

## Pokus s dlouhodobým skladováním cukrové řepy

EXPERIMENT WITH LONG-TERM SUGARBEET STORAGE

Karel Chalupný – Tereos TTD, a. s., Jaromír Chochola – Řepařský institut, s. r. o.

Cukrovarnické kampaně se stále prodlužují. Před dvaceti lety se za optimální délku pokládalo 90 dnů a ukončení těsně před vánočními svátky. Dnes je samozřejmostí kampaň trvající 100–120 dnů a zpracování řepy pokračuje daleko do ledna. Delší kampaň znamená významné „naředění“ fixních nákladů, je však spojena s mnohem delším skladováním řepy v období, kdy se střídají teploty hluboko pod nulou s oblevami. Řepa na ukládkách namrzá a pak při zvýšení teplot hnije, ztrácí turgor a mění mechanické vlastnosti, dužina hnědne. V souhrnu těchto vlivů velmi narůstají skladovací ztráty a zhoršuje se zpracovatelnost. Proto je v zájmu pěstitelů i cukrovarníků omezit tyto nepříznivé vlivy dlouhodobého skladování. V první řadě jde o ochranu ukládek před mrazem a o omezení kolísání teplot v ukládkách. Ukládky se zakrývají slámou, fóliemi a netkanými textiliemi – rounem. Každý z těchto postupů má své výhody a úskalí, hodí se do jiných podmínek a má mnoho technických parametrů, které rozhodují o účinnosti a o nákladech na tuto ochranu.

Při zakrývání řepných ukládek se využívá tepelné akumulace velké hmoty ukládek, tepla vytvářeného dýcháním řepy a omezuje se výměna energie s okolním prostředím. Pokud by ovšem k této izolaci, k zakrytí, došlo před poklesem venkovních teplot,

znamenaloby to příliš vysokou skladovací teplotu, zvýšené dýchání a ztráty i urychlení skládkových chorob. Správný termín zakrytí je tedy prvním důležitým parametrem tohoto opatření. Další otázkou je čím zakrývat. V západní Evropě, kde bývají mrazové periody krátké, se už delší dobu využívají plastové fólie. Ty je ovšem nutné po skončení mrazů opět sejmut, aby nedošlo k přehřátí. V našich podmínkách s většími a dlouhodobějšími poklesy teplot je třeba volit účinnější a dlouhodobější, prodyšnou izolaci. Nabízí se sláma jako materiál v zemědělských podnicích relativně levný a dostupný. Slámu je však potřeba při nakládání řepy odseparovat, a tak je důležitým parametrem délka nařezání řepy množství – tloušťka izolační vrstvy. Pro zakrytí ukládek slámou je nutná speciální technika využívaná v živočišné výrobě, umožňující rozebírání balíkové slámy, nařezání a nafoukání na ukládku. Další možností jsou prodyšné netkané textilie, rouna z polypropylénových vláken, známá například pod obchodním názvem Toptex. Výhodou je tu možnost vícenásobného použití, kterým se eliminuje vyšší cena rouna.

Vznikají ovšem další otázky: Jak nejlépe chránit řepu na velikých ukládkách na zpevněných plochách? Jaký vliv má orientace polních ukládek vůči převládajícím větrům? Jak šetrně za mrazu ze zasněžené ukládky sejmut rouno?

Ve společnosti Tereos TTD se zhruba 30 % řepy zpracovává v období od 10. 12. do 20. 1., kdy je ochrana před mrazem nezbytná, a tak jsou opatření proti mrazu s využitím zahraničních zkušeností od kampaně 2011 organizována. Pěstitelé, kteří dodávají řepu v pozdních termínech, musí s opatřeními počítat a již s předstihem zajistit předpoklady pro ochranu proti povětrnostním vlivům, zejména proti působení mrazu. Zakrývání je tak organizováno jako preventivní opatření pro uchování kvality řepy. Pro ochranu bule před mrazem je preferováno a podporováno zakrývání slámou. Důvodem jsou doposud lepší zkušenosti, dostupnost slámy a nižší náklady než při zakrývání pomocí různých fólií. V neposlední řadě je to také skutečnost, že při zakrytí slámou nebyl dosud zaznamenán negativní vliv izolační vrstvy ani při relativně vysokých teplotách (okolo 10 °C).

Proto, abychom byli schopni zakrývání postupně optimalizovat, se snažíme některé výše zmíněné otázky „za pochodu“ experimentálně ověřit. Během kampaně

Obr. 1. Ukládka 2 zakrytá slámou (v pozadí nezakrytá ukládka)



2012/2013 byl proto na objednávku Tereos TTD, a. s., proveden Řepářským institutem Semčice, s. r. o., pokus s dlouhodobým skladováním cukrové řepy. Obecně vycházíme z principu, že při dlouhodobém skladování (prosinec, leden) musí být ochrana proti (běžnému) mrazu preventivní a má se týkat veškeré skladované řepy. Druhá obecná zásada je, že s umístěním této ochrany (vrstvy slámy nebo toptexu) musíme počkat na pokles teploty, jinak vznikne problém s uchováním řepy. V našem pokusu byla na jedné hromadě provedena v okamžiku nástupu silného mrazu navíc ochrana druhou izolační vrstvou (Toptex). Záměrem bylo zjistit, jak velký vliv na výslednou kvalitu ochrana před mrazem má a zda se zesílená ochrana nějak projeví na výsledné kvalitě cukrové řepy.

### Materiál a metodika

Řepa zařazená do pokusu s dlouhodobým skladováním byla vypěstována společností Tereos TTD ve vlastní režii. Sklizeň a založení ukládek proběhly 13. 11. 2012. Založeny byly tři ukládky s různým zakrytím řepných bulev:

- ukládka 1: kontrola (ukládka bez ochrany, nezakrytá řepa),
- ukládka 2: ochrana krátkou slámou (5 cm), vrstva 10–15 cm, preventivní aplikace koncem listopadu (30. 11.),
- ukládka 3: ochrana krátkou slámou (5 cm), vrstva 10–15 cm, preventivní aplikace koncem listopadu (30. 11.) + zakrytí ochranou rounem typu toptex (8. 12.).

Hmotnost cukrové řepy na každé ukládce byla přibližně 120 t. Průměrná cukernatost řepy při zakládání ukládek (průměr z 15 vzorků) činila 19,31 %.

Do každé ukládky vloženo 10 zvážených síťových pytlů se řepou (vždy 20 bulev v 1 pytli) ke kontrole úbytků hmotnosti a dva teploměry, jeden do hloubky asi 30 cm, druhý přibližně do hloubky 150 cm.

Ukládky 2 a 3 byly 30. 11., před prognózovaným příchodem nočních mrazů, zakryty slámou. Spotřeba slámy na zakrytí ukládek byla přibližně 750 kg na 100 t řepy (obr. 1.). Před příchodem větších celodenních mrazů byla 8. 12. ukládka 3 zakryta přes slámu rounem Toptex (obr. 2.). Toptex byl pak z této ukládky sejmut 10. 1. 2013, před prognózovaným sněžením.

Dne 14. 1. 2013 bylo ukončeno měření teploty a z ukládek byly vyjmuty teploměry. Byly odebrány vzorky řepy z povrchových vrstev a také byla pořízena fotodokumentace průřezů uložených bulev. Jednotlivé ukládky byly připraveny pro zahájení přepravy a dodávku do cukrovaru.

Pokus byl ukončen 17. 1. 2013, kdy byly uložené pytle se skladovanou řepou vyjmuty s řepa z ukládek byla dodána do cukrovaru. Skladování cukrovky v pokusu trvalo 65 dnů.

Obr. 2. Ukládka 3 zakrytá slámou a rounem Toptex



### Výsledky

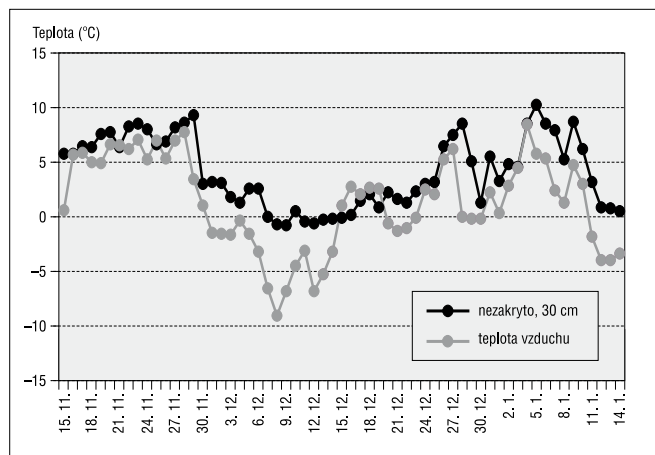
#### Průběh teplot

Na obr. 3., 4. a 5. je znázorněn průběh teplot po dobu skladování v jednotlivých ukládkách v hloubce 30 cm pod povrchem, vždy ve srovnání s venkovní teplotou vzduchu. Je zřejmé, že teplota vzduchu byla většinou nižší než teplota v ukládkách. 9. 12. poklesla teplota vzduchu až k  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a pod bodem mrazu se držela po celý týden. V dalším období se oteplilo, teplota vzduchu kolísala kolem  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ale dvakrát vystoupala na 2–3 dny nad  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Po 15. 12. 2012 tedy byla řepa skladována při poměrně vysokých teplotách. Teplota pod povrchem v nezakryté ukládce v období od 8. do 15. 12. klesla rovněž pod nulu a v této době tato vrstva řepy výrazně namrzla. V obou zakrytých ukládkách se v chladném období teploty držely těsně nad nulou a namrzly jen řepy přímo na povrchu. Zakrytí zřetelně snižovalo rozpětí výkyvů teplot v ukládkách. U všech ukládek však v teplém počasí na začátku ledna vystoupaly teploty až k  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a to nepochybně zvýšilo ztráty prodýcháním a hnilobné procesy u namrzlých řep. Obr. 6. zachycuje průběh teplot v jednotlivých ukládkách v hloubce 150 cm. Teplota v žádné ukládce nespadla pod nulu,

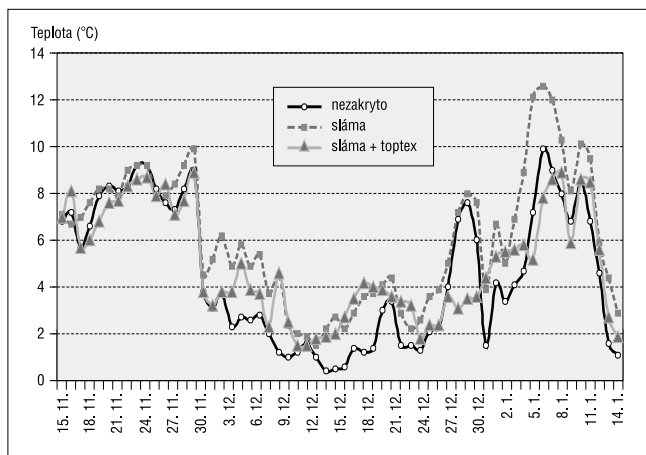
Tab. 1. Počáteční a konečná cukernatost na ukládkách řepy

Varianta	Hmotnost řepy čistá celkem (t)	Cukernatost vstupní (%)	Cukernatost při dodávce (%)
Ukládka 1: nezakrytá	287,56	19,29	18,10
Ukládka 2: zakryto slámou		19,27	18,35
Ukládka 3: zakryto slámou a toptexem		19,36	19,14

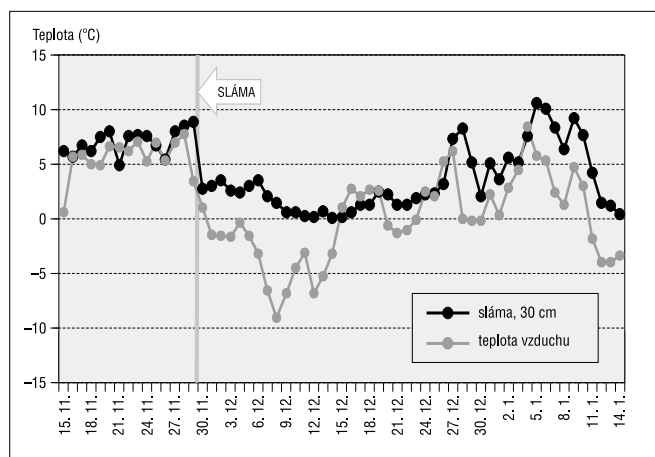
Obr. 3. Teplota vzduchu a teplota v ukládce 30 cm pod povrchem, ukládka 1 – nezakryto



Obr. 6. Teploty v ukládkách měřené 150 cm pod povrchem, ukládka 1 (nezakryto), 2 (sláma) a 3 (sláma a Toptex)



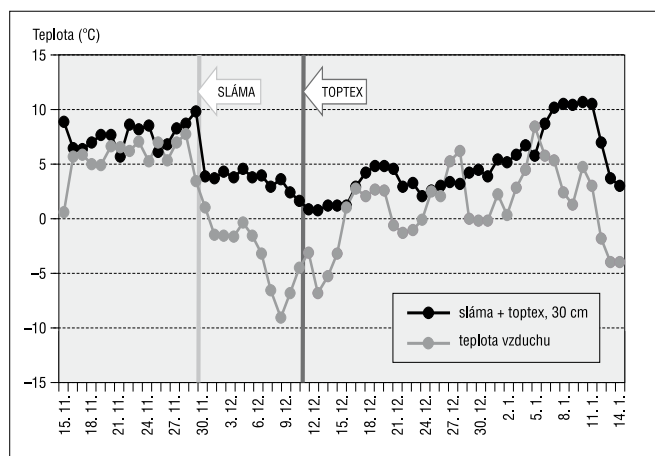
Obr. 4. Teplota vzduchu a teplota v ukládce 30 cm pod povrchem, ukládka 2 – zakryto slámou



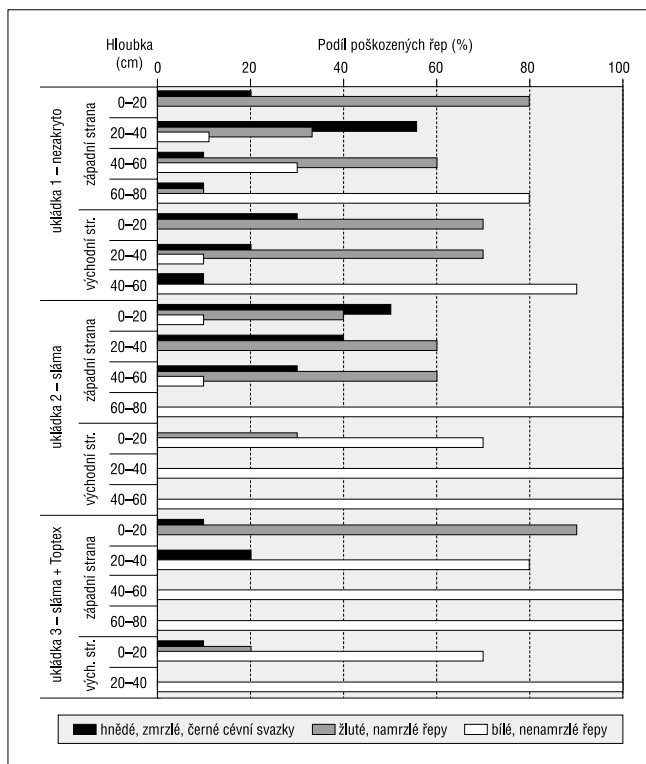
Ztráty hmotnosti a cukernatosti

Ukládky řepy byly založeny na sklizeném pozemku, kde nebyla možnost vážení, proto jsme se ani při dodávce nesnažili stanovit hmotnost z jednotlivých ukládek odděleně. Odděleně však byla stanovena cukernatost a u té jsou podle režimu skladování výrazné rozdíly (tab. I.). Celkové ztráty odhadujeme podle řepy uložené do ukládek v síťových pytlích. V tab. II. je hmotnost a cukernatost uložené řepy před a po skladování a v tab. III. jsou tyto výsledky přepočteny na 1 t skladované řepy. Skladovací ztráty v případě nezakryté ukládky byly 8,2 % polarizačního cukru, v případě ukládky zakryté slámou byly 4,1 % a v případě ukládky zakryté slámou a toptexem 2,4 %. Je zřejmé, že ochrana ukládek měla na skladovací ztráty veliký vliv.

Obr. 5. Teplota vzduchu a teplota v ukládce 30 cm pod povrchem, ukládka 3 – zakryto slámou a toptexem



Obr. 7. Poškození řepy na povrchu ukládek



nejvyšší hodnoty přes 12 °C dosáhla počátkem ledna v ukládce kryté slámou a nejmenší výkyvy teploty byly v ukládce zakryté slámou i toptexem. Celý skladovací pokus proběhl za nadprůměrných teplot, vliv mrazu a namrznutí řepy se však projevil.



**Poškození cukrovky na povrchu ukládek**

Sítové pytle se řepou byly uloženy cca 80 a 150 cm pod povrchem ukládek. Ztráty, které jsme u nich zjistili, souvisely primárně s prodýcháním cukru, nikoliv s namrznutím a s hnilobami, ke kterým docházelo v povrchových vrstvách. Odebírali jsme proto řepy postupně do hloubky hromad a odhadovali stupeň namrznutí a zahnědnutí dužiny. Naše ukládky byly orientovány v severojižním směru, a tak bylo ještě možno rozlišit západní, návětrnou a východní, chráněnou stranu hromad. Výsledky této bonitace jsou zobrazeny v grafu na obr. 7. a na fotografiích (obr. 8. až obr. 12.). Z tohoto grafu je zřejmé, že na nezakryté ukládce bylo poškození největší a že poškození bylo vždy větší na západní, tj. návětrné straně. Na nezakryté ukládce a na ukládce se slámou dosahovalo na západní straně poškození až do vrstvy 40–60 cm. Na ukládce zakryté slámou i roumem Toptex bylo povrchové poškození malé a pouze ve vrstvě 0–20 cm.

**Odhad skladovacích ztrát se zohledněním povrchových vrstev**

Při senzorickém posuzování poškození řep se z povrchové vrstvy na každé z ukládek odebralo 5 vzorků na stanovení cukernatosti. Přitom byly zjištěny velké rozdíly, které dále ovlivňují výsledky stanovení skladovacích ztrát. Pokud předpokládáme, že k výrazně zvýšeným ztrátám docházelo pouze na cukernatosti a pouze ve vrstvě 0–20 cm, byl objem této vrstvy na každé z ukládek cca 25 m<sup>3</sup> a v tomto objemu bylo cca 17 t řepy, tj. asi 18 % z celkového skladovaného množství. Za těchto předpokladů je možno odhadnout celkové skladovací ztráty při různých způsobech zakrytí ukládky. Tento odhad je uveden v tab. IV. Celkové skladovací ztráty polarizačního cukru za 65 dnů v tomto vyčíslení jsou u nechráněné ukládky 10,6 %, u ukládky zakryté slámou 6,2 % a u ukládky zakryté slámou a toptexem 2,9 %.

**Závěry**

Při dlouhodobém skladování cukrové řepy je možno skladovací ztráty výrazně snížit zakryváním ukládek. Ve skladovacím pokuse byla řepa skladována 65 dní a v nezakryté ukládce byly zjištěny ztráty polarizačního cukru 10,6 %. Tyto ztráty sestávají ze ztrát prodýcháním v celé hmotě ukládky (8,2 %) a z poškození povrchové vrstvy ukládky mrazem a hnilobami (2,4 %).

Tab. II. Počáteční a konečná hmotnost a cukernatost řepy v síťových pytlích vložených do ukládek

Varianta	Vstupní průměrná hmotnost (kg)	Konečná průměrná hmotnost (kg)	Vstupní cukernatost (%)	Konečná cukernatost (%)
Ukládka 1: nezakrytá	17,40	17,02	19,31	18,12
Ukládka 2: zakryto slámou	16,61	16,37		18,80
Ukládka 3: sláma a Toptex	19,09	18,86		19,08

Tab. III. Výpočet ztráty polarizačního cukru během skladování

Varianta	Konečná / vstupní hmotnost (%)	Polarizační cukr vstupní (kg.t <sup>-1</sup> řepy)	Polarizační cukr po skladování (kg.t <sup>-1</sup> řepy)	Ztráta polarizačního cukru (kg.t <sup>-1</sup> řepy)
Ukládka 1: nezakrytá	97,81	193,08	177,23	15,85
Ukládka 2: zakryto slámou	98,53		185,24	7,84
Ukládka 3: sláma a Toptex	98,80		188,51	4,57

Tab. IV. Odhad celkové ztráty polarizačního cukru včetně zohlednění povrchových vrstev

Varianta	Konečná cukernatost řepy v povrchové vrstvě (%)	Ztráta cukernatosti (%)	Ztráta polarizačního cukru celkem (kg.t <sup>-1</sup> řepy)	Ztráta polarizačního cukru (%)
Ukládka 1: nezakrytá	15,55	3,76	20,4	10,6
Ukládka 2: zakryto slámou	16,45	2,86	12,0	6,2
Ukládka 3: sláma a Toptex	18,45	0,86	5,7	2,9

V ukládce zakryté před příchodem mrazů slámou byly celkové ztráty 6,2 %, z toho ztráty prodýcháním 4,1 % a poškozením povrchové vrstvy 2,1 %.

V ukládce zakryté slámou a těsně před příchodem celodenních mrazů navíc polypropylenovým roumem Toptex byly celkové ztráty pouze 2,9 %, ztráty prodýcháním 2,4 % a ztráty v povrchové vrstvě 0,5 %.

Na návětrné (západní) straně ukládek šlo poškození povrchových vrstev vždy do větší hloubky; tuto skutečnost je potřeba respektovat a volit podle toho větší vrstvu slámy na návětrné straně.

Skladovací pokus v zimě 2012/2013 proběhl za příznivých podmínek: kolem 10. prosince přišla asi týdenní perioda celodenních mrazů, v dalším období se teploty pohybovaly v rozmezí 0–5 °C a k výraznějšímu oteplení došlo až před ukončením pokusu. Pokus je nutno opakovat, aby kvantifikace skladovacích ztrát a účinnosti ochrany měla obecnější platnost.



Obr. 8. Poškození řepy: ukládka nezakrytá, západní strana, 0–20 cm



Obr. 11. Ukládka zakrytá slámou a toptexem, západ, 20–40 cm



Obr. 9. Poškození v ukládce nezakryté, západní strana, 20–40 cm



Obr. 12. Ukládka se slámou a toptexem, východ, 0–20 cm



Obr. 10. Poškození v ukládce zakryté slámou, západ, 20–40 cm



Obr. 13. Celkový pohled na ukládky 1, 2 a 3

