

Ztráty cukru během dlouhodobého skladování cukrové řepy

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 narůstá i vlhkost půdy a s ní sklizňové ztráty. Sklizená řepa zůstává potom u pěstitele, zpravidla na okrajích polí v ukládkách/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 sacharózy. 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 rounem. O prvním ročníku pokusů jsme referovali v roce 2013 – Chalupný (4), nyní předkládáme výsledky ze tříletého sledování. Výzkum byl proveden z iniciativy a za podpory Řepařské komise Tereos TTD.

Metodika

Pokus byl proveden v lokalitě Rostoklaty u Českého Brodu. Při sklizni cukrové řepy přibližně v polovině listopadu byly vytvořeny 3 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 – obrázek 1. Ve všech třech letech proběhla sklizeň za dobrých podmínek, řepa byla vyžralá, měla dobrou cukernatost, byla dobře odlistěna 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 – 1000 kg/100 t řepy). Před příchodem celodenních mrazů byla jedna z těchto hromad ještě překryta plachtou z polypropylenového rouna toptex – obrázek 2. Několik dnů před ukončením cukrovarecké 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 překlepávače hromady odvezeny do cukrovaru. Slámu přitom překlepávač bez problémů odloučil. Při nakládce řepy byly vyjmuty a zváženy vložené pytle – obrázek 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 v tabulce 1.

Tabulka 1: Založení a ukončení skladovacího pokusu

	Založení	Zakrytí slámou	Zakrytí toptexem	Ukončení	Délka skladování dnů
2012/13	13.11.	30.11.	8.12.	17.1.	65
2013/14	25.11.	2.12.	5.12.	8.1.	44

2014/15	16.11.	27.11.	20.12.	26.1.	71
---------	--------	--------	--------	-------	----

Výsledky

1. Teploty vzduchu a v ukládkách řepy

Na obrázku 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 obrázku 5. Zima 2014/15 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 x, významnější pokles byl však pouze v období 27.12. -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., vystoupila teplota v nezakryté ukládce až na 15 °C, výrazně výše, než u ukládek zakrytých. Tento výkyv souvisel s celodenním slunečním svitem a setrvačností teploty v ukládce – na teplotě vzduchu se už ve 21 hodin neprojevoval a neprojevil se v tak velké míře ani v zakrytých, teplotně izolovaných ukládkách. V hloubce 150 cm je průběh teplot velmi podobný pro obě zakryté ukládky, u nezakryté je teplota prakticky v průběhu celého skladování výš. Domníváme se, že tato zvýšená teplota souvisí s vyšší metabolickou aktivitou v nezakryté řepě. Vcelku podobný byl průběh teplot v (rovněž) teplé zimě 2013/14: podobný průběh u zakrytých ukládek, větší výkyvy teplot u ukládky nezakryté. V zimě 2012/13 (obrázky 6 a 7) v polovině prosince byly teploty vzduchu 8 dnů pod nulou a z toho 4x poklesly pod - 5°C. Tento výkyv se opět projevil na teplotách v nezakryté ukládce, došlo to k namrznutí a k výraznému poškození povrchové vrstvy řepy. Dokládá to níže popisované poškození povrchových řep v ukládkách. Ve chráněných ukládkách teplota pod nulu neklesla. Vcelku je možno říci, že zakrytí ukládek zmenšilo výkyvy teplot, ale průměrná teplota za celé skladovací období byla ve větší hloubce u všech ukládek prakticky stejná – tabulka 2.

Tabulka 2: Průměrná teplota za celou dobu skladování °C

Ukládka	Nezakrytá ukládka		Zakryto slámou		Zakryto slámou a toptexem		Teplota vzduchu
	30	150	30	150	30	150	
2012/13	4,55	6,84	4,72	8,33	5,69	7,36	1,35
2013/14	7,88	11,37	6,83	11,19	9,63	12,58	2,51
2014/15	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

2. Poškození povrchových vrstev řepy

Povrchová vrstva ukládek 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 2012/13, kdy v polovině prosince řepa namrzla a v následujícím teplém počasí zahnívala. Příklady rozdílného stupně tohoto poškození ukazují obrázky 8 a 9. Na nezakryté ukládce, na západní, návětrné straně ve vrstvě 0 – 20 cm (obrázek 8) jsou řepy na průřezu zahnědlé, se začínající hnilobou. Naproti tomu řepy z těžé povrchové vrstvy 0 – 20 cm z východní strany ukládky chráněné slámou a toptexem (obrázek 9) jsou téměř nepoškozené. Poškození povrchové řepy na nezakryté ukládce v zimě 2012/13 bylo patrné až do hloubky 60 cm, v následujících ročnících (2013/14 a 2014/15 se už jen sporadicky (na nechráněné ukládce) 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. Obě tyto ztráty jsou v tabulce 3. Ztráty hmotnosti i cukernatosti jsou výrazně vyšší u nezakryté ukládky. Rozdíly ztrát hmotnosti mezi

zakrytými ukládkami jsou malé, ztráta cukernatosti je však u ukládky kryté slámou i toptexem zřetelně nižší. Pozoruhodné jsou rozdíly mezi ročníky. Pokud došlo k namrznutí řepy (2012/13), jsou ztráty na cukernatosti výrazně vyšší.

Tabulka 3: Ztráty hmotnosti a cukernatosti v povrchové vrstvě ukládek (0 – 20 cm) %

Ukládka	Nezakrytá ukládka		Zakryto slámou		Zakryto slámou a toptexem	
	Hmotnost	Cukernatost	Hmotnost	Cukernatost	Hmotnost	Cukernatost
2012/13	- 3,0	- 3,81	- 1,0	- 2,86	- 1,0	- 0,86
2013/14	- 3,0	- 1,28	0,0	0,22	0,0	- 0,11
2014/15	- 3,0	- 0,71	- 1,0	- 0,36	- 1,0	- 0,31
Průměr	- 3,0	- 1,93	- 0,67	1,00	- 0,67	- 0,43

3. 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 tunu naskladňované řepy popsány v prvních sloupcích tabulky 4. 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. Před analýzou celkových ztrát popíšeme proto jak se na ztrátách podílejí tyto dvě složky – tabulka 5. Úbytek hmotnosti byl v průměru tří let samozřejmě nejvyšší v povrchové vrstvě nechráněné ukládky (5,2 %) a nelišil se příliš v jednotlivých ročnících. Uvnitř ukládky nechráněné ukládky byl úbytek hmotnosti výrazně nižší – 2,2 % - a opět s malou ročníkovou variabilitou. Snížení cukernatosti v povrchové vrstvě téže ukládky bylo relativně mnohem větší (10,2%) a výrazně kolísalo (od 19,5 % v zimě 2012/13 po 3,8 % v zimě 2014/15). 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 tabulce 4. 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, zakrytí 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 2012/13 a 2013/14 a (přes nejdelší dobu skladování) zřetelně nižší v zimě 2014/15. Denní ztráty cukru v ukládce kryté slámou a toptexem se však v jednotlivých letech takřka nelišily. Vyšší ztráty cukru v nezakryté ukládce v zimě 2012/13 jsou do značné míry způsobeny namrznutím povrchové vrstvy. V tělese ukládky byly zase denní ztráty cukru nejvyšší i při kratším skladování v zimě 2013/14. 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 cukrovských kampaní, ale řepa se před zpracováním skladovala v celé historii řepného cukrovarnictví a skladovací ztráty byly zkoumány nesčetněkrát. Před více než 100 lety stanovil Strohmmer (7) ztráty cukru respirací při 5 °C v rozpětí 104 – 187 g/t.den, 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 (8) 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 a spol. (5) před 50 lety odhadli tyto denní ztráty cukru na 180 g/t řepy, ovšem při mnohem kratší skladovací době (37 dnů). O 10 let později však už Schmidt (6) uvádí 300 g/t.den. Novější údaje, v souladu s našimi výsledky, jsou nižší – Huijbregts (2, 3) v práci z roku 2008 resp. 2014 uvádí ztráty cukru při dobrém skladování s ochranou ukládek 30 – 150 g/t.den. Starší údaje – Schmidt, Vukov – byly vesměs naměřeny na nechráněných ukládkách a náš odpovídající výsledek – 224 g/t.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 tu 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 ochranou 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 nasatí 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 prodávání 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 (1), 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, i tady se ukazuje, že při zdánlivě malém rozdílu mohou v komplexu faktorů najednou převážit 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 2012/13. 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 znázorněném na obrázku 10. Ztráty na nechráněné ukladce mohou dosáhnout až 10 %, dobrou ochranou je však možné je snížit až na 1/3 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, vyžrálá řepa s vysokou cukernatostí, obsah minerálních příměsí do 10 %, řepa sklizená za sucha, s minimálním poraněním. Nenaplnění 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 2012/13 jsme ho na návětrné straně nezakryté ukladky zaznamenali i ve vrstvě 40 – 60 cm. To vše ovšem mluví pro ochranu ukladek, protože ta snižovala poškození povrchových vrstev na pouhých 44 % (sláma) resp. 26 % (sláma + toptex). Reálné ztráty v rajonu cukrovary tedy budou vždy vyšší. Tato realita ovšem jen zvýrazňuje potřebu pečlivé ochrany ukladek a její ještě větší praktický efekt, než jsme mohli ukázat v našich pokusech.

Ještě jeden aspekt: Významná se ukázala orientace ukladek. Návětrná (západní, severní) strana promrzala. Naopak, jižní, osluněná strana – tam se za slunečného dne prudce zvyšovala povrchová teplota (obrázek 4). Oba tyto případy jsou evidentně rizikové faktory. Jen vzácně bude asi v praxi možnost cílené orientace ukladek (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.

Závěr/Souhrn

V cukrovarské kampani 2012/13, 2013/14 a 2014/15 byl založen pokus s dlouhodobým skladováním cukrové řepy. Ukladky o hmotnosti 100 – 150 t řepy byly vedeny jako ukladky nechráněná, ukladka chráněná cca 10 cm vrstvou slámy a ukladka před příchodem mrazů překrytá přes slámu polypropylénovým roumem toptex. Doba skladování byla 44 -71 dnů. V ukladkách byla měřena teplota a v pytlích se řepou vložených dovnitř ukladky ztráty hmotnosti a cukernatosti. Odděleně bylo dokumentováno a odhadnuto poškození povrchových vrstev ukladek. Ve všech třech pokusných ročnících byly poměrně teplé zimy a řepa byla jen výjimečně poškozena mrazem. Přesto bylo poškození povrchové vrstvy řepy v zimě 2012/13 na návětrné straně patrně ještě v hloubce 40 – 60 cm. Teplota v ukladkách se odlišovala jen málo, v nezakryté ukladce však kolísala v širším rozmezí. Ztráty cukru byly ve všech třech ročnících nejvyšší v nechráněné ukladce a nejnižší v ukladce chráněné slámou a toptexem. Denní ztráty cukru v nechráněné ukladce v průměru 3 let byly 247 g/t, v ukladce chráněné slámou 138 g/t a v ukladce chráněné slámou a toptexem 81 g/t.

Literatura

- 1 Büsching, S., Hoffmann, R., Linnes, C., Wollenweber, D.: Erfahrungen mit praxisorientierter Langzeitlagerung von Zuckerrüben – Ergebnisse aus 7 Jahren Versuchen. 73st IIRB Congress, Brussels, 2012
- 2 Huijbregts, T.: Research of sugar beet storage in the Netherlands – an overview. 71st IIRB Congress, Brussels 2008
- 3 Huijbregts, T., Legrand, G., Hoffmann, C., Olsson, R., Olsson, A.: Long-term storage of sugar beet in north-west Europe. 74st IIRB Congress, Dresden 2014

- 4 Chalupný, K., Chochola, J.: Pokus s dlouhodobým skladováním cukrové řepy. Listy cukrovarnické a řepářské 129, 2013, 9/10, 270 – 274
- 5 Schmidt, L., Havránek, A., Zahradníček, J., Vorlíčková, B.: Skladovací ztráty řepy na továrních skládkách, Listy cukrovarnické 1965, 7
- 6 Schmidt, L.: Jak omezit ztráty cukernatosti při sklizni a skladování. Úroda 1976, 10
- 7 Strohmayer, F.: Über die Atmung der Zuckerrübenwurzel. Öster.-Ung. Zeitschr. Für Zuckerindustrie u. Landw. 31, 1902, 933
- 8 Vukov, K.: Physics und chemistry of sugar beet in sugar manufacture, Amsterdam 1977

Obrázek 2: Pokusné ukládky řepy



Obrázek 8: Poškození povrchové řepy, nezakrytá ukládka

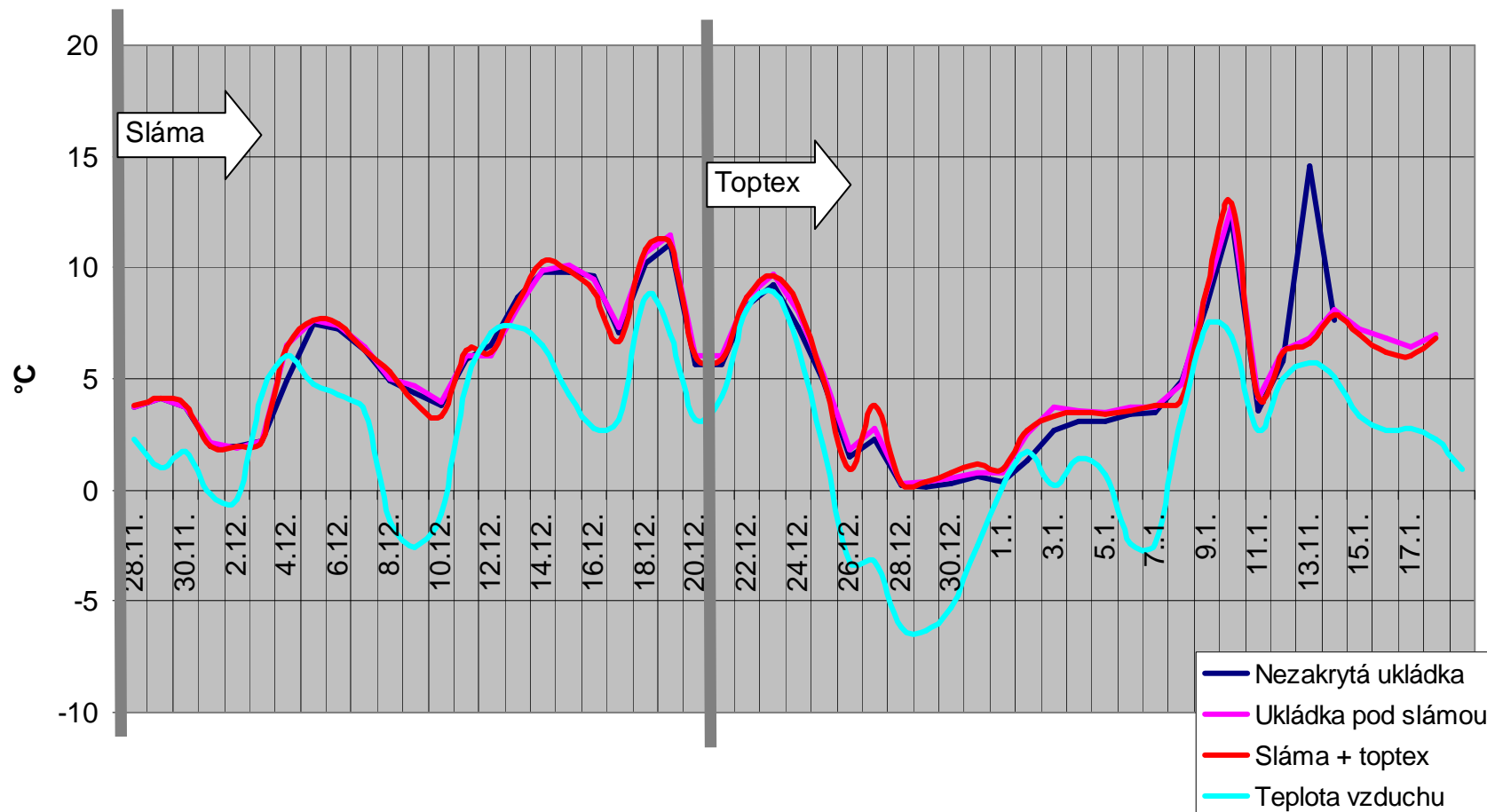


Konečná hmotnost	977,7	984,7	986,8	948,4	978,2	980,3	975,1	984,1	986,2
Konečná cukernatost	17,96	18,41	18,66	16,96	17,88	18,45	17,87	18,36	18,64
Ztráta cukru kg	13,165	7,446	4,619	27,927	13,861	7,895	14,531	8,036	4,919
Doba skladování	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Ztráta cukru kg/den.t	0,224	0,131	0,077	0,470	0,207	0,123	0,247	0,138	0,081

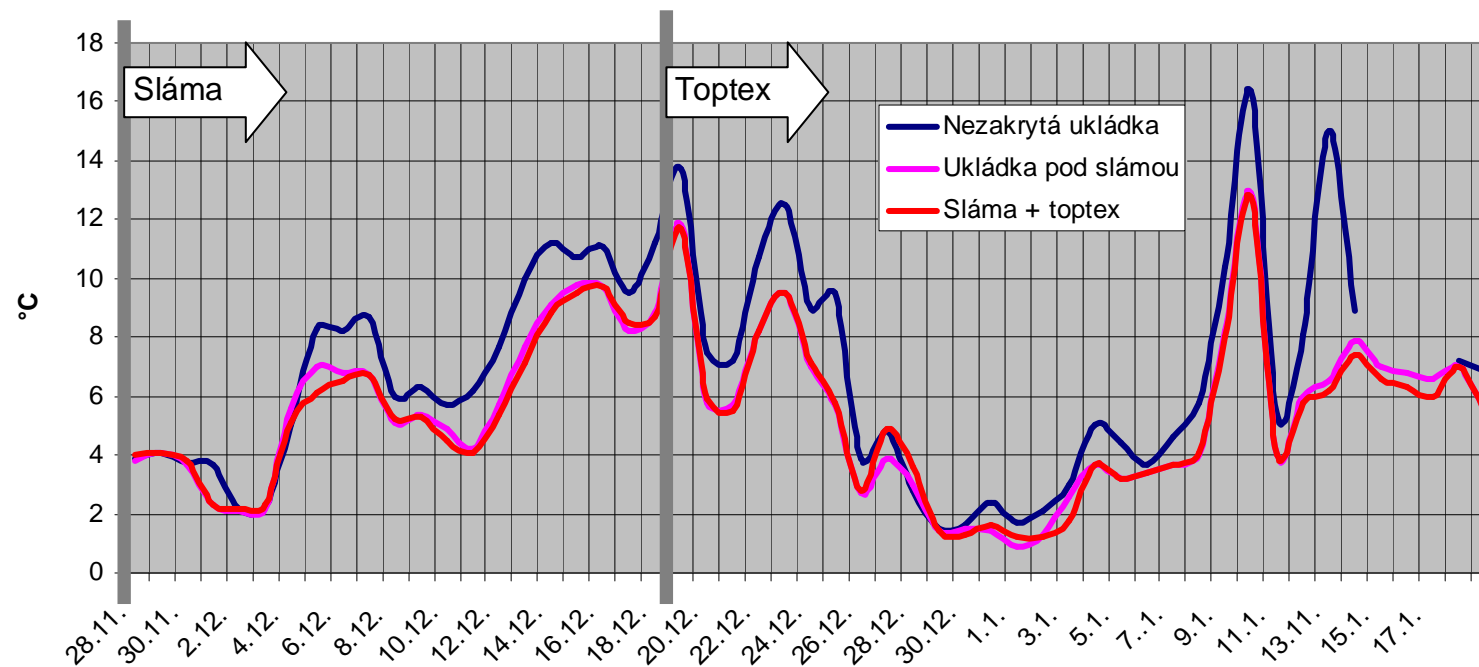
Tabulka 5: Úbytky hmotnosti řepy a cukernatosti v ukládkách

		Těleso ukládky (vložené pytle)			Povrchová vrstva			Ukládka celkem*		
		Nezakryto	Sláma	Sláma + toptex	Nezakryto	Sláma	Sláma + toptex	Nezakryto	Sláma	Sláma + toptex
Úbytek hmotnosti %	2012/13	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 %	2013/14	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 %	2014/15	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

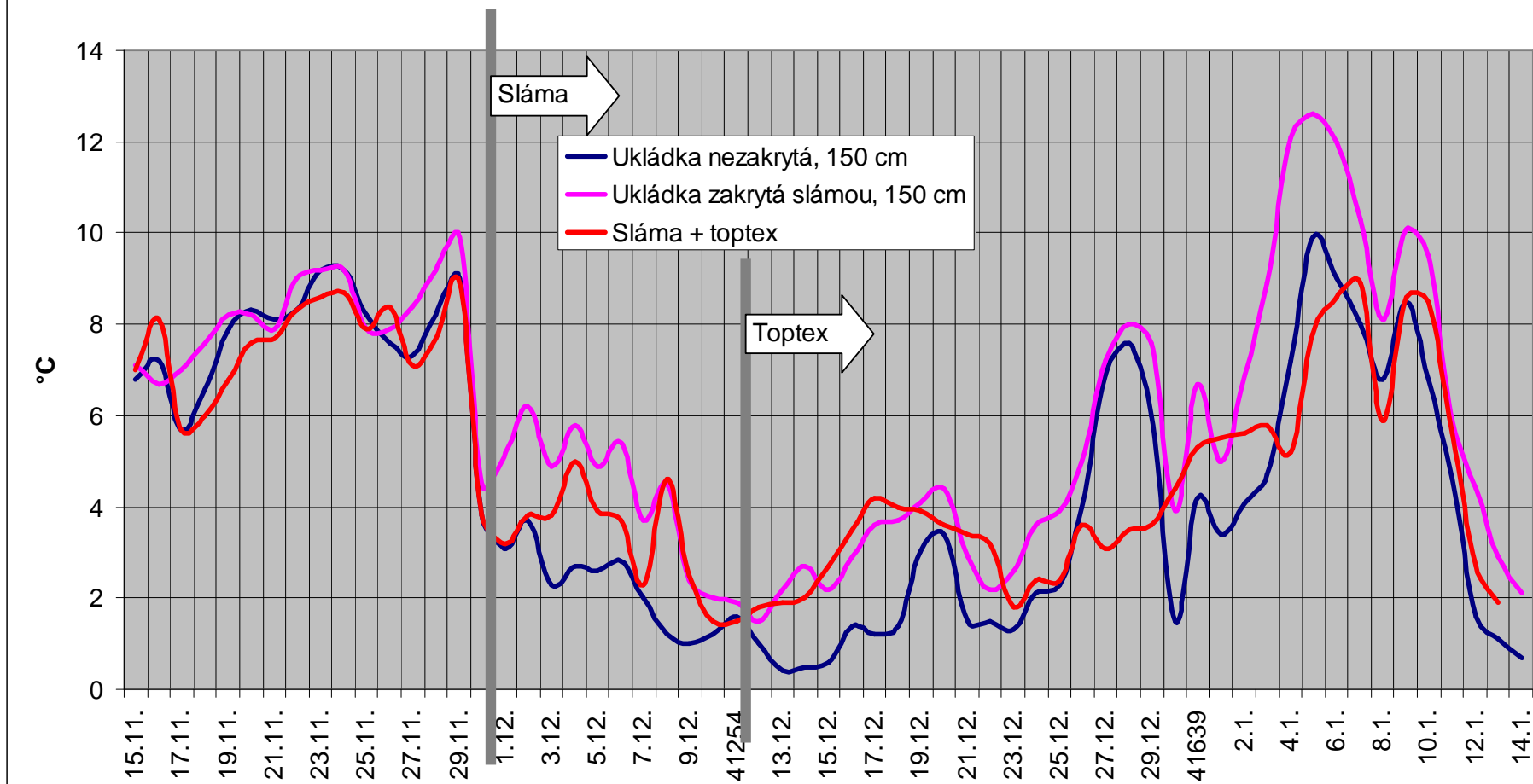
Obrázek 4: Zima 2014/15, teplota vzduchu a v ukládkách ve hloubce 30 cm ve 21 hod



Obrázek 5: Zima 2014/15, teplota v ukládkách v hloubce 150 cm ve 21 hod



Obrázek 7: Zima 2012/13, teploty v ukládkách v hloubce 150 cm



Obrázek 10: Modelový výpočet relativních ztrát cukru při různé době skladování

