

Rizika výskytu pozdních jarních mrazů a prvních podzimních mrazů při pěstování cukrové řepy ve středních Čechách

RISKS OF LATER SPRING FROSTS AND EARLIER AUTUMN FROSTS
WHEN GROWING SUGAR BEET IN CENTRAL BOHEMIA

Vera Potop, Luboš Türkott – Česká zemědělská univerzita v Praze

Analýzy rizik výskytu posledních jarních a prvních podzimních mrazů a délky bezmrazových období ve srozumitelné a praktické formě pro zemědělce jsou velmi užitečné pro snížení dopadů mrazů na ekonomický výsledek zemědělského podniku. Detailní regionální a lokální informace o výskytu jarních a podzimních mrazů, spolu s informacemi o vlastnostech klimatu, půdy a vody, mohou pomoci pěstitelům mnohem efektivněji řídit svou zemědělskou činnost. To pak může být považováno za agro-meteorologickou službu pro zemědělce. Nepravidelný výskyt jarních a podzimních mrazů ve středních Čechách (nejenom) vede k výrazným zemědělským ztrátám.

Cukrová řepa je obecně zařazována mezi rostliny odolné proti krátkodobým jarním mrazům. Zasažnou-li mrazy cukrovou řepu ve fázi děložních lístků, dochází zpravidla k totálnímu úhynu rostlin. K poškození mrazem jsou rostliny také velmi citlivé ve fázi 1. až 2. páru pravých listů. Pletivo poškozených listů je zduřelé, tmavě zelené, po roztání ztrácí listy turgor, rychle vadnou a odumírají. Podzimní mrazy mohou poškodit porosty, které jsou ponechány k pozdní sklizni. Značné nebezpečí poškození mrazem však hrozí cukrovce na ukládkách v druhé polovině cukrovarnické kampaně, kdy dochází k promrzání hromad. Pletiva bulev jsou po rozmrznutí vodnatá, rychle černají a podléhají hnilobám.

Mráz lze definovat jako pokles minimální teploty vzduchu pod 0,0 °C na povrchu půdy a v porostu kultur v období jejich vegetace, a to i při kladné přízemní teplotě vzduchu. Vyskytuje se zvláště na počátku a konci vegetačního období, především v ranních hodinách. Hlavní příčinou mrazů bývá radiační ochlazování povrchu země (1). Jejich výskyt a intenzita značně závisí na charakteru reliéfu. Nejvíce se projevují v mrazových kotlinách, kde se hromadí chladný vzduch z okolních vyšších svahů. Na konci jara a na počátku podzimu se vyskytují advektivně radiační mrazíky, které souvisejí s advekcí chladných vzduchových hmot arktického původu. Z agrometeorologického hlediska jsou jako škodlivé označovány mrazy, klesne-li teplota vzduchu pod kritickou hranici, rozdílnou pro různé druhy rostlin a jejich vývojová stadia (1, 4, 5, 6, 8). Závisí však také na době výskytu mrazů, jejich intenzitě, délce trvání a na podmínkách agrotechniky.

Hlavním cílem tohoto příspěvku je analýza rizik a pravděpodobnosti výskytu pozdních jarních mrazů, prvních podzimních mrazů a délky bezmrazového období při pěstování cukrové řepy ve středních Čechách.

Materiál a metody

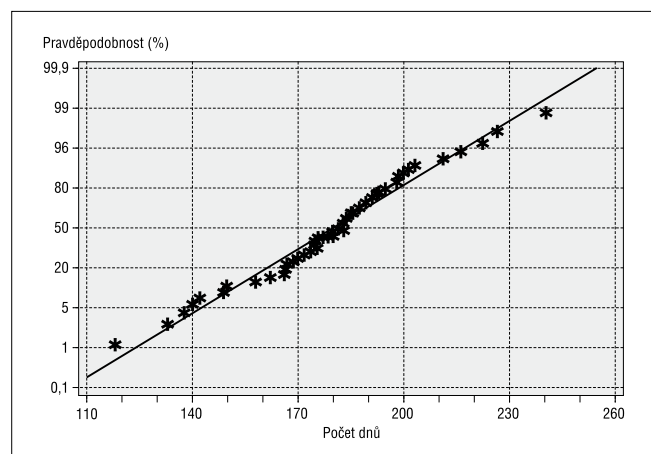
Agrometeorologické riziko poškození produkce je závislé na kritické hranici minimální teploty vzduchu. Pro hodnocení rizika byla využita denní minimální teplota vzduchu za období 1961–2011 (2). Byl určen první a poslední mrazový den a délka bezmrazového období (časový interval mezi posledním jarním mrazem a prvním podzimním mrazem). S ohledem na fyziologické nároky cukrové řepy byly vytvořeny hranice intervalů kritických denních teplot: slabý mráz t_{\min} 0,0 až -1,1 °C, mírný mráz t_{\min} -1,2 až -2,2 °C a silný mráz t_{\min} < -2,2 °C. Pomocí těchto intervalů byly určeny tři stupně intenzity posledních jarních a tři stupně prvních podzimních mrazů.

Na základě nadmořské výšky stanic v rámci středních Čech byla určena tři výšková pásma, a to s nadmořskou výškou do 250 m, s nadmořskou výškou 250 až 300 m a nad 300 m. Tyto oblasti dobře korespondují s potenciálním výskytem jarních a podzimních mrazů v nížinách, mrazových kotlinách a pahorkatinách středních Čech.

Ze statistické analýzy datových souborů za období 1961 až 2011 bylo určeno:

1. souhrn počtu jarních a podzimních mrazů podle intenzity,
2. časová variabilita počtu mrazových dnů dle nadmořské výšky,
3. průměrná data ukončení jarních mrazů a nástupu podzimních mrazů daných intenzit a délka bezmrazového období,

Obr. 1. Gaussovo rozložení pravděpodobnosti délky bezmrazového období pro nadmořskou výšku do 300 m



Tab. I. Souhrn počtu jarních a podzimních mrazů podle intenzity za období 1961–2011

Měsíc	Intenzita mrazů	Výškové pásmo (m n.m.)		
		< 250	250–300	> 300
		Počet let s výskytem mrazů (1)		
Březen	slabý	46	49	50
	mírný	49	51	50
	silný	46	50	47
Duben	slabý	27	50	48
	mírný	32	50	39
	silný	27	43	33
Květen	slabý	6	28	12
	mírný	5	11	8
	silný	0	6	2
Září	slabý	4	12	6
	mírný	0	5	1
	silný	0	0	0
Říjen	slabý	39	44	42
	mírný	25	36	32
	silný	23	34	21
Listopad	slabý	48	51	50
	mírný	45	48	46
	silný	45	50	46

4. data ukončení výskytu nejpozdnějších jarních mrazů a data nástupu nejbližších prvních podzimních mrazů dle intenzity a nadmořské výšky,
5. data výskytu posledních jarních mrazů a prvních podzimních mrazů s různou pravděpodobností a nadmořskou výškou,
6. pravděpodobnosti výskytu bezmrazového období kratšího a delšího než průměrná délka v různých nadmořských výškách.

Pro určení pravděpodobnosti výskytu bylo použito normální (nebo Gaussovo) rozdělení, kdy extrémní hodnoty datových souborů (nejpozdnější a nejbližší ukončení resp. nástup jarních a podzimních mrazů) byly hranice horního a dolního kvantilu:

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1),$$

kde: $p(x)$ – pravděpodobnost data výskytu mrazů ve tvaru Gaussovy funkce, μ – střední hodnota, σ – standardní odchylka, σ^2 – rozptyl.

Tab. II. Průměrná data ukončení jarních mrazů a nástupu podzimních mrazů daných intenzit a délka bezmrazového období

Výškové pásmo (m n. m.)	Poslední jarní slabý mráz	Poslední jarní mírný mráz	Poslední jarní silný mráz	První podzimní slabý mráz	První podzimní mírný mráz	První podzimní silný mráz	Bezmrazové období
< 250	18. duben	9. duben	2. duben	22. říjen	5. listopad	8. listopad	186
250–300	21. duben	14. duben	10. duben	19. říjen	28. říjen	5. listopad	180
> 300	3. květen	23. duben	18. duben	13. říjen	24. říjen	26. říjen	162

Průměrná hodnota ($\mu = x_{0,5}$) v normální distribuci odpovídá mediánu a udává 50% pravděpodobnost události. Polovina hodnot z datového souboru je v rámci inter-quantilního rozmezí 25–75 % (obr. 1.). Hodnoty za hranicemi inter-quantilního rozsahu jsou považovány za riziko.

Výsledky

Časová variabilita počtu mrazových dnů dle nadmořské výšky

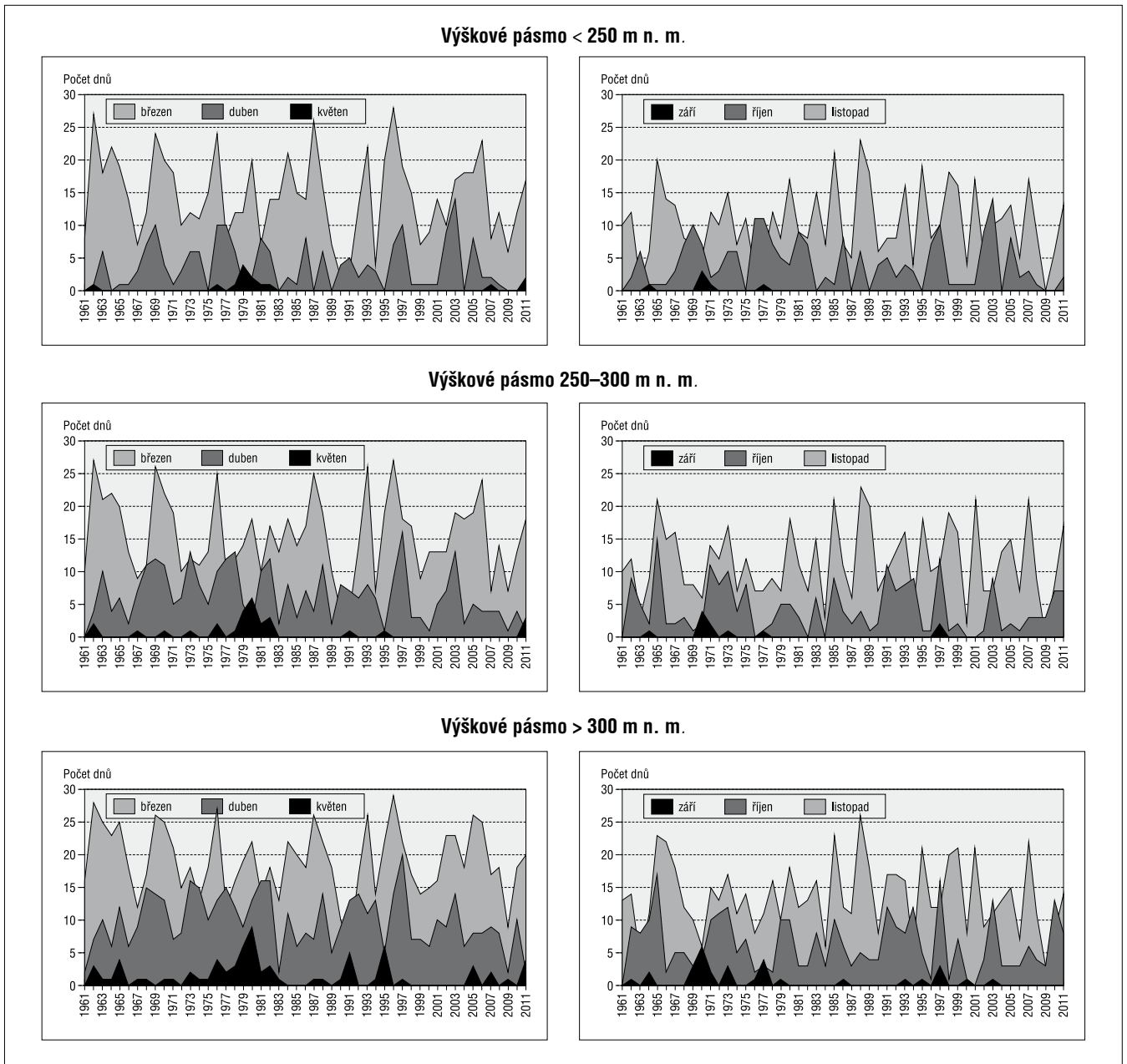
Tab. I. uvádí souhrn počtu jarních a podzimních mrazů podle intenzity v jednotlivých měsících za období 1961–2011. Výskyt slabých, mírných i silných mrazů v měsíci březnu ve všech nadmořských výškách za období 1961–2011 byl vysoký, 90–100 % případů. Výrazný rozdíl v četnosti výskytu mrazů v polohách s rozdílnou nadmořskou výškou byl v měsíci květnu. Silné mrazy se v nížinách do 250 m nevyskytly vůbec, mírné mrazy v 10 % let a slabé mrazy v 12 % let. Největší výskyt květnových mrazů byl ve středních polohách středních Čech, kdy se silné, mírné a slabé mrazy vyskytly s četností 12 %, 22 % a 55 % tedy v 6, 11 a 28 letech za období 1961–2011.

Největší počet mrazových dnů v září spadá do kategorie slabý a mírný. Silné mrazy se v měsíci září nevyskytly vůbec (tab. I.). V říjnu je zřejmý vysoký výskyt všech typu mrazu, a to bez ohledu na nadmořskou výšku.

Časová variabilita počtu mrazových dnů dle nadmořské výšky do 250 m, 250–300 m a nad 300 m za období 1961–2011 je uvedena v obr. 2. Ve středních Čechách v oblastech s nadmořskou výškou do 250 m bylo v březnu zaznamenáno nejméně mrazových dnů v letech 1990, 1991, 1994 a 2009. V dubnu se mrazové dny nevyskytly v letech 1961, 1964, 1975, 1983, 1987, 1989, 1995 a 2004. Bezmrázový květen se ve středních Čechách vyskytl za sledované období 1961–2011 celkem 42×. Nejčastěji se květnové mrazy vyskytovaly v dekádě 1971–1980. Právě za toto období byla publikována většina prací zabývajících se intenzitou, četností a predikcí jarních mrazů (4, 5). Budeme-li uvažovat průměrnou dobu sklizně na 15. říjen, jsou mrazy v měsíci září velmi rizikové. Nejčastější výskyt zářijových mrazů byl v letech 1961–1979. Od 80. let do současnosti se v nížinách zářijové mrazy nevyskytly vůbec. Pro měsíc říjen je patrné v druhé polovině sledovaného období, tedy od 80. let, střídání let s vyšším počtem mrazových dnu a roků s nulovým počtem.

V oblastech s nadmořskou výškou 250–300 m byly květnové mrazy zaznamenány především v první polovině sledovaného období, s nejvyšší koncentrací na přelomu 70. a 80. let. Nejvyšší počet (6 dní) květnových mrazů ve středních polohách středních Čech byl v roce 1980. V druhé polovině sledovaného období se květnové mrazy vyskytovaly jen ojediněle v letech 1991 a 1995 (1

Obr. 2. Časová variabilita počtu mrazových dnů dle nadmořské výšky za období 1961–2011



den) a v roce 2011 (3 dny). Obdobný pokles počtu mrazových dnů v druhé polovině sledovaného období byl i v měsíci dubnu. Zářijové mrazové dny se ve středních Čechách v polohách 250–300 m n. m. vyskytly celkem v šesti letech: 1964, 1970, 1971, 1973, 1977 a 1997.

V polohách nad 300 m n. m. se výrazně zvyšuje četnost květnových mrazů. Delší období bez květnových mrazů se vyskytlo pouze v letech 1998 až 2004. Dubnové mrazy se vyskytly na sledovaném území každý rok, kdy největší počet, 20 a 16 dnů, byl zaznamenán v letech 1997, 1973, 1981 a 1982. Nejmenší počet (2 dny) byl v letech 1961, 1983, 2009 a 2011. V posledních osmi letech (2004–2011) se v měsíci září nevyskytly mrazové dny vůbec. Nejvyšší počet těchto dní byl v 70. letech 20. století. Výjimečný byl podzim roku 1970, kdy byl počet mrazových dní nejvyšší v září, oproti říjnu a listopadu. Časová variabilita říjnových mrazových dnů v pahorkatinách středních Čech nevykazuje za sledované období tendence vzestupu ani poklesu.

Průměrná data ukončení jarních mrazů a nástupu podzimních mrazů daných intenzit a délka bezmrazového období

Tab. II. uvádí průměrná data ukončení jarních mrazů a nástupu podzimních mrazů daných intenzit a délku bezmrazového období ve středních Čechách v letech 1961 až 2011. Celková délka vegetačního období cukrové řepy je do značné míry určena délkou bezmrazového období. Délka bezmrazového období výrazně klesá v nadmořských výškách nad 300 m. Oblasti s největší koncentrací osevních ploch cukrové řepy, tedy nížiny a střední polohy středních Čech, mají průměrnou délku bezmrazového období 186, resp. 180 dnů (tab. II.). Tato délka bezmrazového období přibližně odpovídá průměrné délce vegetačního období cukrové řepy (170–190 dnů), tedy od vysetí do sklizně v technické zralosti. Průměrné datum ukončení silných jarních mrazů je v nížinách a středních polohách 2. dubna, resp. 10. dubna. Ukončení slabých jarních mrazů

Tab. III. Data ukončení výskytu nejpozdnějších jarních mrazů dle intenzity a nadmořské výšky za období 1961–2011

Slabý mráz	Mírný mráz	Silný mráz	Slabý mráz	Mírný mráz	Silný mráz	Slabý mráz	Mírný mráz	Silný mráz
Výškové pásmo < 250 m n. m.			Výškové pásmo 250–300 m n. m.			Výškové pásmo > 300 m n. m.		
15. 5. 1976	11. 5. 1978	30. 4. 1976	1. 6. 1977	15. 5. 1976	5. 5. 1980	8. 6. 1962	1. 6. 1977	6. 5. 1980
8. 5. 1979	7. 5. 1979	29. 4. 1984	23. 5. 1980	11. 5. 1978	4. 5. 2011	6. 6. 1975	23. 5. 1980	6. 5. 1962
5. 5. 2011	5. 5. 1980	26. 4. 1972	17. 5. 1973	7. 5. 1979	30. 4. 1976	6. 6. 1991	21. 5. 1965	4. 5. 1979
3. 5. 1981	4. 5. 2011	25. 4. 1988	15. 5. 1995	6. 5. 1980	29. 4. 1984	3. 6. 1963	15. 5. 1976	4. 5. 2011
3. 5. 1982	1. 5. 1962	21. 4. 1980	8. 5. 1979	5. 5. 2011	29. 4. 1971	2. 6. 1977	15. 5. 1995	3. 5. 1982
2. 5. 2007	28. 4. 1982	22. 4. 1991	8. 5. 1991	3. 5. 1981	28. 4. 1982	29. 5. 1990	11. 5. 1978	2. 5. 2007
29. 4. 1970	27. 4. 1963	22. 4. 2005	6. 5. 1962	3. 5. 1982	26. 4. 1972	23. 5. 1995	11. 5. 1979	30. 4. 1976
29. 4. 1971	27. 4. 1985	21. 4. 1981	6. 5. 2011	1. 5. 1962	27. 4. 1985	22. 5. 1965	8. 5. 1991	29. 4. 1984
28. 4. 1984	25. 4. 1972	21. 4. 1997	5. 5. 1967	29. 4. 1972	25. 4. 1988	21. 5. 1968	6. 5. 2011	29. 4. 1971
27. 4. 1964	24. 4. 1981	20. 4. 1969	3. 5. 1970	29. 4. 1970	24. 4. 1981	17. 5. 1964	5. 5. 1967	27. 4. 1964
28. 4. 1987	23. 4. 1967		3. 5. 1982	27. 4. 1964	23. 4. 1967	17. 5. 1980	3. 5. 1981	28. 4. 1987
26. 4. 1988	21. 4. 1992		1. 5. 1976	28. 4. 1987	22. 4. 1991	17. 5. 1973	1. 5. 1971	27. 4. 1988
24. 4. 1967	22. 4. 1997		2. 5. 1981	27. 4. 1963	21. 4. 1992	16. 5. 1976	30. 4. 1984	27. 4. 1963
24. 4. 1997	21. 4. 1969		30. 4. 1971	24. 4. 1997	22. 4. 2005	13. 5. 2005	29. 4. 1972	26. 4. 1972
24. 4. 2001	21. 4. 1999		29. 4. 1972	23. 4. 2010	22. 4. 2010	12. 5. 1978	29. 4. 1970	27. 4. 1985
23. 4. 1973	20. 4. 1977		28. 4. 1984	21. 4. 1999	21. 4. 1969	11. 5. 1988	28. 4. 1963	25. 4. 1981
23. 4. 2005			27. 4. 1964	21. 4. 2007	21. 4. 1977	9. 5. 1974	26. 4. 1988	24. 4. 1997
23. 4. 2010			26. 4. 1988			8. 5. 1982	26. 4. 1973	23. 4. 1967
21. 4. 1977			26. 4. 1978			8. 5. 1987	26. 4. 1985	23. 4. 2005
20. 4. 1980			26. 4. 1985			8. 5. 1997	24. 4. 1974	23. 4. 2010
20. 4. 1975			25. 4. 1974			7. 5. 1983	24. 4. 1982	22. 4. 1991
20. 4. 1991			23. 4. 1997			5. 5. 2009	24. 4. 2001	21. 4. 1992
20. 4. 1994			23. 4. 2005			3. 5. 1970	24. 4. 2010	21. 4. 1969
20. 4. 1999			22. 4. 2007			3. 5. 1994	23. 4. 1966	21. 4. 1977
			20. 4. 1975			3. 5. 2007	23. 4. 1987	21. 4. 1999
			20. 4. 1994			3. 5. 2011	21. 4. 2007	20. 4. 1994
			20. 4. 1998			2. 5. 1981	20. 4. 1975	
						1. 5. 1979	20. 4. 1998	
						29. 4. 1967		
						28. 4. 1984		
						29. 4. 1985		
						27. 4. 1971		
						24. 4. 1972		
						24. 4. 1989		
						22. 4. 1992		
						22. 4. 1966		
						22. 4. 1998		
						21. 4. 2008		

nastává výrazně později, a to 18. dubna, resp. 21. dubna. Dle MINXE (3) připadá průměrná doba setí na 10. až 15. dubna, přičemž opožděním výsevu o jeden den klesá výnos cukru o 1 %. V tomto období nastává riziko poškození vzházejících rostlin mrazem. Ve vyšších polohách (nad 300 m) středních Čech je průměrné ukončení mrazového období určeno až do počátku měsíce května (tab. III.). Průměrný nástup podzimních mrazů nastává ve všech nadmořských výškách v druhé a třetí dekádě října, mírné a silné mrazy ve třetí dekádě října a první dekádě listopadu.

Data ukončení výskytu nejpozdnějších jarních mrazů a data nástupu nejčasnějších prvních podzimních mrazů dle intenzity a nadmořské výšky

V tab. III. a IV. jsou vybrány roky s nejpozdnějším datem ukončení výskytu jarních mrazů a nejčasnějším datem nástupu prvních podzimních mrazů dle intenzity a nadmořské výšky ve středních Čechách. Ukončení a počátek mrazového období jsou výrazně ovlivněny konfigurací terénu a nadmořskou výškou, což je z tab. III. a IV. dobře patrné. Nejpozdnější poslední mráz

Tab. III. Data ukončení výskytu nástupu nejčasnějších prvních podzimních mrazů dle intenzity a nadmořské výšky za období 1961–2011

Slabý mráz	Mírný mráz	Silný mráz	Slabý mráz	Mírný mráz	Silný mráz	Slabý mráz	Mírný mráz	Silný mráz
Výškové pásmo < 250 m n. m.			Výškové pásmo 250–300 m n. m.			Výškové pásmo > 300 m n. m.		
18. 9. 1971	3. 10. 1979	4. 10. 1972	16. 9. 1971	29. 9. 1970	4. 10. 1972	3. 9. 2003	16. 9. 1971	24. 9. 1964
24. 9. 1964	11. 10. 1975	6. 10. 1971	21. 9. 1997	1. 10. 1974	6. 10. 1971	14. 9. 1973	27. 9. 1970	2. 10. 1972
27. 9. 1970	11. 10. 2004	7. 10. 1994	23. 9. 1970	2. 10. 1983	9. 10. 1994	14. 9. 1977	26. 9. 1976	5. 10. 1986
28. 9. 1977	14. 10. 2007	13. 10. 1973	24. 9. 1964	2. 10. 1972	13. 10. 1973	15. 9. 1962	28. 9. 1977	6. 10. 1971
1. 10. 1974	14. 10. 2010	13. 10. 1992	28. 9. 1973	5. 10. 1986	13. 10. 1992	19. 9. 1969	30. 9. 1993	7. 10. 1994
2. 10. 1972	15. 10. 2011	17. 10. 2003	28. 9. 1977	7. 10. 1971	20. 10. 1965	20. 9. 1997	1. 10. 1964	12. 10. 1975
4. 10. 1979	16. 10. 1963	19. 10. 1993	1. 10. 1974	7. 10. 1994	20. 10. 2009	23. 9. 1970	2. 10. 1983	11. 10. 1992
5. 10. 1986	17. 10. 2006	19. 10. 1999	2. 10. 1983	9. 10. 1963		24. 9. 2000	3. 10. 1979	13. 10. 1965
6. 10. 1994	17. 10. 1992	19. 10. 2005	5. 10. 1989	11. 10. 1965		25. 9. 1964	5. 10. 1989	13. 10. 1973
9. 10. 1963	19. 10. 1965		5. 10. 1994	11. 10. 1975		26. 9. 1986	5. 10. 1994	12. 10. 2004
11. 10. 1965	20. 10. 1985		5. 10. 2008	11. 10. 1992		29. 9. 1995	11. 10. 1965	14. 10. 2003
11. 10. 2010			9. 10. 1963	14. 10. 2003		30. 9. 1979	11. 10. 1975	14. 10. 2007
11. 10. 1980			10. 10. 1969	14. 10. 2007		1. 10. 1974	11. 10. 2010	15. 10. 2011
11. 10. 1992			10. 10. 1975	15. 10. 2011		2. 10. 1987	11. 10. 2004	17. 10. 1997
15. 10. 2007			11. 10. 1965	17. 10. 1997		3. 10. 1972	15. 10. 2007	18. 10. 1999
16. 10. 2011			11. 10. 2010	18. 10. 1993		4. 10. 1982	16. 10. 1963	19. 10. 1993
17. 10. 1997			11. 10. 1980	19. 10. 2005		4. 10. 1989	16. 10. 1997	19. 10. 2005
18. 10. 1993			12. 10. 1992	20. 10. 1985		4. 10. 1980	16. 10. 2011	20. 10. 2009
18. 10. 1999			12. 10. 2004	20. 10. 1999		5. 10. 2008	17. 10. 1986	
18. 10. 2006			15. 10. 2007			8. 10. 1994	17. 10. 2006	
19. 10. 1967			16. 10. 2005			9. 10. 1963	19. 10. 1972	
20. 10. 1978			16. 10. 2011			10. 10. 1975	20. 10. 1985	
20. 10. 2003			17. 10. 2006			10. 10. 2010	21. 10. 1962	
20. 10. 2005			18. 10. 1999			11. 10. 2007	20. 10. 1968	
20. 10. 2009			19. 10. 1967			12. 10. 1965	20. 10. 1980	
			20. 10. 1978			12. 10. 1992		
						13. 10. 1999		
						14. 10. 2011		
						16. 10. 2005		
						17. 10. 1984		
						19. 10. 1967		
						20. 10. 1978		
						20. 10. 1991		
						20. 10. 2002		

v nížinách s nadmořskou výškou do 250 m za celé sledované období se vyskytl v klimaticky extrémním roce 1976, a to 15. května. Snížení výnosů zemědělských plodin, včetně cukrové řepy, bylo způsobeno nejen pozdním ukončením jarních mrazů, ale i výskytem dalších extrémních meteorologických jevů (extrémní sucho spojené s horkými vlnami) v průběhu vegetačního období roku 1976. Dle POTOP (6) byl výnos cukrové řepy v roce 1976 nejnižší od roku 1961, a to 23,53 t.ha⁻¹. Extrémně nebezpečný je výskyt mrazů v období plné vegetace rostlin. Červnové mrazy se ve středních Čechách vyskytují jen zřídka, a to převážně ve vyšších polohách nad 300 m, kde byl nejpozdnější výskyt jarních mrazů 8. června 1962, tedy v druhém výnosově nejslabším

roce (6) od roku 1961 (23,54 t.ha⁻¹). Ve středních polohách (250–300 m n. m.) se červnový mráz vyskytl pouze v jednom případě, a to 1. června 1977. Termín sklizně cukrové řepy závisí jednak na její technické zralosti, ale také i na průběhu počasí. Sklizeň začíná v průměru ve třetí dekádě září a měla by být ukončena do konce října. Časný počátek sklizně snižuje výnos cukru, neboť dle MINXE (3) v měsíci září dochází k zvýšení výnosu cukru až o 29 % a v říjnu o 17 % z celkové hodnoty obsahu cukru na konci října. V tomto období je riziko výskytu slabých, mírných i silných mrazů velmi vysoké. Průměrný výskyt slabých a mírných mrazů připadá v oblasti s intenzivní řepařskou výrobou (do 300 m n. m.) na druhou polovinu října (tab. II.).

Tab. V. Data výskytu posledních jarních mrazů s různou pravděpodobností a nadmořskou výškou

Pravděpodobnost	Poslední jarní slabý mraz	Poslední jarní mírný mraz	Poslední jarní silný mraz
Výškové pásmo < 250 m n. m.			
1× za 25 let	8. květen	10. květen	1. květen
1× za 10 let	3. květen	2. květen	23. duben
1× za 5 let	27. duben	24. duben	16. duben
1× za 4 roky	25. duben	21. duben	13. duben
1× za 3 roky	23. duben	17. duben	10. duben
Výškové pásmo 250–300 m n. m.			
1× za 25 let	19. květen	11. květen	6. květen
1× za 10 let	11. květen	4. květen	29. duben
1× za 5 let	4. květen	27. duben	22. duben
1× za 4 roky	2. květen	24. duben	19. duben
1× za 3 roky	28. duben	20. duben	17. duben
Výškové pásmo > 300 m n. m.			
1× za 25 let	2. červen	17. květen	9. květen
1× za 10 let	26. květen	11. květen	3. květen
1× za 5 let	18. květen	5. květen	28. duben
1× za 4 roky	15. květen	2. květen	26. duben
1× za 3 roky	11. květen	29. duben	26. duben

Jako riziko považujeme výskyt těchto mrazů před tímto obdobím. Nejčasnější výskyt podzimních mrazů byl v 70. letech 20. století, kdy slabé mrazy nastaly již v druhé polovině září. V roce 1971 v nadmořských výškách 250–300 m nastaly první mrazy 16. září a ve výškách do 250 m n. m. 18. září. Za posledních 10 let se slabé mrazy v nížinách vyskytly nejdříve 11. října 2010, 15. října 2007, 16. října 2011 a v polohách 250–300 m n. m. 11. října 2010, 12. října 2004 a 15. října 2007 (tab. IV.).

Pravděpodobnosti výskytu posledních jarních mrazů a prvních podzimních mrazů dle různé intenzity

V tab. V. a VI. jsou uvedeny souhrnné výsledky o datech a pravděpodobnosti výskytu prvních podzimních mrazů a posledních jarních mrazů dané intenzity s rozdílnou nadmořskou výškou. Ze zemědělského hlediska představuje pojem riziko pravděpodobnost výskytu pozdních jarních mrazů v uvedený termín a po něm a časných podzimních mrazů v uvedený termín a před ním. Riziko pro bezmrazové období poskytuje informaci o pravděpodobnosti, že délka bezmrazového období je kratší než průměrná hodnota. Naopak delší vegetační období poskytuje vhodné podmínky pro sklizeň cukrovky a dosažení vyššího výnosu. Dle MINXE (3) dochází oddálením sklizně, tedy prodloužením vegetační doby na podzim o jeden den ke zvýšení výnosu o 0,3–0,4 %. V tab. VII. je uvedena pravděpodobnost výskytu bezmrazového období kratšího a delšího než průměrná délka.

Tab. VI. Data výskytu prvních podzimních mrazů s různou pravděpodobností a nadmořskou výškou

Pravděpodobnost	První podzimní slabý mraz	První podzimní mírný mraz	První podzimní silný mraz
Výškové pásmo < 250 m n. m.			
1× za 25 let	24. září	29. září	5. říjen
1× za 10 let	1. říjen	9. říjen	13. říjen
1× za 5 let	8. říjen	13. říjen	21. říjen
1× za 4 roky	11. říjen	18. říjen	24. říjen
1× za 3 roky	15. říjen	21. říjen	28. říjen
Výškové pásmo 250–300 m n. m.			
1× za 25 let	22. září	26. září	8. říjen
1× za 10 let	29. září	4. říjen	16. říjen
1× za 5 let	6. říjen	12. říjen	23. říjen
1× za 4 roky	9. říjen	15. říjen	26. říjen
1× za 3 roky	12. říjen	19. říjen	29. říjen
Výškové pásmo > 300 m n. m.			
1× za 25 let	13. září	23. září	23. září
1× za 10 let	21. září	1. říjen	8. říjen
1× za 5 let	28. září	8. říjen	14. říjen
1× za 4 roky	2. říjen	12. říjen	16. říjen
1× za 3 roky	5. říjen	15. říjen	20. říjen

V nížinách (do 250 m) může nastat ukončení jarních slabých mrazů 8. května, mírných mrazů 10. května a silných mrazů 1. května jednou za 25 let, v porovnání s průměrem, kdy ukončení jarních mrazů nastává 18. dubna, což odpovídá pravděpodobnosti výskytu 1× za dva roky (tab. II. a V.). Na území s nadmořskou výškou od 250 do 300 m nastává ukončení jarních slabých mrazů 19. května, mírných mrazů 11. května a silných mrazů 6. května jednou za 25 let, v porovnání s průměrem, kdy ukončení jarních mrazů nastává 21. dubna, což odpovídá pravděpodobnosti výskytu 1× za dva roky. V pahorkatinách (nad 300 m) se pozdní jarní mrazy vyskytují později. Jednou za 25 let zde mohou nastat slabé mrazy ještě 2. června, mírné 17. května a silné 9. května.

Výskyt mrazů v měsíci květnu je z pohledu zemědělské produkce velmi nebezpečný. Riziko výskytu květnových mrazů na území s nadmořskou výškou od 250 do 300 m je velmi vysoké, neboť se slabé mrazy mohou vyskytnout 1× za 4 roky ještě 2. května a 1× za 10 let ještě 11. května (tab. V.). Jedenkrát za 3 roky v pásmech s nadmořskou výškou do 250 m, 250 až 300 m a nad 300 m nastanou poslední silné jarní mrazy 10. dubna, 17. dubna a 26. dubna.

Z tab. VI. je na území s nadmořskou výškou do 300 m patrný posun nástupu prvních podzimních mrazů do druhé poloviny podzimu. V pahorkatinách (nad 300 m) se první slabé mrazy vyskytují s vysokou pravděpodobností 96 % 13. září a později, mírné a silné mrazy 23. září a později. Z pohledu pěstování cukrové řepy, její sklizně a skládkování na poli v podzimních měsících nemají slabé a mírné mrazy většího

významu. Výrazněji nebezpečnými jsou mrazy silné, jejichž časný nástup může vést ke snížení kvality bulev. První silné podzimní mrazy nastávají v oblastech s rozvinutou řepářskou výrobou, tedy v nadmořských výškách do 300 m, již v druhé polovině měsíce října. S vysokou pravděpodobností jednou za pět let nastanou silné mrazy ve výškách do 300 m již 23. října. Riziko výskytu silných mrazů v září je velmi nízké, jejich časný nástup je vázán na vyšší polohy, popřípadě mrazové kotliny. Ve středních Čechách v oblastech s nadmořskou výškou nad 300 m se mohou silné mrazy s pravděpodobností 1× za 25 let vyskytnout již 23. září.

Délka bezmrazového období je závislá na časnosti výskytu posledních jarních mrazů a nástupu prvních podzimních mrazů. Extrémně dlouhé (222 dní) a extrémně krátké (150 dní) bezmrazové období v oblasti středních Čech s nadmořskou výškou do 250 m nastává 1× za 25 let. Délka vegetačního období cukrovky (od vysetí do sklizně) závisí nejen na genotypu odrůdy, ale i na technologii pěstování a povětrnostních podmínkách konkrétního ročníku. Průměrná délka vegetačního období cukrovky je přibližně 180 dní. Tato hodnota odpovídá i průměrné délce bezmrazového období ve středních Čechách v nadmořských výškách do 300 m (tab. II.). Délka vegetační doby má dle MINXE (3) třetinový podíl na výnosu cukru. Délka bezmrazového období výrazně klesá s rostoucí nadmořskou výškou, kdy s pravděpodobností 1× za 3 roky dosáhne délky pouze 177, 169 a 150 dní (tab. VII.). Riziko výskytu bezmrazového období kratšího než 159 dní je v nížinách středních Čech jednou za 10 let a déle.

Závěr

Jarní a podzimní mrazy patří na území České republiky k významným nebezpečným meteorologickým jevům. Riziko spočívá především v nemožnosti jejich predikce a tím pádem nelze zavčasu přijmout opatření ke zmírnění jejich dopadu. Možným

Tab. VII. Pravděpodobnosti výskytu bezmrazového období delšího než průměrná délka

Výškové pásmo (m n. m.)	Pravděpodobnost výskytu bezmrazového období				
	1× za 3 roky	1× za 4 roky	1× za 5 let	1× za 10 let	1× za 25 let
	Délka bezmrazového období delšího než průměrná délka (d)				
< 250	195	200	203	212	222
251–300	190	196	200	210	221
> 300	173	180	184	196	208
	Délka bezmrazového období kratšího než průměrná délka (d)				
< 250	177	172	168	159	150
251–300	169	164	160	150	139
> 300	150	144	139	127	115

způsobem určení míry rizika je analýza dlouhých časových řad a vyjádření pravděpodobnosti výskytu mrazů. Vytvořené tabulky a grafy jsou informačním zdrojem pro pěstitele a zpracovatele cukrové řepy ve středních Čechách. Na základě těchto informací lze určit termíny výskytu mrazů a délku bezmrazového období pro odhad vhodné doby výsevů a sklizně. Podle pravděpodobnosti výskytu mrazů 1× za 3, 4, 5, 10 a 25 let lze stanovit míru rizika pro danou oblast a odpovídající datum, což je významná informace nejen pro zemědělce, ale i pro úřady státní správy a pojišťovny.

Z analýzy časové variability vyplývá pokles četnosti výskytu jarních i podzimních mrazů a prodloužení délky bezmrazového období, a to převážně v druhé polovině sledovaného období, tedy od 80. let 20. století. Snižuje se především riziko květnových a zářijových mrazů, přičemž právě prodloužení bezmrazového období na podzim má výrazně pozitivní vliv na výnos cukru.



V oblastech středních Čech s nejvyšší koncentrací řepařské výroby, v nadmořských výškách do 250 m, mohou květnové mrazy poškodit mladé rostliny cukrové řepy 1× za 10 let a později, ve výškách 250–300 m je toto riziko výrazně vyšší, 1× za 4 roky a později. Nejčastěji se květnové mrazy vyskytovaly v dekádě 1971–1980 a jejich výskyt v druhé polovině sledovaného období byl jen výjimečný. K obdobnému poklesu mrazových dnů došlo i v měsíci dubnu.

V podzimním období je riziko poškození bulev cukrové řepy velmi malé. Mrazové dny v měsíci září se od roku 1977 v nížinách středních Čech nevyskytly vůbec a ve středních polohách pouze v roce 1977. Průměrný nástup podzimních mrazů nastává bez ohledu na nadmořskou výšku v druhé a třetí dekádě října. Délka bezmrazového období má v důsledku časnějšího ukončení jarních mrazů a pozdějšího nástupu podzimních mrazů rostoucí tendenci. Ve vztahu k průměrné délce vegetačního období cukrové řepy se velmi krátké bezmrazové období (kratší než 170 dní) vyskytuje v nížinách středních Čech relativně často, 1× za 5 let. Pěstování cukrové řepy je dnes vázáno na pozemky v ekonomické dostupnosti zpracovatelů, tedy cukrovarů. Proto poloha osetých pozemků bude vždy kompromisem mezi vzdáleností a výnosovým potenciálem lokality daným převážně klimatickými faktory.

Riziko poškození mrazem u mladých rostlin v jarním období sice klesá, avšak v důsledku možných předčasných výsevů vlivem teplých březnových a dubnových epizod stále zůstává.

Pro dosažení maximálního výnosu cukru je určující prodloužení vegetačního období, a to převážně na podzim. Pro oblasti středních Čech je riziko výskytu silných mrazů, které by poškodily bulvu řepy, do poloviny října velmi nízké.

Poděkování: Příspěvek byl zpracován a publikován s podporou „S grant of MSMT CR“.

Souhrn

Tato studie podrobně hodnotí pravděpodobnosti výskytu pozdních jarních mrazů, prvních podzimních mrazů a délku bezmrazového období při pěstování cukrové řepy za období 1961–2011 ve středních Čechách. Z analýzy vyplývá snižující se riziko především květnových a zářijových mrazů, přičemž právě prodloužení bezmrazového období na podzim má výrazně pozitivní vliv na výnos cukru. V oblastech středních Čech s nejvyšší koncentrací řepařské výroby, v nadmořských výškách do 250 m, mohou květnové mrazy poškodit mladé rostliny cukrové řepy 1× za 10 let a později, ve výškách 250–300 m je toto riziko výrazně vyšší, 1× za 4 roky a později. Průměrný nástup podzimních mrazů nastává bez ohledu na nadmořskou výšku v druhé a třetí dekádě října. Oblasti s největší koncentrací osevních ploch cukrové řepy, tedy nížiny a střední polohy středních Čech, mají průměrnou délku bezmrazového období 186, resp. 180 dnů, což odpovídá průměrné délce vegetačního období cukrové řepy.

Klíčová slova: cukrová řepa, pozdní jarní mraz, první podzimní mraz, bezmrazové období.

ROZHLEDY

Jaggard K. W., Koch H. J., Arroyo Sanz J. M., Cattanech A., Duval R., Eigner H., Legrand G., Olsson R., Qi A., Thomsen J. N., Van Swaaij N., Minerva N. Pokles výnosů cukrovky v některých zemích (*The yield gap in some sugar beet producing countries*)

Efektivitu výnosu cukrovky lze vyjádřit jako pokles výnosu, rozdíl mezi potenciálním a skutečným výnosem. Čím je pokles větší, tím je systém méně efektivní. Jedním ze způsobů, jak vyhodnotit pokles výnosu, je porovnat skutečný výnos s výnosem dosaženým bez zásahu pěstitele, kdy je výnos limitován pouze účinkem klimatických podmínek tepla, slunečního svitu a vláhy. Organizace IIRB shromáždila data o výnosech dosahovaných v letech 2000–2010 u doporučených odrůd v několika evropských zemích a v USA. Z jejich analýzy vyplývá, že ve všech zemích výnosy rostou.

Int. Sugar J., 114, 2012, č. 1363, s. 496–499. Kadlec

Výhled biopaliv na rok 2013 (*Biofuels Outlook for 2013*)

Světová produkce biopaliv je na vzestupu. Celková produkce bioetanolu by mohla v roce 2013 dosáhnout nového rekordu, především díky vyšší výrobě v EU a Brazílii a při současně vyšší produkci v Indii, Thajsku a na Filipínách. Na druhé straně, u bio-nafty není výhled nejlepší. Po poklesu v roce 2012 se očekává v roce 2013 jen nepatrný nárůst. I když na trhu EU a USA dochází k růstu, celkově je to méně než 0,5 mil. t.

Int. Sugar J., 115, 2013, č. 1371, s. 182–186. Kadlec

Lammers P. S., Schmittmann O. Testování sklízečů cukrovky v Německu v roce 2012 (*Testing of sugar beet harvesters in Germany 2012*)

V říjnu 2012 bylo v Seligenstadtu předvedeno při sklizni na poli devět sklízečů cukrovky a čtyři čistící nakladače od sedmi výrobců. Sklízeče byly hodnoceny podle těchto kvalitativních kritérií: ztráty cukrovky (poškození povrchu), ulámání kořínků, množství ulpělé zeminy na cukrovce a kvalita sřezu. Čistící nakladače byly hodnoceny podle ztrát bulev a množství zeminy oddělené na nakladači. Sklízecí techniku předváděly firmy Agrifac, Grimme, Holmer, Ropa, Kleine, Brettmeister a Vervaet.

Int. Sugar J., 115, 2013, č. 1370, s. 100–106. Kadlec

Bullion A. Vpád rostlinných sladidel a stvie na trh sladidel (*Monk fruit and stevia make inroads into global sweetener markets*)

Postavení cukru na trhu sladidel je stále dominantní, i když se v poslední době na trhu objevuje řada nových alternativních sladidel, u nichž jsou propagovány zdravotní benefity z hlediska nízkoenergetických diet. V článku jsou popsány některé z rostlinných sladidel na bázi stvie, které používají výrobci nealkoholických nápojů Coca-Cola a Pepsi, dále sladidla švýcarských firem Ferminich a Evolva, sladidla dodávaná firmami Tate and Lyle a Cargill i řadou dalších.

Int. Sugar J., 114, 2012, č. 1366, s. 744–745. Kadlec

Literatura

1. ČERVENÝ, J. ET AL.: *Podnebí a vodní režim ČSSR*. SZN Praha, 1984, s. 414.
2. *Denní přehled počasí*. Praha: ČHMÚ, 1961–2011.
3. MINX, L.: Délka vegetační doby – závažný problém českého řepářství. *Listy cukrov. řepář.*, 115, 1999 (2), s. 50–51.
4. PEJML, K.: Vývoj a současný stav předpovědi nočních mrazů v době vegetační. *Meteorologické zprávy*, 8, 1955 (1), s. 8–42.
5. PEJML, K.: Sekulární chod četnosti a intenzity jarních mrazíků. *Sborník prací HMÚ*, Praha: HMÚ, 19, 1973, s. 8–42.
6. POTOP, V.; TÜRKOTT, L.: Využití standardizovaného srážkového a evapotranspiračního indexu SPEI pro hodnocení vláhových poměrů při pěstování cukrové řepy ve středních Čechách. *Listy cukrov. řepář.*, 128, 2012 (12), s. 368–373.
7. TÜRKOTT, L.; POTOP, V.: Jarní a podzimní mrazy ve vztahu k synoptickým situacím. In *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin*, 1. – 2. 2012, Praha, s. 197–201.
8. *Protection Against Frost Damage*. WMO, 133, 1963, Geneva, Switzerland.

Potop V., Türkott L.: Risks of Later Spring Frosts and Earlier Autumn Frosts when Growing Sugar Beet in Central Bohemia

This study presents a detailed assessment of probability of later spring frosts and earlier autumn frosts when growing sugar beet in Central Bohemia in the period 1961–2011. The probability of severe

frost at a later date in the spring and an earlier date in the autumn and the length of the frost-free period were estimated. The results of probability analysis show a decreasing risk of frosts, especially in May and September, with extension of the frost-free season in the autumn, which has a significantly positive effect on the yield of sugar beet. In Central Bohemia, at altitudes up to 250 m, with the highest concentration of sugar beet production areas, the occurrence of frosts in May is very dangerous for young sugar beet plants and it occurs approximately once in 10 years; at altitudes from 250 to 300 m, the risk is significantly higher at once in 4 years. On average, the onset of autumn frost occurs regardless of altitude in the second and third decades of October.

In the regions with the highest concentration of sown area of sugar beet, i.e., lowlands and hilly terrain of Central Bohemia, the frost-free season is, on average, 186 or 180 days long. This corresponds to the average length of the growing season of sugar beet.

Key words: sugar beet, the last spring frost, the first autumn frost, frost-free season.

Kontaktní adresa – Contact address:

Dr. Vera Potop, Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra agroekologie a biometeorologie, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 Suchbátka, Česká republika, e-mail: potop@af.czu.cz

ROZHLEDY

Koo W. W., Taylor R. D. Výhled amerického a světového trhu s cukrem: Dopady brazilské výroby ethanolu (*Outlook of the US and world sugar markets: Impacts of Brazil's ethanol production*)

Studie hodnotí americké a světové trhy s cukrem pomocí simulačního modelu Global Sugar Policy. Zvláštní pozornost byla věnována dopadům produkce bioetanolu z cukru v Brazílii na cukrovárnický průmysl. Očekává se, že světová cena cukru poklesne, ale zůstane v období 2012–2021 na úrovni 23–28 centů za 1 lb. Rovněž se očekává v tomto období nepatrný pokles v objemu světově obchodovaného cukru. Brazilská výroba bioetanolu vycházející z cukru závisí na ceně ropy. Vysoké ceny ropy by zvýšily cenu cukru vzhledem k rostoucí produkci bioetanolu. Nízké ceny ropy by naopak cenu cukru snížily.

Int. Sugar J., 115, 2013, č. 1371, s. 187–193. Kadlec

Cooper J. M. Může být cukr v potravinách nahrazen? (*Product reformulation – Can sugar be replaced in foods?*)

Cukr, jako vysoce energetická složka potravin, je často předmětem úvah, jak jej nahradit. Článek vysvětluje multifunkční vlastnosti cukru a podává přehled, jak by tyto vlastnosti cukru mohly být v potravinách nahrazeny jinými alternativními přísadami. Neexistuje totiž žádná univerzální náhrada cukru a každá alternativní přísada může znamenat buď jen nahrazení cukru, nebo jeho snížení. Typickými přísadami, které mohou nahradit některé vlastnosti cukru, jsou intenzivní sladidla (aspartam, sukralosa,

sacharin), polyoly (sorbitol, xylitol, maltitol), gumy a zahušňovač (pektiny, xanthan, karragenan), bobtnací prostředky (syntetické polymery, polydextrosa), vláknina, aditiva aj. Hlavní problémy jsou v tom, že tyto přísady mají mnohdy daleko širší účinky než cukr, který nahrazují, a často nedojde při nahrazení cukru ke snížení energetické hodnoty, což vede ke klamání spotřebitele.

Int. Sugar J., 114, 2012, č. 1365, s. 642–645. Kadlec

Hanse B. Jak podstatně zvýšit výnos cukrovky (*How to raise beet sugar yield substantially*)

Nizozemské cukrovary a řepářský institut Institute of Sugar Beet Research IRS iniciovaly řešení projektu SUSY (Speeding Up Sugar Yield), jako reakci na nebezpečí ztráty ziskovosti u pěstitelů cukrovky v důsledku cukerní reformy EU a poklesu cen cukrovky. Tohoto projektu se v letech 2006–2008 zúčastnilo 52 pěstitelů (26 špičkových a 26 průměrných) z celého Nizozemska. Špičkoví pěstitelé měli o 20 % vyšší výnosy cukrovky než pěstitelé průměrní, při stejných variabilních nákladech. Rozdíly ve výnosu lze vysvětlit především péčí, kterou pěstitelé cukrovce věnují. Špičkoví pěstitelé používají nižší dávky pesticidů, používají lepší techniku zabezpečující zlepšenou půdní strukturu a vysévají osivo v dřívějším termínu. Výsledky jasně ukázaly, že neexistuje žádné univerzální doporučení, ale že vyšší výnosy cukrovky lze dosáhnout jen trvalou péčí a dodržováním agrotechnických zásad a využíváním nových vědeckých poznatků.

Int. Sugar J., 114, 2012, č. 1366, s. 707–710. Kadlec