

Výroba cukru 2011/2012 – svět, Evropa, Česká republika

SUGAR PRODUCTION 2011/2012 – WORLD, EUROPE, CZECH REPUBLIC

Referát přednesený na Cukrovarnicko-lihovarnické konferenci 2012

Oldřich Reinberg

předseda Koordinační rady Českomoravského cukrovarnického spolku, předseda Svazu lihovarů České republiky

Výroba cukru ve světě

Cukr je sladidlem vytvořeným přírodou, energií, do jejíž tvorby kromě vody, fotosyntézy a CO₂ nevstupují žádné vnější chemické vlivy. V Evropě a v USA se pro získávání bílého zlata pěstuje cukrová řepa, v Brazílii, Indii, Thajsku a dalších oblastech světa je to potom cukrová třtina. Kromě cukru jsou tyto plodiny také zdrojem lihu, krmiv a hnojiv i obnovitelným zdrojem energie.

Dlouhodobý poměr výroby cukru z cukrové třtiny je čtyřikrát vyšší než z cukrové řepy, ale v posledních letech výroba cukru z cukrové třtiny stagnuje. Hlavními důvody jsou klima, environmentální problematika, zesilující využití této plodiny pro výroby obnovitelných zdrojů energie a také nestabilní politická situace

ve významných produkčních oblastech. Naproti tomu cukrová řepa i v uplynulé kampani ukázala, že má potenciál dalšího kvalitativního i kvantitativního růstu. V posledním období u ní došlo k nárůstu výnosů až na 80–110 t.ha⁻¹ a k nárůstu výnosů bílého cukru až na 13–15 t.ha⁻¹. Vývoj sklizňových ploch cukrové řepy v EU v letech 2006/2007 až 2010/2011 uvádí tab. I.

Spotřeba cukru roste celosvětově 2% tempem, tedy o 3 mil. t ročně. Toto číslo odpovídá roční spotřebě 80 milionů obyvatel Evropské unie, tedy například celému Německu. Stále této spotřebě dominuje Evropa s průměrnými 36 kg cukru na obyvatele, zatímco Afrika a Asie, i přes rostoucí spotřebu v dynamicky rostoucích zemích, jako je například Čína, má spotřebu na hlavu méně než poloviční (< 15 kg na obyvatele). Celková výroba cukru ve světě v uplynulém období činila více než 172 mil. t, spotřeba potom dosáhla 169 mil. t – pro obě hodnoty platí, že jsou historickým rekordem. Vývoj výroby a spotřeby cukru ve světě ilustruje graf na obr. 1.

Jak je patrné z obr. 2. při pohledu na vybrané země, tak např. v Brazílii dosáhla výroba 38 mil. t cukru při spotřebě necelých 13 mil. t. Brazílie je tedy i nadále vysoce vývozní zemí, ale v porovnání s loňským rokem se její přebytek snížil o více než 2 mil. t cukru. Naproti tomu čistě a vysoce deficitní zemí je Čína, která při spotřebě 14,9 mil. t cukru dokázala vyrobit pouze 12,5 mil. t cukru. Indie a Thajsko zůstávají v přebytku. Indické cukrovarnictví vyprodukovalo 27,5 mil. t cukru při spotřebě 25 mil. t (nárůst o 1,7 mil. t oproti roku 2010/2011), Thajsko vyrobilo 10,7 mil. t cukru, což je dokonce téměř pětinašobek jeho spotřeby, která činí 2,7 mil. t. Nadále deficitní zůstává i přes zvýšení produkce o 2,3 mil. t na loňských 5,2 mil. t cukru Rusko, jehož spotřeba se blíží 6 mil. t cukru.

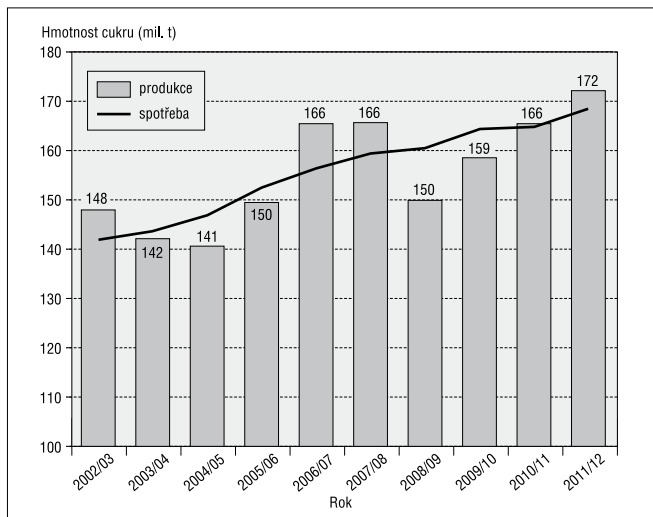
Evropská unie

V Evropské unii se po reformě Společné organizace trhu s cukrem (SOTC), která znamenala restrukturalizaci cukrovarnického průmyslu a ve svém důsledku přinesla uzavření 106 cukrovarů a zrušení téměř 19 tisíc pracovních míst (dopady reformy ukazují tab. II.), situace stabilizovala.

Tab. I. Srovnání sklizňových ploch cukrovky v EU

Země	Sklizňová plocha cukrové řepy (ha)				
	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011
Belgie	83 419	85 019	60 256	63 438	59 542
Česká republika	59 447	54 026	51 289	53 718	57 420
Dánsko	41 700	39 300	36 500	38 000	39 200
Finsko	23 777	16 000	13 600	15 000	14 600
Francie	379 241	397 936	349 498	372 200	380 720
Itálie	92 104	85 638	61 172	60 619	62 266
Litva	14 400	13 200	7 000	10 500	10 600
Maďarsko	45 954	36 229	6 500	13 211	13 718
Německo	359 773	391 496	363 834	364 207	344 820
Nizozemsko	83 303	82 260	72 271	72 380	70 465
Polsko	240 297	215 296	175 682	181 756	195 176
Portug. – Azory	500	500	500	500	500
Rakousko	39 412	42 336	43 027	43 978	44 918
Rumunsko	29 240	22 282	18 955	19 600	24 000
Řecko	26 879	13 722	13 848	23 412	13 367
Slovensko	27 492	18 913	11 030	15 887	16 874
Španělsko	103 900	60 300	51 100	45 100	44 500
Švédsko	43 700	40 000	36 700	38 900	37 100
Velká Británie	110 315	106 186	101 219	103 484	93 387
EU-27	1 826 359	1 722 291	1 473 981	1 535 890	1 523 173

Obr. 1. Světová výroba a spotřeba cukru



Počáteční zásoba cukru na začátku hodnoceného období (říjen 2011 až září 2012) činila 1,8 mil. t cukru. Celkem bylo vyrobeno 19,1 mil. t cukru, z toho 14,2 mil. t v kvótě a 4,9 mil. t nad kvótu. Dovozy cukru dosáhly 3,7 mil. t cukru. Celková nabídka cukru v Evropské unii tak činila 19,7 mil. t kvótového a 4,9 mil. t nadkvótového cukru. V porovnání s obdobím 2010/2011 tak prakticky nedošlo k významným změnám.

Co se týče spotřeby, ta vzrostla o 100 tis. t na 16,6 mil. t kvótového cukru a o 500 tis. t u nadkvótového cukru. Vývozy cukru činily celkem 3,2 mil. t. Podle odhadů Evropské komise tak bude celkový odbyt činit 19,7 mil. t cukru v kvótě a 4,9 mil. t nadkvótového cukru, což by se mělo rovnat celkové nabídce této komodity v Evropě. Vývoj cukerní bilance v letech 2009/2010 až 2011/2012 ukazuje tab. III., kterou publikovala Evropská komise na jednání ŘV SOAT v Bruselu 10. 2. 2012.

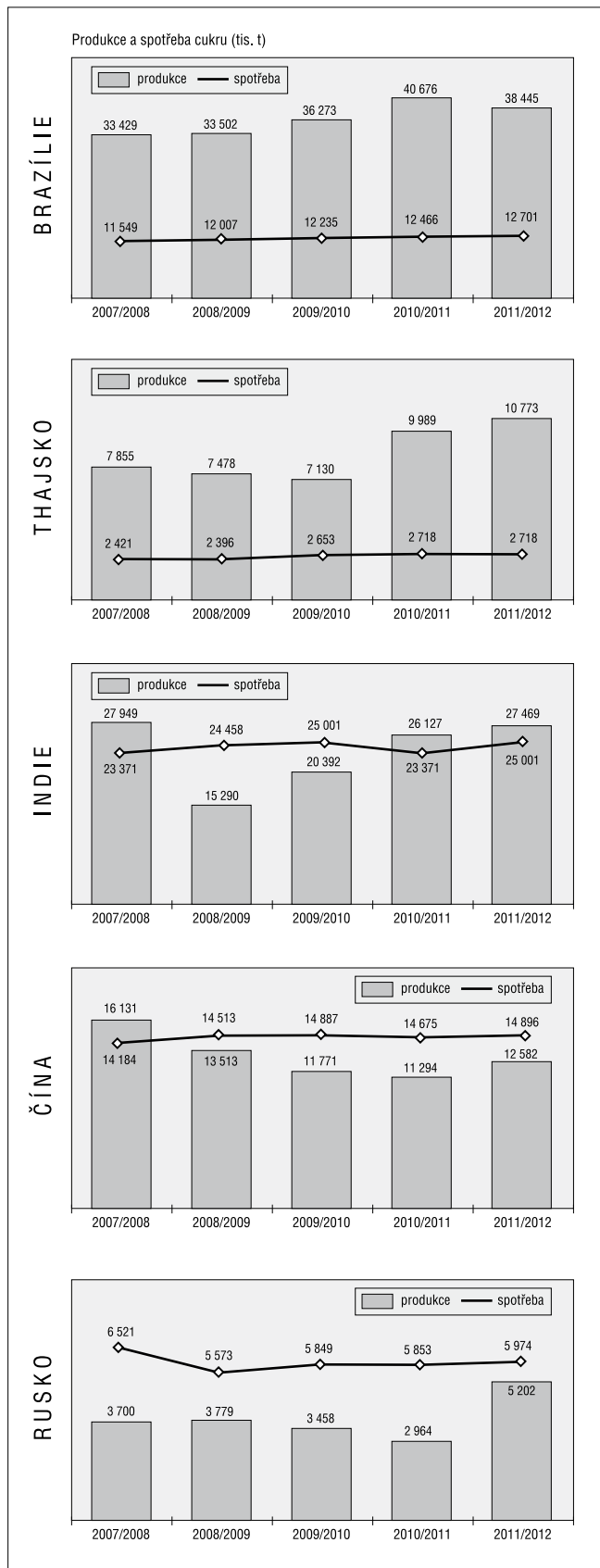
Trh s cukrem v Evropské unii je i nadále silně regulován. Producenti cukru ho mohou na trh uvést třemi způsoby – v rámci produkčních kvót; vývozem nekvótového cukru mimo Evropskou unii (kvóta přidělená Světovou obchodní organizací činí 1,35 mil. t) nebo žádostí o reklasifikaci nekvótového cukru pro použití na trhu EU. Vzhledem k nesoběstačnosti Evropské unie v produkci cukru (každoročně jí chybí 3–4 mil. t cukru) je Evropa i nadále závislá na dovozech cukru. Ty probíhají formou tendrů na dovozy cukru se sníženým clem, dovozy cukru s nulovým clem a také dovozy průmyslového cukru.

SOTC v EU v aktuální podobě skončí v roce 2014/2015 (novelizace nařízení Rady EU 1234/2007). Před Evropskou komisí

Tab. II. Dopady reformy na cukrovarnický průmysl EU

Parametr	2005/2006 před reformou	2010/2011 po reformě	Změna
Plocha (ha)	index %	1 557 506	-29 %
Počet pěstitelů	304 504	155 381	-49 %
Výroba cukru (t)	19 989 786	14 844 522	-25 %
Produkční kvóta (t)	17,06 mil.	13,3 mil.	-22 %
Počet výrobních závodů	183	106	-42 %
Počet zaměstnanců	40 687	27 658	-32 %

Obr. 2. Bilance cukru ve vybraných zemích (pramen: LMC)



tak stojí rozhodnutí o její nové podobě, při kterém bude muset vyřešit především následující otázky: Zachovat kvóty až do roku 2020? Oddělenou platba za řepu? Minimální cenu řepy? Referenční cenu cukru?

Tab. III. Cukerní bilance EU za hospodářské roky 2009/2010 až 2011/2012

	2009/2010*		2010/2011*		2011/2012**	
	říjen–září		říjen–září		říjen–září	
	Množství cukru (t)					
	kvótový	nadkvót.	kvótový	nadkvót.	kvótový	nadkvót.
Počáteční zásoba	2 189	0	1 177	0	1 828	0
Výroba	13 956	4 663	14 361	2 248	14 247	4 914
Dovozy	2 996	8	3 973	54	3 629	55
Celkem nabídka cukru	18 795	4 671	19 511	2 303	19 704	4 969
Spotřeba	16 500	1 992	16 500	1 446	16 600	1 950
Vývozy	1 118	2 115	1 183	735	1 183	2 065
Konečná zásoba	1 177	564	1 828	121	1 921	954
Celkem odbyt cukru	18 795	4 671	19 511	2 303	19 704	4 969

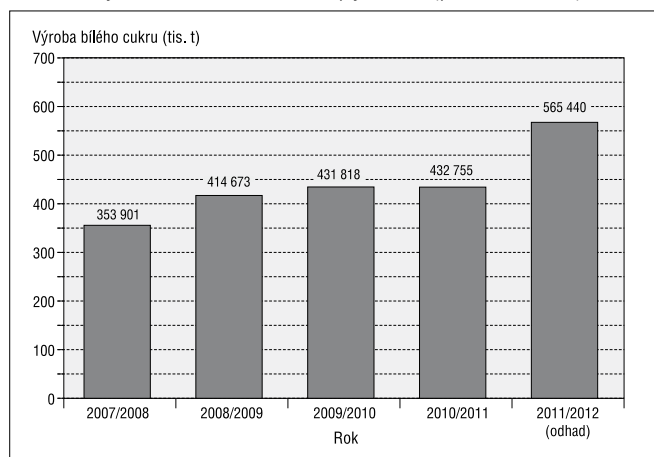
* konečné údaje, ** odhad EK

Pramen: EK ŘV SOAT, 10. 2. 2012

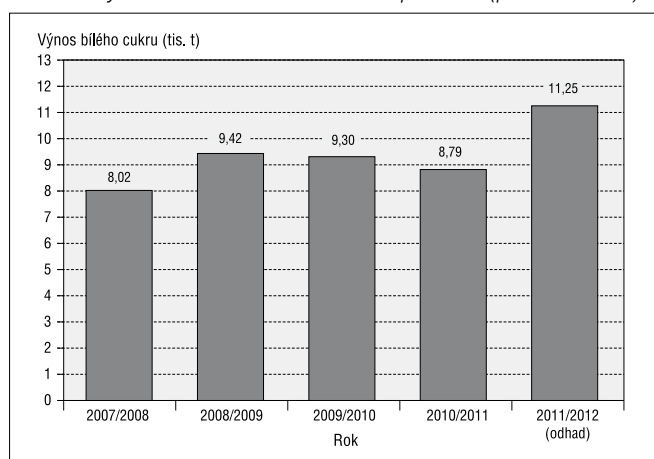
Cukrovarnická kampaň v České republice 2011/2012

V kontextu cukrovarnictví a řepařství v Evropské unii prokázala Česká republika svou konkurenceschopnost. Po reformě se cukrová řepa pěstuje již jen ve středním pásu

Obr. 3. Výroba bílého cukru z řepy v ČR (pramen: MZe)



Obr. 4. Výnos bílého cukru v České republice (pramen: MZe)



Evropy, do kterého spadá i Česká republika. Čeští zemědělci a cukrovarníci přežili celou řadu krizových momentů, ať už to byl vstup do Evropské unie v roce 2004 nebo reforma v následujících letech, kdy byla možnost za finanční kompenzaci z Evropské unie skončit s pěstováním řepy i s výrobou cukru. Čeští producenti řepy a cukru však z tohoto období vzešli posílení. Česká republika včas zachytila trend poreformního vývoje cukrovarnictví v Evropské unii – zvýšila výrobu i efektivitu, snížila náklady, zvýšila výnosy cukrovky. Dokazují to i údaje z uplynulé kampaně.

Celková výroba cukru v České republice v roce 2011/2012 činila 565 tis. t cukru. Z toho bylo 372 tis. t vyrobeno v rámci kvóty a 193 tis. t nad kvótu. Zpracované množství cukrové řepy pro výrobu cukru činilo 3,9 mil. t řepy při průměrném výnosu bulev 78,56 t.ha⁻¹ a průměrné cukernatosti 17,32 %. Výnos polarizačního cukru dosáhl 13 t.ha⁻¹. Řepa pro výrobu cukru byla sklizena z plochy přesahující 50 tis. ha. Vynikající výsledky uplynulé kampaně ilustrují obr. 3. a 4.

Cukrová řepa v České republice však již nemůže být chápána pouze jako surovina pro výrobu cukru. Dnes je strategickou plodinou, ze které se vyrábí nejen potraviny (cukr, líc), ale také krmivo (pelety, vyslazené řízky), hnojivo (dusíkaté, vápenaté, draslíkaté) a je zdrojem obnovitelné energie ve formě bezvodého kvasného lihu (povinné přimíchávání, směs E85) a výpalků pro zpracování v bioplynových stanicích. V neposlední řadě přináší zpracování cukrové řepy velký zdroj vody a zeminy.

Česká republika zůstává mezi cukrovarnickou elitou. V sedmi cukrovarech pěti společností bylo zpracováno 4,7 mil. t cukrové 16% řepy (včetně řepy pro výrobu lihu). Průměrně se v jednom cukrovaru zpracuje více než 620 tis. t cukrové řepy. V sedmi cukrovarech bylo vyrobeno 565 tis. t cukru, tj. v 1 cukrovaru bylo průměrně vyrobeno téměř 81 tis. t cukru. Vynikající výsledky pěstování cukrové řepy se odrazily ve výnosech, dosahujících 80 t.ha⁻¹ řepných bulev. Délka kampaně byla v průměru 114 dní.

Výroba bioetanolu v ČR a ve světě

Výroba bioetanolu v ČR a ve světě

Jak je patrné z obr. 5., největšími výrobci bioetanolu ve světě jsou státy Severní, Střední a Jižní Ameriky, které dohromady tvoří více než 90 % celosvětové produkce bioetanolu (z cukrové třtiny a z cukrové řepy). O zbylý podíl na výrobě se takřka rovným dílem dělí Asie a Evropa, která vytvoří zhruba 5 % celosvětové produkce biolihu.

V Evropské unii je jednoznačným lídrem ve výrobě obnovitelných zdrojů z cukrové řepy Francie, která v roce 2010 vyrobila více než 1,3 mld. l bezvodého lihu. Na druhém místě je potom Německo s 755 mil. l a medailová umístění uzavírá Španělsko s produkcí 480 mil. l bioetanolu ročně. Celková produkce bioetanolu v Evropě činí 4,5 mld. l. I přesto, že jde o meziroční nárůst výroby o 300 mil. l, není Evropská unie v produkci bioetanolu soběstačná. Spotřeba totiž meziročně vzrostla o téměř 1 miliardu litrů na 5,4 mld l. Z uvedeného tedy jasně vyplývá, že EU-27 je v produkci této komodity i nadále deficitní. Vývoj produkce a spotřeby v jednotlivých členských zemích v období 2006–2010 zachycuje tab. IV.

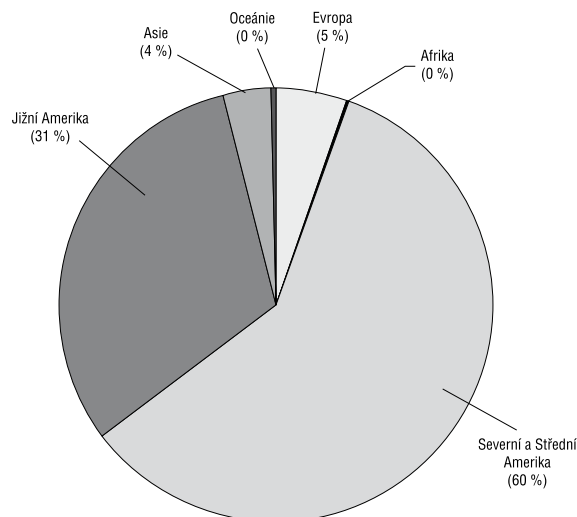
V kontextu uvedených čísel je zřejmé, že Česká republika není v rámci Evropské unie hráčem prvního sledu. Její význam ale i přesto roste. V roce 2010 bylo v ČR vyrobeno 120 mil. l bioetanolu, což činí meziroční nárůst o 8 mil. l. Při mírném poklesu spotřeby o 5 mil. l z 95 na 90 mil. l je tak v České republice přebytek 30 mil. l bezvodého lihu, jejichž vývoz může významně přispět k obchodní bilanci České republiky. Výrobci bezvodého lihu v ČR jsou společnosti Tereos TTD, a. s., a Etanol Energy, a. s. Třetí subjekt, trmické PLP, a. s., svou výrobu již ukončil. Bioetanol se u nás využívá pro přimíchávání do automobilových benzinů, kdy podle zákona musí každý litr automobilového benzínu obsahovat 4,1 % bezvodého lihu, a také pro výrobu vysokokonzentrované směsi benzínu a lihu – E85.

Kapacita výroby biolihu v České republice pro potřeby naplnění mandatorní povinnosti přimíchávání do automobilového benzínu (4,1 %) je dostatečná. Ve výrobě obnovitelných zdrojů energie je Česká republika velmi flexibilní a udržuje její kvalitu na úrovni minimálně srovnatelné s ostatními státy Evropské unie.

Závěr

Ačkoliv je výroba cukru z cukrové třtiny stále přibližně čtyřnásobná oproti výrobě cukru z cukrové řepy, v důsledku vlivu klimatu, environmentální problematiky, zesilujícího využití této plodiny pro výrobu obnovitelných zdrojů energie

Obr. 5. Podíl jednotlivých světadílů na výrobě biolihu (zaokrouhleno)



Pramen: F. O. Licht

a také nestabilní politické situace ve významných produkčních oblastech její využití pro cukr v posledních letech stagnuje. Naproti tomu cukrová řepa prokazuje významný potenciál, což se potvrzuje i v České republice, která i po reformně SOTC zůstává

Tab. IV. Bilance bioetanolu v EU-27

Země	2006			2007			2008			2009			2010		
	výroba	spotř.	saldo	výroba	spotř.	saldo	výroba	spotř.	saldo	výroba	spotř.	saldo	výroba	spotř.	saldo
množství bioetanolu (mil. l)															
Belgie			0			0			0	143	70	73	300	75	225
Bulharsko			0			0	160	3	157			0			0
Česko	15	23	-8	33	5	28	76	64	12	112	95	17	120	90	30
Finsko		5	-5		3	-3	50	130	-80	4	160	-156	7	160	-153
Francie	293	295	-2	539	530	9	1 000	800	200	1 250	802	448	1 300	1 050	250
Irsko		1	-1	7	2	5	10	2	8	2	1	1	4	2	2
Itálie	128		128	60		60	60		60	72	75	-3	82	75	7
Litva	18	13	5	20	18	2	20	18	2	30	28	2	45	27	18
Lotyšsko	12		12	18		18	20		20	15	2	13	12	2	10
Maďarsko	34	20	14	30	18	12	150	58	92	150	100	50	210	110	100
Německo	431	580	-149	394	580	-186	568	792	-224	750	1 143	-393	755	1 466	-711
Nizozemsko	15	40	-25	14	17	-3	9	105	-96		287	-287	50	300	-250
Polsko	120	110	10	155	120	35	200	100	100	166	293	-127	220	305	-85
Portugalsko			0			0	125	275	-150			0			0
Rakousko			0	15	450	-435	89		89	180	126	54	240	128	112
Řecko	25		25			0		4	-4			0			0
Slovensko		4	-4	30	26	4	94	5	89	118	68	50	120	68	52
Slovinsko			0			0			0		8	-8		8	-8
Španělsko	402	220	182	348	223	125	317	229	88	465	298	167	480	450	30
Švédsko	140	340	-200	120	370	-250	78	423	-345	175	389	-214	210	400	-190
V. Británie		95	-95	20	153	-133	75	206	-131	70	316	-246	300	631	-331
EU-27	1 633	1 746	-113	1 803	2 515	-712	3 101	3 214	-113	3 702	4 261	-559	4 455	5 347	-892

Pramen: F. O. Licht

mezi cukrovarnickou elitou. České republice se podařilo včas zachytit trend poreformního vývoje cukrovarnictví v Evropské unii, díky čemuž v uplynulé kampani 2011/2012 dosáhla vyšší výroby cukru, a vyšší efektivity i nižších nákladů při jeho výrobě. ČR se také zapojila do výroby obnovitelných zdrojů energie, ve které je momentálně naprosto soběstačná.

Souhrn

Plodinou číslo jedna pro výrobu cukru ve světě zůstává cukrová třtina, nicméně její využití pro výrobu cukru stagnuje. Naproti tomu cukrová řepa stále prokazuje potenciál ke kvalitativnímu i kvantitativnímu růstu. Celková výroba cukru ve světě v uplynulém období činila více než 172 mil. t, spotřeba dosáhla 169 mil. t. Spotřeba cukru vzrostla přibližně o 2 %, tedy o 3 mil. t. V Evropské unii je po reformě cukerního pořádku deficit 3–4 mil. t ročně. Evropská komise jej řeší dovozy cukru z třetích zemí. Ty probíhají formou tendrů na dovozy cukru se sníženým clem, dovozy cukru s nulovým clem a také dovozy průmyslového cukru. Uplynulá kampaň v České republice byla mimořádná; bylo vyrobeno 565 tis. t cukru, z toho 372 tis. t v rámci kvóty a 193 tis. t nad kvótu. Zpracované množství cukrové řepy pro výrobu cukru činilo 3,9 mil. t řepy při průměrném výnosu bulev $78,56 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a průměrné cukernatosti 17,32 %. Ve výrobě bioetanolu je soustředěno 90 % výrobních kapacit v Severní, Střední a Jižní Americe. V České republice bylo v roce 2010 vyrobeno 120 mil. l bioetanolu, spotřeba činila 90 mil. l.

Klíčová slova: ČR, výroba cukru, spotřeba cukru, cukrová řepa, cukrovarnický sektor, lihovarnický sektor, cukr, bioetanol, EU, kvóty.

Literatura

1. REINBERGR, O.: *Výroba cukru – Svět, Evropa, ČR*. Přednáška přednesená na Cukrovarnicko-lihovarnické konferenci 2012.

2. REINBERGR, O.: Aktuální stav cukrovarnického a lihovarnického průmyslu v poreformním období. *Listy cukrov. řepář.*, 127, 2011 (5/6), s. 159–163.

Reinberg O.: Sugar production 2011/2012 – World, Europe, Czech Republic

While sugar cane still remains the world's no. 1 crop for sugar production, its use for this purpose has been stagnating. Sugar beet, on the other hand, continues to show both qualitative and quantitative growth potential. Last year's world sugar production was in excess of 172 million metric tons; its consumption amounted to 169 million metric tons. Sugar consumption is up by about 2 %, i.e., by 3 million metric tons. Since the Sugar Common Market Organization reform, the EU has been showing an annual deficit of 3–4 million mt. The Commission deals with this by importing sugar from third countries. Importation is done on the basis of reduced-duty tenders, duty-free imports, and industrial sugar imports. The last campaign was exceptional in the Czech Republic; 565,000 mt of sugar were produced, thereof 372,000 mt of quota sugar and 193,000 mt of out-of-quota sugar. The quantity of beet processed for sugar production amounted to 3.9 million metric tons, at an average yield of $78.56 \text{ mt} \cdot \text{ha}^{-1}$, and 17.32 % average sugar content. As for bioethanol production, 90 % of all production capacities are to be found in North, Central, and South America. In the Czech Republic, 120 million litres of bioethanol were produced in 2010, compared to 90 million litres in consumption.

Key words: Czech Republic, sugar production, sugar consumption, sugar beet, sugar industry, alcohol industry, sugar, bioethanol, EU, quota.

Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Oldřich Reinberg, Tereos TTD, a. s., Palackého náměstí 1, 294 41 Dobruška, Česká republika.

ROZHLEDY

Diego L., Martin F., Ca De Quevedo M., Sagrista J. Další možnosti odbarvování v rafinerii cukru (*Extra colour removal in refinery*)

Při rozšíření cukrovaru Guadalete na zpracování třtinového surového cukru bylo hlavním cílem vyřešit procesy odbarvování tak, aby při značném kolísání kvality surového cukru nemusela být použita afinity. Laboratorně a plnoprovozně byly v letech 2009 až 2011 ověřovány různé postupy, hlavně na epuraci a varně. V procesu epurace bylo studováno přidávání PCC (precipitated calcium carbonate), peroxidu vodíku, kyselého siřičitanu sodného a odbarvovacích prostředků firmy Carbo UA. Dále byl studován vliv zavedení třetí saturace na barvu filtrovaného roztoku. PCC se připravuje šaržovitě. Vápenné mléko se mísí s vodou v poměru 50:50, tak aby se získala koncentrace asi $5 \text{ g CaO} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$, směs se saturuje asi na pH 9. Získaná suspenze má koncentraci asi $9 \text{ g CaO} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$ s velikostí částic 2 až 12 μm . Nejvhodnější místo pro přidávání je mezi 1. a 2. saturací v množství 2 % na štávu. Odbarvení filtrované šťávy bylo větší než 20 %, filtrovatelnost šťávy se zlepšila o 5–10 %, turbidita se zlepšila o 60 %. Zavedením třetí saturace se odstranilo 41 až 65 % barevných látek, množství dodatečně přidávaného vápenného mléka závisí na počáteční barvě surového cukru. Přídavek peroxidu vodíku snížil barvu asi o 16 % při maximálním dávkování $200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ H}_2\text{O}_2$ a maximální době kontaktu 3 min. Je nutno kontrolovat, aby neklesalo pH

a netvořil se invertní cukr. Přidávání kyselého siřičitanu sodného do rozpouštěcí pánve v dávkování $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ snížilo barvu filtrovaného roztoku o 17 %. Přidání přípravku firmy Carbo UA do nádrže před filtrací (dávka $1 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) se odstraní asi 16 % barviv, hlavně karamely a melanoidinová barviva. Při společném dávkování s PCC se odstranilo až 25 % barviv. Při naváření na cukrovinu vyrobenou chladicí krystalizací z odtoku A cukroviny se zlepšil poměr barevných látek mezi krystaly a matečným sirobem na 22:1.

ZuckerIndustrie, 136, 2011, č. 11, s. 718–725.

Řádek

Sesjakin V. I. Způsob pěstování cukrové řepy a secí kombajn (*Sposob vozdeľyvanija sacharnoj svekly i posevnoj kombajn dlja jeho osuščestvlenija*)

Posuzuje se způsob pěstování cukrové řepy, který zajišťuje zvýšení polní vzházivosti semen, přibližující se laboratorní, a k tomu příslušné secí zařízení. To dovoluje vysévat osivo do půdy s nenarušeným kapilárním systémem, současně se setím provádět předseťovou kultivaci a vpravení herbicidů do půdy. Tento způsob je energeticky úsporný a ekologicky bezpečný.

Sachar, 2012, č. 1, s. 37–41.

Hořejší, Gebler