

Vývoj abiotických rizik v době vzcházení cukrové řepy

DEVELOPMENT OF ABIOTIC RISKS DURING SUGAR BEET EMERGENCE

Lenka Hájková^{1,4}, Martin Možný^{1,2,4}, Daniel Bareš¹, Vojtěch Vlach¹, Adéla Musilová¹, Zdeněk Žalud^{3,4}¹ Český hydrometeorologický ústav, ² Česká zemědělská univerzita v Praze³ Mendelova univerzita v Brně, ⁴ Ústav výzkumu globální změny AV ČR

V posledních letech se čím dál častěji setkáváme s výskytem mrazů ve vegetačním období a výskytem sucha na jaře. Zimy jsou mírnější, snižuje se množství sněhu a klesá zásoba vody v půdě, což se následně projeví na jaře. Tato skutečnost komplikuje fenologický vývoj rostlin a v zemědělství negativně ovlivňuje vzcházení polních plodin (obr. 1.). ŽALUD, TRNKA A HLAVINKA (1) analyzovali zemědělské sucho v České republice v historickém a současném kontextu, včetně očekávaného vývoje v 21. století. CRHOVÁ, PECHO A VALERIANOVÁ (2) detailně vyhodnotili mimořádně suché a teplé léto 2015. Suchý rok 2018 byl popsán ve studii Sucho na území České republiky (3). V roce 2024 se vyskytly mrazy ve třetí dubnové dekádě, trvaly téměř celý týden a způsobily rozsáhlé škody na vegetaci (4). O zvyšujícím se riziku poškození polních plodin a ovocných dřevin mrazem v rámci celé Evropy v posledním desetiletí popisuje mnoho zahraničních autorů, např. LAMICHANE (5) ve své studii.

Pěstování cukrové řepy a průmyslová výroba cukru má v České republice velmi dlouhou tradici. Za počátek rozvoje pěstování cukrovky lze považovat období kolem roku 1830, kdy také zahájil provoz cukrovar Dobruška v Čechách (1831) (6).

Obr. 1. Vzcházení cukrové řepy v posledních letech komplikuje více než v minulosti průběh počasí na jaře



Podmínky pro pěstování cukrové řepy se od té doby výrazně změnily, a to nejen po ekonomické stránce, ale také z hlediska změny klimatických podmínek.

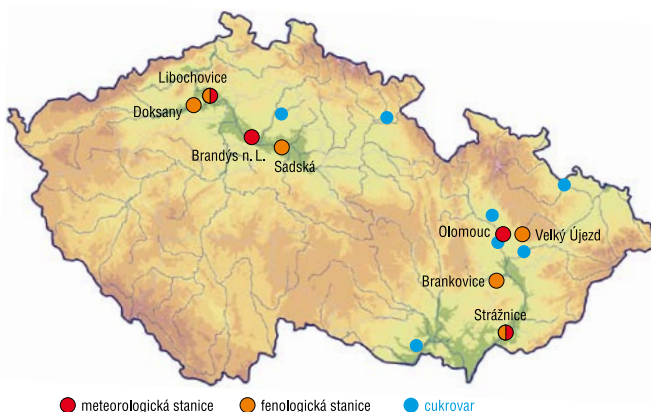
V příspěvku jsme se zaměřili na vyhodnocení dlouhodobých fenologických řad (období 1951–2012) spolu s abiotickými riziky (mraz, sucho), v období od setí po vzcházení. Zaměřili jsme se na klíčové oblasti, kde se cukrová řepa v Česku pěstuje. Vybrané meteorologické charakteristiky byly vyhodnoceny i za období 1951–2024, včetně klimatických scénářů do roku 2080.

Materiál a metody

V příspěvku byla použita fenologická a meteorologická data z databáze ČHMÚ (PHENODATA a CLIDATA). Do analýzy byly zahrnuty termíny setí a sklizně, a fenologická fáze vzcházení za období 1951–2012 podle záznamů fenologických stanic Doksany (Libochovice), Sadská, Velký Újezd a Strážnice (Brankovice). Všechny stanice se nacházejí v klimatické oblasti dle Quitta W2 (7). Fenologické údaje byly z databáze vyexportovány v podobě pořadového dne v roce.

Dle metodiky ČHMÚ (8) vzcházení nastává, jakmile nad povrch půdy pronikne poddlošní 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 řádkování vzcházejících rostlin zřetelně patrné (minimálně 10 % pokusné plochy).

Obr. 2. Fenologické a meteorologické stanice použité ve studii a dnes činné cukrovary (včetně Hrušovan nad Jevišovkou)



Z meteorologických údajů byly využity následující teplotní a srážkové charakteristiky: průměrná denní teplota vzduchu (pro výpočet sumy efektivních teplot vzduchu nad 5 °C a pro stanovení začátku a konce vegetačního období), teplota přízemního minima měřená v 5 cm nad zemským povrchem (TPM) pro stanovení výskytu mrazu v období od setí řepy po vzcházení (a při vyhodnocení v dubnu a květnu).

Pro stanovení suchých period byla použita charakteristika API30, jedná se o index předchozích srážek, v tomto případě za posledních 30 dnů. Do výpočtu indexu vstupují denní úhrny srážek, které postupně směrem do minulosti ztrácejí váhu. Hodnota pod 10 mm během letní sezony většinou v reálné situaci znamená suchou svrchní vrstvu půdy. Meteorologické údaje byly vyexportovány za období 1951–2024 (u stanice Olomouc za období 1961–2024). Pro zjištění abiotických rizik byly vyhodnoceny i případy se současným výskytem přízemního minima pod –3 °C a s hodnotou API30 pod 10 mm.

Analýza trendu byla provedena pomocí neparametrického statistického Mann-Kendall (M-K) testu (9).

Začátek a konec velkého vegetačního období byl stanoven na základě průměrné denní teploty vzduchu. Za začátek velkého vegetačního období se považuje první den uceleného období, kdy průměrná denní teplota vzduchu byla >5 °C, a to minimálně 6 dnů za sebou. Za konec velkého vegetačního období se považuje poslední den uceleného období, kdy průměrná denní teplota vzduchu byla <5 °C, a to minimálně 6 dnů za sebou.

Výčet použitých fenologických a meteorologických stanic je uveden v tab. I., jejich geografické rozmístění je zobrazeno na mapě (obr. 2.). Časové řady fenologické stanice Doksany a Libochovice, resp. Strážnice a Brankovice, byly sloučeny.

Tab. I. Geografické souřadnice fenologických a meteorologických stanic vč. normálů (1961–1990 a 1991–2020) teploty vzduchu a úhrnu srážek ve vegetačním období (duben–září)

Stanice (druh)	Nadm. výška (m)	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Teplota vzduchu (°C)		Úhrn srážek (mm)	
				1961–1990	1991–2020	1961–1990	1991–2020
Libochovice (feno)	190	50°24'	14°01'				
Doksany (feno+meteo)	158	50°27'	14°10'	14,6	16,1	306,7	320,5
Strážnice (feno)	177	48°54'	17°19'				
Brankovice (feno)	240	49°16'	17°13'				
Strážnice (feno+meteo)	176	48°53'	17°20'	15,2	16,2	346,9	338,1
Sadská (feno)	196	50°08'	14°59'				
Brandýs n. L. (meteo)	179	50°11'	14°39'	15,1	16,4	377,2	373,4
Velký Újezd (feno)	400	49°34'	17°29'				
Olomouc (meteo)	210	49°34'	17°17'	15,2	16,4	380,2	354,2

Pozn.: feno = fenologická, meteo = meteorologická stanice.

Charakteristika oblasti 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.

Výsledky a diskuse

Fenofáze a agrotechnické termíny

Časové posuny termínů setí, sklizně a nástupu fenologické fáze vzcházení na základě výsledků M-K testu jsou uvedeny v tab. II. Obr. 3. znázorňuje základní statistické charakteristiky formou boxplotů. Fenologická fáze vzcházení se na analyzovaných stanicích posunula do dřívějších termínů, přičemž největší statisticky významný posun byl zaznamenán na stanici Velký Újezd (téměř o 20 dnů za období 74 let). Období mezi setím a vzcházením se zkrátilo na stanicích Sadská a Velký Újezd, naopak na stanici Doksany nebyl zaznamenán žádný výrazný posun a na stanici Strážnice došlo k mírnému prodloužení tohoto intervalu.

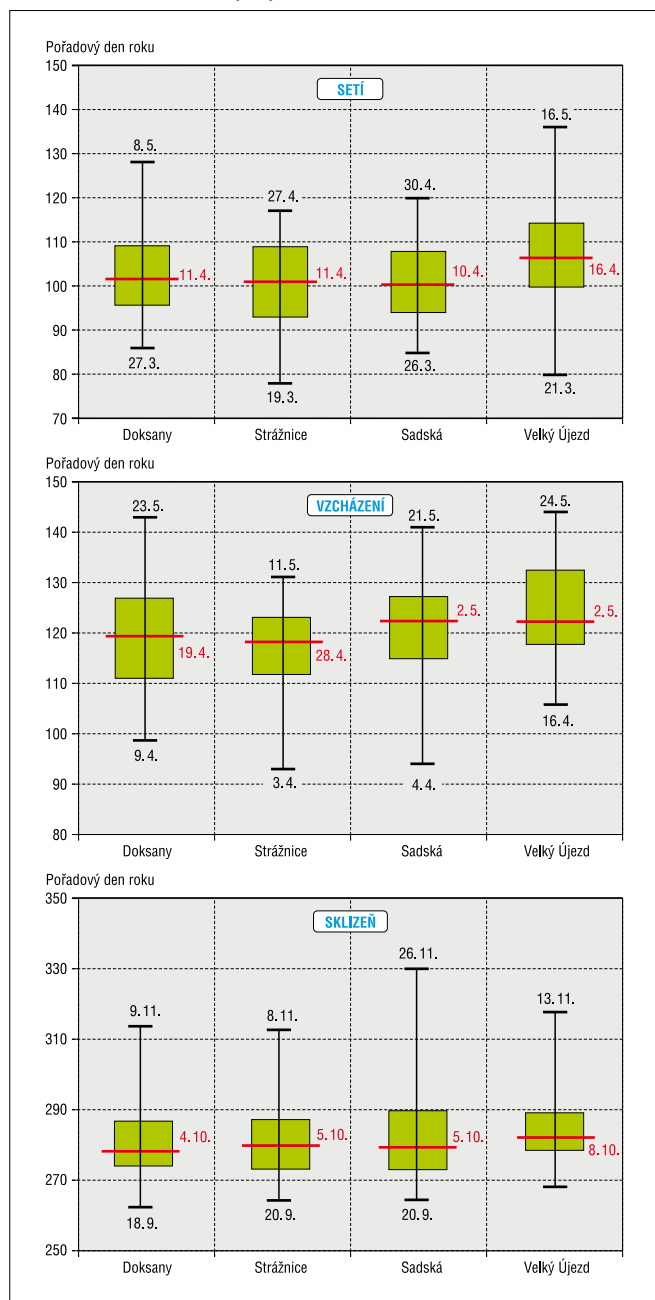
Období mezi setím a sklizní se na všech analyzovaných stanicích statisticky významně prodloužilo. Podobné trendy, avšak za jiné období, byly zaznamenány již v předchozí studii (10).

Tab. II. Výsledky M-K testu – termíny setí a sklizně, fenofáze vzcházení a intervaly mezi setím a vzcházením a mezi setím a sklizní, období 1951–2012 podle záznamů fenologických stanic Doksany (Libochovice), Strážnice (Brankovice), Sadská a Velký Újezd

Stanice	Setí		Vzcházení		Sklizeň		Setí – vzcházení		Setí – sklizeň	
	posun / období (dny)	medián (datum)	posun / období (dny)	medián (datum)	posun / období (dny)	medián (datum)	posun / období (dny)	medián (dny)	posun / období (dny)	medián (dny)
Doksany	0,0	11. 4.	–2,2	29. 4.	13,3**	4. 10.	0,0	17	18,7**	179
Strážnice	–9,3*	11. 4.	–7,1*	28. 4.	10,3*	5. 10.	4,1	16	19,6***	178
Sadská	1,7	10. 4.	–6,2	2. 5.	21,1***	5. 10.	–7,3*	18	22,8**	178
Velký Újezd	–15,5**	16. 4.	–19,6***	2. 5.	4,8	8. 10.	–4,4	16	17,7***	177

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Obr. 3. Box-plot časového nástupu setí, vzházení a sklizně na stanicích Doksany (Libochovice), Strážnice (Brankovice), Sadská a Velký Újezd v období 1951–2012

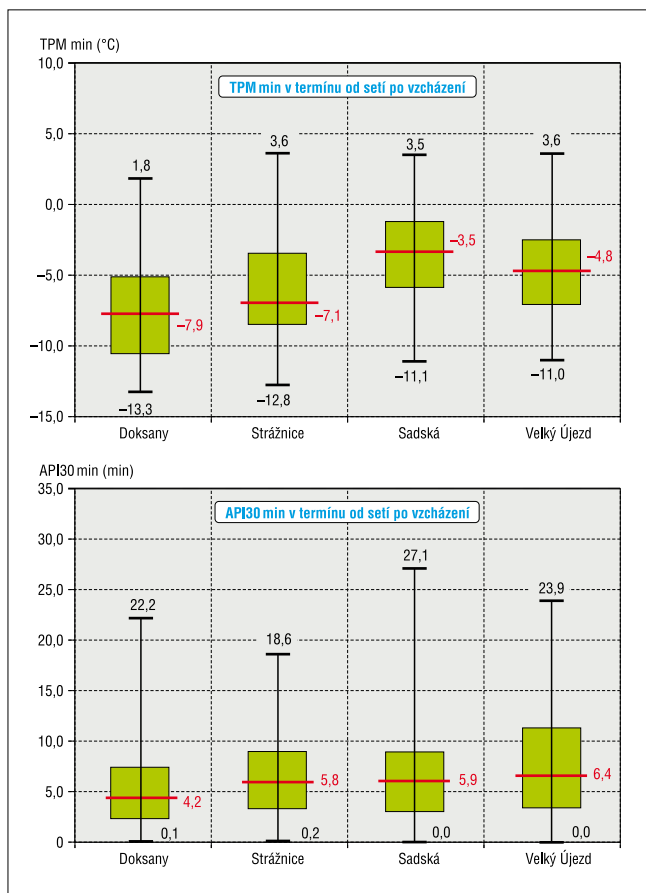


Tab. III. Výsledky M-K testu změny začátku a konce velkého vegetačního období v lokalitách Doksany, Strážnice, Sadská a Velký Újezd v letech 1951–2024

Stanice	Začátek velkého vegetačního období		Konec velkého vegetačního období	
	posun / období (dny)	medián (datum)	posun / období (dny)	medián (datum)
Doksany	–30,1***	21. březen	9,3	16. listopad
Strážnice	–8,8	20. březen	1,9	21. listopad
Sadská	–30,6	17. březen	12,6*	18. listopad
Velký Újezd	–19,3**	24. březen	0	20. listopad

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Obr. 4. Box-plot absolutní minimální teploty přizemního minima (v 5 cm nad zemským povrchem) a minimální hodnoty API30 v intervalu od setí po vzházení cukrové řepy podle záznamů fenologických stanic Doksany, Strážnice, Sadská a Velký Újezd v období 1951–2012



Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C, velké vegetační období

S časovou změnou termínů setí a sklizně polních plodin souvisí i posun začátku a konce velkého vegetačního období. V tab. III. jsou uvedeny změny začátku a konce tohoto období, stanovené pomocí M-K testu.

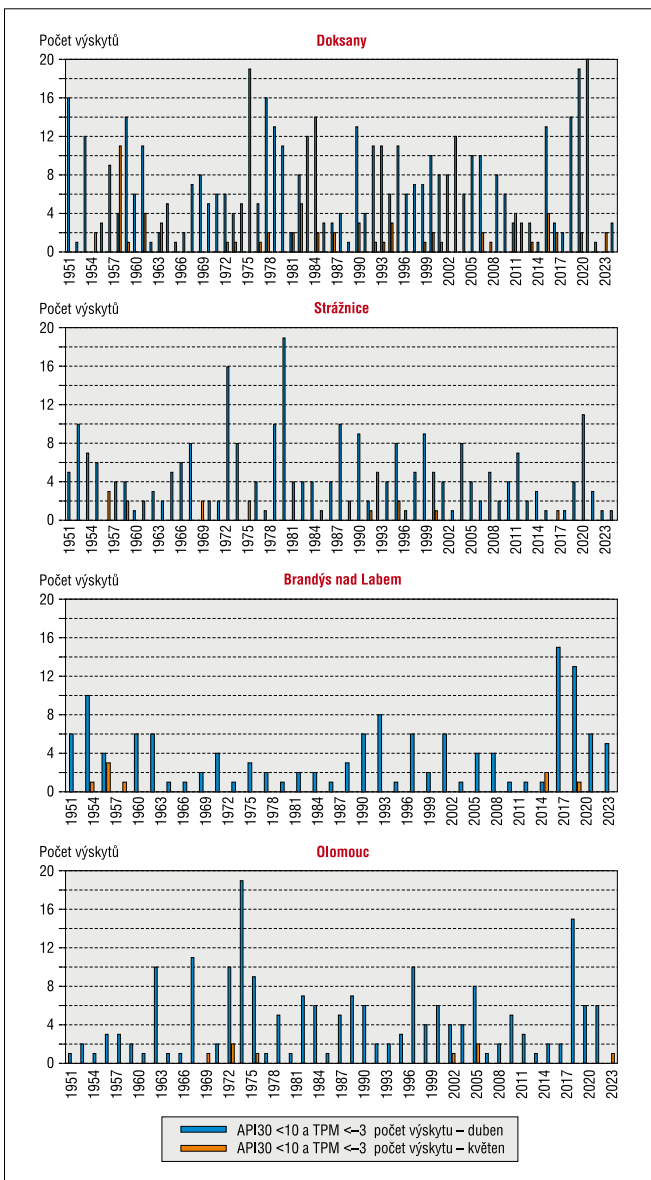
Na všech sledovaných lokalitách došlo k posunu začátku vegetačního období směrem k dřívějším datům, nejvýrazněji na stanici Doksany (o přibližně jeden měsíc). Konec vegetačního období se na většině stanic posunul do pozdějších termínů, s výjimkou stanice Velký Újezd, kde k tomuto posunu nedošlo.

Mediánová hodnota sum efektivních teplot nad 5 °C se na analyzovaných stanicích pohybovala v rozmezí 80–107 °C (interval od setí po vzházení) a 1813–1928 °C (interval od setí po sklizeň).

Mráz a sucho

Výsledky teplotních a srážkových charakteristik, které představují abiotické riziko pro vývoj cukrové řepy, jsou uvedeny v tab. IV. a V. Grafická znázornění výsledků jsou uvedena na obr. 4.

Obr. 5. Časový vývoj výskytu abiotických rizik ($TPM < -3^{\circ}C$ a $API < 10\text{ mm}$) v dubnu a květnu podle meteorologických stanic Doksany, Strážnice, Brandýs nad Labem a Olomouc období 1951–2024



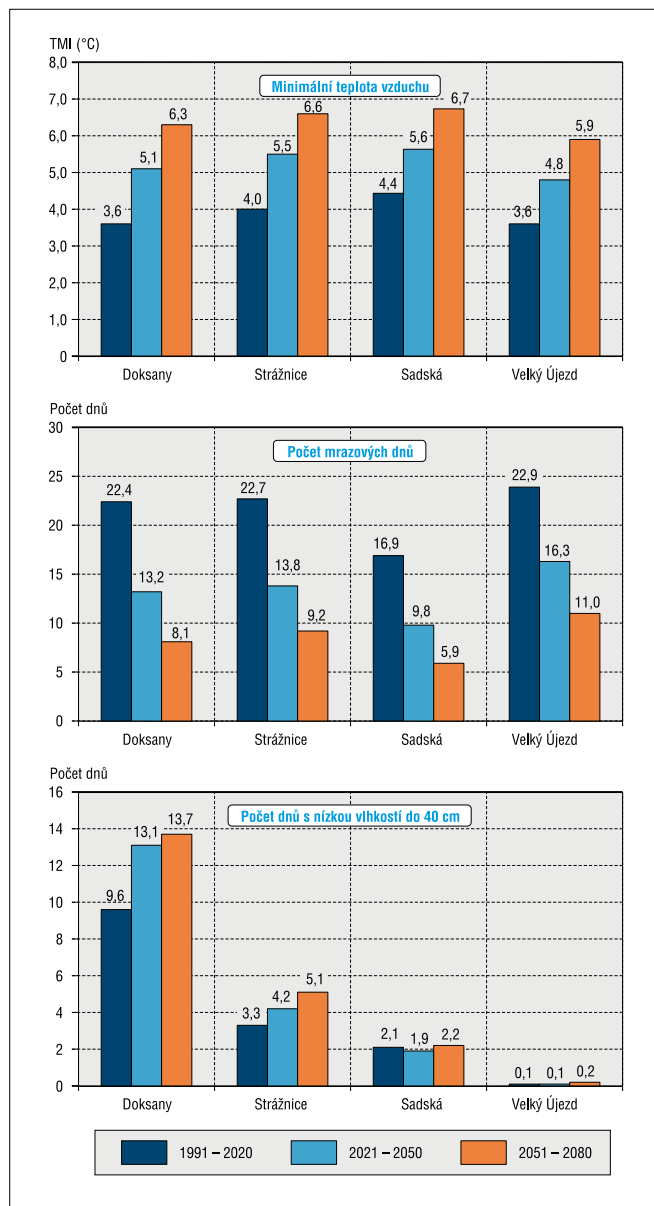
Pozn.: Stanice Olomouc je vyhodnocena za období 1961–2024 z důvodu absence údajů.

a obr. 5. Jak bylo zmíněno v úvodu, k vyhodnocení rizika mrazu byla použita přízemní minimální teplota vzduchu měřená v 5 cm nad zemským povrchem (TPM) a index API30, přičemž hodnoty API30 pod 10 mm indikují suché půdní podmínky. Obě charakteristiky byly sledovány v období mezi setím a vzcházením.

Analýza ukázala, že na lokalitách Strážnice a Velký Újezd došlo ke snížení hodnot TPM, což znamená zvýšené riziko výskytu mrazu během vzcházení cukrové řepy. Na ostatních lokalitách byl zaznamenán naopak nárůst hodnot TPM. Přesto se medián TPM na všech stanicích pohyboval v rozmezí $-3,5$ až $-7,9^{\circ}C$, což stále představuje potenciální riziko pro mladé rostliny.

V případě indexu API30 bylo zaznamenáno snižování jeho hodnot napříč všemi lokalitami, což poukazuje na rostoucí riziko sucha v období vzcházení. Pro doplnění byly analyzovány

Obr. 6. Prognóza změny minimální teploty vzduchu ve 2 m, počtu mrazových dnů a počtu dní s nízkou vlhkostí do 40 cm na jaře (březen–duben–květen) v lokalitách Doksany, Sadská, Strážnice a Velký Újezd podle klimatických scénářů (do r. 2080) na základě výsledků portálu www.climrisk.cz



i absolutní minimální hodnoty TPM v měsících duben a květen v období 1951–2024 (tab. V.). Na všech sledovaných stanicích byl zaznamenán klesající trend TPM v dubnu, přičemž nejvýraznější pokles byl zaznamenán na stanici Brandýs nad Labem. Mediánové hodnoty TPM se v tomto období snížily na hodnoty v rozmezí $-5,2$ až $-9,5$ °C. V květnu se naopak projevuje mírný trend zvyšování TPM, nicméně mediánové hodnoty zůstávají i nadále záporné.

Základní statistické charakteristiky absolutní minimální přizemní teploty (TPM) a minimální hodnoty API30 v období mezi setím a vzházením cukrové řepy zobrazuje obr. 4. Na obr. 5. je znázorněn časový vývoj současného výskytu přizemní teploty pod -3 °C a indexu API30 pod 10 mm na vybraných stanicích v dubnu a květnu.

Téměř na všech lokalitách byl v dubnu zaznamenán nárůst výskytu těchto rizikových kombinací, zejména v posledním desetiletí. V květnu je četnost výskytu těchto případů výrazně nižší, s výjimkou stanice Doksany.

Prognóza do roku 2080

Prognózu vývoje počtu mrazových dnů, minimální teploty vzduchu a výskytu sucha na jaře (březen až květen) pro lokality Doksany, Strážnice, Sadská a Velký Újezd podle klimatických scénářů dostupných na portálu www.climrisk.cz (11) znázorňuje obr. 6. Na všech sledovaných lokalitách, je patrná tendence ke zvyšování rizika sucha v jarním období, přičemž nejvýraznější nárůst se očekává ve stanicích Doksany a Strážnice. Minimální teplota vzduchu ve 2 m nad povrchem se bude ve všech uvedeních lokalitách v jarních měsících postupně zvyšovat, zatímco počet mrazových dní bude klesat.

Závěr

V příspěvku byly analyzovány termíny nástupu setí, vzházení a sklizně cukrové řepy ve vztahu k výskytu mrazu a sucha – dvou významných abiotických rizik – v období vzházení, a to v oblastech, kde se cukrová řepa v České republice pěstuje.

Analýza potvrdila trend dřívějšího nástupu vzházení, které je však stále častěji ohroženo výskytem jarního sucha a přizemních mrazů. Teplota přizemního minima (měřená v 5 cm nad povrchem) vykazuje v posledním desetiletí sestupný trend, především v dubnových hodnotách. Současně s tímto mrazovým

Tab. IV. Výsledky M-K testu absolutní minimální teploty přizemního minima v 5 cm nad zemským povrchem (TPM), minimální a průměrné hodnoty API30 (index sucha) v intervalu od setí po vzházení cukrové řepy podle záznamů fenologických stanic Doksany, Strážnice, Sadská a Velký Újezd v období 1951–2012

Stanice	TPM (5 cm)		API30 – minimum		API30 – průměr	
	posun / období (°C)	medián (°C)	posun / období (mm)	medián (mm)	posun / období (mm)	medián (mm)
Doksany	1,8	-7,9	-0,8	4,2	-3,4	9,1
Strážnice	-1,8	-7,1	-0,5	5,8	-5,7*	12,1
Sadská	0,8	-3,5	-1,9	5,9	-4,8	11,9
Velký Újezd	-0,5	-4,8	-2,9	6,4	-7,1*	12,9

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; stanice V. Újezd spočítána až od roku 1961, protože nebyla dispozici vstupní meteorologická data z období 1951–1960.

rizikem dochází také ke zvýšenému výskytu suchých period, což je doloženo poklesem hodnot indexu API30. Kombinace těchto dvou faktorů má velmi negativní dopad na úspěšné vzházení cukrové řepy. Ačkoliv klimatické scénáře predikují do budoucna pokles počtu mrazových dní a nárůst minimálních teplot na jaře, neočekávané vpády studeného vzduchu nelze vyloučit. Častější výskyt sucha v jarním období je naopak predikován poměrně jednoznačně a představuje závažné riziko pro raná vývojová stadia cukrové řepy (obr. 7.).

Příspěvek vznikl s podporou Technologické Agentury ČR projekt č. SS02030040 (PERUN) a SS02030018 (DivLand). Tento výzkum byl rovněž podpořen programem Johannes Amos Comenius (PJAC), projekt č. CZ.02.01.01/00/22_008/0004605, Přírodní a antropogenní georizika.

Souhrn

Jednou z mnoha činností Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) jsou i fenologická pozorování. V těchto historických záznamech jsou uvedeny údaje o setí, vzházení a sklizně řepy cukrové (do roku 2012). Extremita počasí čím dál více ovlivňuje vývoj vegetace, zejména výskyt sucha a mrazů v jarních měsících, což má negativní vliv na raný vývoj rostlin, zejména zemědělských plodin. V příspěvku byly zpracovány dlouhodobé fenologické řady cukrové řepy za období 1951–2012 ze stanic, které se nacházejí v hlavních oblastech pěstování cukrové řepy v České republice. Analýza byla provedena v souvislosti se změnou vybraných abiotických rizik (mráz a sucho), a to v období od setí po vzházení.

Kromě statistického zpracování posunu termínu setí a sklizně a fenologické fáze vzházení jsme se zaměřili i na klíčové agrometeorologické charakteristiky – efektivní teploty vzduchu nad 5,0 °C od dne setí ke vzházení a ke dni sklizně. Dále byly vyhodnoceny přízemní minimální teploty vzduchu (5 cm nad zemí), výskyt sucha v jarních měsících (duben, květen) v období od setí po vzházení, a v neposlední řadě změna v počátku a konci nástupu velkého vegetačního období (1951–2024). Na základě klimatických scénářů byla vyhodnocena pravděpodobnost výskytu sucha a mrazů v jarních měsících v analyzovaných lokalitách do roku 2080.

Termín setí se nejvíce posunul na stanici Velký Újezd (–15,5 dne; $p < 0,01$) a Strážnice (–9,3 dne; $p < 0,05$), fenologická fáze vzházení se posunula na všech stanicích o –2,2 až –19,6 dne a termín sklizně o +4,8 až +21,1 dne. Počet dnů mezi setím a sklizní se výrazně prodloužil o +17,7 až +22,8 dne. Přízemní minimální teplota vzduchu

Tab. V. Výsledky M-K testu absolutního minima teploty přízemního minima TPM (v 5 cm nad zemským povrchem) v dubnu a květnu v období 1951–2024 podle záznamů meteorologických stanic Doksany, Strážnice, Brandýs nad Labem a Olomouc

Stanice	Duben		Květen	
	posun / období (°C)	medián (°C)	posun / období (°C)	medián (°C)
Doksany	–0,4	–9,5	0,9	–4,4
Strážnice	–0,4	–8,1	1,6	–2,7
Brandýs n. L.	–1,2	–5,2	1,1	–0,6
Olomouc	–0,4	–6,7	0,3	–1,8

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Obr. 7. Častější výskyt sucha v jarním období představuje závažné riziko pro raná vývojová stadia cukrové řepy



v době od setí do vzházení se snížila na stanici Strážnice ($0 - 1,8^{\circ}\text{C}$) a Velký Újezd ($0 - 0,5^{\circ}\text{C}$), a index předchozích srážek (API30) se snížil na všech stanicích, a to představuje větší pravděpodobnost výskytu sucha v době fenologické fáze vzházení. Na základě klimatických scénářů se počet mrazových dní bude na jaře snižovat, minimální teplota vzduchu (2 m nad zemí) se bude zvyšovat a s tím bude stoupat i riziko výskytu jarního sucha. Výsledky ukazují, že riziko zasažení mrazem a suchem v době fenologického vývoje cukrové řepy bude v České republice i nadále přetrvávat. Začátek i konec velkého vegetačního období se významně posunul na všech zkoumaných lokalitách.

Klíčová slova: cukrová řepa, vzházení, sucho, mraz, fenologie, klimatické scénáře.

Literatura

1. ŽALUD, Z., TRNKA, M., HLAVINKA, P. (eds.): *Zemědělské sucho v České republice – vývoj, dopady a adaptace*. Praha: Agrární komora ČR, 2019, 115 s., ISBN 978-80-88351-02-3.
2. CRHOVÁ, L.; PECHO, J.; VALERIÁNOVÁ, A.: Mimořádně teplé a suché léto 2015 v České republice. *Meteorologické zprávy*, 69, 2016, s. 10–16.
3. DAŇHELKA, J.; KUBÁT, J.; ŠERCL, P. (eds.): *Sucho na území České republiky v roce 2018*. Praha: ČHMÚ, 2019, 78 s., ISBN 978-80-87577-98-1.
4. HÁJKOVÁ, L.: Počasí a rostliny – souhrn za rok 2024. *Meteorologické zprávy*, 78, 2025, č. 1, s. 33–36.
5. LAMICHHANE, J. R.: Rising risks of late-spring frosts in a changing climate. *Nat. Clim. Chang.* 11, 2021, 554–555, doi.org/10.1038/s41558-021-01090-x.
6. KULOVANÁ, E.: *Tradice českého cukrovarnictví*. 2001, [online] <https://www.uroda.cz/tradice-ceskeho-cukrovarnictvi/>, cit. 30. 4. 2020.
7. TOLASZ ET AL.: *Atlas podnebí Česka = Climate Atlas of Czechia*. Praha–Olomouc: ČHMÚ Praha, Univerzita Palackého, 2007, 254 s.

8. *Metodický předpis č. 2 „Návod pro činnost fenologických stanic – polní plodiny“*. ČHMÚ, Praha.
9. LIBISELLER, C.; GRIMVALL, A.: Performance of partial Mann Kendall tests for trend detection in the presence of covariates. *Environmetrics*, 13, 2002, s. 71–84.
10. HÁJKOVÁ, L. ET AL.: Vliv klimatické změny na termíny setí, vzházení a sklizně cukrové řepy. *Listy cukrov. řepař.*, 136, 2020 (7–8), s. 256–261.
11. *ClimRisk – jak se u vás změní klima?* CzechGlobe, Ústav výzkumu globální změny AV ČR, 2023–2025, [online] www.climrisk.cz.

Hájková L., Možný M., Bareš D., Vlach V., Musilová A., Žalud Z.: Development of Abiotic Risks During Sugar Beet Emergence

One of the activities of the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) is phenological observation. These historical records include data on the sowing, emergence and harvest dates of sugar beet (until 2012). Extreme weather conditions are increasingly affecting the development of vegetation, especially the occurrence of drought and frost in the spring months, which has a negative impact on the early development of plants, especially agricultural crops.

The paper presents long-term phenological series of sugar beet for the period 1951–2012 from stations located in the main sugar beet growing areas in the Czech Republic. The analysis was carried out in connection with the change in selected abiotic risks (frost and drought), in the period from sowing to emergence.

In addition to the statistical processing of the shift of the sowing and harvesting dates and the phenological phase of emergence, we also focused on key agro-meteorological characteristics: effective air temperatures above 5.0°C from the day of sowing to emergence and to the day of harvest. Furthermore, the minimum ground-level air temperatures (5 cm above ground), the occurrence of drought in the spring months (April, May) in the period from sowing to emergence, and last but not least, the change in the beginning and end of the onset of the major vegetation period (1951–2024) were evaluated. Based on climate scenarios, the evaluation also considered the probability of the occurrence of drought and frost in the spring months at the analyzed locations until 2080.

The sowing date shifted the most at the Velký Újezd station (-15.5 days; $p < 0.01$) and Strážnice station (-9.3 days; $p < 0.05$), the phenological phase of emergence shifted at all stations by -2.2 to -19.6 days and the harvest date by $+4.8$ to $+21.1$ days. The number of days between sowing and harvest increased significantly by $+17.7$ to $+22.8$ days. The minimum ground-level air temperature between sowing and emergence decreased at the stations of Strážnice (by -1.8°C) and Velký Újezd (by -0.5°C), and the index of previous precipitation (API30) decreased at all stations, which represents a greater probability of drought during the phenological phase of emergence. Based on climate scenarios, the number of frost days will decrease in spring, the minimum air temperature (2 m above ground) will increase, and with it the risk of spring drought. The results show that the risk of frost and drought during the phenological development of sugar beet will continue to persist in the Czech Republic. The beginning and end of the major vegetation period have shifted significantly at all studied locations.

Key words: sugar beet, emergence, drought, frost, phenology, climate scenarios.

Kontaktní adresa – Contact address:

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