zemích se datují již do 18. století, první systematická síť tzv. všeobecné fenologie byla založena prof. Novákem v roce 1923, kterou v roce 1940 převzala meteorologická služba (8). Součástí fenologického pozorovacího programu ČHMÚ byly polní plodiny včetně cukrové řepy (od roku 2013 se sledují fenofáze pouze volně rostoucích rostlin), u níž bylo zaznamenáváno datum setí, vzcházení a sklizně. V roce 1984, po transformaci fenologické sítě polních plodin, byly do metodiky přidány další dvě fenologické fáze: počátek dekortikace a sklizňová zralost.

V příspěvku jsme zaměřili pozornost na posun data setí, vzcházení a sklizně cukrové řepy na lokalitě Sadská u Poděbrad a Velký Újezd u Olomouce, které mají dlouhé řady meteorologických měření a fenologických pozorování (Sadská od roku 1933 do 2012, Velký Újezd od roku 1946 do 2012). Pro zpracování jsme použili u obou lokalit stejné časové období, tj. 1946–2012. Vedle statistického rozboru fenologických informací jsme analyzovali i teplotu vzduchu, kde jsme jako reprezentativní teplotní charakteristiky zvolili sumu efektivních teplot vzduchu nad 5,0 °C vztaženou ke dni setí, vzcházení a sklizně a četnost mrazových dnů definovaných denní minimální teplotou vzduchu nižší, než je 0,0 °C, v době setí a sklizně. Pro všeobecný přehled jsme využili grafické zpracování ve formě map, které vyjadřují změnu sumy efektivních teplot vzduchu nad 5,0 °C v březnu, dubnu a říjnu (vztaženo k analyzovaným fenofázím).

## Materiál a metody

Studie využívá fenologická data a meteorologická data (průměrnou denní teplotu vzduchu a minimální denní teplotu vzduchu) z databáze ČHMÚ (tab. I.).

Pro souhrnné vyjádření klimatických podmínek na zvolených lokalitách byl použit klimagram podle KOŽNAROVÉ A KLABZUBY (10), který popisuje tzv. agrometeorologický rok (začíná 1. říjnem

Tab. I. Geografické souřadnice fenologických a meteorologických stanic včetně zařazení do klimatické oblasti dle Quitta (9)

Stanice	Nadmořská výška (m)	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Zařazení podle Quitta
Sadská (fenologická)	196	50° 08'	14° 59'	W2
Poděbrady (meteorologická)	189		15° 08'	
Velký Újezd (fenologická)	400	49° 34'	17° 29'	
Olomouc (meteorologická)	210		17° 17'	

Pozn. k W2: počet letních dnů: 50–60; dnů s průměrnou denní teplotou >10 °C: 160 až 170; mrazových dnů: 100–110; ledových dnů: 30–40; dnů se srážkovým úhrnem >1 mm: 80–100; dnů se sněhovou pokrývkou: 40–50; zamračených dnů: 120–140 a jasných dnů: 40–60; průměrná teplota v lednu: –2 až –3 °C; v dubnu: 8–9 °C; v červenci: 18–19 °C a v říjnu 7–9 °C; úhrn srážek ve vegetačním období 350–400 mm a v zimním období: 200–300 mm.

a končí 30. zářím následujícího roku). Tento způsob nám umožňuje hodnotit zimní období jako celek (tzv. chladný půlrok) a následující vegetační období odpovídající přibližně většině u nás rostoucích rostlin (tzv. teplý půlrok).

V námi analyzovaném období let 1946–2012 se měnily tzv. normály (tj. referenční průměry) stanovené World Meteorological Organization tak, aby vyjadřovaly změny klimatických podmínek probíhajících na Zemi. Postupně se používaly intervaly let 1931–1960, 1961–1990 a 1981–2010. Rozdíly na obou zvolených lokalitách na území Česka v těchto obdobích popisují klimagramy na obr. 1.

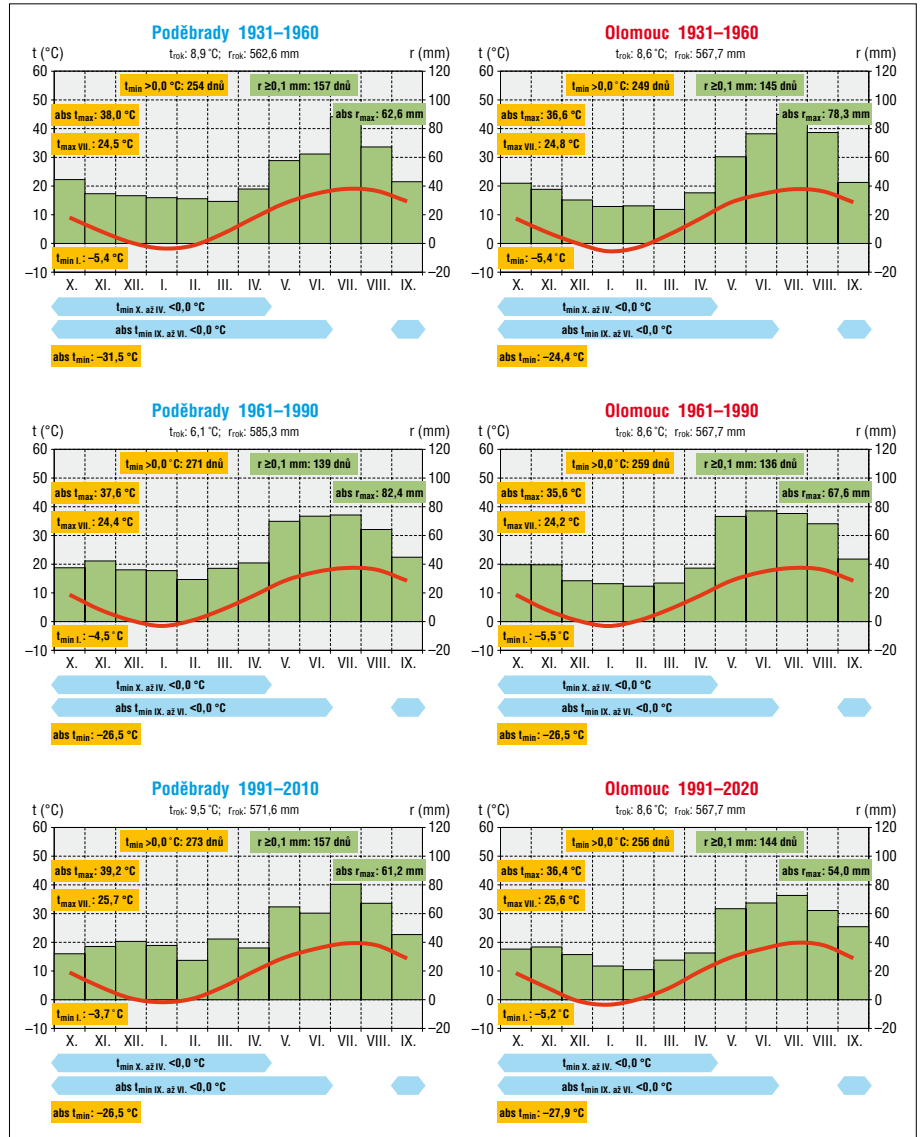
Popis analyzovaných fenologických fází cukrové řepy vychází z metodiky ČHMÚ (11):

- *Vzcházení* nastává, jakmile nad povrch půdy pronikne poddélžní článek (hypokotyl), nesoucí na svém k zemi ohnutém vrcholu dva děložní lístky. Děložní lístky jsou k sobě ještě přitisknuty. V rámci fenologického pozorování vzcházení nastupuje v době, kdy je již zřetelně patrné řádkování vzházejících rostlin (na 10 % a více pokusné plochy).
- *Počátek dekortikace* je určen vznikem prvních viditelných trhlinek na povrchu horní, z půdy vyčnívající části bulvy. Bývá to v době, kdy rostlina vytvořila 3. až 4. pravý list. Trhlinky jsou málo zřetelné, a proto je třeba prohlížet rostliny z bezprostřední blízkosti. Za počátek dekortikace se považuje stav, kdy je uvedený popis zjištěn zhruba na polovině z celkového počtu rostlin.
- *Sklizňová zralost* nastupuje, pokud je z celkového počtu listů v listové růžici polovina až dvě třetiny listů odumřelých (je nutno posuzovat pouze zdravé rostliny). Fenofáze nastupuje, když tomuto stavu odpovídá zhruba polovina z celkového počtu rostlin.

Pro většinu analýz meteorologických dat se používají technické datové řady, které vycházejí ze staničních měření ČHMÚ a jsou vypočteny pomocí geostatistických metod (regionální lineární regrese). Samotný výpočet technických řad vychází z metody IDW (metoda vážených inverzních vzdáleností), kdy použité údaje okolních stanic jsou nejprve standardizovány na nadmořskou výšku bodu, pro který je počítána nová řada, a poté je váženým průměrem spočtena nová hodnota (12).

Pro zpracování byla zvolena průměrná denní teplota vzduchu z klimatologické databáze ČHMÚ CLIDATA, do výpočtů sumy efektivních teplot vstupovala tzv. technická řada, tj. homogenizovaná časová řada.

Obr. 1. Klimagramy meteorologické stanice Poděbrady (pro fenologickou stanici Sadská) a Olomouc (pro Velký Újezd) za období 1931–1960, 1961–1990 a 1981–2010



Vysvětlivky ke klimagramu: **všeobecné údaje v záhlaví:** zeměpisné souřadnice a nadmořská výška;  $t_{rok}$  = průměrná roční teplota vzduchu;  $f_{rok}$  = roční úhrn srážek; **graf:** červená křivka = spojnice průměrné měsíční teploty vzduchu (°C); zelené sloupce = měsíční úhrn srážek (mm); **teplotní charakteristiky:**  $abs\ t_{max}$  = absolutní maximum teploty vzduchu;  $t_{max VII}$  = průměrné denní maximum teploty vzduchu v červenci;  $t_{min I}$  = průměrné denní minimum teploty vzduchu v lednu;  $abs\ t_{min}$  = absolutní minimum teploty vzduchu;  $t_{min} > 0,0$  °C = počet dnů s denním minimem teploty vzduchu  $> 0,0$  °C; modrý pruh s  $t_{min X-IV} < 0,0$  °C = měsíce s průměrným měsíčním minimem teploty vzduchu  $< 0,0$  °C; modrý pruh s  $abs\ t_{min IX-VI} < 0,0$  °C = měsíce s absolutním minimem teploty vzduchu  $< 0,0$  °C; **srážkové charakteristiky:**  $r > 0,0$  mm = počet dnů s denním úhrnem srážek  $> 0,0$  mm;  $abs\ r_{max}$  = absolutní maximum denního úhrnu srážek.

Mapy charakterizující rozložení sumy efektivních teplot vzduchu nad 5,0 °C byly zpracovány z datasetu technických řad ČHMÚ (305 stanic) za období 1961–2010 v prostředí Clidata-GIS (ArcGis 10.4.1) metodou Clidata-DEM (metoda vyjadřující závislost na nadmořské výšce). Data byla statisticky vyhodnocena v prostředí Microsoft Excel.

### Výsledky

V tab. II. je uveden časový posun termínu setí a sklizně a data nástupu fenologické fáze vzházení na základě analýzy trendu.

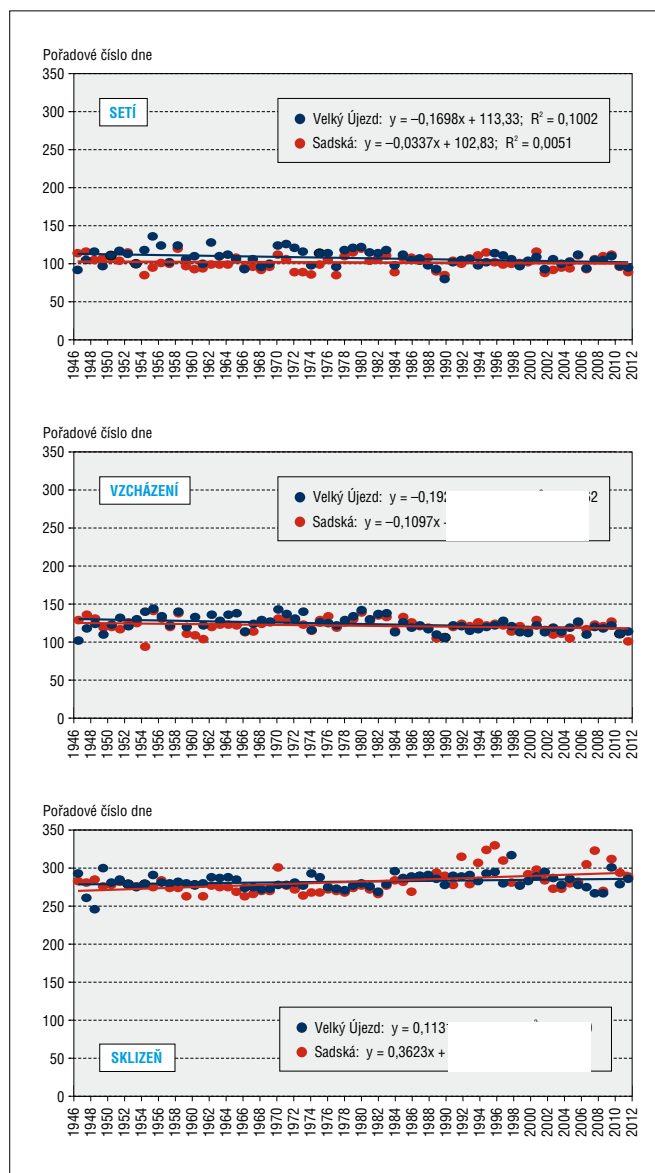
Tab. II. Časový posun termínu setí a sklizně i nástupu fenologické fáze vzcházení cukrové řepy v jednotlivých desetiletích i v celém období 67 let od roku 1946

Stanice	Setí		Vzcházení		Sklizeň	
	dekáda	období	dekáda	období	dekáda	období
	Časový posun termínu (d)					
Velký Újezd	-1,7	-11,3	-1,9	-12,9	+1,1	+7,6
Sadská	-0,3	-2,2	-1,1	-7,3	+3,6	+24,3

Údaje v tabulce jsou průměry za desetiletí v období 1946–2012 a za celý časový interval, tj. 67 let. Rozdíly v obou lokalitách jsou graficky vyjádřeny na obr. 2. spolu s trendy a rovnicí.

Změna sumy efektivních teplot vzduchu nad 5,0 °C vztažená k termínu setí, nástupu fenologické fáze vzcházení a termínu

Obr. 2. Analýza trendu termínu setí, vzcházení a sklizně cukrovky na stanici Sadská a Velký Újezd za období 1946–2012



Tab. III. Změna ve vývoji sumy efektivních teplot vzduchu nad 5 °C v termínu setí, vzcházení a sklizně (od 1. března) pro desetiletí i celé období od roku 1946

Stanice	Setí		Vzcházení		Sklizeň	
	dekáda	období	dekáda	období	dekáda	období
	Změna ve vývoji sumy efektivních teplot vzduchu (°C)					
Od 1. března						
Velký Újezd	-4,1	-27,6	-7,1	-47,7	+45,2	+302,5
Sadská	-0,9	-60,3	-11,5	-76,9	+34,1	+228,8
Od termínu setí						
Velký Újezd	-7,1	-49,1	+52,6	+362,9	+49,4	+341,1
Sadská	-10,5	-72,6	+45,6	+314,7	+35,1	+242,1

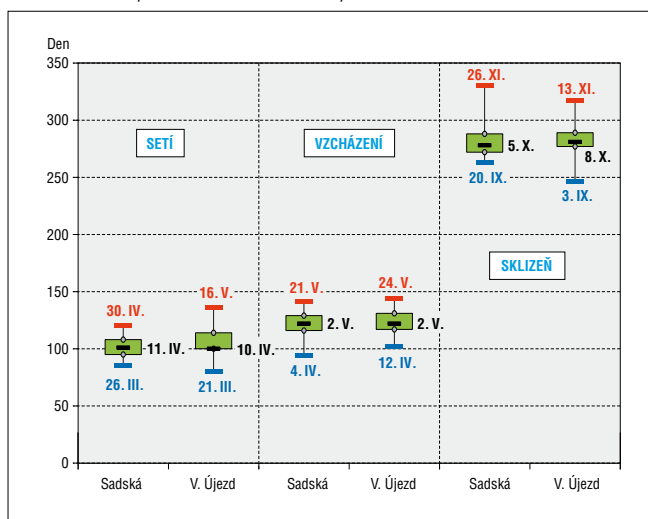
sklizeň na základě analýzy trendu za období 1946–2012 je uvedena v tab. III.

Základní statistické charakteristiky termínů setí, vzcházení a sklizně jsou na obr. 3., kde je zřetelný rozdíl v obou lokalitách. Ve Velkém Újezdě jsou posunuté extrémy – pozdější nástup fenofází. Rozdíl v mediánech je nepatrný (u setí 1 den, u sklizně 3 dny), nebo v případě vzcházení žádný.

Analýza sumy efektivních teplot vzduchu nad 5,0 °C z obou stanic je vyjádřena pomocí krabicového grafu (obr. 4.). Rozdíl v sumě je nejvíce patrný u sklizně, kde je medián ve Velkém Újezdě vyšší o 101 °C. Značný je i rozptyl mezi extrémy: u setí v Sadské 197 °C, ve Velkém Újezdě 190 °C, u vzcházení v Sadské 499 °C, ve Velkém Újezdě 316 °C a sklizně v Sadské 869 °C, ve Velkém Újezdě 801 °C. Mediány jednotlivých fází jsou nepatrně vyšší ve Velkém Újezdě (proti Sadské u setí o 17 °C, vzcházení 11 °C a sklizně 86 °C).

Změny v rozložení sumy efektivních teplot vzduchu vyšší než 5,0 °C v „normálových průměrech“ 1961–1990 a 1981–2010 k 31. 3., 30. 4. a 31. 10. jsou zpracovány v mapách na obr. 5. Ve všech případech došlo u sumy efektivních teplot vzduchu

Obr. 3. Box-plot časového nástupu setí, vzcházení a sklizně







vyšší než 5,0 °C v současné době používaném normálovém období (1981–2010) k plošnému zvýšení hodnoty.

Tab. IV. Změna v počtu dnů mezi termíny setí a vzházení, vzházení a sklizně i setí a sklizně po desetiletích

Období	Setí – vzházení		Vzházení – sklizeň		Setí – sklizeň	
	Sadská	V. Újezd	Sadská	V. Újezd	Sadská	V. Újezd
1951–1960	20	17	155	149	175	166
1961–1970	21	22	153	150	174	172
1971–1980	27	16	144	149	171	165
1981–1990	21	18	159	162	180	180
1991–2000	17	15	178	171	195	186
2001–2010	17	15	172	164	189	179

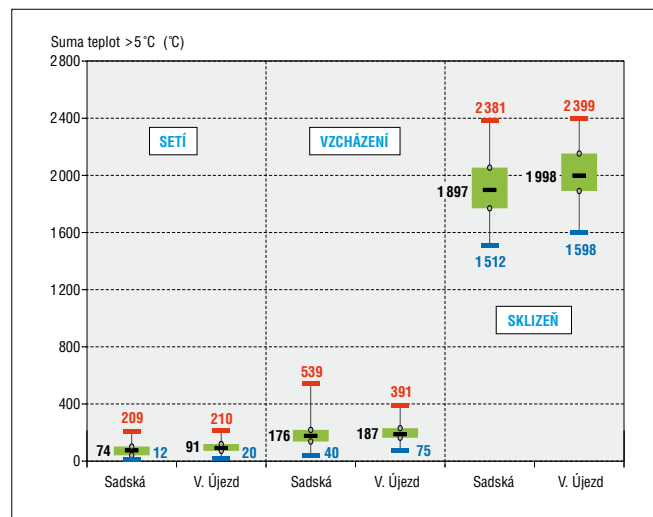
Tab. V. Změna v počtu dnů za období 1946–2012 na základě analýzy trendu

	Setí – vzházení	Vzházení – sklizeň	Setí – sklizeň
Sadská	-5,1	+31,6	+19,0
Velký Újezd	-1,5	+20,4	+26,5

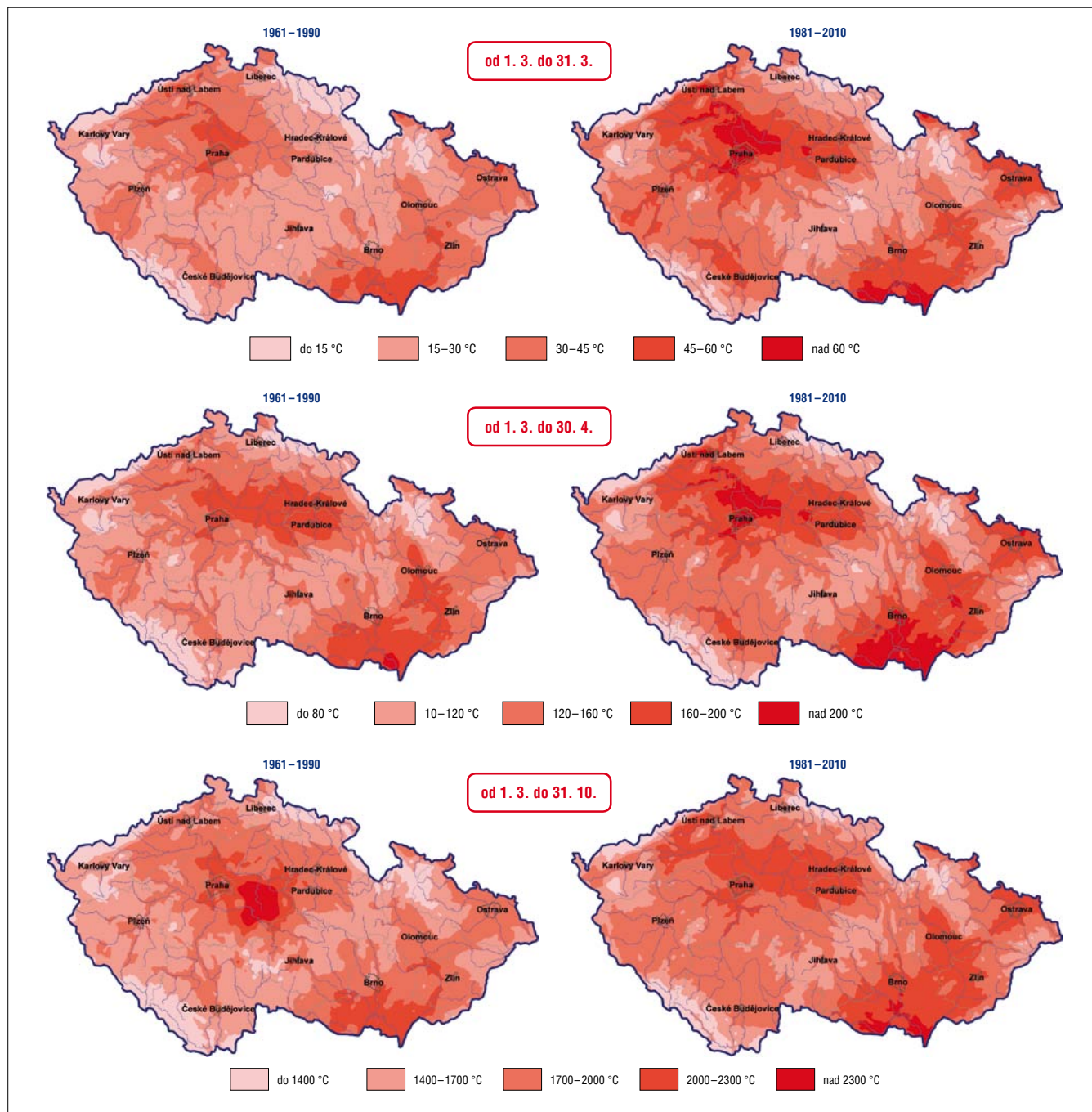
V průběhu analyzovaného období se změnil počet dnů mezi termíny setí, vzházení a sklizně v desetiletích 1951–1960, 1961–1970, 1971–1980, 1981–1990, 1991–2000 a 2001–2010. Změna je uvedena v tab. IV. a výsledky analýzy trendu pak v tab. V.

Nízké teploty vyjádřené pomocí počtu mrazových dnů dokumentuje tab. VI.

Obr. 4. Box-plot sumy efektivních teplot vzduchu nad 5 °C od 1. března termínu k setí, vzházení a sklizně



Obr. 5. Porovnání normálů (1961–1990 a 1981–2010) sumy efektivních teplot vzduchu nad 5 °C od 1. 3. do 31. 3., do 30. 4. a do 31. 10.



Tab. VI. Počet mrazových dnů v termínu setí, vzházení a sklizně po jednotlivých desetiletích

Období	Setí – vzházení		Vzházení – sklizeň		Setí – sklizeň	
	Sadská	V. Újezd	Sadská	V. Újezd	Sadská	V. Újezd
1951–1960	1	0	3	2	4	2
1961–1970	1	1	0	0	1	1
1971–1980	1	0	0	2	1	2
1981–1990	0	0	0	2	0	2
1991–2000	0	0	3	2	3	2
2001–2010	0	0	2	2	2	2

### Závěr

Termín setí cukrové řepy se na vybraných lokalitách za zpracovávaných 67 let posunul. Na stanici Sadská se setí koná o 2,2 dne dříve a na stanici Velký Újezd o 11,3 dne dříve. Termín sklizně probíhá naopak později (o +24,3 dne na stanici Sadská a o +7,6 dne na stanici Velký Újezd).

Fenologická fáze vzházení nastupuje o 7,3 dne (Sadská) a o 12,9 dne (Velký Újezd) dříve. Počet dnů mezi setím a vzházením se zkracuje (výrazněji na stanici Sadská, a to o 5,1 dne), naopak počet dnů mezi setím a sklizní se zvýšil (výrazněji na stanici Velký Újezd, a to o 26,5 dne) a mezi vzházením a sklizní se počet dnů rovněž prodlužuje (výrazněji na stanici Sadská, o 31,6 dne).



Uvedeným zjištěním odpovídají i změny ve vývoji sumy efektivních teplot vzduchu nad 5,0 °C. Suma efektivních teplot vzduchu nad 5,0 °C (počítáno od 1. 3.) se k termínu setí a vzházení snížila (výrazněji na stanici Sadská, a to o 60,3 °C k termínu setí a o 76,9 °C k termínu vzházení), k termínu sklizně se zvýšila, a to na obou stanicích (výrazněji na stanici Velký Újezd o 302,5 °C). Mezi termínem setí a vzházením je suma efektivních teplot nižší (výrazněji na stanici Sadská o 72,6 °C), mezi termíny vzházení – sklizeň a setí – sklizeň je naopak suma teplot vyšší na obou stanicích (v obou termínech výrazněji na stanici Velký Újezd o 362,9 °C a 341,1 °C).

Mapy normálů vytvořené k 31. 3., 30. 4. a 31. 10. dokazují rozdíl v sumách mezi obdobími 1961–1990 a 1981–2010; ve druhém třicetiletí došlo k výraznému plošnému nárůstu teploty na území Česka. Výskyt mrazových dnů v době setí a sklizně se zvýšil v období 1991–2010 (z důvodu dřívějšího termínu setí a pozdějšího termínu sklizně), naopak v době vzházení cukrové řepy je jich méně.

Uvědomujeme si, že termín sklizně je ovlivněn mnoha dalšími faktory, nejen termínem dozrávání cukrové řepy (např. dostupností pozemku pro sklízecí techniku vlivem počasí, požadavky cukrovaru atp.). I přes tato fakta jsme termín sklizně z důvodu velmi dlouhé řady zpracovali a do celkové analýzy o dopadu změny klimatu na vybrané fenologické fáze a délku vegetace cukrové řepy zahrnuli.

*Příspěvek vznikl s institucionální podporou Programu pro dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné instituce poskytované MŠMT České republiky a projektu NAZV č. QK1910338 s názvem „Agrometeorologický systém včasné výstrahy biotických a abiotických rizik“.*

## Souhrn

Práce Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) zahrnuje fenologická pozorování a jejich součástí bylo i zapisování data setí, vzházení a sklizně cukrovky. V příspěvku jsou zpracovány dvě dlouhodobé fenologické řady cukrové řepy za období 1946–2012 ze stanic Sadská u Poděbrad a Velký Újezd u Olomouce. Vedle statistického rozboru posunu termínu setí a sklizně a fenologické fáze vzházení jsme se zaměřili i na klíčové teplotní charakteristiky – změnu efektivních teplot vzduchu nad 5,0 °C ke dni setí, vzházení a sklizně (počítáno od 1. března) a na četnost výskytu mrazových dnů v době setí a sklizně. Výsledky jsou doplněny o mapové zpracování normálu sumy efektivních teplot vzduchu nad 5,0 °C a četnosti mrazových dnů v březnu, dubnu a říjnu za období 1961–2010. Termín setí se na obou stanicích posunul o –2,2 dne (Sadská) až –11,3 dne (Velký Újezd) a termín sklizně o +7,6 dne (Velký Újezd) až +24,3 dne (Sadská). Fenofáze vzházení se posunula o –7,3 (Sadská) až –12,9 dne (Velký Újezd). Počet dnů mezi setím a vzházením se zkrátil, naopak mezi setím a sklizní a vzházením a sklizní se prodloužil. Suma efektivních teplot vzduchu nad 5,0 °C (od 1. března) se k termínu setí a vzházení snížila, k termínu sklizně se zvýšila.

**Klíčová slova:** setí, vzházení, sklizeň, suma efektivních teplot, fenologie.

## Literatura

1. HRIVNA, L. ET AL.: 2009: *Komplexní výživa cukrovky*. 2. rozšířené vydání, Slavkov: Maribo Seed International ApS, 2014, 112 s, ISBN 978-80-260-7300-0.

- PULKRÁBEK, J. ET AL.: *Řepa cukrová – Pěstitelský rádce*. České Budějovice: Kurent, 2007, 64 s., ISBN 978-80-87111-00-0.
- Sugar: at the heart of sustainability – The EU sugar industry corporate social responsibility report 2019*. CEFS, 2020, 28 s.
- SMUTNÝ, B.: Začátky v Kostelním Vydří. In *Po stopách kostky cukru v Dačicích (o jednom světovém prvenství)*. 2. doplněné vydání, Dačice: Městské muzeum a galerie v Dačicích, 2013, s. 8–18.
- DUDEK, F.: *Vývoj cukrovarnického průmyslu v českých zemích do roku 1872*. 1. vyd., Praha: Academia, 1979, 220 s.
- Gebler, J.: *Pobled do vývoje cukrovarnictví*. Praha: VŠCHT, 2011, [online] <https://kuhv.vsch.cz/files/uzel/0017043/Pohled%20do%20v%C3%BDvoje%20cukrovarnictv%C3%AD.pdf?redirected>, cit. 25. 4. 2019.
- KULOVANÁ, E.: *Tradice českého cukrovarnictví*. 2001, [online] <https://www.uroda.cz/tradice-ceskeho-cukrovarnictvi/>, cit. 30. 4. 2020.
- HÁJKOVÁ, L. ET AL.: *Atlas fenologických poměrů Česka*. Praha: ČHMÚ a Olomouc: Univerzita Palackého, 2012, 311 s.
- TOLASZ, R. ET AL.: *Atlas podnebí Česka = Climate Atlas of Czechia*. Praha–Olomouc: ČHMÚ Praha, Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 254 s.
- KOŽNAROVÁ, V.; KLABZUBA, J.: 2010: Tradiční i moderní metody hodnocení počasí a podnebí v biologických disciplínách. In *Současné možnosti fyziologie a zemědělského výzkumu přispět k produkci rostlin*. Praha: ČZU v Praze a VÚRV, PowerPrint, s. 4–33, ISBN 978-80-7427-023-9.
- Metodický předpis č. 2 „Návod pro činnost fenologických stanic – polní plodiny“*. Praha: ČHMÚ, 2009.
- ŠTĚPÁNEK, P. ET AL.: Interpolation techniques used for data quality control and calculation of technical series: an example of Central European daily time series. *Időjárás*, 115, 2011 (1–2), s. 87–98.

## Hájková L., Kožnarová V., Možný M., Žalud Z.: Influence of Climate Change on Terms of Sugar Beet Sowing, Emergence and Harvest

Czech Hydrometeorological Institute operates a phenological network that comprises data that include the date of sowing, emergence and harvest of sugar beet. The contribution covers two long-term phenological time-series of sugar beet from 1946–2012 from Sadská and Velký Újezd stations. Apart from the statistical study of sowing and harvest dates shift and the phenological phase of emergence, the paper also focuses on the key temperature characteristics – the change of effective air temperatures above 5 °C on the day of sowing, emergence and harvest (calculated from March 1) and the occurrence of frost days at the time of sowing and harvest. The results are supplemented by maps of normal values of sum of effective air temperatures and frequency of frost days in March, April and October for the period 1961–2010. The date of sowing at both stations shifted by –2.2 days (Sadská) to –11.3 days (Velký Újezd) and the date of harvest by +7.6 days (Velký Újezd) to +24.3 days (Sadská). The phenological phase of emergence shifted from –7.3 (Sadská) to –12.9 days (Velký Újezd). The number of days between sowing and emergence decreased and it increased between sowing and harvest as well as between emergence and harvest. The sum of effective air temperatures above 5 °C (from March 1) decreased at the time of sowing and emergence, and increased at the time of harvest.

**Key words:** sowing, emergence, harvest, effective temperature sum, phenology.

## Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Lenka Hájková, Ph. D., Český hydrometeorologický ústav, Oddělení biometeorologických aplikací, Na Šabatce 2050/17, 143 00 Praha 4 – Komořany, Česká republika, e-mail: lenka.hajkova@chmi.cz