

Jakost cukrové řepy v Česku a její dlouhodobý vývoj

QUALITY OF SUGAR BEET IN CZECH REPUBLIC AND ITS LONG-TERM DEVELOPMENT

Jaromír Chochola – Řepařský institut, Semčice

Jakost cukrové řepy je vedle výnosu druhým parametrem rozhodujícím o výnosu a výrobě cukru. Ročník 2022 s poměrně nízkou cukernatostí ukázal, jak silný může tento vliv být. Chtěl bych proto v tomto příspěvku analyzovat dlouhodobý vývoj jakosti české řepy a aktuální vlivy, které ji dnes modifikují. Čerpám přitom z různých zdrojů – ze statistických dat o výnosech řepy, cukernatosti a výrobě cukru, ze třicetileté řady výsledků odrůdových pokusů i z výsledků několika pokusných sérií Řepařského institutu – s hnojením, ochranou proti chorobám, skladováním řepy, délkou vegetační doby a výškou sřezu řepy.

Jakost cukrové řepy je velmi komplexní pojem. Dokládá to i skutečnost, že Vukov (1) o ní sepsal mnohasetstránkovou monografii. Vedle běžně užívaných parametrů, jako je cukernatost a obsah melasotvorných látek, se na ní podílí obsah invertního cukru, zdravotní stav řepy, obsah dřene, turgor řepy, poranění a odolnost k lomu... Celý tento komplex vlastností spolu s úrovní technologie zpracování se promítá do statistiky, do poměru mezi zpracovanou řepou a výrobou cukru v cukrovarech – to je syntetický ukazatel jakosti pro celé odvětví cukrovka – cukr. Pro pěstitelce i pro cukrovary je pak důležité vymezení a stanovení jakosti na rozhraní těchto dvou fází výroby cukru, při nákupu řepy. Tady je na prvním místě cukernatost a na její stanovení

se kvůli jednoduchosti a rychlosti rutinní hodnocení při nákupu většinou omezuje. Zpřesnění potom poskytuje stanovení obsahu melasotvorných látek, které se analyticky řeší stanovením obsahu draslíku, sodíku a α -aminodusíku. Dnes, při prodlužování cukrovářských kampaní a při dlouhodobém skladování řepy, se zvyšuje také důležitost obsahu invertního cukru (2). Na základě těchto parametrů byly vypracovány vzorce pro teoretickou výtěžnost bílého cukru ze řepy. Teoretickou proto, že předpokládají jistou standardní či ideální úroveň dalšího zpracování v cukrovarech. V Česku se pro teoretickou výtěžnost bílého cukru používají buď vzorec Reinefeldův (3):

$$\text{Výtěžnost} = \text{cukernatost} - (0,343 \cdot c_{(K+Na)} + 0,094 \cdot c_{2N} + 0,29)$$

(hodnocení jakosti řepy ve státem organizovaných odrůdových pokusech), nebo novější, tzv Braunschweigský vzorec (4):

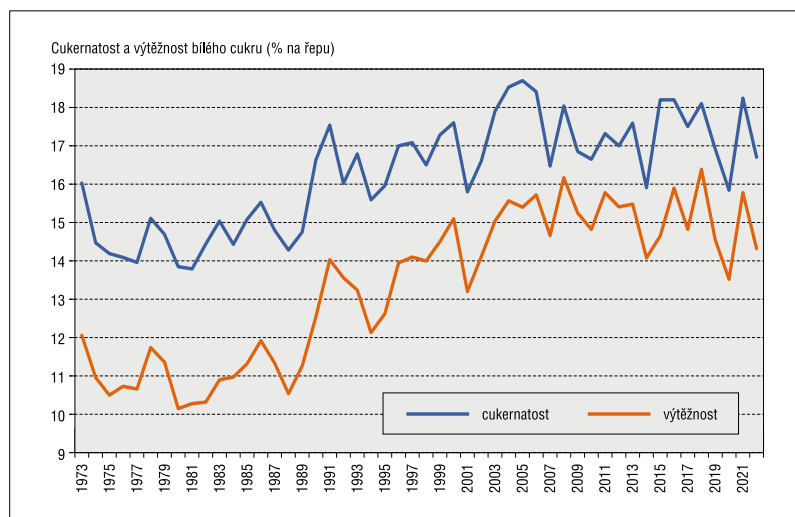
$$\text{Výtěžnost} = \text{cukernatost} - (0,12 \cdot c_{(K+Na)} + 0,24 \cdot c_{2N} + ,48) - 0,6 \quad ,$$

který používáme v Řepařském institutu.

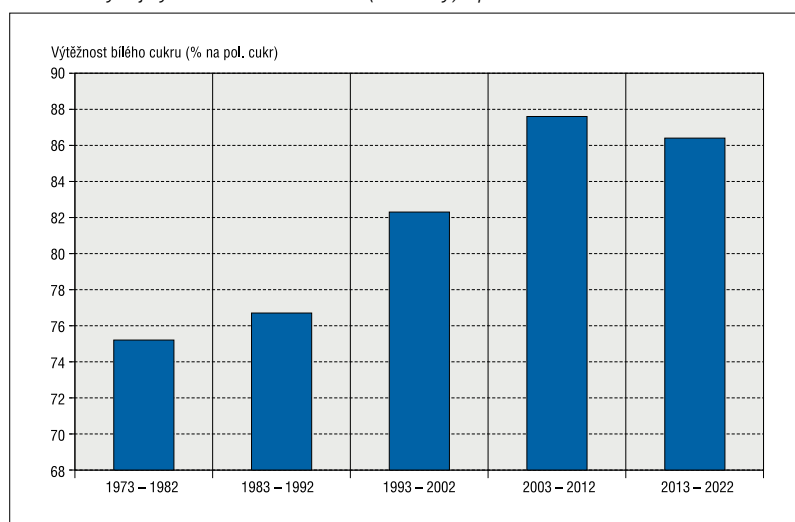
V obou vzorcích představuje $c_{(K+Na)}$ a c_{2N} koncentraci K, Na a α -aminodusíku v $\text{mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ řepy.



Obr. 1. Vývoj cukernatosti a výtěžnosti cukru ze řepy za posledních 50 let



Obr. 2. Vývoj výtěžnosti bílého cukru (rafinády) z polarizačního cukru v cukrovarech



Tyto vzorce dávají většinou velmi podobné výsledky. Existují další zpřesnění, zohledňující „zásobní alkalitu“ řepné šťávy a vliv redukcujících látek (invertního cukru) (2). Podle těchto vzorců lze u dnešní řepy dosáhnout i velmi vysoké výtěžnosti, přes 91 %. Pro delší časové řady je ovšem důležitý výpočet podle stejného vzorce, a proto v tomto příspěvku využíváme uvedené vzorce. Vývoj výtěžnosti cukru ze řepy v Česku na základě statistiky výnosů řepy a bílého cukru

Na obr. 1. je uvedena časová řada cukernatosti a výtěžnosti cukru za posledních 50 let. Údaje pocházejí ze statistiky komodity Ministerstva zemědělství (5), ty ze 70. a 80. let pak z prací MYD-LILOVÉ (6) a statistik vydavatelství Bartens (7). V 70. a 80. letech jsme v Česku procházeli hlubokou krizí jakosti. Cukernatost řepy klesala i pod 14 %, výtěžnost cukru na řepu pak kolísala v rozmezí 10–12 %. K pomalému zlepšování došlo po roce 1983, kdy byl zaveden nákup podle cukernatosti a skok na vyšší úroveň přišel po roce 1990. Po roce 2000 se hodnoty stabilizovaly na cukernatostech 16–18 % a výtěžnostech 14–16 %. Zatímco nízká cukernatost před 40 až 50 lety vypovídá o řepě, o odrůdách a technologii pěstování, nízká výtěžnost (zejména v přepočtu na polarizační, nakoupený cukr) může mít příčiny i v cukrovarech.

Na obr. 2. je vývoj výtěžnosti bílého cukru z cukru polarizačního. V 70. letech se do bílého cukru dostávalo pouze 75 % teoretického (polarizačního) výnosu cukru, s časem se tento podíl zvyšoval až na současných 86–88 %. Nízká výtěžnost bílého cukru před 50 lety souvisela pravděpodobně nejen se složením zpracovávané řepy, nýbrž i s úrovní tehdejší cukrovarské technologie. Naznačují to údaje o složení řepy a potenciální výtěžnosti z let 1978–1981 (8). Teoretická výtěžnost cukru byla asi o 5 % vyšší než ta reálně dosahovaná, tedy kolem 80 %. Ani dnešní stav ovšem nepředstavuje maximum možného. Na současné úrovni složení řepy a cukrovarské technologie by mohla být výtěžnost v přepočtu na cukr kolem či nad 90 % (7). Použijeme-li srovnání stejné statistiky (7), pak v průměru let 2019–2021 byla výtěžnost bílého cukru v Česku 87,7 %, v Německu 90,6 % a v Polsku 86,8 %. K tomuto hrubému srovnání je ovšem třeba zohlednit např. i souběžnou výrobu cukru a lihu v cukrovaru Dobruška po roce 2006 (přibližně 1/3 české produkce cukru), která nenutí závod k nákladnějšímu vycukerňování méně kvalitních šťáv.

Toto první přiblížení k problematice jakosti řepy ukazuje velikou změnu, kterou odvětví za posledních 50 let prodělalo. Je to ovšem jen statistika, hra velkých čísel skrývajících analytické nepřesnosti, havárie, chyby ve vykazování, ale třeba i tu kombinaci paralelní výroby cukru a lihu (cukrovar Dobruška od roku 2006). Bližší analýza jakosti řepy se musí opírat o podrobnější údaje. Tady musím opustit komplex celého odvětví a zabývat se už jenom řepou, protože o tom, co se děje v cukrovaru, toho zase až tolik nevím. Budu se tedy zabývat složením řepy a musím i opustit dlouhý časový horizont a omezit se na posledních 30 let, kdy jsou k dispozici srovnatelné analytické údaje o cukernatosti i o melasotvorných látkách.

Vývoj jakosti cukrové řepy v odrůdových pokusech – potenciální jakost

Od roku 1993 až dosud probíhá v Česku zkoušení odrůd nabízených pro praktické pěstování (1). Na přibližně deseti lokalitách ve všech řepářských oblastech Česka se zakládají pokusy se 30–40 odrůdami. Na nezávislost a kvalitu pokusů dohlíží ÚKZÚZ. Jakost řepy se stanovuje jako cukernatost a výtěžnost bílého cukru podle Reinefeldova vzorce. Pěstební technologie v těchto pokusech je na vysoké úrovni, a tak lze výsledky u jakosti pokládat za potenciál dosažitelného. Nechceme se zde zabývat problematikou jednotlivých odrůd a budeme uvádět pouze průměry za celý soubor pokusů v daném ročníku. To ovšem současně znamená, že každý údaj je podložen několika stovkami dílčích měření a je velmi spolehlivý. Vývoj jakosti řepy v těchto pokusech je na obr. 3. Pomineme-li ročníkové výkyvy, pak je pozoruhodné především zvýšení jakosti – cukernatosti i výtěžnosti – od roku 2003. Výtěžnost narostla nejen s cukernatostí, nýbrž i v souvislosti s poklesem obsahu melasotvorných látek, a tak z polarizačního cukru bylo možné vyrobit o 2–3 % více cukru bílého (zvýšení z cca 87 % na 89–91 %). Domníváme se,

že hlavní příčinou tohoto skokového zvýšení byl rychlý přechod na dobré odrůdy právě v tomto období. Od roku 2003 až dosud se jakost řepy příliš nemění, cukernatost osciluje kolem 18 % a výtěžnost bílého cukru (rafinády) 90–91 %. Dva výkyvy tento trend narušují: v roce 2010 poklesla výtěžnost pravděpodobně v důsledku pozdního setí pokusů a v letech 2019 a 2020 vlivem silné cercosporiózy. Souhrnně lze tedy říci, že nabízené odrůdy mají jak pro pěstitele, tak pro cukrovary vyšší potenciál jakosti, cukernatosti i výtěžnosti, než se reálně v praxi daří dosáhnout.

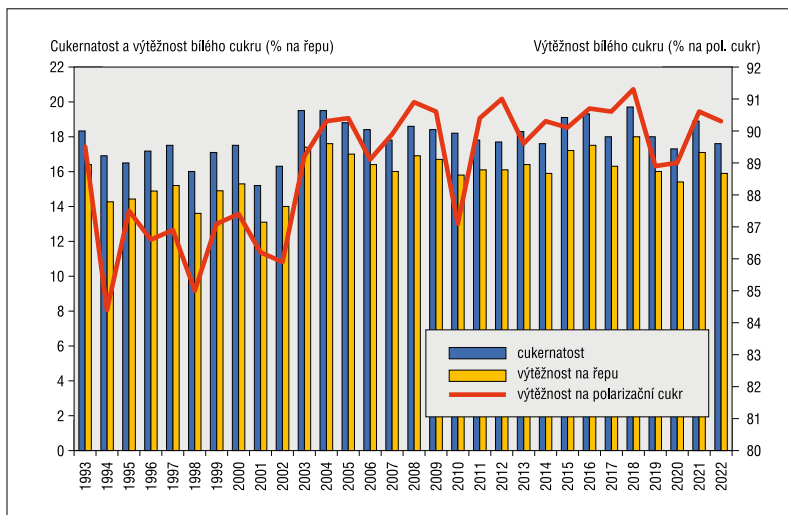
Vycházíme přitom z průměru celého zkoušeného sortimentu, přičemž jednotlivé odrůdy kolem tohoto průměru oscilují v případě výtěžnosti na řepu o ±0,9 %. Toto rozpětí se v průběhu jednávaných 30 let nijak výrazně nemění. Výběrem odrůd s ohledem na jejich jakost je tedy možno dosáhnout dalšího zlepšení.

Bohužel ve zprávách o těchto pokusech není uváděn obsah melasotvorných látek, K, Na a α-aminodusíku. Abychom mohli analyzovat vývoj těchto parametrů jakosti, využijeme výsledky odrůdových pokusů Řepářského institutu ze stejného časového období (9). Máme k dispozici výsledky ze tří lokalit v Čechách (Straškov – severní Čechy, Bezno – střední Čechy a Věstary – východní Čechy) a vždy cca 20–30 odrůd. Soubor zkoušených odrůd je poněkud odlišný než v předchozí sérii, většinou byly zařazovány ty nejpěstovanější, ale i nadějně odrůdy ještě nenabízené k prodeji a někdy i odrůdy poskytnuté z Francie a z Německa.

Stejně jako v předchozí sérii vzrostla cukernatost na cca 18 %. Obsah alkálií u „škodlivého“ dusíku v prvních 20 letech zkoumaného období významně klesal, a to se projevilo na vzestupu výtěžnosti. Za poklesem obsahu melasotvorných látek v letech 1992–2012 stojí nejspíše zlepšování odrůd, nárůst jejich výnosového potenciálu a „naředení“ z půdy přijatých alkálií a dusíku vyšší produkcí biomasy. V posledních 10 letech však došlo opět k nárůstu jejich obsahu a k mírnému poklesu výtěžnosti v přepočtu na polarizační cukr. Mohou za tím být ročníkové výkyvy (roky 2010–2012 byly příznivé a 2020–2022 naopak). Je to pravděpodobně, protože např. rok 2020 byl silně ovlivněn cercosporiózou. Jistý podíl na zvýšení obsahu melasotvorných látek mohou mít změny v odrůdové skladbě a přechod na mělký sřez řepy v posledních 10 letech. Efekt změny odrůdové skladby i hloubky sřezu budeme ještě v dále analyzovat podrobněji.

Z obou pokusných sérií vyplývá, že potenciální jakost řepy se výrazně zlepšila, cukernatost pěstovaných odrůd se stabilizovala na úrovni cca 18 % a z jejich biologického výnosu cukru je dnes možno vyrábět kolem 90 % cukru bílého. V praxi se však cukernatost pohybuje kolem 17 % a výtěžnost je 86–88 %. Pokusím se proto v dalším textu analyzovat některé faktory, které nižší praktickou jakost způsobují. Nechci se přitom zabývat dvěma podstatnými vlivy – ročníkem a lokalitou. Na ročníku, na počasí nemůžeme nic změnit a lokality, kde řepu pěstujeme, jsou dány primárně ekonomikou řepy a z hlediska cukrovarů je snaha plochu řepy maximalizovat, nikoliv omezovat na nevhodnější lokality. O „neutralizaci“ vlivu ročníku a lokality při analýze ovlivnitelných, ovladatelných faktorů

Obr. 3. Cukernatost a výtěžnost bílého cukru (rafinády) v pokusech pro Seznam doporučených odrůd cukrové řepy



se budu v dalším textu snažit dosáhnout pokusnými výsledky z co největšího počtu ročníků a lokalit.

Vliv tolerance odrůd k nematodům a k ALS herbicidům na jakost cukrové řepy

V posledních asi deseti letech došlo ke dvěma významným změnám v odrůdové skladbě. Po roce 2010 se objevily první odrůdy tolerantní k nematodům, jejich podíl se postupně zvyšoval a dnes zaujímá přibližně 50 % výměry české řepy. Od roku 2020 zejména v Čechách rychle narostl podíl smart odrůd tolerantních k ALS herbicidům a dnes je podíl i těchto odrůd na celkové ploše přes 50 % (oba sortimenty se vzájemně prolínají). Historicky byly šlechtitelské cíle vždy primárně spojeny s maximalizací výnosu cukru, ať už přes výnos řepy nebo přes její jakost. Tolerance či rezistence k chorobám přebila toto pořadí poprvé v souvislosti s rizománií na přelomu tisíciletí a první odrůdy s touto vlastností ve výnosu i v jakosti zaostávaly, byly však přesto v infekčních podmínkách pokrokem a výhodným kompromisem. Výnosový handicap nového segmentu byl u dalších generací odrůd postupně překonáván a dnes je jednoznačně minulostí. Situace se opakovala po roce 2012 s odrůdami tolerantními k nematodům. Jejich původně nižší výnosy na nezamořených polích současně

Tab. 1. Vývoj cukernatosti, obsahu melasotvorných látek a výtěžnosti rafinády (bílého cukru) v odrůdových pokusech Řepářského institutu (zkoušení konvenčních, nikoliv smart odrůd)

Období	Cukernatost %	K	Na	α-N	Výtěžnost (%)	
		mmol·100 g ⁻¹ řepy			na řepu	na PC*
1992–1993	17,92	4,14	0,74	2,07	15,76	88,0
2000–2002	17,17	3,63	0,92	1,46	15,18	88,4
2010–2012	17,80	2,97	0,64	1,15	16,16	90,7
2020–2022	18,40	3,50	0,69	1,42	16,54	89,8

* PC – polarizační cukr

Tab. II. Jakost řepy u odrůd netolerantních a tolerantních k nematodům v odrůdových pokusech Řepečského institutu v letech 2020–2022 (6 lokalit)

Tolerance k nematodům	Cukernatost %	K	Na	α-N	Výtěžnost (%)	
		mmol·100 g ⁻¹ řepy			na řepu	na PC*
Netolerantní	18,09	3,54	0,74	1,47	16,15	89,2
Tolerantní	17,78 ¹	3,59	0,74	1,74 ¹	15,76 ¹	88,7

* PC – polarizační cukr, ¹ změna oproti konvenčním odrůdám signifikantní na úrovni 95% pravděpodobnosti.

Tab. III. Jakost řepy u smart odrůd oproti odrůdám konvenčním v odrůdových pokusech Řepečského institutu v letech 2020–2022 (6 lokalit)

Odrůdy	Cukernatost %	K	Na	α-N	Výtěžnost (%)	
		mmol·100 g ⁻¹ řepy			na řepu	na PC*
Smart	17,45 ²	2,83	1,67	1,85 ¹	15,38 ²	88,2
Konvenční	18,00	2,71	1,62	1,62	16,02	89,0

* PC – polarizační cukr, ¹ změna oproti konvenčním odrůdám signifikantní na úrovni 95% pravděpodobnosti, ² změna oproti konvenčním odrůdám signifikantní na úrovni 99% pravděpodobnosti.

Tab. IV. Vliv omezení listových skvrnitostí fungicidní ochranou na jakost cukrové řepy (60 pokusů v letech 2013–2022)

Fungicidní ochrana	Cukernatost %	K	Na	α-N	Výtěžnost (%)	
		mmol·100 g ⁻¹ řepy			na řepu	na PC*
Neošetřeno	17,76	3,57	0,71	2,00	15,69	88,3
Fung. clona	18,28*	3,61	0,63 ¹	1,69 ¹	16,28 ¹	89,1

* PC – polarizační cukr, ¹ změna oproti konvenčním odrůdám signifikantní na úrovni 95% pravděpodobnosti.

Tab. V. Vliv sklizně na začátku cukrovarecké kampaně (cca 15. 9.) a v „optimálním“ termínu na výnos a jakost cukrové řepy

Termín sklizně	Výnos řepy (t·ha ⁻¹)	Cukernatost (%)	K	Na	α-N	Výtěžnost (%)	
			mmol·100 g ⁻¹ řepy			na řepu	na PC*
Cca 15. 9.	77,4	17,5	3,5	0,6	1,5	15,6	88,7
Cca 1. 11	87,0 ²	18,7 ²	3,4	0,6	1,5	16,8 ²	89,6

* PC – polarizační cukr, ² změna oproti konvenčním odrůdám signifikantní na úrovni 99% pravděpodobnosti.

tolerantní odrůdy přinejmenším vyrovnaly, na polích zamořených je pak vliv škůdce eliminován. Tento šlechtitelský pokrok probíhá zpravidla rychleji u výnosu, pomaleji u jakosti řepy. Když dnes, po cca 10 letech od introdukce nematodních odrůd rozdělíme v našich pokusech (9) sortiment pěstovaných odrůd na tolerantní

a netolerantní, zjistíme, že u jakosti stále jisté zhoršení přetrvává (tab. II.). V této tabulce jsou uvedeny údaje z našich pokusů ze šesti lokalit v letech 2020–2022. U odrůd tolerantních k nematodům je cukernatost nižší o 0,3 %, alkálie jsou přibližně stejné, „škodlivý“ dusík je o cca 0,3 mmol·100 g⁻¹ vyšší a výtěžnost rafinády (bílého cukru) nižší o 0,4 %. Výtěžnost rafinády z polarizačního cukru je nižší o 0,5 %. Tento pokles výtěžnosti se velmi pravděpodobně promítá do snížení výtěžnosti prezentované v posledních 10 letech v tab. I.

Obdobně jako u tolerance k nematodům můžeme odhadnout vliv úplně nového segmentu odrůd tolerantních k ALS herbicidům – smart odrůd. V tab. III. je uvedena jakost smart odrůd cukrové řepy opět v pokusech Řepečského institutu z let 2020–2022 (9) porovnána s konvenčními odrůdami. Jakost smart odrůd je nižší ve všech parametrech, nejvíce pak u cukernatosti a výtěžnosti rafinády. Výtěžnost rafinády v přepočtu na polarizační cukr je nižší o 0,8 %. I tento pokles výtěžnosti se jistě promítá do snížení výtěžnosti prezentované v posledních 10 letech v tab. I. Segment smart odrůd cukrové řepy je ve šlechtění velmi mladý, a tak doufáme, že i tady bude postupně docházet ke zlepšení a vyrovnání s konvenčním sortimentem odrůd.

Vliv cercosporiózy na jakost

Cercosporióza (cercosporová listová skvrnitost řepy, dříve skvrnatička řepná) a další listové skvrnitosti je velké aktuální téma. V letech 2019 a 2020 byly tyto choroby příčinou velikého poklesu výnosů a jakosti cukrové řepy. Provádíme rozsáhlé pokusy s fungicidní ochranou vůči těmto chorobám a na jejich základě se pokusím jejich vliv kvantifikovat. Na 6 lokalitách v Čechách máme vždy fungicidy neošetřené parcely a parcely s tzv. fungicidní clonou, tedy parcely, kde se snažíme o maximální ochranu vůči listovým skvrnitostem. Za posledních deset let, 2013–2022, jsme takto provedli 60 pokusů (9), z toho jenom v 9 případech se choroby ve významné míře nevyskytly. Pokusy se škodlivým výskytem chorob shrnuje ve vztahu k jakosti tab. IV. Nutno poznamenat, že k postižení porostů došlo v širokém rozpětí, průměrné výsledky extrémně „zahlazují“. Přesto je zřejmé, že pečlivá ochrana zvyšuje cukernatost o 0,5 %, nemá vliv na obsah draslíku, snižuje obsah sodíku a škodlivého dusíku a v posledku zvyšuje výtěžnost rafinády v přepočtu na polarizační cukr o 0,8 %. „Fungicidní clona“ představuje extrémní ochranu (bez ohledu na náklady), v praxi úroveň této ochrany zdaleka není dosahováno, a tak je zřejmé, že listové skvrnitosti jsou v praxi jedním z významných faktorů snižování jakosti pod potenciální úroveň. Na druhé straně, zejména v případech extrémního tlaku cercosporiózy v letech 2019 a 2020 nedostačovala ani fungicidní clona k úplné eliminaci napadení a negativního vlivu na výnos i jakost.

Tab. VI. Vliv skladování a ochrany ukládek na ztráty cukernatosti, hmotnosti řepy a cukru – skladování cukrové řepy v letech 2012/2013 až 2020/2021, průměrná doba skladování 51 dnů

Skladování řepy	Těleso nechráněné ukládky	Těleso chráněné ukládky	Povrchová vrstva nechráněné ukládky	Povrchová vrstva chráněné ukládky	Nechráněná ukládka celkem	Chráněná ukládka celkem
Ztráta cukernatosti (% abs.)	0,8	0,3	1,9	0,8	0,9	0,4
Ztráta hmotnosti (%)	1,5	1,2	4,9	2,0	1,9	1,2
Ztráta cukru (kg·t ⁻¹ × den)	0,21	0,12	0,53	0,21	0,24	0,12

Vliv termínu sklizně a skladování na jakost cukrové řepy

Termín sklizně je vždy složitým kompromisem. Řepa roste až do začátku listopadu, podmínky pro sklizeň se však v průběhu podzimu zhoršují. Řepu na ukládkách poškozují mrazy a výkyvy teplot obecně. Na konci cukrovské kampaně, v lednu (někdy i v únoru) narůstají problémy s transportem řepy do cukrovaru i se zpracováním. Vyvažují se tedy rizika snížení výnosu a jakosti předčasnou sklizní, sklizňových ztrát i „zamrznutí“ řepy při pozdní sklizni, zhoršování jakosti při dlouhodobém skladování i technologické komplikace zimního provozu cukrovaru. Ustálila se praxe začátku sklizně v polovině září a cukrovary pracují zpravidla do poloviny ledna. Z dlouhodobého hlediska toto prodloužení kampaní má negativní vliv na jakost dnešní řepy kvůli časnější sklizni i kvůli skladovacím ztrátám. Na základě našich pokusů (9) se pokusíme tento vliv kvantifikovat.

V tab. V. je srovnání jakosti řepy sklizené v polovině září a v „optimálním“ termínu, na přelomu října a listopadu. Je to výsledek pokusů ze 6 lokalit za posledních 6 let (2017–2022).

Termín sklizně má opravdu veliký vliv jak na výnos, tak na jakost. Překvapivé je, že u jakosti se, alespoň podle našich výsledků, omezuje pouze na cukernatost, obsahy melasotvorných látek se nemění, ačkoliv bychom mohli předpokládat, že bude docházet k jejich naředění narůstající biomasou řepy. Pravděpodobně se tu, zejména u α -aminodusíku, projevuje translokace uvnitř rostliny z postupně odumírajících listů. Výťažnost bílého cukru (rafinády) v přepočtu na polarizační cukr se v optimálním termínu sklizně blíží kýženým 90 % a je téměř o 1 % vyšší než na začátku sklizně. Není to, bohužel, asi využitelná rezerva, sklizeň v září je nezbytným předpokladem pro eliminaci dalších již zmíněných rizik.

Skladování řepy – ekonomika nutí cukrovary k co největšímu využití zpracovatelské kapacity a k prodlužování doby zpracování daleko přes 100 dnů. Sklizeň řepy je v našich podmínkách rozumné dokončit nejpozději do konce listopadu a pak se řepa skladuje na ukládkách u pěstitelů. V Řepařském institutu jsme po 9 let prováděli pokusy k odhadu výše ztrát u skladované řepy a k možnostem jejich snížení ochranou ukládek před výkyvy teplot (9). Jakost řepy v těchto pokusech se stanovovala při přejímce v cukrovaru, a tak se omezila jen na cukernatost. Nemáme tedy data o obsahu melasotvorných látek i invertního cukru, který u déle skladované řepy asi hraje velmi významnou úlohu (2). I samotná cukernatost však ukazuje, že vliv skladování na jakost je velmi významný (tab. VI.).

Ztráty v tělese ukládky jsme zjišťovali 9 let, v povrchové vrstvě pouze 5 let. Při výpočtu celkových ztrát jsme vycházeli z odhadu, že povrchová vrstva (20 cm) představuje cca 10 % hmotnosti ukládky. Ještě je nutno předeslat, že se nám prakticky vždy podařilo naskladnit řepu za sucha, relativně čistou a dobře

seřezanou, bez dalších rostlinných příměsí – v praxi to tak vždy nebývá. Na druhou stranu se za 9 let vystřídaly velmi rozdílné průběhy počasí – od vyrovnaného průběhu teplot po značné výkyvy, mrazy a výrazná oteplení. Pokles cukernatosti během skladování je významný, zdaleka však nedosahuje poplašných hodnot, které se v souvislosti se skladováním někdy uvádějí. Ty se asi týkají povrchové vrstvy nechráněných ukládek, kde jsou ztráty jak cukernatosti, tak hmotnosti opravdu vysoké a přistupují k nim navíc v některých letech namrznutí a navazující hniloby. Pozoruhodné je, že skladovací ztráty lze snížit přibližně na polovinu ochranou ukládek – v našem případě jsme zkoušeli zakrýt slámou nebo polypropylenovým roumem toptex (mezi oběma variantami ochrany nebyl velký rozdíl, a proto uvádíme jejich průměr).

Vliv hnojení dusíkem na jakost řepy

Dusík, tak důležitý pro dobrý růst řepy v první polovině vegetace, je tradičně spojován s poklesem jakosti. Může za to zejména situace ze šedesátých a sedmdesátých let minulého století, kdy se hnojení (v celé Evropě) prudce zvýšilo, řepný chrást se využíval ke krmení a při hnojení i vysoko přes 200 kg·ha⁻¹ N cukernatosti poklesly hluboko pod 16 % (u nás i pod 14 %). Cukrovary kolem roku 1980, nejprve v Rakousku, začaly organizovat nápravu – nákup podle cukernatosti, hnojení podle rozborů půdy, cukernatější odrůdy, zaorávání chrástu... Během 20 let se cukernatost vrátila na hodnoty kolem 18 %. Jaká je tedy situace dnes, jakou roli v jakosti řepy hraje dusíkaté hnojení?





V Řeapařském institutu monitorujeme v české řeapařské oblasti už skoro 40 let zásobu dusíku v půdě, zakládáme pokusy se stupňovaným hnojením dusíkem a odhadujeme tak jeho optimální dávku pro daný ročník. Zásoba dusíku rok od roku velmi kolísá, zejména v závislosti na zimních srážkách, ale z dlouhodobějšího pohledu, po poklesu v devadesátých letech, se v zásadě nemění. Dávka dusíku přímo k řepě se v praxi postupně snížila, podle našeho odhadu na dnešní průměr kolem $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ a je o cca 30–40 kg vyšší, než dávka, jakou podle pokusů a zásoby dusíku v půdě s ohledem na maximalizaci výnosu cukru doporučujeme. Jisté postižení jakosti tady tedy asi pořád zůstává, ale je to daň za jistotu, kterou praktici čelí možnému „nedohojení“ a snížení výnosu. V tab. VII. je vliv dávky dusíku na cukernatost a α -aminodusík ze 60 pokusů provedených v posledních 10 letech (8). Cukernatost se dnes s hnojením snižuje jen velmi mírně, větší je vliv na škodlivý α -aminodusík, který snižuje výtěžnost rafinády (bílého cukru).

Vliv zamoření půd nematody na jakost řepy

Nematody, háďátko řepné (*Heterodera schachtii*) je velké téma posledních 10–15 let. Problém dnes řeší tolerantní odrůdy, půdní rozbory, které na zamoření upozorní, a zvětšení odstupů mezi řepami v osevních sledech. Když před lety začalo zamoření půd hrát větší roli, byl to nový faktor snižující výnosy a často byl

Tab. VII. Vliv dávky dusíku na jakost cukrové řepy, 60 pokusů na 6 lokalitách v Čechách v letech 2013–2022

	Dávka dusíku ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)				
	0	40	80	120	160
Cukernatost (%)	18,47	18,42	18,38	18,27	18,17
Obsah α -aminoN ($\text{mmol} \cdot 100 \text{g}^{-1}$)	1,66	1,76	1,87	2,00	2,17
Výtěžnost rafinády na řepu (%)	16,48	16,38	16,35	16,21	16,06
Výtěžnost rafinády na pol. cukr (%)	89,2	88,9	89,0	88,7	88,4

vliv nematodů spojován i s případy nižší jakosti. Byla a je to ovšem jen spekulace založená na horším vzhladu napadených porostů. Pro naše pokusy (9) jsme cíleně vyhledávali jak pozemky zamořené, tak nezamořené nematody (kvůli zkoušení tolerantních odrůd), a tak můžeme z těchto pokusů vliv nematodů na jakost posoudit (tab. VIII.). Je to ovšem jen velmi hrubé srovnání, založené pouze na velkém počtu pozemků ve srovnávaných skupinách a na stejných pěstovaných odrůdách (vždy se zde jednalo o odrůdy tolerantní k nematodům). Předpokládáme přitom, že další faktory ovlivňující jakost se v 60 posuzovaných případech vzájemně eliminovaly. V principu není možné na tomtéž pozemku porovnat jakost řepy ovlivněné a neovlivněné nematody.

Nematody napadají kořeny řepy a omezují tak příjem vody a živin, u netolerantních odrůd více, u tolerantních méně, ale přesto.

To se v našem srovnání potvrdilo ve sníženém obsahu alkálií i dusíku. U netolerantních odrůd je tento snížený příjem vody a živin důvodem výrazného snižování výnosu. Na druhé straně – nižší příjem dusíku stojí pravděpodobně za mírným zlepšením cukernatosti a spolu s nižším příjmem alkálií za docela významným zlepšením výtěžnosti rafinády. Nematody tedy snižují výnosy, na jakosti řepy se však negativně nepodílejí. Platí to pro běžné řeapařské půdy, na polích s extrémním zamořením, kde se už řepa běžně nepěstuje, to může být odlišné.

Vliv hloubky sřezu na jakost

Hloubka sřezu řepné bulvy byla vždy předmětem sváru při nákupu řepy. Hlava řepné bulvy má horší jakost a mělký sřez je vždy spojen s jistým podílem neseříznutých bulv se zbytky chrástu. Hluboký sřez na druhé straně znamená nižší výnos řepy i cukru, a tak vždy šlo o kompromis mezi pěstiteli a cukrovary. Kolem roku 2010 se začalo uvažovat o energetickém využití cukrové řepy a s tím o maximalizaci výnosu biomasy. Výrobci sklizňových strojů přišli s nabídkou variantních řešení – pouhého odlštění bulvy a velmi mělkého sřezu, pro který se vžil termín „mikrotop“. Dokonalejší technologie vycukernování a paralelní výroba cukru a ethanolu v cukrovarech současně dovedla cukrovary k možnosti akceptovat mělký sřez jako benefit pro celé odvětví, vedoucí k vyšším výnosům řepy a nakonec i cukru. Změnila se definice správně seříznuté řepy a po roce 2015 se začala vykupovat řepa s větším podílem hlav bulv. Mělo to ovšem dopad na jisté snížení jakosti (10). V Řeapařském institutu jsme v letech 2014 a 2015 provedli pokusy s cílem tento dopad kvantifikovat (5). Na 6 lokalitách, při různých termínech sklizně a různých odrůdách bylo porovnáno 269 dvojic pokusných parcel se standardním sřezem a s vyšším sřezem (mikrotopem) (tab. IX.).

Mělký sřez řepy vedl k významnému zvýšení výnosu (+7,6 %) a nevelkému (i když statisticky vysoce signifikantnímu) zhoršení jakosti (–0,2 % výtěžnosti rafinády). Na zhoršení jakosti se podílejí všechny zjišťované parametry:

Tab. VIII. Jakost řepy na nematody nezamořených a zamořených polích

Pokusy v období 2013 – 2022	Cukernatost (%)	K + Na (mmol·100 g ⁻¹)	Alfaamino N (mmol·100 g ⁻¹)	Výtěžnost rafinády, přepočet na řepu (%)	Výtěžnost rafinády, přepočet na PC (%)
Bez nematodů, 33 pokusů	18,29	4,74	2,08	16,18	88,5
Zamořeno nematody, 27 pokusů	18,41	4,04	1,66	16,39	89,0

Tab. IX. Vliv dřive „standardního“ a mělčího sřezu (mikrotop) na jakost řepy, pokusy v letech 2014 a 2015

	Výnos řepy (t·ha ⁻¹)	Cukernatost (%)	K	Na	α-N	Výtěžnost na řepu (%)	Výnos rafinády (t·ha ⁻¹)	Výtěžnost na pol. cukr (%)
			mmol·100 g ⁻¹ řepy					
Standardní sřez	80,1	18,93	3,58	0,52	1,43	17,01	13,6	89,9
Mikrotop	86,3 ²	18,72 ²	3,69	0,54	1,48	16,79 ²	14,4 ²	89,7
Hlava bulvy ¹	6,20	16,00	5,13	0,87	2,15	13,69	0,80	85,5

¹ Část hlavy řepné bulvy mezi „mikrotopem“ a standardním sřezem; hmotnost a jakost dopočtena z rozdílu mezi standardním sřezem a „mikrotopem“, ² změna oproti standardnímu sřezu signifikantní na úrovni 99% pravděpodobnosti.

cukernatost, obsah alkálií i obsah α-aminodusíku. V praxi bude toto zhoršení pravděpodobně větší, protože při pokusné (mechanizované) sklizni jsme neseřiznuté řepy ručně opravovali. Vcelku však mělčí sřez přinesl velmi významné zvýšení výnosu rafinády (bílého cukru). Domnívám se, že i mělčí sřez cukrové řepy přispěl k poklesu výtěžnosti (v přepočtu na nakoupený cukr) zaznamenanému v posledních letech (obr. 2., tab. I.).

Diskuse

Jak bylo uvedeno, jakost řepy souhrnně a v hospodářském měřítku ovlivňuje výrobu cukru ze sklizené řepy. Pro pěstitele ji reprezentuje cukernatost nebo, v případě podrobnější analytiky při nákupu, teoretická výtěžnost rafinády (bílého cukru). Pro cukrovaru je pak asi nejdůležitějším parametrem výroba rafinády z nakoupeného, zaplaceného polarizačního cukru. V obou těchto pohledech došlo v Česku k velmi pozitivnímu vývoji. Cukernatost se za 50 let zvýšila ze 14–15 % na dnešních cca 17 %, výtěžnost z nakoupeného cukru ze 75 % na 86–87 %. U obou těchto parametrů je další významný prostor ke zlepšení. Cukernatost nabízeného sortimentu odrůd dosáhla v průměru víceletého zkoušení cca 18 % a potenciální výtěžnost cukru cca 90 %. V posledních 10 letech se však tyto parametry namísto zlepšení zhoršily. Je to důsledek více vlivů a v principu hledání nejlepšího kompromisu mezi jakostí, výnosem řepy a cukru i ekonomikou celého odvětví. Koncentrace řepy na nejlepší řepářské půdy s sebou přinesla nárůst zamoření těchto půd nematody a pokles výnosů na těchto polích. Řešení přinesly nové odrůdy tolerantní k tomuto škůdci, jejich jakost – cukernatost i obsah melasotvorných látek – však zatím poněkud zaostávají za původním sortimentem. Podobně restriktce účinných herbicidních látek, už neúnosně komplikovaná technologie herbicidní ochrany a zaplevelení nejlepších polí plevelnou jednoletou řepou dovedly šlechtitele k novým odrůdám rezistentním k ALS herbicidům, tzv. smart odrůdám. Ty pěstitele velmi přivítali, rychle je začali využívat i přesto, že jejich jakost zatím přináší ještě větší zhoršení než zavedení odrůd tolerantních

k nematodům. U obou těchto změn odrůdové skladby je ovšem reálná naděje, že s novými generacemi odrůd v těchto segmentech se budou jakostní parametry zlepšovat.

Další změnou posledních let bylo zavedení mělčího sřezu řepy. Mělčí sřez s sebou přinesl významné zvýšení výnosů řepy i cukru, opět však znamenal mírně negativní vliv na jakost. Cukernatost a zejména obsah melasotvorných látek je v tomto výnosovém příspěvku, ve hlavách řepných bulev, výrazně horší a přes malý hmotnostní podíl na výnosu se výtěžnost rafinády snižuje o 0,2 %. A ještě jeden vliv je nutno uvést: prodloužení kampaní cukrovarů. Průměrné délka kampaně se v Česku do roku 2016 pohybovala kolem 110 dnů, potom však narostla na cca 120 dnů. To s sebou nese časné začátky kampaní a sklizně, delší skladování řepy a rovněž, samozřejmě, ztráty cukru prodýcháním, hnilobou i namrznutí skladované řepy. Při ochraně ukládek je možno tyto ztráty významně snížit, dobrá ochrana se však zatím uplatňuje u příliš malého podílu ukládek. Jakkoliv se v této analýze nechci zabývat ročníkovými vlivy, na tomto místě jsou velmi významné. Prosinec 2022 s dlouhou mrazovou periodou ovlivnil jakost skladované a v lednu zpracovávané řepy opravdu výrazně. U skladování jsme, bohužel, nepostihli významný parametr – obsah invertního cukru. Jeho zohlednění by nepochybně negativní vliv skladování na jakost dále zvýšilo. Začátek sklizně a zpracování řepy kolem poloviny září se praktikuje už dlouho, sklizeň této řepy výslednou jakost určitě snižuje, na druhé straně snižuje rizika skladování; je to vynucený kompromis, praktikovaný ve všech řepářských zemích s podobnými klimatickými podmínkami.

Pokusil jsem se v předchozím textu odhadnout ještě vliv cercosporiázy, hnojení dusíkem a nematodů. To jsou vlivy, které se uplatňují nejen v posledním období, a myslím, že jim nelze přičítat podíl na opakovaně zmíněném zhoršení jakosti jen v posledních letech. U nematodů jsme dopěli k názoru, že sami přímo jakost řepy nezhoršují (na rozdíl od poškozování výnosu) – pokud odhlédneme od toho, že nutí k pěstování jakostně mírně handicapovaných odrůd. Cercosporiáza a ostatní listové choroby mají naopak dlouhodobě veliký vliv. Fungicidní

ochrana má mnoho úskalí, od správného načasování přes účinnost a restriktce přípravků až po ohledy na významnou finanční náročnost. Z výše dokumentovaného rozpětí mezi dobrou a nulovou ochranou 0,5 % u cukernatosti a 0,8 % u výtěžnosti cukru odhadují, že pěstitelé tu dlouhodobě ztrácejí 0,2–0,3 % cukernatosti a cukrovarům se výtěžnost na nakoupený cukr snižuje o 0,4 %. Využití této „rezervy“ je třeba hledat ve zlepšování signalizace ochrany, v urychlení reakce pěstitelů na tuto signalizaci, v účinnosti přípravků a v nově v přicházejících odrůdách s vysokou tolerancí k chorobě. Dusík, jeho zásoba v půdě a přímé hnojení, měl na jakost velký vliv v minulosti. Dnes, s poklesem dávek hnojení a s omezením pozdního přihnojování je tento vliv ve srovnání s dalšími, které jsme zkoumali, poměrně malý. Další zpřesňování v tomto ohledu se může projevit spíše ve snižování materiálových nákladů než ve zlepšení jakosti.

Jisté omezení potenciálu jakosti řepy v posledních letech není možno interpretovat jako negativní vývoj. Je to kompromis, reakce na nematody, problémy s plevele, restriktce chemie, snaha o zlepšení ekonomiky využitím mělčího sřezu u pěstitelů a prodloužením kampaní cukrovarů. Přes tyto omezující vlivy zůstává u prakticky dosahované jakosti značná využitelná rezerva: cca 1 % cukernatosti a 1–2 % ve výtěžnosti rafinády z polarizačního cukru.

Ještě snad krátká úvaha o budoucnosti: Opakovaně diskutované mírné zhoršení jakosti v posledních 10 letech je logickou reakcí zemědělců a cukrovarů na ekonomické a environmentální tlaky, které na ně dopadají. Prodlužování kampaní a související dopad časných sklizní a skladování, mělčí sřez, nižší hnojení dusíkem, zvažování, spotřeba drahé energie na vycukerňování méně kvalitních sirobů, to je vliv ekonomiky, a ten bude i do budoucna konstantní. Environmentální tlak se bude projevovat v progresivním omezování chemie a bude dopadat na ochranu porostů před cercosporiózou, na vzešlost a mezerovitost porostů, (mezerovitost jsem v práci neuváděl, protože se ji v podstatě podařilo eliminovat, ale asi se nám tento problém vrátí, bohužel), na žloutenky bez neonicotinoidů. U cercosporiózy a u žloutenek přijde řešení v nových odrůdách s novými rezistencemi, i tady však asi musíme počítat s tím, že se jejich jakost bude zlepšovat pomaleji než výnos. Můžeme předpokládat, že se bude zlepšovat potenciální jakost nových odrůd tolerantních k nematodům a k ALS herbicidům. Spíš než posun na vyšší úroveň budeme mít co dělat, abychom současnou úroveň jakosti udrželi. V praxi je reálné zmírnit budoucí tlaky zmenšením vlivu cercosporiózy, lepší ochranou skladované řepy a pečlivým výběrem odrůd.



Souhrn

V článku je prezentován vývoj cukernatosti a výtěžnosti cukru za posledních 50 let. Cukernatost se v Česku v tomto období zvýšila ze 14–15 % na 17 %, výtěžnost rafinády z polarizačního cukru ze 75 % na cca 87 %. K největšímu posunu v jakosti došlo v letech 1990–2010. Ze zkoušení nabízených odrůd vychází současná potenciální jakost pro pěstitelů na cca 18 % cukernatosti a pro cukrovarů výtěžnost z nakoupeného polarizačního cukru cca 90 %. Dále je z řady pokusných sérií z posledních 10 let odhadován vliv vybraných faktorů na jakost – na cukernatost, obsah melasotvorných látek a na výtěžnost cukru. Byl odhadnut vliv současných odrůd tolerantních k nematodům, smart odrůd tolerantních k ALS herbicidům, vliv houbových chorob listů, nematodů, rané sklizně a dlouhodobého skladování řepy, mělčího sřezu (mikrotopu) a hnojení dusíkem.

Klíčová slova: cukrová řepa, cukr, výnos, cukernatost, výtěžnost.

Literatura

1. Vukov, K.: *Physik und Chemie der Zuckerrübe*. Budapest: Akademie Kiadó, 1972.
2. KADLEC, P.: Vliv redukujících látek (invertu) v řepě na ztáty cukru v melase a výtěžnost bílého cukru. *Listy cukrov. řepář.*, 139, 2023 (4), s. 156–159.
3. REINEFELD, E. ET AL.: Zur Voraussage des Melassezuckers aus Rübenanalysen. *Zucker*, 27, 1974 (1), s. 2–15.
4. BUCHHOLZ, K. ET AL.: Neubewertung des technischen Wertes von Zuckerrüben. *Zuckerind.*, 120, 1995, s. 113–121.
5. *Bilanční statistika komodity cukrovka – cukr*: MZe ČR, www.mze.cz.
6. MYDLILOVÁ, J.: *Ekonomická efektivnost velkovýrobních technologií pěstování cukrovky*. Závěrečná výzkumná zpráva, VŠŮŘ, 1989.
7. *Sugar Economy*. Bartens, 1980–2023.
8. SCHELLEROVÁ, E.; ROSA, M.; ŠEBÍKOVÁ, O.: Vliv prodloužení vegetace na výnos a technologickou jakost cukrovky. *Listy cukrov.*, 99, 1983 (9), s. 193–198.
9. Řepářský institut: Zpráva o pokusech 1992–2022, www.semce.cz.
10. HOFFMANN CH.; MÄRLÄNDER, B.: Technological qualities of defoliated and topped sugar beet. *Sugar Ind.*, 141, 2016 (1), s. 26–35.
11. *Seznam doporučených odrůd, cukrovka*. ÚKZÚZ, 1993–2022.

Chochola J.: Quality of Sugar Beet in Czech Republic and Its Long-term Development

The article presents the development of sugar content and sugar yield over the last 50 years. Over this period, beet sugar content in the Czech Republic has increased from 14–15% to 17%, and the yield of refined polarized sugar has increased from 75% to about 87%. The biggest shift in quality occurred between 1990 and 2010. Testing of the available varieties shows the purchased polarized sugar returning a potential quality of around 18% sugar content for growers and a yield of around 90% for sugar producers. The effect of certain selected factors on the quality – sugar content, molasses content and sugar yield – has also been estimated from a series of trials over the last 10 years. The trials also estimated the effect of current nematode-tolerant varieties, smart varieties tolerant to ALS herbicides, foliar fungal diseases, nematodes, early harvesting and long-term storage of beet, shallower cut (micro-top) and nitrogen fertilization.

Key words: sugar beet, sugar, yield, sugar content, sugar yield.

Kontaktní adresa – Contact address:

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