

Ztráty cukru během dlouhodobého skladování cukrové řepy

LOSSES OF SUGAR DURING LONG-TERM SUGAR BEET STORAGE

Jaromír Chochola, Klára Pavlů – Řepařský institut, spol. s r. o., Semčice

Ekonomický tlak vede cukrovary k prodlužování zpracovatelských kampaní. Kampaně začínají dříve, dnes kolem poloviny září, a končí mnohem později, zpravidla v lednu. Délka řepných kampaní tak překračuje 100 dnů a při vyšší úrodě řepy přesahuje i 130 dnů. Zpracování řepy v září zkracuje vegetaci a snižuje výnos, za vyšších teplot vyžaduje co nejkratší skladování, přesné plánování sklizně a navazujícího odvozu řepy ke zpracování. Sklizeň řepy je ve střední Evropě třeba ukončit v listopadu, kdy rychle narůstá riziko zamrznutí, ale roste i vlhkost půdy a s ní sklizňové ztráty. Sklizená řepa zůstává potom u pěstitele, zpravidla na okrajích polí v ukládkách, tedy v podélných hromadách, vystavených povětrnostním vlivům – mrazu, sněhu i periodám zvýšených teplot. V průběhu skladování řepa prodýchává cukr, mráz dýchání zpomaluje, ale po následném oteplení dochází k rozvoji hnilob, k urychlení respirace a k rozkladu sacharosy. Výše ztrát cukru závisí na vnějších a vnitřních faktorech. Vnější faktory jsou zejména doba skladování, teplota a její výkyvy, k vnitřním faktorům můžeme počítat zdravotní stav skládkované řepy, poranění, podíl příměsí a respirační aktivitu řepy.

V našem výzkumu jsme se zaměřili na stanovení výše skladovacích ztrát v praktických podmínkách a na ochranu skladované řepy před výkyvy teplot zakrýváním slámou a ochranným polypropylenovým roumem. O prvním ročníku pokusů jsme referovali v tomto časopisu v roce 2013 (1), nyní předkládáme

výsledky ze tříletého sledování. Výzkum byl proveden z iniciativy a za podpory Řepařské komise při společnosti Tereos TTD, a. s.

Metodika

Pokus byl proveden v lokalitě Rostoklaty u Českého Brodu. Při sklizni cukrové řepy přibližně v polovině listopadu byly vytvořeny tři oddělené hromady (ukládky), každá o hmotnosti 100–150 t. Hromady byly vršeny současně, buď přímo zásobníkovým sklizečem řepy (Ropa) nebo speciálním vyvážecím vozem, tak aby řepa v nich byla pokud možno stejná (obr. 1.). Ve všech třech letech proběhla sklizeň za dobrých podmínek, řepa byla vyzrálá, měla dobrou cukernatost, byla dobře odlišena a obsahovala do 10 % minerálních příměsí. Do každé hromady bylo vloženo 10 zvážených síťových (polypropylenových, rašlových) pytlů, vždy s cca 20 řepami. Do každé hromady byly do hloubky 30 a 150 cm vloženy teploměry, které pomocí dálkového přenosu denně udávaly teplotu ve 21 hod. Na přelomu listopadu a prosince byly dvě hromady zakryty vrstvou slámy (vrstva cca 10 cm, délka řezanky cca 10 cm, spotřeba slámy 700–1 000 kg na 100 t řepy). Před příchodem celodenních mrazů byla jedna z těchto hromad ještě překryta plachtou z polypropylenového rouna toptex (obr. 2.). Několik dnů před ukončením cukrovarské

kampaně byl z hromady sňat toptex a na všech hromadách byla provedena bonitace poškození povrchových vrstev řepy. Bylo hodnoceno namrznutí a hniloby ve vrstvách po 20 cm až k nepoškozené řepě a byla stanovena cukernatost řepy v povrchové vrstvě 0–20 cm. Zpravidla poslední den kampaně cukrovaru byly pomocí překlápávače hromady odvezeny do cukrovaru. Slámu přitom překlápávač bez problémů odloučil. Při nakládce řepy byly vyjmuty a zváženy vložené pytle (obr. 3.). Vstupní cukernatost byla stanovena v cukrovaru z 15 vzorků odebraných při vršení hromad, konečná jako standardní nákupní cukernatost vždy ze 4–5 kamionů odděleně z každé hromady. Časové údaje o pokusu jsou uvedeny v tab. I.

Obr. 1. Hromada řepy na ukládce při skladovacím pokusu



Obr. 2. Varianty zakrání ukládek při skladovacím pokusu – zakrání slámou a toptexem, zakrání slámou, nezakrání ukládka řepy



Výsledky

Teploty vzduchu a v ukládkách řepy

Na obr. 4. je teplota vzduchu (ve 2 m) a v ukládkách v hloubce 30 cm, vždy ve 21 hod v období od 30. 11. 2014 do 17. 1. 2015. Analogická teplota v ukládkách v hloubce 150 cm je na obr. 5. Zima 2014/2015 byla velmi teplá, v průběhu skladování teplota vzduchu kolísala od +9 do -5 °C. Pod bod mrazu klesala teplota vzduchu jen mírně a krátkodobě, celkem 4×, významnější pokles

byl však pouze v období 27. 12. až 2. 1. Teploty v ukládkách v hloubce 30 cm se vzájemně nijak neodlišovaly a kopírovaly při zmenšeném rozpětí výkyvy teploty vzduchu. Pouze ke konci skladovacího období, 14. 1., vzrostla teplota v nezakrání ukládce až na 15 °C, výrazně výše než u ukládek zakrání. Tento výkyv souvisel s celodenním slunečním svitem a setvačností teploty v ukládce – na teplotě vzduchu se už ve 21 hod neprojevoval a neprojevil se

Tab. 1. Založení a ukončení skladovacího pokusu

Rok	Založení ukládky	Zakrání slámou	Zakrání toptexem	Ukončení skladování	Délka skladování
2012/2013	13. 11.	30. 11.	8. 12.	17. 1.	65 dnů
2013/2014	25. 11.	2. 12.	5. 12.	8. 1.	44 dnů
2014/2015	16. 11.	27. 11.	20. 12.	26. 1.	71 dnů

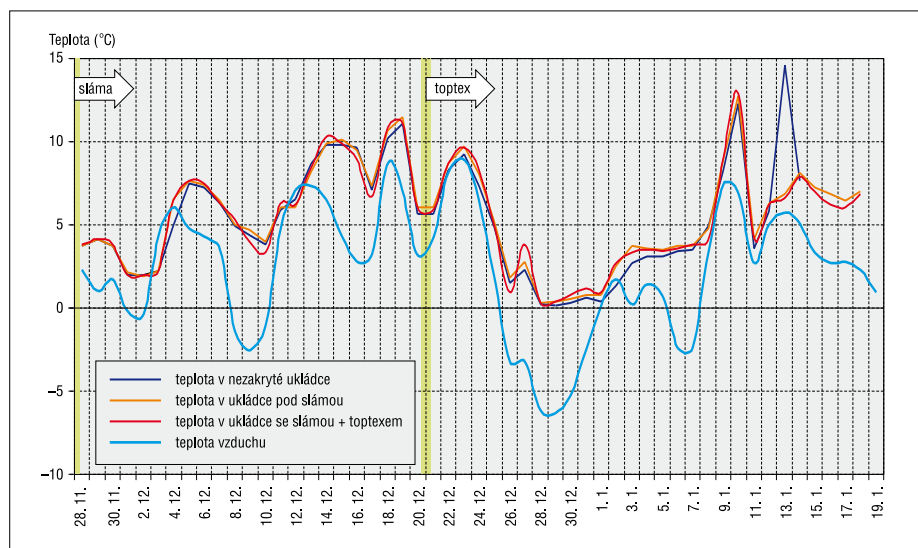
Tab. II. Průměrná teplota za celou dobu skladování

Rok	Nezakrání		Zakrání slámou		Sláma a toptex		Teplota vzduchu (°C)
	Hloubka měření teploty v ukládce (cm)						
	30	150	30	150	30	150	
Teplota v ukládce (°C)							
2012/2013	4,55	6,84	4,72	8,33	5,69	7,36	1,35
2013/2014	7,88	11,37	6,83	11,19	9,63	12,58	2,51
2014/2015	5,38	6,84	5,56	5,50	5,50	5,42	2,70
Průměr	5,94	8,35	5,70	8,34	6,94	8,45	2,19

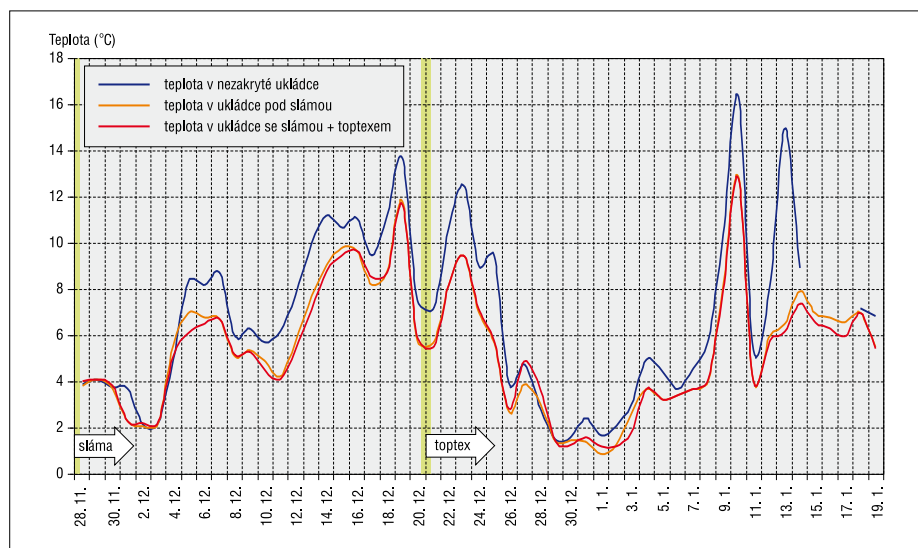
Obr. 3. Vážení pytlů s cukrovou řepou vložených v ukládkách



Obr. 4. Zima 2014/2015: teplota vzduchu a v ukladkách ve hloubce 30 cm ve 21 hod



Obr. 5. Zima 2014/2015: teplota v ukladkách v hloubce 150 cm, 21 hod



v tak velké míře ani v zakrytých, teplotně izolovaných ukladkách. V hloubce 150 cm je průběh teplot velmi podobný pro obě zakryté ukladky, u nezakryté je teplota prakticky v průběhu celého skladování vyšší. Domníváme se, že tato zvýšená teplota souvisí s vyšší metabolickou aktivitou v nezakryté řepě. Vcelku

podobný byl průběh teplot v (rovněž) teplé zimě 2013/2014: podobný průběh u zakrytých ukladek, větší výkyvy teplot u ukladky nezakryté. V zimě 2012/2013 (obr. 6. a 7.) v polovině prosince byly teploty vzduchu 8 dnů pod nulou a z toho 4× poklesly pod $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tento výkyv se opět projevil na teplotách v nezakryté ukladce, došlo k namrznutí a k výraznému poškození povrchové vrstvy řepy. Dokládá to dále popisované poškození povrchových řep v ukladkách. Ve chráněných ukladkách teplota pod nulu neklesla. Vcelku lze říci, že zakrytí ukladek zmenšilo výkyvy teplot, ale průměrná teplota za celé skladovací období byla ve větší hloubce u všech ukladek prakticky stejná (tab. II.).

Poškození povrchových vrstev řepy

Povrchová vrstva ukladek je více vystavena výkyvům počasí – kolísání teplot, oslunění, větru a dešti. Dají se tu předpokládat vyšší ztráty vysycháním, namrznutím a hnilobami. Proto jsme na konci skladování vždy hodnotili poškození řep v povrchových vrstvách, po cca 20 cm až k nepoškozené řepě. K největšímu poškození došlo v zimě 2012/2013, kdy v polovině prosince řepa namrzla a v následujícím teplém počasí zahnívala. Příklady rozdílného stupně tohoto poškození ukazují obr. 8. a 9. Na nezakryté ukladce, na západní, návětrné straně ve vrstvě 0–20 cm (obr. 8.) jsou řepy na průřezu zahnědlé, se začínající hnilobou. Naproti tomu řepy z těžší povrchové

Tab. III. Ztráty hmotnosti a cukernatosti v povrchové vrstvě ukladek (0–20 cm)

Rok	Nezakrytá ukladka		Zakryto slámou		Zakryto slámou a toptexem	
	Ztráty hmotnosti a cukernatosti v povrchové vrstvě ukladek (% rel.)					
	hmotnost	cukernatost	hmotnost	cukernatost	hmotnost	cukernatost
2012/2013	3,00	3,81	1,00	2,86	1,00	0,86
2013/2014	3,00	1,28	0,00	0,22	0,00	0,11
2014/2015	3,00	0,71	1,00	0,36	1,00	0,31
Průměr	3,00	1,93	0,67	1,00	0,67	0,43

vrstvy 0–20 cm z východní strany ukladky chráněné slámou a toptexem (obr. 9.) jsou téměř nepoškozené. Poškození povrchové řepy na nezakryté ukladce v zimě 2012/2013 bylo patrné až do hloubky 60 cm, v následujících ročníkách (2013/2014 a 2014/2015 se už jen sporadicky (na nechráněné ukladce) objevovalo ve vrstvě 20–40 cm. Pouze u řep z vrstvy 0–20 cm jsme stanovili vždy počáteční a konečnou cukernatost a odhadli ztráty hmotnosti v důsledku hnilob. Tyto ztráty jsou uvedeny v tab. III. Ztráty hmotnosti i cukernatosti jsou výrazně vyšší u nezakryté ukladky. Rozdíly ztrát hmotnosti mezi zakrytými ukladkami jsou malé, ztráta cukernatosti je však u ukladky kryté slámou i toptexem zřetelně nižší. Pozoruhodné jsou rozdíly mezi ročníky. Pokud došlo k namrznutí řepy (2012/2013), jsou ztráty na cukernatosti výrazně vyšší.

Tab. IV. Výpočet ztrát hmotnosti, cukernatosti a cukru v ukládkách

	Těleso ukládky (vložené pytle)			Povrchová vrstva			Ukládka celkem*		
	Nezakryto	Sláma	Sláma + toptex	Nezakryto	Sláma	Sláma + toptex	Nezakryto	Sláma	Sláma + toptex
2012/2013									
Vstupní hmotnost (kg)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Vstupní cukernatost (%)	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31
Konečná hmotnost (kg)	978,1	985,3	988,0	948,8	975,4	978,1	975,4	984,4	987,1
Konečná cukernatost (%)	18,12	18,8	19,08	15,55	16,45	18,45	17,89	18,59	19,02
Ztráta cukru (kg · t ⁻¹)	15,868	7,864	4,590	45,568	32,639	12,637	18,631	10,135	5,326
Doba skladování (d)	66	66	66	66	66	66	66	66	66
Denní ztráta cukru (kg · t ⁻¹)	0,240	0,119	0,070	0,690	0,495	0,191	0,282	0,154	0,081
2013/2014									
Vstupní hmotnost (kg)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Vstupní cukernatost (%)	18,71	18,71	18,71	18,71	18,71	18,71	18,71	18,71	18,71
Konečná hmotnost (kg)	982,0	988,4	992,7	952,5	988,4	992,7	979,3	988,4	992,7
Konečná cukernatost (%)	17,89	18,11	18,50	17,43	18,93	18,60	17,85	18,18	18,51
Ztráta cukru (kg · t ⁻¹)	11,420	8,101	3,450	21,072	-0,004	2,458	12,309	7,364	3,360
Doba skladování (d)	44	44	44	44	44	44	44	44	44
Denní ztráta cukru (kg · t ⁻¹)	0,260	0,184	0,078	0,479	0,000	0,056	0,280	0,167	0,076
2014/2015									
Vstupní hmotnost (kg)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Vstupní cukernatost (%)	18,61	18,61	18,61	18,61	18,61	18,61	18,61	18,61	18,61
Konečná hmotnost (kg)	973,1	980,5	979,8	943,9	970,7	970,0	970,4	979,6	978,9
Konečná cukernatost (%)	17,87	18,33	18,40	17,90	18,25	18,30	17,87	18,32	18,39
Ztráta cukru (kg · t ⁻¹)	12,207	6,374	5,817	17,141	8,948	8,590	12,655	6,609	6,070
Doba skladování (d)	71	71	71	71	71	71	71	71	71
Denní ztráta cukru (kg · t ⁻¹)	0,172	0,090	0,082	0,241	0,126	0,121	0,178	0,093	0,085
Průměr tří let									
Vstupní hmotnost (kg)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Vstupní cukernatost (%)	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88	18,88
Konečná hmotnost (kg)	977,7	984,7	986,8	948,4	978,2	980,3	975,1	984,1	986,2
Konečná cukernatost (%)	17,96	18,41	18,66	16,96	17,88	18,45	17,87	18,36	18,64
Ztráta cukru (kg · t ⁻¹)	13,165	7,446	4,619	27,927	13,861	7,895	14,531	8,036	4,919
Doba skladování (d)	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Denní ztráta cukru (kg · t ⁻¹)	0,224	0,131	0,077	0,470	0,207	0,123	0,247	0,138	0,081

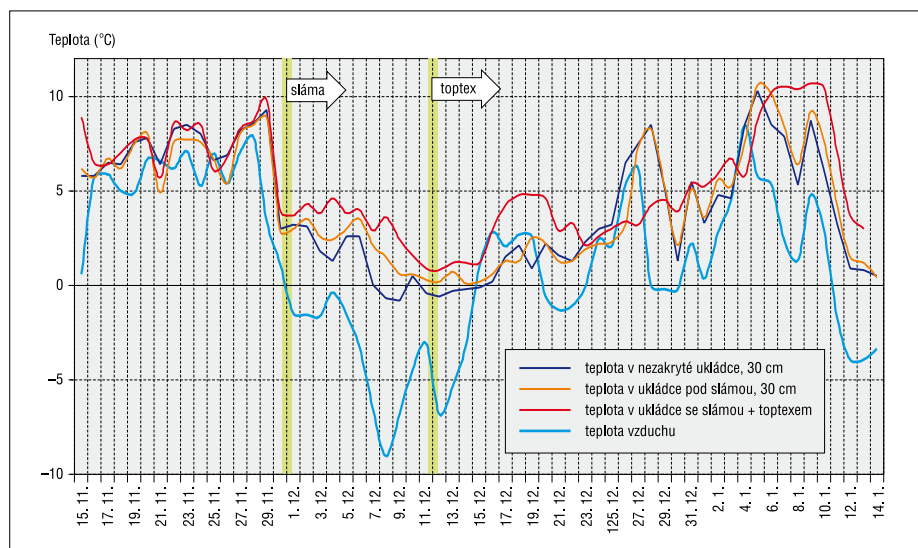
* Vážený průměr ztrát v povrchové vrstvě (cca 10 % hmotnosti ukládky) a v celé hmotě ukládky.

Ztráty v pytlích vložených do ukládek a odhad celkových skladovacích ztrát cukru

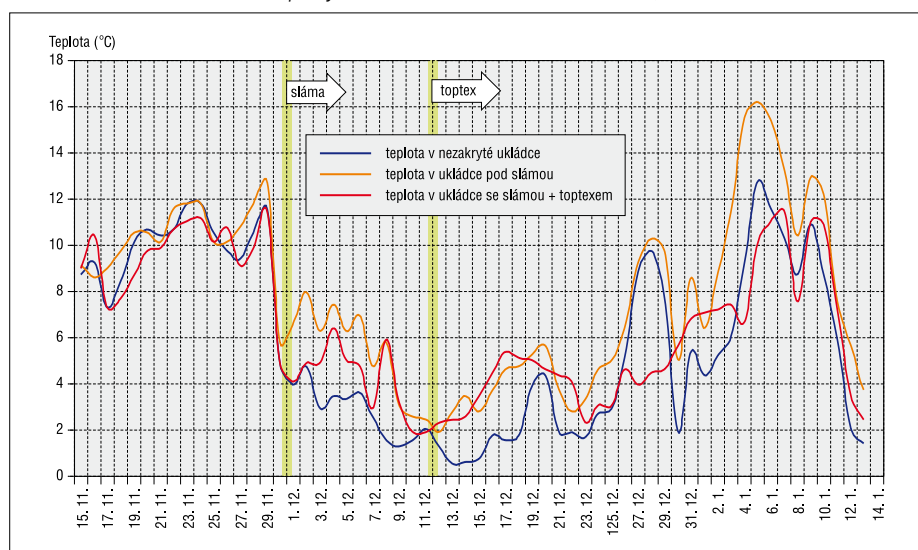
Na ztráty hmotnosti a cukernatosti v tělese ukládky (bez povrchové vrstvy) usuzujeme podle řepy vložené do síťových pytlů a uložené přibližně do středu tělesa ukládky. Tyto ztráty jsou v přepočtu na 1 t naskladňované řepy popsány v prvních sloupcích tab. IV. V dalších sloupcích jsou obdobně přepočteny ztráty v povrchové vrstvě ukládek a konečně ztráty v celé ukládce.

Při skladování ubývá hmotnost řepy a snižuje se cukernatost. Proto před analýzou celkových ztrát popíšeme, jak se na ztrátách podílejí tyto dvě složky – tab. V. Úbytek hmotnosti byl v průměru tří let samozřejmě nejvyšší v povrchové vrstvě nechráněné ukládky (5,2 %) a nelišil se příliš v jednotlivých ročnících. Uvnitř nechráněné ukládky byl úbytek hmotnosti výrazně nižší (2,2 %), opět s malou ročníkovou variabilitou. Snižování cukernatosti v povrchové vrstvě těžce ukládky bylo relativně mnohem větší (10,2 %) a výrazně kolísalo (od 19,5 % v zimě 2012/2013 po 3,8 % v zimě

Obr. 6. Zima 2012/2013: teplota vzduchu a v ukládkách v hloubce 30 cm, 21 hod



Obr. 7. Zima 2012/2013: teploty v ukládkách v hloubce 150 cm, 21 hod



2014/2015). V obou chráněných ukládkách se obě složky ztrát výrazně snižovaly a zmenšovala se i ročníková variabilita. Nejnižší hodnoty obou složek – ztrát hmotnosti i cukernatosti – byly vždy u ukládky chráněné slámou i toptexem. U ukládky chráněné slámou jsou relativní ztráty cukernatosti stále ještě výrazně vyšší než ztráty hmotnosti, u ukládky se slámou a toptexem jsou obě složky ztrát přibližně stejně velké. V průměru tří ročníků tedy byly úbytky hmotnosti v rozpětí 1,4–2,5 %, relativní snížení cukernatosti v rozpětí 1,2–5,3 %.

Integrálním vyjádřením skladovacích ztrát jsou ztráty cukru a k jejich vyčíslení se vrátíme k tab. IV. Ztráty cukru v tělese ukládky se výrazně diferencovaly podle ochrany ukládky a mnohem méně se odlišovaly mezi jednotlivými ročníky. U povrchové vrstvy to bylo naopak, rozhodující tu byl vliv ročníku. Vždy však byla konečná ztráta cukru nejvyšší u ukládky nechráněné, nezakryté, zakryté slámou snižovalo ztráty přibližně na polovinu a zakrytí slámou a toptexem na třetinu. Vzhledem k rozdílné době skladování v jednotlivých pokusných ročnících je nutno ještě ztráty přepočítat na skladovací den. V tomto pohledu jsou

denní ztráty cukru velmi podobné v zimách 2012/2013 a 2013/2014 a zřetelně nižší (přes nejdélejší dobu skladování) v zimě 2014/2015. Denní ztráty cukru v ukládce kryté slámou a toptexem se však v jednotlivých letech takřka nelišily. Vyšší ztráty cukru v nezakryté ukládce v zimě 2012/2013 jsou do značné míry způsobeny namrznutím povrchové vrstvy. V tělese ukládky byly zase denní ztráty cukru nejvyšší i při kratším skladování v zimě 2013/2014. To zřejmě souvisí s výrazně vyšší naměřenou teplotou v ukládkách během této zimy. Průměrné denní ztráty cukru v nechráněné ukládce byly 247 g na tunu naskladněné řepy a den, v ukládce chráněné slámou byly 138 g a v ukládce pod slámou a toptexem pouze 81 g.

Diskuse

Dlouhodobé skladování řepy je dnes častým předmětem výzkumů a významnou součástí technologie pěstování cukrové řepy. V úvodu jsme zmínili aktuální prodlužování cukrovarských kampaní, ale řepa se před zpracováním skladovala v celé historii řepného cukrovarnictví a skladovací ztráty byly zkoumány nesčetněkrát. Před více než sto lety stanovil STROHMER (2) ztráty cukru respirací při 5 °C v rozpětí 104–187 g · t⁻¹ · d⁻¹, při 10 °C v rozpětí 230–296 g. Naše rozpětí 77–224 g při teplotách 5,5–8,9 °C je posunuté k nižším hodnotám. VUKOV (3) udává ztráty při 5 °C přibližně 120–200 g, při 10 °C pak 210–320 g; vždy se jedná o ztráty na tunu řepy

a den. U nás SCHMIDT ET AL. (4) před padesáti lety odhadli tyto denní ztráty cukru na 180 g · t⁻¹ řepy, ovšem při mnohem kratší skladovací době (37 dnů). O deset let později však už SCHMIDT (5) uvádí 300 g · t⁻¹ · d⁻¹. Novější údaje, v souladu s našimi výsledky, jsou nižší – HUIJBREGTS (6, 7) v práci z roku 2008 resp. 2014 uvádí ztráty cukru při dobrém skladování s ochranou ukládek 30–150 g · t⁻¹ za den. Starší údaje (3, 4, 5) byly vesměs naměřeny na nechráněných ukládkách a náš odpovídající výsledek 224 g · t⁻¹ za den pak s nimi dobře souhlasí. Z tohoto přehledu vyplývá, že dlouhodobě se ztráty cukru na stejném typu ukládek nemění a dále, že dnes se ochranou ukládek daří ztráty výrazně snížit.

Nižší ztráty cukru ve chráněných ukládkách lze dobře vysvětlit v povrchové vrstvě ukládek. Ochrana zde výrazně omezila namrznutí řepy. Zmenšily se tu výkyvy teplot, a to jak výkyvy denních průměrů, tak zejména výkyvy během dne. Menší vliv větru a obecně omezená výměna plynů snižují nepochybně vysychání řepy – proto menší úbytek hmotnosti. Domníváme se, že tyto faktory zdůvodňují dostatečně nižší ztráty v povrchových vrstvách chráněných ukládek. Diskuse rozdílných

ztrát v tělese ukládek je složitější. Vnější vlivy – mráz, zvýšená teplota, vítr – jsou v hloubce ukládek velmi omezeny. Průměrná teplota za celou dobu skladování tu byla o 5–7 °C vyšší než teplota vnějšího vzduchu. Tento rozdíl jde zřejmě na vrub metabolické aktivity, zejména respirace uskladněné řepy, jako exotermního pochodu. První odhad by tedy mohl být, že ve chráněné ukládce, lépe izolované od vnějšího, chladnějšího okolí, bude teplota vyšší. V hloubce chráněných ukládek jsme však naměřili prakticky stejnou průměrnou teplotu jako v ukládce nechráněné. Byly tu však nižší ztráty. Pozoruhodný je zejména rozdíl mezi slámou a dvojitou ochrannou slámou a toptexem. Teplota je prakticky stejná, ztráty cukru jsou však pod toptexem výrazně nižší. V mírných zimách všech tří pokusných let jistě nehrála rozhodující roli lepší ochrana před mrazem (i když ta byla hlavním motivem pro zařazení této varianty). Bez důkazů nabízíme toto spekulativní vysvětlení: Rouno toptex je sice prodyšné, pokud se však po deštích nasytí vodou, výměna plynů mezi atmosférou v ukládce a okolím může být velmi omezena. V ukládce v důsledku respirace vzrůstá koncentrace oxidu uhličitého a klesá koncentrace kyslíku. To zpětně utlumuje metabolické pochody a prodýchávání cukru. Ochrana – izolační vrstva – tedy omezuje ochlazování ukládky, současně však omezuje i výměnu plynů a v důsledku toho i respiraci a ztráty cukru. V menší míře se tento mechanismus projevuje u ukládky chráněné slámou a výrazný je u slámy s toptexem. Pak by ovšem bylo logické překrývat ukládky přes slámu neprodyšným materiálem, např. polyetylenovou plachtou, který omezí výměnu plynů s okolím ještě daleko výrazněji. Tento postup se však ukázal jako méně vhodný – BÜSCHING (8), protože pak se v ukládce vytvářejí dobré podmínky pro rozvoj plísní a hnilob s opačným výsledným efektem – zvýšením ztrát. Jako u mnoha jiných technologických postupů v zemědělství se i tady ukazuje, že při zdánlivě malém rozdílu mohou v komplexu faktorů najednou převážít ty negativní.

Hlavním motivem pro naše pokusy byla ochrana ukládek před mrazem. Na české poměry byly však všechny tři zimy poměrně teplé, k významnějšímu namrznutí došlo pouze v zimě 2012/2013. Tomu odpovídají i nižší skladovací ztráty, než jsme předpokládali. Pokud budeme na základě našich průměrných denních ztrát modelovat relativní ztráty při různé době skladování, dostaneme se k výsledku znázorněnému na obr. 10. Ztráty

Obr. 8. Poškození bulev na nezakryté ukládce, na západní, návětrné straně ve vrstvě 0–20 cm



Obr. 9. Stav bulev z východní strany ukládky chráněné slámou a toptexem



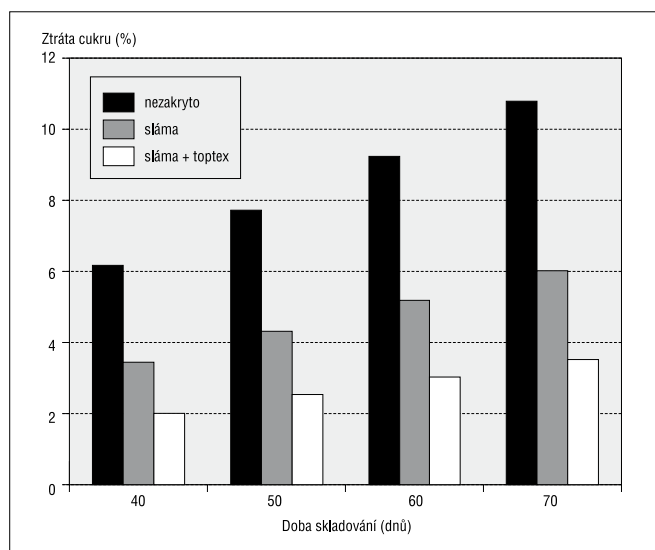
na nechráněné ukládce mohou dosáhnout až 10 %, dobrou ochranou je však možné je snížit až o dvě třetiny, a tak se zdá, že dlouhodobé skladování nepředstavuje velké riziko. Je to ovšem v podstatě ideální případ, v praxi to tak často není a ztráty mohou být mnohem vyšší. Skladovala se velmi dobrá, vyzrálá řepa s vysokou cukernatostí, obsahem minerálních příměsí do 10 %, řepa sklizená za sucha, s minimálním poraněním. Nenačtení těchto parametrů bude ztráty vždy zvyšovat. Při dlouhé době skladování se zvyšuje pravděpodobnost velkých teplotních výkyvů – mráz a oteplení, které se mohou i opakovat. Namrznutí (a s tím zvýšené ztráty) mohou jít mnohem hloub, než do námi uvažovaných 20 cm. V zimě 2012/2013 jsme ho na návětrné straně nezakryté ukládky zaznamenali i ve vrstvě 40–60 cm.

Tab. V. Úbytky hmotnosti řepy a cukernatosti v ukládkách

		Těleso ukládky (vložené pytle)			Povrchová vrstva			Ukládka celkem*		
		Nezakryto	Sláma	Sláma + toptex	Nezakryto	Sláma	Sláma + toptex	Nezakryto	Sláma	Sláma + toptex
Úbytek hmotnosti (%)	2012/2013	2,2	1,5	1,2	5,1	2,5	2,2	2,5	1,6	1,3
Úbytek cukernatosti (% rel.)		6,2	2,6	1,2	19,5	14,8	4,5	7,4	3,7	1,5
Úbytek hmotnosti (%)	2013/2014	1,8	1,2	0,7	4,7	1,2	0,7	2,1	1,2	0,7
Úbytek cukernatosti (% rel.)		4,4	3,2	1,1	6,8	-1,2	0,6	4,6	2,8	1,1
Úbytek hmotnosti (%)	2014/2015	2,7	2,0	2,0	5,6	2,9	3,0	3,0	2,0	2,1
Úbytek cukernatosti (% rel.)		4,0	1,5	1,1	3,8	1,9	1,7	4,0	1,5	1,2
Úbytek hmotnosti (%)	Průměr	2,2	1,5	1,3	5,2	2,2	2,0	2,5	1,6	1,4
Úbytek cukernatosti (% rel.)		4,9	2,5	1,1	10,2	5,3	2,3	5,3	2,7	1,2

* Vážený průměr ztrát v povrchové vrstvě (cca 10 % hmotnosti ukládky) a v celé hmotě ukládky.

Obr. 10. Modelový výpočet relativních ztrát cukru při různé době skladování



To vše ovšem mluví pro ochranu ukládek, protože ta snižovala poškození povrchových vrstev na pouhých 44 % (sláma) resp. 26 % (sláma + toptex). Reálné ztráty v rajonu cukrovaru tedy budou vždy vyšší. Tato realita ovšem jen zvýrazňuje potřebu pečlivé ochrany ukládek a její ještě větší praktický efekt, než jsme mohli ukázat v našich pokusech.

Ještě jeden aspekt: Významná se ukázala orientace ukládek. Návětrná (západní, severní) strana promrzala. Naopak, jižní, osluněná strana – tam se za slunečného dne prudce zvyšovala povrchová teplota (obr. 4.). Oba tyto případy jsou evidentně rizikové faktory. Jen vzácně bude asi v praxi možnost cílené orientace ukládek (ta je dána komunikacemi a transportními faktory). Vyplývá z toho ovšem potřeba věnovat orientaci pozornost při zakrývání. Návětrné strany by nepochybně měly být chráněny silnější vrstvou slámy.

Souhrn

V cukrovarské kampani 2012/2013, 2013/2014 a 2014/2015 byl založen pokus s dlouhodobým skladováním cukrové řepy. Ukládky o hmotnosti 100–150 t řepy byly vedeny jako ukládka nechráněná, ukládka chráněná cca 10 cm vrstvou slámy a ukládka před příchodem mrazů překrytá přes slámu polypropylénovým roumem toptex. Doba skladování byla 44–71 dnů. V ukládkách byla měřena teplota a v pytlích se řepou vložených dovnitř ukládky ztráty hmotnosti a cukernatosti. Odděleně bylo dokumentováno a odhadnuto poškození povrchových vrstev ukládek. Ve všech třech pokusných ročnících byly poměrně teplé zimy a řepa byla jen výjimečně poškozena mrazem. Přesto bylo poškození povrchové vrstvy řepy v zimě 2012/2013 na návětrné straně patrné ještě v hloubce 40–60 cm. Teplota v ukládkách se odlišovala jen málo, v nezakryté ukládce však kolísala v širším rozmezí. Ztráty cukru byly ve všech třech ročnících nejvyšší v nechráněné ukládce a nejnižší v ukládce chráněné slámou a toptexem. Denní ztráty cukru v nechráněné ukládce v průměru 3 let byly $247 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$, v ukládce chráněné slámou $138 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$ a v ukládce chráněné slámou a toptexem $81 \text{ g} \cdot \text{t}^{-1}$.

Klíčová slova: cukrová řepa, dlouhodobé skladování, ztráty cukru.

Literatura

1. CHALUPNÝ, K.; CHOCHOLA, J.: Pokus s dlouhodobým skladováním cukrové řepy. *Listy cukrov. řepař.*, 129, 2013 (9–10), s. 270–274.
2. STROHMER, F.: Über die Atmung der Zuckerrübenwurzel. *Öster.-Ung. Zeitschr. für Zuckerindustrie u. Landw.*, 31, 1902, s. 933.
3. VUKOV, K.: *Physics and Chemistry of Sugar-Beet in Sugar Manufacture*. Amsterdam: Elsevier Science Ltd, 1977, 596 s.
4. SCHMIDT, L. ET AL.: Skladovací ztráty řepy na továrních ukládkách. *Listy cukrov.*, 81, 1965 (12), s. 273–278.
5. SCHMIDT, L.: Jak omezit ztráty cukernatosti při sklizni a skladování. *Úroda*, 24, 1976 (10), s. 444–445.
6. HUIJBREGTS, T.: Research of sugar beet storage in the Netherlands – an overview. *71st IIRB Congress*, Brussels, 2008.
7. HUIJBREGTS, T. ET AL.: Long-term storage of sugar beet in North-West Europe. *74th IIRB Congress*, Dresden, 2014.
8. BÜSCHING, S. ET AL.: Erfahrungen mit praxisorientierter Langzeitlagerung von Zuckerrüben – Ergebnisse aus 7 Jahren Versuchen. *73rd IIRB Congress*, Brussels, 2012.

Chochola J., Pavlů K.: Losses of Sugar During Long-term Sugar Beet Storage

During the sugar campaigns 2012/2013, 2013/2014 and 2014/2015, a trial of long-term storage of sugar beet was established. Beet in the amount of 100–150 t was stored in three categories; unprotected, protected by about 10 cm layer of straw, and a store that was covered – before freezing weather came – with a layer of straw and a Toptex polypropylene fleece. Storage lasted 44–71 days. Temperature was measured in the stores and losses of weight and sugar content were measured in the bags with beet inserted in the stores. The damage of the top layers of the stores was documented and assessed separately. The winters in all three trial years were mild and beet was thus damaged by frost only in rare cases. Yet, the damage of the surface layer of beet in winter 2012/2013 on the windward side was still apparent in 40–60 cm. Temperatures in stores differed only slightly, they varied more in the unprotected store. Losses of sugar during all three years were highest in the unprotected store and lowest in the store protected with straw and Toptex. Daily losses of sugar in the three-year average were 247 g t⁻¹ in the unprotected store, 138 g t⁻¹ in the store protected with a straw layer, and 81 g t⁻¹ in the store protected with straw and Toptex.

Klíčová slova: sugar beet, long-term storage, losses of sugar.

Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Jaromír Chochola, CSc., Řepařský institut, spol. s r. o., Semčice 69, 294 46 Semčice, Česká republika, e-mail: chochola@semcice.cz

