

POHLED DO VÝVOJE CUKROVARNICTVÍ

Historie cukrovarnického průmyslu na území dnešní České republiky

Typ materiálu: Podklady - komodita potravinářství

Smlouva DOP

Zadavatel: Ing. M. Novák, CSc.

Zpracovatel: Ing. J. Gebler, CSc.

Přejímatel: Ing. M. Novák, CSc.

Komodita: Potravinářský průmysl, cukrovarnictví, chemie, strojírenství, historie

Praha, 31.10.2011

Pro technika či inženýra znamená práce v cukrovarech výchovu k samostatnosti a operativnosti.

1. Úvod

Cukrovarnický **obor** má u nás více než 225-letou historii je přitažlivý, zajímavý a hodně všestranný, neboť pro rozvoj řepářství a cukrovarnického průmyslu byla nezbytná badatelská činnost v různých odvětvích vědy a současně se využívalo nápadů a zkušeností získaných a ověřených v praxi. Byly zde aplikovány poznatky z chemie, organické, anorganické, analytické, fyzikální, z fyziky, z botaniky, půdoznalectví, šlechtitelství, genetiky a dalších odvětví zemědělské výroby. Rozvoj cukrovarnictví se příznivě promítl i do dalších průmyslů. Strojírenský dodával dokonalejší zařízení a nalézal výhodnější postupy pro zvyšování kapacit a tím i ekonomičtější výrobu cukru. Co stálo úsilí, nápadů, důvtipu a vynalézavosti než zdokonalil technolog či strojař některý z postupů či zařízení. Hnacím motorem však vždy byla ekonomika výroby jak řepy tak i cukru a rozhodovala o životaschopnosti nejen výroben či závodů, ale především oboru jako celku. O tom jsme ale poučení z historie i nedávné současnosti.

V Rakousko-Uherské monarchii a i v pozdějších dobách pracovalo mnoho významných českých chemiků v tomto průmyslu, neboť byl ze značné části v rukou českých podnikatelů. Přínos těchto chemiků je velice rozsáhlý a mnohostranný. Nacházíme zde teoretické studie, popisy výrobních postupů, metody a mnoho dalších prací. To vše je zahrnuto v bohaté cukrovarnické literatuře ať výzkumného, pedagogického, encyklopedického, statistického nebo jiného charakteru.

Stačí si připomenout jména známá nejen chemikům – Balling, Preis, Nevole, Votoček, Lukeš, Heyrovský, Wichterle, Votoček.... a mnoho dalších. Ti všichni měli co dělat s cukry či cukrovarnictvím. V době formování českého hospodářského života vystihl Karel Preis (profesor analytické a anorganické chemie, rektor na pražské technice, vedoucí cukrovarnického výzkumu na technice, redaktor cukrovarnického časopisu, autor řady učebnic) důležitost tohoto průmyslu a ve své pedagogické činnosti věnoval náležitou pozornost výchově našich cukrovarníků, především analytiků. Cukrovary totiž představovaly již za Rakouska-Uherska významný průmysl, který poukazoval na svoji existenci, nejen propagací svých výrobků doma i v zahraničí (cukr, cukrovary) a činností (zaměstnanost, export, rozvoj železnic atd.), ale i nezanedbatelným přínosem ekonomickým. To mělo ohromný morální efekt pro povzbuzení národního sebevědomí a hrdosti v tehdejší době. Cukr se tak stal klíčovou strategickou komoditou, která měla silnou politickou sílu.

V textu jsou uvedeny prvopočátky cukrovarnictví u nás a především zlatý věk českého cukrovarnictví v 19.- 20. století, kdy došlo k rozvoji cukrovarnického průmyslu a potravinářského strojírenství na území dnešní ČR.

Úhrnná bilance strojírenských dodávek ze zlaté éry cukrovarnictví je jasná - export zařízení a kompletních cukrovarů včetně „lidských mozků“ (chemici, technici, strojaři, aj.) zahrnoval 4 kontinenty a více než 40 států světa (viz tab I., II., III).

2. Historie výroby cukru a cukrovarnického průmyslu

A) Výroba cukru

Zdrojem cukru (sacharosy) je v našich zemích řepa cukrová (cukrovka, burák), která byla u nás pěstována jako pícní rostlina již v druhé polovině osmnáctého století.

Dnešní výroba cukru je v principu stejná jako na jejím počátku v 19. století – Zahrnuje tyto etapy: pěstování, sběr či sklizeň cukrovky včetně její dopravy, praní řepy, těžení šťávy, čištění šťávy - epurace, odpařování, svařování, separace krystalů, sušení, skladování (cukru, sirobů, melasy), využití a zpracování vedlejších produktů.

Rozdíl je ale ve vybavení a v technických možnostech dostupné techniky, kapacitním zpracování, energetické náročnosti. Jako příklad lze uvést těžení šťávy z řepné kaše (lisování ruční, hydraulické, válcové, odstředivky, macerace), od poloviny 19. století difusí z řepných řízků, po II. světové válce kontinuálními extraktory, později velkokapacitními řízenými výpočetní technikou (aparáty na 15 až 20 tis. t/d řízků).

Vlastní **technologie výroby cukru** je dnes následující: cukrovka se zbaví nečistot praním ve vodě, nařeže se strojními řezačkami na řízky, které se dopraví do extraktoru. Zde se ze sladkých řízků s obsahem cukru 16 - 20 %, protiproudem teplé vody extrahuje cukr společně s malým množstvím nízkomolekulárních necukrů včetně vlastní řepné buněčné šťávy s vysokomolekulárními necukry. Necukerné složky je třeba ze surové šťávy odstranit, aby sacharosa mohla krystalizovat. Čištění surové šťávy pomocí vápenného mléka a plynného oxidu uhličitého – epurace – je proces probíhající za tepla v několika fázích.

První fáze se nazývá čeření, tj. postupný přídavek vápenného mléka – vodný roztok hydroxidu vápenatého, následuje první saturace oxidem uhličitým. Výsledkem je sraženina jednak nečistot - necukrů, jednak uhličitá vápenatého. Sraženina se oddělí filtrací na kalolisech, event. s předchozí sedimentací. Zbylé necukry se odstraní obdobným procesem –na druhé saturaci a následné filtraci. Potřebné vápno a oxid uhličitý se připravuje přímo v cukrovaru ve vápence. Po vyčištění surové šťávy, po epuraci (tzn. čeření, I.saturace, filtrace, II. saturace, filtrace) vzniká lehká šťáva a saturační kal (hnojivo). Lehká šťáva, řídký cukerný roztok o sušině mezi 12-15 % se zahušťuje na vícestupňové (tří až pětistupňové) odpařovací stanici na těžkou šťávu, která má obsah sušiny 65-70 %. Těžká šťáva s přídavkem čistého cukerného roztoku (kléru) se dále odpařuje v zničích za podtlaku až do přesycení a do vyloučení krystalů sacharosy. Vzniklá směs krystalů a matečného sirobu – cukrovina – se vypustí ze zniče do mísidla, tj. do zásobníku před odstředivkami. Po odstředění se získá již bílý krystalový cukr a matečný sirob, který se svařuje podobným způsobem na II. produkt, a obdobně dále i na III. produkt a melasu. Cukr z II. a III. produktu (surový cukr) není vhodný pro přímou spotřebu, proto se podrobuje rekrystalizaci, tzn. rozpouští se na klér a podrobuje opětne krystalizaci společně s těžkou šťávou.

Výsledný produkt – bílý krystalový cukr má především užití jako potravina, ale možnosti jeho užití jsou podstatně rozsáhlejší. (lihovary, pivovary, nápojářský průmysl, chemie - např. výroba glycerinu, polyuretanové pěny apod.).

Melasa je další z finálních produktů. Má kolem 50 % cukru, ale takové množství necukrů brání krystalizaci, že z ní není možné běžným vařením za podtlaku získat cukrovinu, resp. krystaly cukru. Využívá se buď jako krmivo pro dobytek nebo pro kvasné účely k získání lihu či bioetanolu a výpalků (krmivo).

Dalším produktem jsou vyslazené a vylisované řepné řízky, které se užívají přímo jako krmivo, nebo lisované s přidavkem malého množství melasy, což jsou tzv. pelety, schopné dlouhodobého skladování. Sušina pelet se pohybuje kolem 98 %.

Nezanedbatelným produktem cukrovaru je i bioplyn z čistíren odpadních vod, který částečně pokrývá bilanci potřebné energie kotelny nebo sušárny řízků.

Než jsme se však dopracovali tohoto postupu, který je dnes velice podobný ve všech současných řepných cukrovarech, je třeba si uvědomit jednotlivé vývojové fáze a rozdíly v technologickém označování typů cukrovarů. **Surovárnny** zpracovávaly řepu pouze na surový cukr a melasu. Vyrobená surovina se skladovala a posléze přepravovala k rafinaci v jiném typu cukrovaru. Surovárnny byly poplatné době a kapacitě závodů, neboť řepa se nedala převážet na velké vzdálenosti a dlouhodobě skladovat. Rafinace suroviny probíhala buď v **rafineriích** (suchých rafineriích), které zpracovávaly pouze surový cukr na kvalitní rafinovaný (bílý) cukr v několika druzích. Obvykle byly v provozu celý rok na rozdíl od ostatních typů cukrovarů, které byly v chodu pouze v kampani, tzn. 3 až 5 měsíců. Druhá možnost zpracovávat surovinu byla v zánosových smíšenkách. Ve **smíšence** se vyráběl kvalitní bílý cukr z řepy, resp. z těžké šťávy a kléru bez cizího surového cukru. A samozřejmě melasa. V **zánosové smíšence** se zpracovával kromě řepy, navíc ještě zános (zanášeny surový cukr z jiného cukrovaru, ze surovárny), na vysoce kvalitní bílý cukr – obvykle dva až tři druhy rafináty a melasu.

B) Původ a zdroj cukru

Výroba cukru ve světě prošla mnoha historickými etapami od přírodních sladkých látek přes třtinu až po řepu, proběhlo mnoho experimentů, výzkumů, vynálezů různých zařízení a postupů a jejich zdokonalování. Původ cukru a jiných sladidel v průběhu dějin je velice zajímavý.

Cukr, nebo-li **sacharosa**, je disacharid **β -D-fruktofuranosyl - α -D-glukopyranosid**, sumárního vzorce $C_{12}H_{22}O_{11}$, který se vytváří v chloroplastech zelených rostlin fotosyntézou. Rostliny přetvářejí oxid uhličitý CO_2 a vodu H_2O v listech na sacharidy za využití sluneční energie (teplo a světlo). Sacharidy se ukládají v rostlině a dále slouží buď jako zásobárna a zdroj energie, nebo jako stavební složka pro enzymatickou tvorbu složitějších molekul (bílkoviny, škrob, aj. polysacharidy). Vysoký obsah sacharidů v některých rostlinách umožňuje průmyslovou izolaci v cukrovarnickém, škrobárenském či jiném průmyslu. Sacharosu lze získávat, izolovat z cukrovky, ale také z cukrové třtiny, javoru cukrového, několik druhů palm, případně z dalších rostlin.

Pravděpodobně prvním sladidlem na světě byl **med**. Nejstarší kreslený doklad máme z doby paleolitické, tzn. asi před 15 000 lety z Pavoučí jeskyně (Cauveas de la Arana) ve Španělsku. Medem se sladilo asi až do 16. století.

Nejstarší známý rostlinný zdroj cukru je **třtina cukrová** (Sacharum officinarum). O původu planých druhů této traviny – Sacharum robustum, Sacharum spontaneum, Sacharum barberi či Sacharum sinense – jsou dodnes dohady zda pochází z Nové Guineje, Indie nebo z Afriky. Nejčastěji (N.Deerr) se však uvádí počátky třtinové rostliny jako zdroje cukru Malaisie, odtud se rozšířila přes Indii (v *sanskrtu se nazýval cukr karkara*) kolem roku 2500 př.Kr. na střední a blízký východ. Do Číny se třtinový cukr dostal kolem roku 100 př.Kr. Po dobytí Egypta, v letech 640 – 650, rozšířili Arabové (název sukukur) výrobu cukru do Španělska, kde vznikaly počátky primitivní rafinace již ve 13. století. V roce 1492 převezl Krištof Kolumbus třtinu na St. Domingo, odkud se dále rozšířila na Kubu, Mexiko a zbytek Jižní

Ameriky. Paradoxně se tak třtina dostala z Evropy do Brazílie, největšího současného výrobce třtinového cukru na světě (přes 25 mil. t ročně!). Ve středoevropských klimatických podmínkách se třtině nemůže dařit, neboť vyžaduje zhruba desetinásobné množství srážek než je u nás a především teplé a vlhké klima.

Zprávy o cukru ze třtiny na dvoře Karla IV. pocházejí z r. 1344. Ale až do osmnáctého století se cukr prodával pouze v apatykách, jako velmi drahé koření s léčebnými účinky. V 16. a 17. století se v Evropě převážně v přímořských městech začínají objevovat první rafinerie třtinového cukru - Londýn r.1544, Hamburk r. 1585, Amsterdam má v r. 1650 již 40 rafinérií. Tak se tyto výroby postupně rozšiřovaly i do vnitrozemí. Holanďan Josef de **Souvaigne** postavil v roce 1787 ve zrušeném cisterciáckém klášteře na Zbraslavi u Prahy první rafinerii třtinového surového cukru u nás. Tato rafinerie vyráběla široký sortiment výrobků – homole bílé i žluté, siroby, bílý kusový cukr jako odštěpky homolí aj. Její provoz byl však ukončen v roce 1802 pro zadluženost. Po deseti letech byla koupena novým majitelem Antonínem Richterem st. a přestavěna na řepnou manufakturu.

Rafinace třtinového surového cukru byla u nás ještě zkušebně ověřena kolem roku 1964 v Dobrovici. V rámci pomoci socialistických států Kubě, se pak každoročně rafinovala až do poloviny 80. let v zánosových smíšenkách Čakovice, Kostelec n.L., Mělník a Modřany v tzv. jarních kampaních. Třtinový surový cukr nebylo možné rafinovat společně s řepnou surovinou vzhledem k jinému složení necukrů vyžadující jiné technologické parametry a postupy.

Z dalších přírodních sladidel lze uvést **javorový cukr**. Zdrojem je javor cukrový (*Acer saccharophorum*) a javor cukrodárný (*Acer saccharum*). Jeho šťáva obsahuje sacharosu, glukosu i fruktosu. Koncem 18. století, v době napoleonské blokády, byly s jeho pěstováním činy pokusy na území Čech a Moravy. Javorový sirup zdomácněl v Kanadě jako tzv. „maple sirup“ (Ahorn sirup (D), Sirop d'érable (F)) Jednalo se původně o tradiční produkt kanadských indiánů získaný po navrtání javorů a zahuštěním šťávy. Množství mízy získané v jedné sezóně z jednoho „kohoutku“ se pohybuje mezi 38 - 75 litry, "stáčení" mízy připraví strom pouze o 10 % a méně cukru v něm obsaženém. Z 30 litrů mízy lze vyrobit asi 1 litr sirupu nebo 0,5 kg javorového cukru.

Palmový cukr se liší podle druhu palmy (cukrová, datlová, kokosová, ságová). Pro zpracování se užívá nejčastěji datlová palma, resp. její šťávy z květů či mízy z kmene. Zpracování tohoto sirupu je obdobné jako u třtinové šťávy a výtěžek je kolem 12-15 % ze surové šťávy. Finální produkt – guru – má mezi 75-80 % sacharosy, 5-10 % invertního cukru, 1-3 % popela a až 10 % vlhkosti. Existují i průmyslové palmové cukrovary.

Kukuřičný cukr (*Zea sacharata*) znali již Aztékové, Mayové, Inkové. Dnes se vyrábí jeho modifikace ve formě sirupů obohacených fruktosovým či glukosovým sirupem pod názvem **HFCS** (high fructose corn syrups) nebo **HFGS** (high fructose glucose syrups) . Průmyslová výroba byla zahájena v Americe teprve v roce 1920 z kukuřičného škrobu („corn“ = kukuřice v americké angličtině, „maize“= kukuřice v britské angličtině).

Nejvýznamnějším zdrojem **řepného cukru** v našich zeměpisných šířkách je řepa cukrová, neboli burák, (*Beta vulgaris*). Na světě se vyrobí ročně kolem 35-40 mil. t řepného cukru, z toho v Evropě zhruba 72 % .Celosvětová produkce třtinového cukru se pohybuje kolem 110-120 mil. t za rok.(viz tab IV.), tj. asi trojnásobek výroby řepného cukru.

C) Řepný cukr a cukrovarnický průmysl

Krystalizovatelnou látku (sacharosu) v řepě - buráku, (*Beta vulgaris*) objevil zakladatel francouzského zemědělství, agronom **Olivier de Serres** (1539 – 1619) již roku 1605. Objev sladké látky v této rostlině byl však zapomenut a teprve v roce 1747 německý lékárník Andreas Sigismund **Marggraf** (1709-1782) popsal izolaci krystalické sacharosy lihovou macerací

ze řepy. Marggraf se později stal ředitelem fyzikálního oddělení Akademie věd v Berlíně. Jeho postup zdokonalil Franz Karl **Achard** (1753-1821), který byl rovněž ředitelem královské pruské Akademie věd v Berlíně. Tohoto místa se však zřekl, aby se mohl věnovat praktickému cukrovarnictví, jež mu vyneslo kromě slávy (spis „Die europäische Zuckerfabrikation aus Runkelrüben“ od r. 1799 vydaný několikrát) i mnohé potíže a finanční ztráty. Věnoval se též pěstování a šlechtění řepy. Dosáhl obsahu cukru až 8 % (dnes má řepa kolem 20 % cukru). V r. 1802 zařídil první výrobu cukru v Kunerách (dnešní Polsko), která však ve válečném roce 1810 vyhořela.

Jedny z prvních pokusů řepařských i cukrovarnických probíhaly u nás v letech 1802-5 v Hořovicích (Berounsko), na panství Rudolfa hraběte z Vrbna, kde se zpracovávalo i několik desítek metrických centů řepy pouze na sirob, ne na krystalický cukr.

V letech napoleonských válek byl zaveden v letech 1806 až 1813 tzv. kontinentální systém, kdy byla evropská pevnina chráněna před importem koloniálního zboží. Vysoké celní bariéry prakticky znemožňovaly dovoz i třtinové suroviny (clo na cukr bylo až 300 %). To byl podnět pro intenzivní hledání náhrady třtinového surového cukru (javorová míza, vinné hrozny, mrkvořá, širok, kukuřice, apod.) a pak následoval rychlý rozvoj výroby cukru z řepy. Vznikalo deset až patnáct **manufaktur**, z nich prvními byly v r. 1810 Žáky u Čáslavi (zavedl Ludvík Fischer) a Liběchov na Mělnicku (Jakub Veith), jejichž hlavními produkty byl sirob a malé množství surového cukru. Pádem Napoleona u nás manufakturní výroba cukru v roce 1821 skončila. V manufakturách byla výroba na všech stanicích ruční, k separaci krystalů z cukroviny nebyly ještě odstředivky, takže se sirob odlisoval přes textilní materiál, obdobně jako se lisovala šťáva z řepné kaše.

Velký příliv třtinového cukru způsobil jeho rozšíření a rostoucí spotřebu a tím i snahu vyrábět cukr levně z domácích surovin. Podnikatelé v tehdejší Rakousku-Uhersku, především šlechta, pochopila výhody pěstování cukrovky na svých statcích a její zpracování na cukr ve vlastních provozovnách. **První průmyslový cukrovar** vybudovaný v našich zemích a současně i v Rakousku-Uhersku byl v Kostelním Vydří u Dačic v roce 1829. V té době vznikl i cukrovar Dobruška (r. 1831), který je po řadě rekonstrukcí stále v provozu a je v Evropě nejstarším provozovaným cukrovarem a je dnes největším u nás (14 000 t/d řepy).

Od roku 1831 byly cukrovary osvobozeny na 10 let od daňové povinnosti, cukr požíval celní ochranu a měl proto velké odbytové možnosti. Po roce 1850 nastal prudký rozvoj technologie a cukrovarnictví se tak stalo opravdovým průmyslem. V kampani 1872/73 byl u nás v provozu největší počet činných **cukrovarů 214**. Vznikaly živelně, často bez ekonomické rozvahy a v oblastech, které nebyly pro pěstování cukrovky vhodné. Proto řada z nich postupně zanikla, takže do konce první republiky klesl počet cukrovarů asi na polovinu.

Rok 1843 je významným pro cukrovar v **Dačicích**, kde Jakub K. **Rad** (1799 – 1871) vyrobil první **kostkový cukr** na světě. Ve městě je nejen pomník této významné události, ale celé muzeum věnované kostce cukru.

Přínos světovému cukrovarnictví nastal v r. 1863, kdy byla ve Freyově cukrovaru v Praze – **Vysočanech** poprvé předvedena cukrovarnické veřejnosti nová metoda čištění řepné šťávy tzv. **saturací**, tj. vápenným mlékem a oxidem uhličitým. Obě tato média se získala z vápenky postavené u cukrovaru. Pokusy se saturací a pálením vápna s koksem ve „vysoké peci na vápno“ provedl H. Jelínek. K oddělení kalu ze šťávy byl zde také prvně použit kalolis dřevěná konstrukce (později kovový) sestavený Č. Daňkem. Tato modifikovaná metoda saturace a filtrace se užívá prakticky dodnes po celém světě.

V polovině dvacátých let 19. stol., s rozvojem technologie a počtu cukrovarů, začal být cukr exportován. Podíl českých zemí na evropském exportu byl kolem 57 %. Mezi I. a II. světovou válkou patřila naše výroba cukrovarnických zařízení ke světové špičce, takže jsme postavili desítky cukrovarů po celém světě (tab. I., II.).

Druhá světová válka znamenala, stejně jako v jiných zemích omezení provozu cukrovarnického průmyslu. Po zestátnění v r. 1945, resp. 1948 nezachytil český cukrovarnický průmysl trend rozvoje evropského cukrovarnictví směřující k rychlému narůstání zpracovatelských kapacit, docházelo k postupnému zaostávání technické úrovně cukrovarů, k jejich významnému fyzickému opotřebení. Navíc byla v rámci RVHP přesunuta výroby cukrovarnických zařízení do Polska a orientace dříve tradičního českého výrobce ZVÚ Hradec Králové na export převážně do SSSR.

V kampani **1970** bylo u nás v provozu **65 cukrovarů** o průměrné denní zpracovatelské kapacitě 1 157 t řepy, do roku 1989 byla uzavřeno či zrušeno 13 cukrovarů, převážně surovarů, ale průměrná denní zpracovatelská kapacita byla pouze 1 362 t řepy, na „západě“ kapacitní zpracování řepy vysoce přesahovalo 10 tis. t/d. Řepářství prodělávalo obdobnou krizi, koncem osmdesátých let bylo dosahováno výnosu rafinády 3,5 t/ha, ve vyspělých řepářských státech byl dosahován výnos více než 8,0 t/ha.

Koncem osmdesátých let bylo rozhodnuto o rekonstrukcích vybraných závodů. Byla provedena rekonstrukce Hodonína na kapacitu 3 000 t /d, (1886 – 1995 zrušen), rekonstrukce cukrovaru Kopidlno (1871 – 1989) nebyla dokončena.

Na základě narůstajících rozdílných výsledků byla zahájena reorganizace českého cukrovarnického průmyslu již rok před listopadem 1989, vzniklo sedm samostatných státních podniků řízených Ministerstvem zemědělství.

Změna hospodářské politiky státu se projevila mimo jiné i v tom, že byl ukončen dovoz surového cukru z Kuby a v roce 1993 státní podpora exportu bílého cukru. Výroba cukru se proto orientovala pouze pro domácí trh. V roce 1992 byla zahájena privatizace, jejímž výsledkem bylo v r. 1994 vytvoření 28 samostatných společností, provozujících 39 cukrovarů. Dále došlo i k úplné liberalizaci obchodu, bylo stanoveno clo na dovoz cukru a melasy. Konkurenční boj každého s každým však neznamenal optimální výběr cukrovarů pro další provoz. Nejrychlejším způsobem nastartování rozvoje se ukázalo odprodání většinového podílu zahraničním společností, takže prostředky získané z prodeje již neskončily v rukou státu. V následujícím období byly zavírány malé neperspektivní závody a postupně zvyšovány zpracovatelské kapacity zbývajících. V těchto podmínkách vstoupily do českého cukrovarnického průmyslu zahraniční společnosti - francouzská SDA Origny (nyní Tereos), německý Nord Zucker AG, britsko-francouzská společnost Eastern Sugar a rakouská Agrana, které postupně získaly v českém průmyslu rozhodující vliv. Proces transformace probíhal v tíživé finanční situaci celého odvětví (rozdělení organizační struktury, úplná liberalizace prostředí, chyběl zde systém regulace výroby cukru, celní ochrana vnitřního trhu byla nedostatečná apod.). Důležitým krokem bylo vytvoření tržního řádu. Návrh byl zpracován rychle, legislativní proces ale trval podstatně déle, protože jeho zavedení bylo vázáno na zákon o Státním zemědělském intervenčním fondu (SZIF), schváleným až v roce 2000.

Toto nelehké období devadesátých let bylo překonáno, průměrná zpracovatelská kapacita závodu se zvýšila z 1 362 t/d na 3 282 t/d v roce 1999, cukernatost řepy vrostla ze 14,70 % na 17,28 %, výnos kořene z 36,0 t/ha na 46,9 t/ha a výnos cukru z 3,84 t/ha na 6,87 t/ha.

Český cukrovarnický průmysl vstoupil do EU v roce 2004 s celkovou výrobní kvótou 454 862 t, z toho 441 209 t činila kvóta A pro domácí spotřebu. V té době zde bylo 11 cukrovarů, ve 3 nadnárodních zahraničních a 4 národních soukromých společnostech. Bylo vypěstováno 3, 488 mil. t cukrovky na ploše 68 970 ha a vyrobeno 558 417 t cukru. Další podrobnosti jsou uvedeny v pamětní publikaci z roku 2007 vydané VUC Praha, a.s. „Český cukrovarnický průmysl v době vstupu do EU“

Postupně rekonstruované cukrovary, zejména Dobrovice (8 300 t/d), České Meziříčí (4 100 t/d) společnosti Cukrovary TTD, (dnes Tereos TTD), a dále Hrušovany (4 600 t/d) a Opava (3 300 t/d) společnosti Moravskoslezské cukrovary, při vstupu do EU dosáhly technologickými parametry již evropské úrovně. Je třeba si uvědomit, že řada států po reformě Spo-

lečné organizace trhu s cukrem (SOTC) v EU výrobu cukru zcela ukončily (Bulharsko, Irsko, Lotyšsko, Portugalsko a Slovinsko), nebo omezily na více než polovinu (Řecko, Španělsko, Itálie, Maďarsko a Slovensko). Česká republika však zachovala možnost pěstování cukrovky a výroby cukru i když společnost Eastern Sugar využila možnost dobrovolně se vzdát výrobní kvóty v množství 102 473 t cukru, což znamenalo likvidaci cukrovarů Hrochův Týnec, Němčice a Kojetín, úbytku přes 11 000 ha plochy pro pěstování cukrovky, ztrátu asi 500 pracovních míst. V dalším procesu restrukturalizace již nebyla žádná další kvóta ztracena, ale bylo využito možnosti dodatečného dokoupení kvóty 20 070 t.

V kampani 2009 bylo v provozu 7 cukrovarů s průměrnou denní zpracovatelskou kapacitou řepy více než 5 000 t/d. Na ploše 46 472 ha bylo vypěstováno 2,832 mil. t cukrovky s výnosem 61 t/ha, a výnosem polarizačního cukru 10,27 t/ha. Cukru bylo celkem vyrobeno 431 818 t. Špičkové byly i další dosažené technologické a energetické parametry. Za zmínku stojí již dříve zmiňovaný cukrovar Dobrovice, který pracuje nepřetržitě přes 180 let a je nejen jeden z nejstarších, ale i nejmodernějších v Evropě. Za posledních dvacet let prošel řadou významných změn, počínaje výrazným navýšením zpracovatelské kapacity z 1 000 t/d na více než 14 000 t/d a konče výstavbou propojeného závodu na výrobu bioetanolu.

Pěstování cukrovky v Čechách se dosahovanými parametry (cukernatost, výnosy, náklady aj.) dostalo na přední místa v Evropě. Cukrovary ve všech hlavních ukazatelích, jako např. energetická spotřeba, mzdové a další náklady na výrobu 1 t cukru, kvalita dle klasifikace EU dosahují špičkové úrovně.

Kromě tradičních výrobků, krystalické sacharosy, melasy a řepných řízků jsou významným produktem tekuté cukry - glukosové, fruktosové sirupy, event. jejich kombinace. Za posledních deset let (2000 až 2009) se mírně zvýšila výroba přírodních sladidel, z nich došlo zejména k nárůstu výroby fruktosových sirupů: celosvětově z 11 604 na 11 940 tis.t, významněji v Evropě z 791 na 1 271 tis.t sušiny. V EU jsou hlavními výrobci těchto sladidel: Maďarsko (220 tis.t sušiny, při nárůstu výroby za deset let cca o 70 %), Španělsko (107 tis.t sušiny, nárůst cca o 30 %), Bulharsko (89 tis.t sušiny), Slovensko (68 tis.t sušiny) - oba poslední uvedené státy výrobu zhruba ztrojnásobily.

V posledních letech produkce bioetanolu v celosvětovém měřítku rychle stoupá. Etanol se dá vyrobit fermentací ze surovin, obsahujících škrob a nebo zkvasitelné sacharidy. Průmyslově se k výrobě palivového lihu využívá především sacharosa, ve formě suroviny - cukrovka či třtina. V roce 2000 se vyrobilo celkem 29,200 mil.m³, v roce 2009 již 87,703 mil.m³. Nejvíce v Severní a Střední Americe 43,053 mil.m³, dále v Jižní Americe 29,119 mil.t ze třtiny (z toho v Brazílii kolem 93 %) a v Asii 8,044 mil.m³. S nárůstem produkce lihu stoupá i obchod s touto komoditou, v roce 2009 bylo na trhu kolem 4 mil.m³. V současnosti jsou největšími spotřebiteli palivového etanolu, resp. výrobci a dovozci USA 34,0 (hlavně z kukuřice), Brazílie 24,7 (hlavně ze třtiny) a EU 2,77 mil.m³ (z obilí a cukrovky). V EU nejvíce palivového lihu vyrábí Francie 35,5 %, Německo 20,2 % a Španělsko 11,3 %, ČR se podílí 2,7 %. Očekává se, že se tato výroba palivového lihu do roku 2015 minimálně zdvojnásobí.

V EU se po provedené restrukturalizaci cukrovarnického průmyslu, která vedla k celkovému snížení výroby cukru, se uvolnily zemědělské plochy, původně využívané pro pěstování cukrovky. Právě na těchto uvolněných pěstebních plochách se s výhodou dále pěstuje cukrovka jako surovina pro výrobu etanolu a bioplynu. Je totiž dobře zvládnuta agrotechnika a zemědělci mají k dispozici potřebnou mechanizaci.

3. Významná jména v českém cukrovarnictví (strojírenství a technologie)

V této kapitole jsou uváděny převážně postupy, zařízení a jejich vynálezci z období od poloviny 19. století, kdy byl „zlatý věk“ cukrovarů. Manufakturní období týkající se ručních výroben cukru bude zmiňováno výjimečně. Zařízení vyvíjená v našich cukrovarech a ve strojírenských závodech budou uváděna podle technologických stanic. Samozřejmě, že nelze uvést všechny osoby, nápady a zařízení, proto se omezíme pouze na nejdůležitější, pro získání celkového přehledu o stavu (tab. V.) a přínosu českého průmyslu do cukrovarnického oboru.

PRANÍ ŘEPY – od ručního praní kartáči se přešlo v 60. letech 19. století k mechanickým bubnovým pračkám. V r. 1880 jsou první zděné kanály pro plavení řepy do cukrovaru pojmenované podle ředitele Riedingera (cukrovar Bück, Uhry). Řepa se z kanálů zvedala řepným kolem vynalezeným Fr. Rassmusem v roce 1883. O šest let později zavádí Wiesner z Kolína hřeblovou pračku a kombinované kolo zvedající řepu i vodu. Dopravní cesta řepy je vybavena lapači písku a kamenů různých konstrukcí Arnošt Mik (1896), May (1896), Henčl a Zapletal (1907), Pšenička, Štolc aj. Nezanedbatelné jsou i hrabicové lapače plovoucích nečistot ruského původu podle Znamenského.

Od pračky se řepa zvedala kapsovým výtahem k automatické sklopné registrační váze „Chronos“ na 350 – 500 kg. V současnosti se váží řepné řízky pasovými vahami. Novodobý systém zavedený v 70. letech 20. století, tzv. přejímka podle cukernatosti, představuje příjmovou laboratoř, kde se automatickými vzorkovači odebírají vzorky řep, v nichž se stanoví obsah cukru, množství mechanických nečistot, event. vybrané necukerné složky v řepě a vypočítává se množství přijatého cukru do provozu.

ŘEZAČKA řepy byla řešena současně se zaváděním difusní práce, vznikla roku 1865 spoluprací Julia Roberta a brněnského konstruktéra Bedřich Wanniecka (majitel strojírenského podniku „Vaňkovky“). Nože v té době nebyly ideální, řízky se trhaly, zlepšení provedl Napravil 1868 zavedením plnořezných nožů. Pak existovala celá řada výrobců a vynálezců nožů (A. Staněk, Egerle, Janáček, Wannieck, Daněk aj.). Zásadní změna nastala v cu Královo Pole u Brna, kde ředitel F.V. Goller se strojmistrem Fr. Wasgestianem zavedli polořezné nože s profilem ostří rovnostranných trojúhelníků, které se osvědčily při zpracování mimořádně dřevnaté řepy. Téměř stovku různých typů nožů rychle vytlačily a užívají se dodnes. S konstrukcí nožů úzce souvisela i konstrukce brusných strojů (Kořán, Mošovský, Wannieck, Vondruška, Hořák aj). Vlastní řezačky rozlišujeme v zásadě tři typy: a) deskové (řezací deska s nožovými vložkami se otáčí ve vodorovné rovině, pohon horní či spodní – nejrozšířenější byl u nás typ Perner vyráběné i v ZVU); b) odstředivé (tyto turbinové – Hamplový řezačky mají nože upevněny staticky v neotáčivém bubnu, řepa je přitlačována k nožům odstředivou silou), c) bubnové (v posledních letech jsou nejrozšířenější ve velkokapacitních cukrovarech, nože jsou nasazeny ostřím do vnitřku bubnu rotujícího dle horizontální osy, řepa se otáčí s rotujícím bubnem např. Maguin (F)).

DIFUSE. Před zavedením Robertovy difuse byla surová šťáva získávána lisováním řepné kaše, macerací či odstředováním. O zavedení difuse má zásluhu Florentin Robert a především jeho syn Julius, kteří se v cukrovaru Židlochovice podrobně věnovali této otázce od r. 1846 a to jak z hlediska chemického, tak i fyziologického. Rok 1864 je považován za rok, kdy difusní práce a stanice po řadě úprav a změn vyhovovala. Během dvou následujících let byla zavedena již v 27 cukrovarech a dále se rychle rozšiřovala. Tak se stala neoddelitelnou součástí cukrovarnické technologie. V dalších letech se prováděly další úpravy jak strojního (velikosti a tvar difusérů, uspořádání ventilů, záhřevy, systém vyprazdňování aj.), tak i technologického (teploty, počet difusérů, doba difuse aj.) charakteru. Zde je třeba uvést jména Bohumil Ferdinand Gross, Fr. Urbánek, Breitfeld – Daněk, J. Diviš, Havelka-Mesz, Hrnčíř aj. Ro-

bertova difusní baterie byla sada nejčastěji 16 nádob o obsahu 30 až 150 hl propojená šťávním, vodním, přestupníkovým a parním potrubím s řadou ručních armatur.

S Robertovou difusí souvisí i **odměrka** difusní šťávy, převážně typu Černý Štolc zavedená roku 1897, kterou upravil F. Turek v r. 1905, pro měření jak hmotnosti, tak i hustoty (sacharizace) šťávy a obě hodnoty registrovala, takže bylo možné sledovat průběh práce na difusi. Další odměrky byly dle Paulíka z r. 1906, Macasova, nebo dle Breitfel-Daňka aj.

LAPAČŮM JEMNÉ DRTĚ ze surové (difusní) šťávy se věnovala řada konstruktérů: Škoda-Kuffner- Mik (1891), Napravil (1893), May (1898), Eger (1894), May-Kořán (1903) aj. Dnes jsou užívána spádová síta (stírané žlaby) nebo síťové bubny.

Koncem 50. let 20. století byla Robertova difuze nahrazována mechanickými extraktory vhodnými pro nastupující kontinuální a velkokapacitní provozy. Nejrozšířenějšími jsou extraktory *žlabové* - KDP (=Kontinuální Difuse Přidal – česká - CZ ze ZVÚ), DC (PL) vyráběná v licenci DdS (DK), *bubnové* - RT(B), *věžové* – BMA (D), Buckau-Wolf (D) a *dopravníkové* – Olier (F), J-difuse (H), de Smet (B) a řada dalších, méně užívaných typů. Odměrky surové šťávy jsou dnes nahrazeny průtokoměry.

ŘÍZKOLISY – vyloužené řízky mají nadbytek vody, její přebytek se odstraňuje lisováním. To prováděl i Robert, ale zlepšení nastalo v r. 1871, kdy se u nás zaváděly Klausemannovy lisy - síťový válec, směrem nahoru se zužující s vřetenem opatřeným šroubovitými lopatkami. Lisoval kontinuálně až na 8 % sušiny. Strojírna Märky-Bromovský vyráběla od r.1881 obdobný lis Astral, nebo Škoda Jelínkův závitový lis na 7-9 % sušiny. V současnosti jsou 2-3 vřetenové horizontální či vertikální řízkolisy na sušinu kolem 30 % vhodné zejména pro následné sušení řízků. Problematiku zásadního vlivu pH na obsah sušiny lisovaných řízků podrobně rozpracoval J. Dědek v roce 1951. Ze zahraničních lisů se u nás užívaly v posledních letech GH2 (D), BMA (D), Babbini (I), Stord (S) pro kapacity 3500 –5000 t/d/kus a příkonech 450 - 600 kW/kus.

ČISTĚNÍ ŠTÁV – EPURACE je proces, který prošel dlouhým a náročným vývojem. Týká se čerění, saturace a odkalování, resp. filtrace. Čerící media byla zpočátku navrhovaná různá – A. Richter ml. na Zbraslavi čeril šťávu kyselým fosforečnanem vápenatým, K.J.N. Balling (1837) navrhoval chlorid vápenatý, později se všeobecně začalo užívat vápno. K odstraňování vápna se místo kyseliny sírové začal užívat oxid uhličitý (saturační plyn). Zásadní změnu v epuračních systémech způsobil Hugo **Jelínek** a Bedřich **Frey** ml (syn majitele vysočanského cukrovaru), kteří realizovali v r. 1863 přídavek vápenného mléka do cukerného roztoku a jeho následné vysrážení (saturaci) oxidem uhličitým v jedné nádobě. Vzniklý CaCO₃ působí jako pomocný filtrační prostředek a současně jako adsorbent necukrů. Tento postup čištění šťávy ve Vysočanech proslavil české cukrovarnictví a rychle se rozšířil do světa.

Pro čerění v malaxérech (válcové míchané nádrže o objemu 8-10 m³) a později i v kolonových čeráčích (Dolínek-Kořán, Tibenský-Khon-Vašátko aj.) se nejvíce užívala odměrka vápenného mléka Černého - Štolce z r. 1892, kterou ještě v roce 1895 autoři vylepšili. Odměrky byly v pozdějších letech automatizovány a upravovány, dnes ve velkokapacitních cukrovarch se užívají průtokoměry ve spojení se všeobecně užívaným žlabovým protiproudým předčeráčem Brieghel-Müller. Spotřeba vápna na epuraci byla koncem 19. století asi 2x až 3x vyšší než dnes, pohybovala se kolem 3-4 % na zpracovanou řepu, aby uhličitán vápenatý vysrážený při saturaci s sebou strhl řadu necukrů. Saturace se od roku 1884 zaváděla trojnásobná, podle Karlíka - na první saturaci byl přídavek 1 % CaO, na druhé 0,5 % a třetí bez přídavku, pouze se saturovalo na konečnou alkalitu 0,020 % CaO. Čerění probíhalo za studena, saturace za horka, tím se získaly šťávy světlé, čisté a poměrně kvalitní. Další zlepšení vedlo přes Staňkovu frakcionovanou (přerušovanou) saturaci v r. 1915, (nižší přídavek vápna, lepší filtrovatelnost kalu, zkrácení doby epurace) až k dnešní, všude užívané dvojitě saturaci. Velkými změnami prošly nejen saturáky (hranaté, válcové, uzavřené, společné dým-

níky, konická dna apod.), ale především rozdělovače plynu v saturacích (dýzy, děrované prstence, kornoutové zarážky, Richterovy mechanicky čištěné roury aj.).

FILTRACE ŠŤÁV před Jelínkovou saturací se prováděla nejčastěji sedimentací a následně spodiiovými filtry s odbarvovacím efektem. Cílem bylo zbavit šťávu po vysaturování přebytečného vápna a jiných látek, rušících následnou krystalizaci.

Roku 1864 zkonstruoval Čeněk Daněk (1847-1893) celoželezné filtry podle anglických dřevěných Needham-Kitteových kalolisů na kaolín. Ty teprve umožnily odfiltrovat velké množství kalu při Jelínkově saturaci a dopomohly plnému uplatnění vysočasně saturace. Z Daňkova kalolisu vzešly všechny následující konstrukce (kalolis z r. 1882 dle Ivana Čížka, velelis Čížek-Janáček z r. 1888 = dvojitý kalolis se 140 až 160 litinovými rámy 1200x1200 mm, Janáčkův kalolis aj.) s ručním a později s hydraulickým uzavíráním. Po druhé světové válce se naše cukrovary zaměřovaly na kontinualizaci a zaváděly zahušťovací filtry s plochou 68 až 120 m² s označením KZF, vakuové rotační filtry VRF, které byly v 70 letech nahrazeny moderními automatizovanými kalolisy, převážně deskovými či komorovými, řízenými již počítačem (např. z MZ Libochovice, či VUC Praha aj.). Nelze se nezmínit o součásti filtrační stanice z poválečných let – o rychlodekantérech. Podmínkou funkčnosti byla syntetická flokulační činidla. Ve srovnání s klasickými dekantéry měly řadu předností - omezení zdržení šťávy, energetické úspory, zmenšení dekantáčního objemu aj.).

Po třetí, resp. druhé saturaci již nebylo tolik kalu ve šťávě, takže bylo možné užívat ced'áky, nejstarší u nás byl Šeborův ze 70. let 19. století. Po zrušení spodiiové filtrace v surovnárnách, se rychle rozšířil Prokšův uzavřený mechanický ced'ák z r. 1886. Měl vložky z vlnitého plechu, přes které se navlékaly tkaninové filtrační pytlíky. Podobný tlakový ced'ák zkonstruoval Daněk. První beztlakové ced'áky zvedl F. Mareš v kampani 1891 na lehkou šťávu, později i na těžkou šťávu a siroby. Marešův ced'ák dosáhl u nás i v zahraničí velkého rozšíření. Pro husté cukerné roztoky (těžká šťáva, siroby aj.) byly kromě pískových filtrů v posledních letech užívány i síťové filtry s oky kovových sít o velikosti několika mikrometrů (např. zahraniční Filtomat, Konfilt-Alfa Laval nebo české SF-160–VUC Praha). U rafinérských klérů, byla zavedena spodiiové filtrace, ale u kalolisů se užíval pomocný filtrační prostředek křemelina Hyflo, Super-Cell, saturační kal apod. Pro nižší kapacity byly užívány svíčkové, resp. naplavovací filtry (ZVU-FSKO, Stellar).

ODPAŘOVÁNÍ u vyčištěných řepných šťáv probíhalo původně za atmosférického tlaku v otevřených pánvích kouřovými plyny, ale šťáva se připékala a tmavla. Další vývoj odpařování šťáv a sváření na cukrovinu je vzájemně neoddelitelný.

Pro odparky mají zásadní význam práce Norberta **Rillieux** (US, 1806-1894), který sestrojil v r. 1845 odparku složenou ze tří těles. Výpary z prvního tělesa odpařovaly šťávu ve druhém tělese a současně těžkou šťávu ve třetím tělese na cukrovinu. R. 1851 konstruoval Fl. **Robert** dvojčlen, ve kterém šťáva proudila v trubkách a pára kolem nich, výpar byl uváděn do následujícího tělesa. R. 1854 postavila firma Dolainsky odpařovák na řídkou šťávu, parou se vytápěla dvě jiná kulovitá tělesa, na která byla napojena vývěva poháněná žentourem. V jednom se dále šťáva odpařovala, ve druhém se zahušťovala na cukrovinu.

Mnohem dříve než byl Rillieuxův odpařovací dvojčlen uveden do provozu, postavil anglický chemik Edward Charles **Howard** (1774-1816) v roce 1813 první znič kulovitého tvaru na svařování cukroviny za podtlaku vytvořeného pístovou vývěvou. Již v roce 1823 obdobný znič postavil A. Richter na Zbraslavi. N. Rillieux zavedl po roce 1880 další užitečné novinky, zejména uspořádal odparky jako troj- a čtyřčleny a kombinoval je se zniči. Způsobil tak převrat ve světovém cukrovarnictví aplikací chemicko-inženýrských poznatků v oblasti odpařování a sváření cukerných roztoků. Vytvořil základ moderních víceúrovňových průmyslových odparek používaných nejen v cukrovarnickém, mlékárenském, tukovém, ale i v chemickém průmyslu. Se svým přítelem Josefem **Lexou** spolupracoval v roce 1879 na odparce Rillieux-Lexa. Zavedením této odparky klesla u nás spotřeba páry ze 160 na 70 kg páry na

zpracování 100 kg řepy a později až na 55 kg. Výrazně tak klesla spotřeba paliva, např. v Úvalech v r. 1885/86, po zavedení čtyřčlenu činila spotřeba uhlí 13,96 %.

Neoddělitelnou součástí odpařovací stanice, resp. zničů se stala **barometrická KONDENZACE** s vývěvou, zajišťující potřebný podtlak. Nejběžnější barometrický kondenzátor Košťálekův, zkonstruovaný roku 1898 sestává ze dvou nádob - souproutného kondenzátoru a z lapače vody. Brýdová pára vstupuje horem do první nádoby, je sprchována studenou vodou a pak spodem odchází do druhé nádoby, odkud jsou horem odsávány vývěvou přes lapač kapek vody nezkondenzované plyny. Pára sprchovaná studenou vodou výrazně sníží svůj objem a tím se vytváří v uzavřených systémech podtlak. Bylo zjištěno, že evakuace a nízké teploty v odparce beze změny ostatních podmínek nezabrání tmavnutí šťávy, proto bylo nutno zkrátit dobu vaření, zdokonalit cirkulaci šťávy a vhodně upravit topnou plochu a šťávní výparný prostor. V praxi to znamenalo realizovat **tlakovou odparku**, t.j. odpařovací tělesa s malým šťávním objemem, rychlým oběhem šťávy a zvýšení tlaku topné páry v prvním tělese. Zahušťování, které ve starých vakuových odparkách trvalo několik hodin, bylo v nových odpařovacích soustavách zkráceno na hodinu a v moderních rychloproutých odparkách trvalo 5-15 min. O možnosti konstrukce tlakových odparek uvažoval již i Rillieux, ale první tlakovou odparku postavil **Kestner** až r 1907 v Tirlmontu jako dvojčlen s jedním zahušťovačem. Postupně byl rozšiřován na 3 dvojčleny se šesti odpařovači. Délka trubek Kestnerova tělesa byla až 7 m. Kestnerův odpařovač je založen na principu splývajícího filmu šťávy v tenkých vrstvách na poměrně velké ploše. Dosáhl tak mnohem větší účinnosti než u dřívějších odpařovacích těles. Roku 1916 byla postavena v Brodce u Přerova odparka Vincíkova - tlakový trojčlen, jehož prvé dva členy byly pod tlakem, třetí v podtlaku. Byla sestavena z příslušně upravených Robertových odpařovačů. Vznikla tak odparka patentovaná jako **Vincík-Turek**, další tělesa vyskytující se v našich cukrovarech byly např. typu Sázavský, Turek –Sázavský, Radikál aj.

Od volného odpařování přes vakuové (podtlakové) a kombinované se přešlo k odparkám tlakovým, které mají navíc výhodu i pro vaření cukrovin, neboť brýdové páry mají vyšší energetický potenciál a lze je využít ke sváření cukrovin a náhřevům šťáv.

K obvyklému vybavení těles náležela tato **měřidla**: teploměr Hydra, rtuťový vakuometr Pelikánův a šťávoznak k měření hustoty šťávy. Dnes jsou všechny uvedené veličiny měřeny dálkově a vyhodnocovány počítačem, což má význam především pro automatizované vaření cukrovin.

VAŘENÍ CUKROVIN je rovněž odpařování, ale podstatně hustších roztoků o vysoké viskozitě (siroby, těžká šťáva, kléry a jejich vzájemné směsi) až do přesycení, vytvoření krystalů a jejich další krystalizace. Jedná se tudíž o tříložkový systém - pára, kapalina, tuhá látka. Kromě popsaných odpařovačů - zničů zaváděl Bromovský v 70. letech 19. století v zničích velké výpustní otvory pro lepší a rychlejší odvod hotové cukroviny. Aparáty se již nevyráběly měděné jako v případě Howarda, ale podle Hodka - železné (viz přestup tepla, koroze, cena aparátu, průmyslová výroba – kapacita aparátů) na přelomu 19 a 20. století byly zaváděny ležaté zniče (nazývané podle svého tvaru „kufry“) soustavy Herold-Lexa na 20 až 50 t cukroviny, nebo Wellner-Jelínek o kapacitě 45 t cukroviny. Vertikální zniče byly výrobně jednodušší než „kufry“, proto se rychle rozšířily. Zniče se obecně lišily systémem topných komor, jejich upevněním, možnostmi mechanického míchání, velikosti středové cirkulační roury, poměrem velikosti topné plochy k objemu zniče a dalšími detaily závislými na typu vařené cukroviny. Topné komory byly *zavěšené* na plášti zniče, později *pevně* spojené s pláštěm (Pokorný). Z hlediska systémů topných soustav se vyskytovaly tři hlavní druhy: s topnými hady - byl používán zejména dříve (znič Lyra), s prstencovou (stěnovou) komorou složenou ze soustředných stojatých dvoustěnných prstencovitých topných válců (zniče Protokol konstruktéra K. Löbla) a třetí je s topnou komorou tvořenou svislými trubkami o světlosti min. 100 mm. Trubková komora, resp. zniče s touto komorou se vyrábí dodnes pro svojí konstrukční jednoduchost a vhodnost vaření jemnějších druhů zrna.

TEORIE VAŘENÍ a vycukerňování sirobů (melasy) vypracoval zcela nově Němec Hermann **Claassen** (1856-1944). Vědecky propracoval podmínky vaření zadinových cukrovin, při kterých krystalizace postupuje nejsprávněji. Sestavil tabulku zvýšení bodu varu cukerných roztoků dané čistoty pro různé sušiny. Zabýval se vlivem přesycení na viskozitu při odstředování, definoval pojem nasycení a přesycení cukerných roztoků a stanovil výši přesycení před zrněním, při zrnění a zrání. Ve svých pracích použil, ale i ocenil zkušeností svého vrstevníka, českého cukrovarníka Josefa **Cuřína** a jeho „varoměru“ – brasmoskopu. Brasmoskop z r. 1893 založený na rtuťovém tlakoměru se dostal koncem minulého století do třtinových cukrovarů na Jávě, kde však zjistili, že v některých případech není spolehlivý vlivem zrníče, navíc bylo nutno brát v úvahu příliš mnoho korekčních faktorů.

Pro řízení varů ať ručně nebo automatizovaným systémem, je nutné znát přesycení svářeného média a obsah krystalů a to buď přímo, nebo nepřímo, což je častější případ. Principy těchto nepřímých měření jsou různé: měření elektické vodivosti roztoku (konduktometrie - jednotku automatizovaného vaření AV-15 vyráběla Tesla a VÚC Praha pro žluté cukroviny), zvýšení bodu varu (ebuliometrie), radiofrekvenční měření (RF – obsah necukrů stanovený na základě změny dielektrických vlastností), mikrovlnná měření (stanovení změny obsahu vody), měření indexu lomu (refraktometrie), rychlost zvuku v roztoku (ultrazvuk) a v neposlední řadě je viskozimetrie, kterou rovněž VÚC propracoval do provozních podmínek pro vaření cukrovin s vysokou čistotou. Kromě měřidla uvedené hlavní veličiny musejí být zrníče vybaveny dalšími čidly měřící související veličiny – teplotu páry a médií, absolutní tlak, průtok svařovaného roztoku, hladiny cukroviny a svařovaných roztoků, stupeň inkrustací, event. rychlost míchadla (ZVU provedla intenzifikaci zrníčů cirkulátory v r. 1964 – cukrovar v Dašicích). Měřené hodnoty vyhodnocoval vařič na základě svých zkušeností, nebo dnes pomocí výpočetní techniky a příslušného programu.

Klasické diskontinuální zrníče s trubkovou komorou mají dnes kapacitu 50 až 120 t cukroviny. Zásadní změnu v 80. letech přinesly aparáty na **kontinuální** vaření cukrovin nazývané kontizrníče. Předností je nízká hladina cukroviny zajišťující rychlé vaření při nízkých parametrech topné páry. U těchto aparátů se většinou naváří jemnozrnná cukrovina (seed) na konečnou velikost zrna cukroviny. Seed je připravován mimo kontizrníč. Podle tvaru aparátů se rozlišují dva druhy – vertikální (typ VKT firmy BMA), což jsou v principu spojené čtyři zrníče nad sebou do jedné koloně. Seed protéká z nejhořejší části do nejspodnější a v jednotlivých částech dochází k postupnému naváření zrna. Horizontální mají podobu výše zmiňovaných „kufrů“ nebo ležatých válců. Cukrovina postupuje ze vstupní části k výstupní systémem meandrů, nebo přímo z jednoho konce na druhý, podle konstrukce. Hlavními představiteli jsou aparáty Tongaat-Hulett se svislými trubkami, SRI se zavěšenou topnou komorou vybavenou svislými trubkami, FCB s vodorovnými podkovovitými trubkami. ZVU vyrábí také kontizrníče s označením KNK-16, KNK-32 (kontinuální navárečící krystalizátor) na bílé i žluté cukroviny. Na jejich vývoji a realizaci v Dobrovici se podílel VUC Praha společně se ZVU Hradec Králové začátkem 90. let 20. století.

ODSTŘEDIVKY byly u nás zaváděny již od 40. let 19. století. Dlouho se užívaly německé odstředivky Fescovy pro krystal i homole. Jejich pohon byl pod bubnem- spodní. Pak nastoupily Westonovy zavěšené odstředivky. Starší odstředivky byly poháněny řemenovým převodem nebo vodní turbínou, novější elektrickým motorem na střídavý i stejnosměrný proud. První odstředivky s elektrickým pohonem zavedla německá firma AEG. v Čakovicích v r. 1895. Westonovy odstředivky s náplní 450 kg, později na 700 a 800 kg cukroviny začaly u nás vyrábět Českomoravská strojírna a fa Breitfeld Daněk kolem r. 1905 (viz LC 1906). O zdokonalení odstředivek se zasloužilo několik domácích konstruktérů, např. F. Hampl a L. Fuchs aj. svou odstředivkou z r. 1905 a 1913. Od r. 1909 dodávala k odstředivkám motory fa Kolben a spol. Z. Tilsch zavedl r. 1911 patentní spojku, H. Štolc a R. Patočka r. 1912 zařízení k vyprazdňování bubnu odstředivky (vyhrnovač). Těsně před II. světovou válkou začaly Ško-

dovy závody vyrábět rychloběžné odstředivky se 1450 otáčkami za min. Při elektrickém brzdění na nižší otáčky se rekuperuje elektrický proud a vrací do sítě. Odstředivky byly dále zdokonalovány, dosahovalo se vyšších výkonů, vyšších dělicích efektů, docházelo k usnadnění práce, zjednodušení vyprazdňování mechanickými vyhrnovači v běhu, k lepšímu odmetání povrchového sirobu. To mělo ohromný význam pro rafinérskou práci, takže již v 50. letech byla zrušena spódiová filtrace **klérů**.

Dobry zvuk mají automatické recyklující odstředivky ARO ze ZVU vyráběné dříve pro 700 kg, nyní až 1650kg cukroviny a otáčkami 1200 za minutu (průměr bubny 20000 mm, výška 1300 mm, příkon 250 kW, Ward-Leonardův pohon, tyristorové řízení aj.). Ovládání a nastavování cyklů, včetně hmotnosti náplně je dnes kontrolováno a řízeno počítačem.

S odstřediváním úzce souvisí **AFINACE**, kterou pro zlepšení rafinačních postupů zavedl r. 1858 Pflieger, který vyráběl bílý pískový cukr promýváním surového cukru v odstředivkách. Podobně pracoval i Robert v Židlochovicích. Princip afinace teoreticky vyjasnil E. F. Anthon již r. 1868 kdy promýval surovinu v otevřených vanách s dvojitým dnem. Hlavní zásluha o její rozšíření však náleží Juliu Schroederovi, který si r. 1871 v Pečkách nechal patentovat několik postupů afinace cukru v odstředivkách. Surovina se rozmíchala sirobem, napustila do odstředivek a proběhovala párou nebo vodou; nejvýhodnější a nejrozšířenější bylo vykrývání vodní mlhou. Na krystalech surového cukru je ulpělý matečný sirob, který obsahuje přes 70 % barevných látek suroviny. Jejich odstranění je možné několika způsoby - buď po rozpuštění a následné rekrystalizaci (převáření cukroviny je drahé a energeticky náročné), nebo odbarvením, a nebo afinací – znovuodstředěním cukroviny vzniklé ze suroviny a sirobu, který musí mít vyšší čistotu než je na surovém cukru.

V polovině minulého století byly v cukrovarech zaváděny **kuželové odstředivky**, které nepracují periodicky, ale nepřetržitě, kontinuálně. Cukrovina natéká do nejužší části děrovaného kuželového bubnu (úhel kužele bývá 25°, 28°, 30° či 34° podle výrobce odstředivky a druhu užívané cukroviny) odstředivou silou se krystaly posouvají po stěně k obvodu nejširší části kužele, odkud přepadají k dalšímu zpracování. U nás vyrábí ZVU pod označením OKK 1400- dva druhy – mísicí (M) nebo rozpouštěcí (R), podle způsobu zpracování odstředěného cukru. Vyskytují se i odstředivky se zdvojenými kužely nad sebou, rotující na jedné ose.

Jedním z finálních produktů cukrovaru je **MELASA**, konečný sirob, ve kterém jsou zkoncentrovány necukerné složky vázané na cukr v takové míře, že další krystalizace svařováním není možná. Využití jako krmiva se datuje od vzniku průmyslových cukrovarů tzn. od první čtvrtiny 19. století, další užití bylo pro poměrně vysoký obsah cukru (kolem 50 %) pro výrobu alkoholu destilací. Vycukerňování melasy se věnovala pozornost v zemích, nebo v dobách, kdy měl cukr větší cenu, než náklady s tím spojené. Stačí připomenout osmosový postup v 60 letech 19. stol (membránový proces přes pergamenový papír), nebo chemické sacharátové způsoby (vápenatý, strontnatý, barnatý, olovnatý). Trisacharátový postup vznikl o deset let později spočívající v míchání melasy s vápenným mlékem (Šebor) nebo s jemným vápnem (Steffen) za vzniku trisacharátu vápenatého, stronciánový postup, nebo Quentinův process vzniklý kolem r. 1955 (výměna K^+ a Na^+ iontů za méně melasotvorné Mg^{2+} ionty pomocí ionexů), koncem 20. století byly chromatografické postupy zkoušeny a využívány nejen pro vycukerňování, ale především pro izolaci dalších necukerných složek. Zajímavostí je, že již v polovině 20. let 20. století prováděl K. Urban první pokusy odsolováním melasy formou měničů iontů, které tehdy tedy ještě nebyly známy. Postavil první ionexovou stanicí která měla náplň ze silikátu hořečnato-manganatého vlastnoručně vyráběného. Získal tak v čisté formě betain, mléčnany a skupiny dalších cukrů. Z filtrátu získal krystalizaci cukr.

Od I. světové války se u nás tyto vycukerňovací postupy neuvádějí, neboť melasa je hledanou surovinou jiných průmyslových odvětví.

Pro získání kvalitní, dobře vycukerňované melasy je důležitá tzv. **zadinová práce**, spočívající v uvaření kvalitní zadinové cukroviny a následné dlouhodobé krystalizaci při samovol-

ném či řízeném ochlazováním (zráním) v krystalizátorech. Podmínky krystalizace v pohybu vystihli L. Wulff, a J. Bock, kteří postupně vypracovali techniku krystalizace v pohybu. V roce 1886 zavedl uzavřené válcovité krystalizátory, používané ještě koncem 20. století. Hojně byl rozšířen Marešův způsob, prováděl se v Marešových mísidlech. Po třídenním míchání se nechalo 5-6 dní v klidu v teplé uzavřené místnosti a následovalo odstředování. Zráním zadin a teorií přesycení podrobně rozpracoval již zmiňovaný H. Claassen. Konstrukcí krystalizátorů byla celá řada, z dnešního pohledu je dělíme na horizontální a vertikální, diskontinuální (vsázkové) a kontinuální, chlazené vzduchem či vodou, s chladicími pohyblivými prvky (deskové, trubkové) nebo bez nich (chlazení vnější stěnou)

Konstruktér K. Löbl sestrojil v r. 1940 krystalizátor „Archimed“ s dvojitým či trojitým míchadlem chlazeným vodou. Jiný typ vyráběla Škoda – s dutými disky které míchaly cukrovinu a současně jimi procházela chladicí voda.

ZVU v roce 1973 zavedla propojením jednotlivých zadinových krystalizátorů kontinuální vyzrávací linky s regulací teploty. Vertikální krystalizátory byly v rámci výrobního programu ZVU ověřovány v Bašnici. Předností byla úspora místa a intenzivní krystalizace, lepší a kontrolovaný přestup tepla. Obdobné aparáty (BMA, DDS, Selwig-Lange aj.) byly již stavěny v moderních velkokapacitních cukrovarech v zahraničí. Za zmínku stojí i tzv. evakuované mísidlo. Válcové uzavřené míchané zařízení které mělo režim obdobný klasické vyzrávací lince, jehož intenzifikace byla zajištěna podtlakem – odsáváním par. Výrobek ZVU byl testován v Modřanech v 80. letech.

VÁPENKA a hašenka je jedním z tzv. vedlejších, provozů cukrovaru produkující vápno, resp. vápenné mléko a oxid uhličitý - **saturační plyn**. Dříve se plyn vyráběl spalováním dřevěného uhlí a koksů v peci, nejčastěji Kindlerově, která byla ve své době nejracionálnější a také se dlouho udržela. Kouřovým plynem se po vyprání v lavéru saturovalo. Obsahoval 18-21 % CO₂. Již v r. 1852 zkonstruoval Fl. Robert v Židlochovicích vlastní vápenku, kterou vylepšil H. Jelínek. V r. 1895 byla u nás postavena první šachtová vápenka podle Kherna (B), - dvoukuželová, která se pak rozšířila prakticky do všech cukrovarů a užívá se ještě i dnes. Velkokapacitní cukrovary mají dnes válcové vertikální vápenky.

Vápno k čerení se získává pálením vápence s koksem a následným hašením. Původně se hasilo v dřevěných, později v železných karbech. R. 1885 zavedl A. Mik hasidlo v podobě dlouhého ležatého bubnu 4-8 m dlouhého o průměru 1-1,2 m. Souprůdně přichází do hasidla vápno a voda, na druhém konci vychází vápenné mléko a nerozhašené zbytky. Toto hasidlo se všeobecně rozšířilo. Na odstraňování písku z vápenného mléka sestrojil Jindřich Kořán r. 1903 separátor.

Hlavním výrobkem našich cukrovarů bylo a zřejmě ještě dlouho i přes řadu inovací a nových postupů zůstane cukr v různých podobách a tvarech, dnes označován jako **BÍLÉ ZBOŽÍ**. Budou zde uvedeny pouze hlavní typy výrobků ať již zaniklých či současných. Na první místě byly **homole**, které se vyráběly ještě za druhé světové války v 15 cukrovarech. Postupně se přecházelo od velkých homolí 12-13 kg, které i domácí trh považoval za nepraktické pro jejich ztrátové rozvažování, k menším 5kg. Pro export se vyráběly orientální homoličky „perské“ 1 1/3 kg a „marocké“ 2 kg. V 80. letech minulého století se vyráběly již „souvěrové“ lisované homoličky (Kolínské a Pražské cukrovary). Nejstarší výrobní postup homolí byl půdní (nučovací) velmi zdoluhavý, druhý postup byl odstředivkový a třetí byl lisovací (Kořánův).

O primátu výroby **kostek** v Dačicích v r. 1840 byla již zmínka výše. Kostky se vyráběly dvojitým způsobem – lité z uvařené kostkovinové cukroviny s velkým rozptylem velikosti krystalů. Později se přešlo na lisované ze směsi mletého cukru a krystalu. Nejrozšířenější kostkárna užívala Pzillasův lis (bubnový) z kterého vypadávaly kostky na dřevěné lísky přemísťované ručně do tunelových sušáren. Později byly bubny nahradil Pzillas stolovými lisami (Škoda), kte-

ré vytlačovaly vylisované tyčinky mezerovitě, takže rychleji vysychají Tyčinky se sekaly a ukládaly do krabic či beden . Bubnový systém byl použit pro modernizaci automatické kostkáren v 80 letech 20. století (LSK VUC). Bylo tak možné vyrábět různé velikosti kostek (mocca, mocca-duo apod.) , ale i tzv. Bridge cukr (4 tvary znaků na kartách). V našich cukrovarech byly po 2. světové válce postupně instalovány různé typy kostkáren: Chambon (F), SSA-Vibro (S), Goka – Stork (NL), LSK-VUC (CZ)

Lité kostky se obvykle dělaly podle Scheiblera, později dle Adanta. Desky odlité z cukroviny se po vysušení rozřezaly na tyčky, které se štípaly na kostky obdobně jako u Pzillase. Postup pochází ze začátku 20. století.

Pilé je druh cukru, dnes již nevyráběný, hrubšího zrna, který se získal probělováním 2. rafinádni cukroviny v odstředivkách párou.

Kandys jsou několik cm velké krystaly bezbarvé, nažloutlé, hnědé. Bílý kandys se vyráběl z prvního rafinádniho kléru pečlivě odbarveného. K dosažení velkých krystalů se vařilo při nízkém přesycení.. Krystalizace v pánvích začala při 35 °C a trvala 7-17 dní při mírně klesající teplotě. Později se k tomuto procesu používalo krystalizačních nádrží s nakloněným dnem, do nichž se kladly stojany s napnutými nitěmi.

Cukrová **moučka** se dříve vyráběla výhradně z odpadků při řezání homolí a kostek, později mletím krystalu. Odpady hygienicky ne zcela bezvadné se obvykle rozpouštěly na likr. Při starším zařízení se cukr mlel ve mlýně Fescově nebo Excelsior. Mlýny jsou obvykle spojeny s drtiči, které lámou hrubší kousky. Novější jsou užívány válcové stolice s hladkými válci, melivo se třídí vysévači obdobně jako v obilnářském průmyslu. V posledních letech se užívá kolíkové nebo turbinové mlýny.

Krystal, krystalový cukr, je v současné době nejrozšířenější komerční formou cukru definovanou EU normou všeobecně známou. Méně známý je však dříve vyráběný „**písek**“, což byl bílý cukr vyráběný v surovnárnách a užívaný především pro průmyslové odběratele namísto rafinádniho krystalu.

Tekuté cukry je třeba zařadit také mezi finální výrobky využívané ale převážně pro průmyslové odběratele. Jednalo se o tekutou sacharosu (klér)y, nebo invertované roztoky typu HFCS apod. vyráběné speciálními postupy (kyselá hydrolyza aj.)

České strojírenství přešlo po 1. světové válce na mírovou výrobu a dodávalo zařízení pro cukrovary. Největším výrobcem nejen jednotlivých strojů, ale i kompletních řepných i třtinových cukrovarů pro tuzemsko i export byla akciová společnost vzniklá fúzí tří podniků „Spojené strojírný, dříve Škoda, Ruston, Bromovský a Ringhofer“. Výrobou cukrovarských zařízení se zabývala v meziválečném období také Českomoravská - Kolben - Daněk (ČKD) vzniklá postupnou fúzí Českomoravské strojírný a firmy Kolben (1921) a firmy Breitfeld-Daněk (1928). Třetím velkým podnikem byla „První brněnská strojírenská společnost“, která převzala strojírenskou výrobu Brand-Lhuillier v r. 1924. Kromě těchto velkých strojíren vyráběly zařízení pro cukrovary i menší firmy: Bratři Pernerové v Týnci n.L. (řezačky, nože), Bratři Wiesnerové, Chrudim (váhy, řepní pračky, výtahy, dopravníky odstředivky s vodním pohonem), strojírna K.J. Wiesner v Kolíně (tlakové odparky, pračky řepy, kotle, ceďáky) strojírný Havelka – Mész (zahříváče, filtry, chladiče, odparky), Janáček v Ralsku (kalolisy, ceďáky) aj. Po II. světové válce se strojírenská výroba cukrovarských zařízení soustředila do Závodů Vítězného Února (ZVU Hradec Králové), Škody Plzeň (třtinové mlýnice) a První brněnské strojírný (energetika).

Bilance strojírenských dodávek je následující (viz tab. I., II., III.). Dodávky zařízení a kompletních cukrovarů do všech 4 kontinentů do více než 40 států. V letech 1830 – 1880 bylo v tuzemsku i zahraničí postaveno celkem 210 malých a primitivních továren. V letech 1880 – 2005 bylo v tuzemsku i zahraničí postaveno celkem 286 kompletních cukrovarů a v letech

1958 – 2006 bylo vyrobeno a dodáno 38 třtinových mlýnic. Nelze zapomenout ani na vývoz „mozků“, nejen jako součást exportovaných cukrovarů. Čeští odborníci pracovali v mnoha zahraničních cukrovarech ve všech historických etapách a období.

Ukázku celého cukrovaru ze začátku 20. století – sestaveného z modelů aparátů od jednotlivých výrobců reálných zařízení je možno shlédnout v NTM..

Pro dokreslení situace jsou uvedeny nejdůležitější společnosti a koncerny, jež sdružovaly cukrovary v meziválečném období na území dnešní České republiky ve snaze lépe odolávat zahraničním tlakům a krizovým situacím.

<u>Společnost- koncern (založeno)</u>	<u>Bankovní patronace</u>	<u>Počet cukrovarů</u>
Česká společnost pro průmysl cukerní (1883)	Živnostenská banka	15
Cukrovary Schoeller a spol, a.s.(1910)	Živnostenská banka	12
Ústecká rafinerie cukru	Česká průmyslová banka	8
Skřivanská rafinerie cukru	Anglo-čslá a Pražská úvěrní banka	5
Pečecká rafinerie cukru	Unionbanka	8
Krásnobřezenská rafinerie cukru (1883)	Banka pro obchod a průmysl	8
Neštěmická rafinerie cukru (1897)	Česká eskomptní a úvěrová banka	8
Státní cukrovary	(Smiřice, Zvoleněves)	2

Sdružení surováren společnost nezávislých surováren s rolnickými cukrovary
 Čsl. komise melasová (ustavena 1919 pro kooperaci s lihovary, droždárny)
 Svaz továren pro melasová krmiva (1925) sdružoval 37 závodů, zabýval se melasou a nasákvými látkami (suché řepné řízky, brambory, pokrutiny apod.) pro výrobu tuhých, skladovatelných krmiv.

4. Výuka a výzkum

Již v 50. letech 19. století byla přikládána chemické kontrole velká důležitost a význam. J. Robert nazval vzdělaného chemika „svědomím továrny“.

Počátky cukrovarnického výzkumu jsou spojeny s činností vysokých škol. V historickém přehledu technického, resp. cukrovarnického školství, který je velmi pěkně a přehledně zpracován na internetových stránkách VŠCHT, (historie Fakulty potravinářské a biochemické technologie -FPBT), proto zde nebudou podrobně probírána. Jsou zde uváděna data jako např.: rok 1707, kdy byla ustavena Stavovská inženýrská škola, ze které se vyvinula dnešní VŠCHT, resp. FPBT, nebo léta 1807–1817 kdy se profesor **Karel A. Neumann** na Královském českém stavovském učilišti., věnoval cukrovarnictví a kde jako první přednášel chemii a chemickou technologii apod.

Do výuky a výzkumu lze zařadit výrobu cukru zaměřenou na vývoj technologie roce 1812, kterou zřídil hrabě **Canal de Malabaila** v Praze Spolupracoval s profesorem **Schmidtem** z pražské Karlo-Ferdinandově university. Rychlý rozvoj cukrovarů v té době inicioval vznik Ústředního spolku průmyslu řepového cukru v roce 1854. Tento spolek v roce 1859 zřídil v cukrovaru na Zbraslavi výzkumnou stanici v čele s Dr. **K. Weilerem**.

Jména prof **K.N.Balling** a prof. Karel **Preis** jsou nerozlučně spjata s rozvojem našeho cukrovarnického průmyslu. Balling prováděl pokusy s čěněním a sestavil speciální sacharometr v r. 1839. Preis vystihl jeho důležitost pro český hospodářský život a ve své pedagogické činnosti věnoval náležitou pozornost výchově našich cukrovarnických analytiků. Ujal se redakce cukrovarnických časopisů, zejména „Listů cukrovarnických“, které založil roku 1883 a vedl je do své smrti Hlavní zásluhu na zahájení soustavného cukrovarnického výzkumu měl profesor Dr.h.c. Karel **Preis**, nejen jako badatel, ale i jako organizátor. V roce 1896 byla zřízena **Výzkumná stanice cukrovarnická** při České polytechnice.

R. 1919 Ústřední spolek československého průmyslu cukrovarnického rozhodl o zřízení velkého samostatného výzkumného střediska VÚČPC = Výzkumný ústav československého průmyslu cukrovarnického. Ve stejném roce byl zakoupen pozemek v Praze Střešovicích a zahájen projekt. V září 1923 byl ústav slavnostně otevřen, v březnu 1924 ho navštívil prezident T.G. Masaryk. Velkorysá koncepce právem vzbuzovala pozornost, ústav v té době patřil k nejmodernějším výzkumným pracovištím v Evropě. Prvním ředitelem byl Vladimír **Staněk**. Činnost ústavu pokračovala za ztížených podmínek i během okupace pod vedením ředitele Dr.Ing. Jiřího **Vondráka**. V roce 1945 se ředitelem ústavu stal Dr.Ing.Karel **Šandera**, který v r. 1958 přešel na VŠCHTI v Praze a novým ředitelem se stal Dr. Jaroslav **Pucherna**. Po znárodnění cukrovarnického průmyslu se ústav v roce 1949 stal součástí jeho generálního ředitelství. V roce 1953 došlo k přesídlení VÚC do areálu cukrovaru v Praze Modřanech. V roce 1979 – vznikla Výzkumná a vývojová základna cukrovarnického průmyslu (VVZ CP) Současně došlo k organizačnímu připojení části pražského Výzkumného ústavu potravinářské a chladicí techniky (VÚPCHT) a cukrovaru Modřany pod vedením ředitele Ing. Antonína **Kovaříka**, CSc. Po rozpadu celostátního koncernu a zrušení generálního ředitelství v roce 1988 se VÚC stal součástí Cukrovarnického průmyslu, státního podniku vědecko-technických a obchodních služeb (CP-SPVTOS). Novým ředitelem byl jmenován Ing. Karel **Duffek**, CSc. Od r. 1991 je VÚC organizační jednotkou Cukrspolu Praha-Modřany a.s.. V roce 1996 se transformoval v samostatnou společnost s názvem VUC Praha, a.s. a po zrušení cukrovaru Modřany v r. 2002 přesídlil na nové pracoviště v Praze – Písnici a ve Zvoleněvsi. Roku 2007 se stal ředitelem Ing. Jaroslav Málek

K cukrovarnictví nedílně patřilo a patří **výzkum v oblasti řepářství**. Prvním šlechtěním řepy se v roce 1874 v Kvasicích na Moravě zabýval E. **Proskowetz**. Krátce nato byla založena **Zapotilova** stanice ve Větrušicích a **Wohankovy** stanice v Hostivicích. V roce 1893 začala pracovat při dobrovickém cukrovaru semenářská stanice původně umístěná v Thurn-Taxisově statku u Cetna, ta se v roce 1902 přestěhovala do nové budovy v Dobrovici. Význam šlechtění cukrovky rostl, byla založena „Společnost pro pěstění řepového semene“ a byly zřízeny moderní laboratoře a skleníky v budově postavené pro tento účel v Semčicích. Později byla společnost přejmenována na Výzkumný ústav řepářský (**VÚŘ**), Výzkumný a šlechtitelský ústav řepářský (**VŠÚŘ**) které přetrvávají do současnosti ve formě privátního Řepářského institutu s.r.o. pod vedením Ing. J. **Chocholy**, CSc. Po prvním řediteli V. **Bartošovi** zde pracoval významný šlechtitel prof. V. **Stehlík**, DrSc. Ze Semčic vzešla řada odrůd řepy s označením „Dobrovická“. I po privatizaci zůstaly Semčice střediskem pěstování cukrovky v České republice. Sídli zde Svaz pěstitelů cukrovky ČR, Řepářský institut a firmy prodávající osivo.

Řepářství se samozřejmě věnuje **Česká zemědělská univerzita v Praze (ČZU)**, která je přímou pokračovatelkou nejstarší zemědělské školy „Stolice zemědělství“ zřízené na pražské univerzitě v roce 1776. Ta přešla k Českému stavovskému technickému učilišti v roce 1812, v roce 1906 byl zřízen zemědělský odbor při České vysoké škole technické, změněný 1920 na Vysokou školu zemědělského a lesního inženýrství při Českém vysokém učení technickém v Praze. Samostatná Vysoká škola zemědělská pak vznikla v roce 1950, na Českou zemědělskou univerzitu byla přejmenována 1.1.1995. Katedra rostlinné výroby (prof. J. **Pulkrábek**, DrSc) zajišťuje výuku speciálních rostlin. Patří sem i pěstování cukrovky včetně všech, s tím souvisejících oborů: šlechtění, ochrana, mechanizace výroby, výživa rostlin, půdoznalství, tvorba a ochrana životního prostředí.

Třetím významnou vysokou školou v oblasti cukrovarnictví je **České vysoké učení technické v Praze (ČVUT), Fakulta strojní Ústav procesní a zpracovatelské techniky** Historie Fakulty strojní začíná na České stavovské inženýrské škole již v roce 1718. Schválení statutu Polytechnického ústavu v roce 1864 je pak považováno za datum založení školy. V roce 1869 byl ústav rozdělen na český a německý. Pro český ústav byla v letech 1872 - 74 postavena budova na Karlově náměstí v Praze, kde část fakulty sídlí dosud. Některá pracoviště jsou umístěna v Praze 2, Horská ul. 4. V Praze v Dejvicích v nových budovách sídlí fakulta strojní od roku 1965. Během vnitřních organizačních změn a měnících se názvů kateder se obor strojního zařízení pro cukrovary vyučoval od roku 1961 společně s chemickými a potravinářskými stroji, od roku 1998 nyní v rámci Ústavu procesní a zpracovatelské techniky. Výuka v tomto oboru má systémové pojetí, je orientována na základní principy přeměny látkových soustav, na způsoby přeměn a úprav energie. Absolventi ovládají navrhování a technicko-ekonomické hodnocení variant procesů, koncepci zpracovatelských linek i detailní pevnostní a konstrukční řešení aparátů, dílčích systémů strojů a zařízení. Z tohoto ústavu lze uvést jména jako prof. **Zvoníček**, Dietl, Rieger, Hoffman aj.

Pro úplnost uvádíme přehled o **Ústavu chemie a technologie sacharidů při Fakultě potravinářské a biochemické technologie VŠCHT Praha**. Studijní obor zahrnuje tradiční i moderní technologie sacharidů, tj. technologii cukru, čokolády a cukrovinek, škrobu a výrobků ze škrobu, mlýnskou a pekárenskou, včetně výroby trvanlivého pečiva. Ústav byl založen 1.12.1953 v rámci tehdejších kateder Fakulty potravinářské technologie, která vznikla v roce 1952 a měla název Katedra technologie glycidů. Výuka technologie cukrovarnictví ale existovala již v první polovině 19. století. V době před II. světovou válkou existoval v rámci Vysoké školy chemicko-technologického inženýrství Českého vysokého učení technického Ús-

tav cukrovarnictví a technologie škrobu. Ústav chemie a technologie sacharidů úzce spolupracoval a spolupracuje s výzkumnými pracovišti a výrobními podniky. Zabývá se též problémy kvality surovin rostlinného původu v oblasti pěstitelské a dodavatelské.

Zde uvádíme jména profesorů a pedagogů působících na pražské technice: prof. Josef Napoleon **Balling**, prof. Karel **Preis**, prof. Ing. Karel **Andrlík**, Dr. h.c., prof. Ing. Dr. Václav **Konn**, Andrlíkův nástupce, prof. Ing. Dr. Karel **Šandera**, DrSc., člen korespondent ČSAV, prof. Ing. Dr. Rudolf **Bretschneider**, DrSc., dr.h.c., prof. Ing. Pavel **Kadlec**, DrSc., prof. Ing. Zdeněk **Bubník**, DrSc. A externí docenti Doc. Dr. Ing. Karel Číž, CSc., Doc. Dr. Ing. Vl. Valter, DrSc.

Z dalších zasloužilých cukrovarníků z brněnské techniky prof. **Aleše Linsbauera** (1891-1928), autora spisu „Technologie cukru“, prof. Ing. Dr. Jaroslava **Dědka**, Doc. **Josefa Hrudu**, docenta brněnské techniky a význačného cukrovarnického technologa. Žákem Linsbaurovým byl i profesor bratislavské techniky a člen-korespondent Československé akademie věd **Josef Vašátko** (1897-1976), který byl za publikaci, resp. práci o čištění řepné šťávy vyznamenán státní cenou v roce 1951, a jeho žákem byl prof. Ing. Dr. Alexander **Dandár**, DrSc.

S výzkumem úzce souvisí i inovace technologií a vedlejší výroby. **Doplňkové, resp. vedlejší výroby**, nyní nazývané diverzifikace, mají v cukrovarnickém průmyslu dlouhodobou tradici. Existovaly již za Rakousko-Uherska a rozvinuly se zvláště za první republiky v 30. letech, v době konjunktury průmyslu. Zpočátku to byly hlavně šlechtické velkostatky, které byly logicky úzce spjaty s cukrovary pěstováním řepy a výroby založené na zemědělských surovinách: pivovary, lihovary, mlýny, sušárny řízků a brambor, pily, pěstování zeleniny, sodovkárny. Tato uskupení existovala s určitým omezením za války až do znárodnění průmyslu v roce 1948. Potom byly doplňkové výroby postupně převáděny do nově vznikajících národních podniků a zbývající byly po zavedení tzv. „čistoty oborů“ do roku 1970 zrušeny. V 1956 roce bylo v provozu 88 cukrovarů a v nich se provozovalo 17 sušáren řepných řízků a brambor, 3 výroby bramborových vloček, 7 cukrovarů vyrábělo melasové krmivo. Při cukrovarech se vyráběla kyselina mléčná, droždí, jedlé siroby, kandys, kulér, theobromin, sodovky, limonády, zeleninové konzervy. Bylo v provozu 5 mlýnů, 4 cihelny, 2 výroby beden, lihovar, 2 pivovary, sladovna, chladírna vajec, lom na vápenec, písník, 3 zelinářství.

Částečné oživení doplňkových výrob při cukrovarech nastalo až v 80. letech 20. století. Diverzifikace byla zaměřena na výrobky na bázi cukru a řepné vlákniny. Byla zavedena výroba různých druhů tekutých cukrů, invertovaných sirobů, karamelu, kuléru, želírovacího cukru, diaželu, barevného máčku, přírodního cukru, netvrdnoucí cukerné moučky, cukrů s aromatickými přísadami a výrobků z řepné vlákniny s různými přísadami.

Zásadní změnu přinesla v kampani 2006/07 výroba bioetanolu ze surové (difusní) šťávy a ze siroby (melasy) v cukrovaru Dobruška. EU stanovila povinnost členských států přimíchávat postupně zvyšující se množství bioetanolu (od 2% do 5,5 %) do benzínu.

5. NEJ- českého cukrovarnického průmyslu

- Nejvyšší množství vypěstované řepy 7 mil.t v r. 1925
- Největší výměra cukrovky – 250 tis. ha v r. 1923
- Nejvíce cukrovarů založených v jednom roce: 32 v r. 1870 –71
- Největší počet činných cukrovarů na našem území – 225 v r. 1872
- Největší vyrobené množství bílého cukru za rok 1,5 mil.t (r.v.) v r. 1925 (tab.V)
- Nejvíce cukrovarů bylo založeno v letech 1869 – 1875 celkem 95 cukrovarů
- Nejvíce cukrovarů zaniklo v letech 1929 – 1933 celkem – 34 cukrovarů
- Poslední zrušené cukrovary r. 2006: Hr. Týnec (1966), Němčice (1909), Kojetín (1869)
- Nejvyšší zpracovatelská kapacita – cukrovar Dobruška – v roce 2007: 14 000 t/d řepy
- Nejmenší počet pracujících cukrovarů u nás – 7 – (od 2007 až doposud (r. 2011))
- Přes 400 lokalit území dnešní ČR ve kterých se vyráběl cukr ze řepy, třtinové suroviny nebo javorové šťávy v letech 1787 do 2011 (viz mapa cukrovarů ČR)
- Nejvyšší spotřeba bílého cukru na obyvatele ČSR v r. 1997 byla 46,7 kg/rok/os.
- Dodávky zařízení a kompletních českých cukrovarů do 4 kontinentů, do 40 států
- V letech 1830 – 1880 bylo v tuzemsku i zahraničí postaveno celkem 210 malých a primitivních továren
- V letech 1880 – 2000 bylo do tuzemska i zahraničí dodáno celkem 319 cukrovarů a velkých rekonstrukcí od našich výrobců
- V letech 1880 – 2005 bylo vyrobeno a dodáno 38 českých třtinových mlýnic
- První elektrické osvětlení bylo zavedeno roku 1882 v cukrovaru Nymburk
- První manufaktury: 1787 Zbraslav (třtina), 1802 Hořovice (řepa), 1810 Libáň (javor)
- Nejmladší cukrovar pracující cukrovar na území ČR- Hrušovany n.J. od r 1967
- Nejdéle pracující cukrovar na území ČR – Dobruška od r. 1831

6. Chronologický přehled vybraných dat souvisejících s historií řepného cukrovarnictví

(panovníci a presidenti na území Čech a období jejich vládnutí)

1575 – Rudolf II – 1611

1600

1605 **de Serres** Olivier , zakladatel francouzského zemědělství, vydává „Theatre d'Agriculture“, kde popisuje sladkou látku (cukr) v řepě.

1611 – Matyáš – 1619

1619 – Fridrich V. (Falcký) – 1620

1620 – Ferdinand II – 1637

1637 – Ferdinand III – 1657

1657 – Leopold I – 1705

1700

1705 – Josef I. – 1711

1707 Založena Stavovská inženýrská škola ze které vznikla dnešní VŠCHT Praha

1711 – Karel VI. – 1740

1740 – Marie Terezie – 1780

1747 **Margraff** Andreas Sigismund, izolace krystalů sacharosu macerací etanolem ze sušené řepy (*Beta vulgaris*)

1750

1750 Začátek pěstování cukrovky jako pícniny v Čechách

1780 – Josef II. – 1790

1787 Zbraslav u Prahy, postavena první rafinerie třtinového cukru v Čechách (Josef de Souvaigne)

1790 – Leopold II – 1792

1791 První **světová průmyslová výstava v Praze** (u příležitosti korunovace Leopolda II.)

1792 – František I. – 1835

1799 **Achard** Franz Karl německý chemik francouzského původu vyrobil laboratorně prvých 10 liber a 30 lotů řepného cukru.

Mikan J.B. profesor chemie jmenován rektorem UK

1800

1802 **Achard** Francois Charles - výroba cukru ze řepy (Kunnery, Slezsko)

1806 až 1814 – Napoleon Bonaparte...blokáda Evropy anglického zboží (vč. cukru)

1809 až 1811 – J.B. **Mikan** a K.A. **Neumann** (profesoři chemie v Praze) spory o zavádění javorového či řepného cukru

1810 První výroba cukru z řepy u nás (Ludvík Fischer, **Žáky u Čáslavi**)

1811 Kanálská zahrada v Praze (dnešní Riegrovy sady) školní cukrovar zřídil hrabě J.E. **Canal de Malabaila** (vyučuje zde i Jan Satopluk Presl –autor českého chemického a botanického názvosloví)

1813 Klementinum ...školní výuka výroby cukru ze řepy

“Bitva národů“ u Lipska (říjen), bylo poraženo vojsko francouzského císaře Napoleona Bonaparteho, tzn. konec kontinentálního systému; do Evropy se valí třtinový cukr ze zámoří, začíná krize a dočasný úpadek evropského cukrovarnictví.

1821 Zánik všech výroben primitivního manufakturního řepného cukrovarnictví v Čechách,

1825

- 1823 Podtlakový krystalizátor **Howard** Ch. E.(GB) pro vaření cukrovin zaveden v c. Zbraslav
1831 Založen cukrovar Dobruška (**Weinrich** K.)
1834 Čefění šťávy vápnem – **Kodweiss**
1835 – *Ferdinand V. – 1848*
1840 Výroba první kostky cukru na světě **Rad** J.K, c. Dačice
1842 Biot (F)– teorie a první polarimetr
1843 Odpařovací trojčlen (USA) – **Rillieux** Norbert za použití kondenzace a vývěvy
1843 Ventzkeho polarimetry pro cukrovarnictví
1848 – *František Josef I. – 1916*

1850

- 1850 První polarimetry v Čechách (Mitscherlich) do té doby se obsah cukru stanovoval nepřesně a zdlouhavě (kvašením či odhadem)
1851 Česká konstrukce odpařováku a vývěvy – **Robert** J.
1855 Definován Lambert-Beerův zákon - kolorimetrie
1855 Teorie vodivosti látek – konduktometrie (**Kohlrausch** F.W.), 1916- přístroj
1858 Zbraslav, první výzkumná laboratoř (stanice) v Rakousku-Uhersku
1859 Založena spolková cukrovarnická laboratoř (Zbraslav) – **Weiler**
1861 První kolorimetr v cukrovarech – **Stammer** K.(°St jednotka barvy definována r. 1863), též Stammerova byreta pro stanovení CO₂ v saturačním plynu – předchůdce Orsatova přístroje. Stammer byl švagr Bocka, který zavedl zrávání zadinové cukroviny v pohybu
1862 Saturace šťávy (Vysočany, Praha) – Hugo **Jelinek**, Bedřich **Frey**
1863 Kalolisová filtrace (c.Vysočany) – **Daněk** Čeněk
1864 První difuze na světě zavedena v cukrovaru (Židlochovice) – **Robert** Julius
1871 **Kohlrausch** Otto – zavádění obchodních analýz cukru (Kohlrauschova banka)
1872 **Časopis cukrovarnický** vychází v českém jazyku
1874 Refraktometr **Abbé** – první přístroj na stanovení sušiny (indexu lomu)

1875

- 1875 První kolorimetr v Čechách
1879 Tříčlenná odparka **Rillieux** N. (F) – **Lexa** Josef (CZ) (c.Líbeznice, c.Mratín)
1882 Zahájení vydávání **Listů cukrovarnických** (dnes Listy cukrovarnické a řepařské)
1884 Krystalizace za pohybu očkování – **Wulff** a Bock
1891 „Jubilejní zemská výstava 1891 v Praze na Výstavišti“(viz r. 1791 – 100. výročí), kde je samostatný cukrovarnický pavilon
1895 Založení Výzkumné stanice cukrovarnické (VSC Praha):
působili zde Preis K., Andrlík K., Stoklasa J., Votoček E. aj.
1896 Měřidlo podtlaku „Pelikán“ tzv. Vakuummetr (bří Fričové, c. Surovátka)

1900

- 1908 „Jubilejní výstavu Obchodní a živnostenské komory v Praze“ – model cukrovaru ing. P. **Hoffmeistera** (věnováno Technickému muzeu pod evid. číslem 1)
1909 Vodíkový exponent – pH-metr první přístroj zavedl Sørensen (DK)
1909 První aplikace refraktometru u nás – **Staněk** Vl.
1916 – *Karel I. – 1918*
1916 Odbarvování klérů aktivním uhlím – **Staněk** Vl.
1918 – *Masaryk T.G. – 1935*
1919 Vznik fyzikálně-chemického oddělení ve VSC Praha – **Dědek** Jaroslav
1922 Brněnská výzkumná stanice cukrovarnická, vedl **Linsbauer** Aleš
1922 Vznik teorie polarografie – **Heyrovský** J.
1923 Založen Výzkumný ústav čs. průmyslu cukrovarnického Praha – Střešovice (VÚČsPC)

1925

- 1925 První aplikace pH metru v cukrovarech v Čechách
1926 První aplikace konduktometrie v cukrovarnictví – **Šandera K.**
1927 Brněnská stanice VÚČsPC – do r. 1948 vedl **Dědek Jaroslav**,
od r.1948 **Ivančenko D.A.**, v r. 1954 zrušena
1929 První polarograf v cukrovarnictví – **Šandera K.**
1931 Kontinuální extraktor Bergé RT (B)
1932 Předčerení šťávy – **Dědek J. a Vašátko J.**
1935 – Beneš E. – 1938 + (1940 – 1945) + (1945 – 1948)
1938 – Hácha – 1939 + (1939 – 1945)
1937 Teorie Robertovy difuze –**Silin P.M.** (RU)
1941 **Vavruch I.**– polarografické hodnocení rafinád, těžké kovy stanoveny koncem 60.let
1944 Teorie difuze – **Slaviček E.**
1945 Znárodnění velkých cukrovarů (24. října 1945) dekretem presidenta Beneše
1948 – Gottwald Kl. – 1953
1948 Znárodnění malých rolnických cukrovarů (únor 1948)

1950

- 1951 První pětiletý plán – zahájení výstavby nového cukrovaru v Opavě na 1200 t/d ř.
1953 Zkušební provoz cukrovaru Opava zahájen
1953 – Zápotocký A. – 1957
1955 Druhý pětiletý plán
1957 – Novotný A. – 1968
1957 Zprovozněn zpočátku jen s ruční obsluhou extraktor RT-Bergé (c. Čejetický)
1957 Zprovozněn extraktor BMA (c. Opava)
1959 Instalace extraktoru Olier (c. Všetuly)
1960 Během let 1951 až 1960 zrušeno 12 cukrovarů, vypracování koncepce na 20 let
(v ČR má být v r.1980 celkem 77 cukrovarů (skutečnost 58), v ČSSR 87 závodů)
1962 Teorie extrakce pevná látka – kapalina
1968 – Svoboda L. – 1975
1969 Extraktor KDP a zkušenosti s jeho provozem (**Přidal, VÚPCHT, ZVÚ**)
1973 Spektrofotometrie v cukrovarnictví – **Friml M.**
1975 – Husák G. – 1989

1975

- 1976 Poslední suchá rafinerie zrušena - Skřivany (*založena 1862*), Ústí nL. před 5 lety
1980 Počet provozovaných cukrovarů v ČR - 43, po 15 letech (1995) již jen 29
1983 Otevřeno Muzeum kostky cukru v Dačicích (založeno již r. 1893)
1989 Zrušen rekonstruovaný cukrovar Kopidlno a dalších 13 závodů (od r. 1970)
1990 Ukončen dovoz kubánského surového cukru k rafinaci
1992 Zahájení privatizace průmyslových objektů
1993 V ČR je 39 cukrovarů sdružených ve 28 společnostech
1995 Uzavřen cukrovar Hodonín - rekonstruovaný na 3000 t/d ř
1989 – Havel V. – 2003

2000

- 2000 Schválen zákon o Státním zemědělském intervenčním fondu (SZIF)
2000 Zahájení výroby bioetanolu z řepy v ČR
2003 – Klaus V. –
2004 Vstup českého cukrovarnického průmyslu, resp. ČR do Evropské Unie
2007 V ČR je 7 cukrovarů v 5 společnostech (tab.VI)
2010 Otevřeno Muzeum cukrovarnictví, lihovarnictví, řepařství a města Dobruška
2011 Pro veřejnost zpřístupněn model cukrovaru z roku 1908 v NTM v Praze - Letné

7. Závěr

Rozvoj cukrovarnického průmyslu byl úzce spjat s rozvojem strojírenského průmyslu (Breitfeld Daněk, ČKD, Škoda Plzeň, ZVÚ....), jemné mechaniky (Frič, Meopta), těžby uhlí, výstavbou infrastruktury železničních a silničních tratí a říční dopravy. Nezanedbatelná byla provázanost a zpětné vazby tohoto průmyslu a vývoje chemie, analytických a instrumentálních analytických metod, zemědělství a dalších věd. V neposlední řadě příznivě působil i na ekonomiku (export strojů, cukru apod.) a sociální politiku státu (velká zaměstnanost, sociální výhody zaměstnanců cukrovarnických společností ve srovnání např. s těžkým průmyslem).

Současný postup výroby cukru je popsán pro objasnění některých pojmů užívaných v dalším textu. Co je cukr, jaký je jeho původ, kdy se dostal do českých zemí z čeho se vyráběl dříve a nyní aj. To jsou otázky, na něž lze nalézt odpovědi v další kapitole.

Následuje popis vývoje cukrovarnictví, jako průmyslového oboru od manufaktur v počátcích 19. století přes první průmyslové závody, jejich modernizace, hospodářsko-politické změny v 90 letech 20. století a jejich vliv na obor před a po vstupu do EU až po současnou situaci.

V 19. a 20. století, docházelo k rozvoji nejen cukrovarnictví, ale potravinářského průmyslu a strojírenství na území dnešní ČR obecně. To mělo ohromné důsledky pro povzbuzení národního sebevědomí a hrdosti v tehdejší době. Řada významných jmen spojených s vývojem technologických postupů, strojů a zařízení je natolik rozsáhlá, že v materiálu tohoto rozsahu nelze uvést všechna. Jejich výběr byl zaměřen především na domácí, české odborníky.

Jelikož se náš cukrovarnický průmysl, resp. průmysl na území dnešní ČR řadil ke světové špičce jak z hlediska kvality i kvantity strojírenských dodávek, tak i technologických parametrů, byl sestaven krátký přehled s tzv. Nej-...hodnotami.

V chronologickém přehledu jsou uvedeny převážně 25leté periody s významnými letopočty, jakási časová osa důležitých mezníků, poznatků v cukrovarnictví, doplněná o období vlády panovníků a presidentů na území dnešní České republiky, pro možnost sledování širších historických souvislostí

Vzhledem k více než dvoustoleté historii se snad podařilo vystihnout zásadní trendy a mezníky vývoje tohoto oboru. Při zpracovávání podobných textů, je třeba počítat v některých případech s určitým zjednodušením, drobnými nepřesnostmi či zkrácením některých údajů a dat, zvláště pak u časově vzdálenějších událostech, za což se čtenářům předem omlouvám. Zájemci o studium historie tohoto oboru mají ohromné možnosti, neboť existuje řada publikací, studií, monografií, zpráv a jiných obdobných materiálů ať českých či zahraničních. Stačí si uvědomit, že např. časopis Listy cukrovarnické začal vycházet od roku 1872, resp.1882 a vychází nepřetržitě dodnes.

Na rozdíl od jiných evropských států se podařilo cukrovarnický průmysl v ČR nejen zachovat, ale i v řadě hlavních parametrů a ukazatelů se dosáhnout přední místa, ať se jedná o problematiku cukrovky, nebo cukrovarů. Doufám, že obecně mylné povědomí, že cukrovarnictví bylo v České republice zrušeno, bude opraveno a že nová generace techniků a inženýrů, bude hrdá na cukrovarnický obor s dlouhou a bohatou historií.

Tabulky

Tab. I. Cukrovary dodané českým strojírenským průmyslem 1880–2000

Časové období	Počet cukrovarů dodaných celkem	Průměrná instalovaná kapacita (t řepy nebo t třtiny)		
		jednoho cukrovaru za den	celková za období	celková za rok
1880 – 1918	100	800	80 000	2 100
1918 – 1930	79	1000	79 000	6 600
1930 – 1942	50	1 250	62 000	5 200
1942 – 1960	39	1 400	55 000	3 000
1960 – 1980	35	4 000	130 000	6 500
1980 – 2000	16	6 300	100 000	5 000
1880 – 2000*	319	-	-	-

* V některých případech mohla být jako kompletní cukrovary vykazovány rozsáhlé strojní stanice.

Tab. II. Cukrovary dodané českým strojírenským průmyslem 1880–2000

Časové období	Počet cukrovarů zařízení v českých zemích	Export cukrovarů a mlýnic			
		Řepné cukrovary v Evropě	Řepné cukrovary v rozvoj. zemích	Třtinové cukrovary	Třtinové mlýnice
1880–1918	31	65	1	3	0
1918–1930	12	62	5	0	0
1930–1942	8	10	9	23	0
1942–1960	1	22	5	11	Nesledováno
1960–1980	8	7	3	7	16
1980–2000	0	2	3	1	10
1880–2000*	54	168	26	45	26

* V některých případech mohla být jako kompletní cukrovary vykazovány rozsáhlé strojní stanice.

Tab.III. České cukrovary vystavěné v letech 1880 až 2005 tj. za 125 let existence ZVU a jeho předchůdců

AFGHANISTAN	ANGLIE	ARGENTINA	BELGIE
BRAZILIE	BULHARSKO	ČESKO	ČÍNA
EGYPT	ETHIOPIE	FINSKO	FRANCIE
GHANA	INDIE	INDONESIE	IRAN
ITALIE	JUGOSLAVIE	KAMBODŽA	KAZACHSTAN
MAĎARSKO	MAROKO	MOLDAVKIE	MYANMAR (Barma)
NEPAL	PAKISTAN	POLSKO	RAKOUSKO
RUMUNSKO	RUSKO (SSSR)	SLOVENSKO	SRBSKO
SRI LANKA (Cejlon)	SYRIE	ŠPANĚLSKO	THAJSKO
TURECKO	UKRAJINA	URUGUAY	UZBEKISTAN

Kompletních cukrovarů včetně zásadních rekonstrukcí celkem 217, z toho :
 řepné 173, třtinové 34, palmové 1, rafinerie 9
 do 40 států (v Evropě 155, Asii 50, Africe 7, Jižní Americe 5)

Tab.IV. Světová spotřeba cukru

Rok	Počet obyvatel (miliardy)	Výroba cukru celkem (mil. t sur.cukru)	Průměrná spotřeba cukru (kg/os/rok)
1900	1,55	11,3	7,5
1930	2,08	28,4	13,6
1960	2,99	61,2	20,5
1990	4,50	128,5	28,6
2010	6,99	167,0	23,9

(Zdroj: Kalendáře Cukr škrob)

Tab.V. Počty cukrovarů a produkční kvóty ve vybraných evropských zemích v roce 1925/26

Z e m ě	Počet cukrovarů r. 1925/26 (ks)	Výroba cukru 1925/26 (tis t r.v.)	Výroba cukru v 1 cukrovaru r. 1925/26 (t)	Pěstitelská plo- cha řepy (tis. ha)	Výnos cukru (t/ha)
Belgie (B)	59	332	5 627	73	4,58
Česko (CZ)	155	1510	9 742	312	4,84
Francie (F)	107	754	7 047	214	3,52
Itálie (I)	34	159	4 676	53	2,99
Německo (D)	261	1599	6 126	373	4,29
Nizozemsko (NL)	19	312	16 421	66	4,73
Polsko (PL)	72	581	8 069	174	3,34
Rakousko (A)	7	78	11 143	20	3,94
Španělsko (E)	36	273	7 583	114	2,40
V. Británie (GB)*	9	59	6 556	23	2,62
Maďarsko (H)	13	166	12 769	66	2,53
<i>SUM</i>	<i>772</i>	<i>5823</i>	<i>7 543</i>	<i>1486,1</i>	<i>3,92</i>

* Celková výroba cukru řepného a třtinového byla v GB 570 tis. t

Tab.VI. Počty cukrovarů a produkční kvóty ve vybraných evropských zemích v roce 2009/10

Z e m ě	Počet cukrovarů r. 2009/10 (ks)	Kvóty výroby cukru 2009 (tis t r.v.)	Výroba cukru v 1 cukrovaru v r. 2009/10 (t)	Pěstitelská plo- cha řepy (tis. ha)	Výnos kvotového cukru (t/ha)
Belgie (B)	3	676	225 333	63	10,73
Česko (CZ)	7	372	53 143	46	8,09
Francie (F)	25	2 957	118 280	269	10,99
Itálie (I)	4	508	127 000	61	8,33
Německo (D)	20	2 898	144 900	340	8,52
Nizozemsko (NL)	2	805	402 500	72	11,18
Polsko (PL)	18	1 406	78 111	192	7,32
Rakousko (A)	2	351	175 500	44	7,98
Španělsko (E)	5	498	99 600	50	9,96
V. Británie (GB)	4	1 056	264 000	100	10,56
Maďarsko (H)	1	105	105 000	14	7,50
<i>SUMA vybr. států</i>	<i>91</i>	<i>11632</i>	<i>127 824</i>	<i>1251</i>	<i>9,30</i>
EU celkem	106	12 844	121 170	1414	9,08

Podklady a literatura:

- Bína J. a kol.: Malá encyklopedie chemie, SNTL, Praha 1976, 800s., 209 obr., 47 tab.
Český cukrovarnický průmysl v době vstupu do EU, Vydal VUC Praha 2007
Pucherna J.: Historický přehled cukrovarnictví v Českých zemích, STI VUC Praha 1981
Gebler, J., Marek, B.: Model cukrovaru z roku 1908 (I., II.), Listy cukrovar a řep. 118, 2002, s. 144, 184
Gebler, J. Hořejší, I.: Cukrovarnická expozice na Zemské jubilejní výstavě 1891 před 110 lety. Listy cukrovar. a řep, 117, 2001, s. 228
Gebler, J, Bubník Z.: Czech evaporating crystallizer. Zuckerindustrie, 122, 1997, 112-6
Gebler, J.: Historie cukrovarnických expozic a muzeí v českých zemích. Listy cukrovar. a řep, 126, 2010, s. 190
„ : Rillieux N , LCaŘ 122, 2006
„ : Rod Kořánů, LCaŘ 119, 2003
„ : Balling K.N. LCaŘ 119, 2003
„ : Goller F. LCaŘ 128, 2012
„ : Kohlrausch O, LCaŘ 119, 2003, Sklář a keramik 2003
„ : databáze významných českých i zahraničních cukrovarníků (osobní archiv)

Další historické studie a publikace rozsáhlejšího charakteru o oboru cukr

- Říha O.: Počátky...do r.1850, UK Praha 1979
Dudek F: Cukrovar. prům. do r.1872, Academia
Dudek F.: Monopolizace..do r. 1938 Academia
Schatz M.: Historie výuky chemie. Praha 2002, , 295 s.

- Baxa-Bruhns: Zucker im Leben der Volker, Bartens, Berlin, 1967
Noel. Deerr: History of Sugar I, II,
Plews R.W.: The History of ICUMSA. The First 100 Years (1897-1997), 312 s., 1997

OBSAH

1. Úvod.....	2
2. Historie výroby cukru a cukrovarnického průmyslu	3
A) Výroba cukru.....	3
B) Původ a zdroj cukru.....	4
C) Řepný cukr a cukrovarnický průmysl	5
3. Významná jména v českém cukrovarnictví (strojírenství a technologie)	9
4. Výuka a výzkum	18
5. NEJ- českého cukrovarnického průmyslu	21
6. Chronologický přehled vybraných dat souvisejících s historií cukrovarnictví	22
7. Závěr.....	25
Tabulky	26
Podklady a literatura:	29
OBSAH.....	30