



Lo zucchero, il saccarosio, quella sostanza dai bei cristalli bianchi che mettiamo nel caffè e nei dolci, prodotto in ragione di circa 150 milioni di tonnellate all'anno nel mondo, un milione e mezzo di tonnellate in Italia, sembra, dal punto di vista della tecnologia chimica, abbastanza insignificante. Eppure la sua produzione "industriale" ha oltre duemila anni di vita e in questo lungo periodo la sua estrazione e raffinazione ha richiesto la soluzione di molti problemi tecnico-scientifici che hanno trovato applicazione in molti altri settori industriali.

LUSSO, TECNOLOGIA E MERCATO

La prima produzione di zucchero estratto dalla canna è cominciata oltre duemila anni fa in India; le canne venivano frantumate, ne veniva separato il succo che si trova all'interno della canna, fra i nodi, e questo succo veniva concentrato per evaporazione dell'ac-

qua fino ad ottenere una soluzione concentrata dalla quale, per raffreddamento, lo zucchero cristallizzava in forma impura ma tuttavia ricercata per il suo sapore dolce; l'altro dolcificante disponibile nell'antichità era il più costoso miele.

Dall'India i mercanti portarono lo zucchero nei Paesi del Mediterraneo nei quali era una merce di lusso, comunque noto a Dioscoride, il grande autore greco di un trattato di botanica, farmacologia e merceologia, vissuto a Roma nel I secolo dopo Cristo. Con l'espansione dell'Islam, dal VII secolo in avanti, la coltivazione della canna e la tecnica di produzione dello zucchero passarono in tutti i Paesi occupati dai Musulmani, in Mesopotamia, nell'Asia Minore, nel Nord Africa, in Spagna e in Sicilia, sempre con la stessa tecnologia, ben descritta da Ibn al-Awwam nel XII secolo: "Ecco il processo di produzione dello zucchero. Si tagliano le canne da zucchero quando

Spesso le cose che usiamo ci sono talmente abituali da non farci interrogare sulla loro origine. Così diventa avventurosa la storia di una sostanza che ha per trono il cucchiaino e antonomasia la dolcezza: lo zucchero.

Giorgio Nebbia

Dolce per natura



hanno raggiunto la maturità in piccoli pezzi che sono ben spremuti entro presse o in apparecchi simili. Poi si fa bollire l'estratto e lo si lascia riposare per un certo periodo di tempo; poi lo si filtra e poi lo si fa bollire di nuovo fino a quando il suo volume è un quarto di quello originale; il sugo risultante viene versato in vasi di terracotta di forma speciale e viene tenuto al buio fino a che indurisce e cristallizza. Il residuo non viene buttato via ma serve come nutrimento per i cavalli a cui piace e che ne ricavano energia".

C'era molta saggezza nelle parole dell'autore che sapeva che dalla raffinazione dello zucchero si può recuperare il melasso, una densa soluzione contenente ancora un po' di saccarosio, altri zuccheri, sali, amminoacidi e altre sostanze azotate, utile per l'alimentazione del bestiame.

I crociati, nel ritorno dalla Palestina, portarono la conoscenza dello zucchero "arabo" in Occidente; cominciarono così le importazioni in Europa di zucchero greggio che, già intorno al 1200, veniva raffinato nelle repubbliche marinare come Venezia e Genova, un primo passo verso la globalizzazione merceologica. Con la conquista delle Americhe, spagnoli e portoghesi trovarono nel nuovo continente condizioni climatiche tropicali adatte alla coltivazione della canna e fu così avviata una produzione di zucchero "coloniale" americano che veniva esportato in Europa e raffinato nei grandi porti ed empori di Anversa, Amsterdam, Amburgo e in Inghilterra.

La coltivazione della canna e l'estrazione dello zucchero divennero convenienti economicamente "grazie" (si fa per dire) alla mano d'opera gratuita schiava importata dall'Africa. La produzione dello zucchero di canna si estese anche negli Stati meridionali del Nord America.

Dal 1700 in avanti lo zucchero, monopolio di pochi Paesi "coloniali", divenne una merce richiesta dalle classi agiate europee. La tecnologia non era cambiata molto, se si eccettua una migliore valorizzazione dei sottoprodotti; i residui di canna (bagasse) dopo l'estrazione del succo zuccherino servivano come combustibile per le caldaie di concentrazione e il melasso veniva uti-



lizzato per produrre bevande alcoliche fra cui era rinomato il rum.

Nell'estrazione dello zucchero di canna era stato osservato che il succo greggio contiene degli acidi che provocano l'inversione, la trasformazione del saccarosio nei suoi zuccheri componenti, glucosio e fruttosio, lo "zucchero invertito". Per evitare questo inconveniente le soluzioni zuccherine erano neutralizzate per aggiunta di calce; il saccarosio si combina con l'ossido di calcio dando delle specie di "saccarati", di non chiara struttura, il saccarato monocalcico, $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO$, solubile in acqua, e quello tricalcico, $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 3CaO$, non solubile; la soluzione zuccherina neutralizzata con calce veniva poi trattata con anidride carbonica, quella stessa liberata nei forni a calce, che faceva precipitare gran parte delle impurità e lasciava in soluzione lo zucchero, più facilmente concentrabile e recuperabile.

BARBABIETOLE VS COLONIE

Nel 1806 Napoleone, per danneggiare l'economia della nemica Inghilterra praticò il blocco delle importazioni delle merci inglesi, fra cui lo zucchero, nell'Europa occupata dai francesi, una iniziativa che spinse a cercare dei sur-

rogati dello zucchero di canna. Qualche decennio prima il chimico Andreas Marggraf (1709-1782) aveva scoperto che la barbabietola, una pianta diffusa nei climi temperati, conteneva nelle radici lo stesso zucchero presente nella canna e nel 1747 pubblicò un lavoro intitolato: "Esperimenti chimici condotti allo scopo di ricavare dello zucchero dalle piante che crescono nei nostri Paesi". Le prime prove furono condotte estraendo lo zucchero con alcol etilico. Da 200 g di barbabietola essiccata Marggraf ottenne circa 50 g di zucchero puro, una resa abbastanza bassa, ma non trascurabile se si pensa che il contenuto di zucchero è di circa 16 g per 100 g di barbabietola tale e quale e quindi di circa 60 g per 100 g di barbabietola secca. L'estrazione con alcol era però costosa e in altre prove Marggraf provò a spremere dalle barbabietole un succo che riuscì a purificare e concentrare. Lo zucchero ottenuto era di buona qualità, ma Marggraf pensava che potesse rappresentare soltanto un "surrogato" di quello coloniale e non la materia prima per un'industria autonoma, europea.

Franz Achard (1753-1821), il successore di Marggraf alla cattedra di fisica di Berlino, continuò le ricerche con un chiaro obiettivo economico e industriale; costruì una piccola raffineria e nel 1799 presentò i suoi risultati al re di Prussia al quale chiese una specie di monopolio per la coltivazione delle barbabietole e per l'estrazione dello zucchero. Il re Federico Guglielmo III assegnò un premio ad Achard a condizione che egli rendesse pubblici i risultati dei suoi esperimenti, ciò che fece nel libro "Trattato sulla coltivazione della barbabietola", del 1799. Nel 1802 a Kunern, in Slesia, fu avviata una prima coltivazione di barbabietola da zucchero e fu costruito uno zuccherificio sperimentale che ebbe però breve vita.

Il seme era gettato e negli anni dal 1805 al 1820 altri due zuccherifici sorsero in Germania, uno ad opera del barone Moritz von Koppy (al quale va il merito di aver selezionato e migliorato le qualità delle barbabietole e di aver coltivato le barbabietole bianche della Slesia, dalle quali derivano tutte le varietà oggi coltivate in Europa),



l'altro ad opera di Johann Placke (1765-1833) che a Magdeburgo costruì il primo vero zuccherificio industriale, coltivando bietole su una superficie di circa 200 ettari e arrivando a lavorare, nel 1812, 1.000 quintali di bietole al giorno e a produrre zucchero che era fraudolentemente venduto come "zucchero coloniale".

In Francia i lavori di Marggraf e Achard avevano destato grande interesse; nell'ottobre del 1808 Achard aveva descritto in un giornale francese i risultati ottenuti da von Koppy. Napoleone comprese subito che una produzione francese di zucchero di barbabietola avrebbe reso più efficace il blocco contro le merci inglesi ed emise nel 1811 un decreto per incoraggiare ed estendere la coltivazione della barbabietola in Francia e per l'istituzione di scuole tecniche per l'industria saccarifera. Il 2 gennaio 1812 furono presentati a Napoleone i primi pani di zucchero fabbricati a Plassy da Benjamin Delessert (1773-1847), nel cui stabilimento lavoravano degli operai spagnoli, prigionieri di guerra, pratici della lavorazione dello zucchero di canna. Nel 1813 funzionavano in Francia 334 zuccherifici con una produzione di 4.000 tonnellate di zucchero. Nello stesso periodo una fabbrica

di zucchero fu impiantata per breve tempo anche a Borgo San Donnino (oggi Fidenza), nel Regno Italiano.

In seguito alla caduta di Napoleone nel 1814 i porti europei si riaprirono alle merci delle colonie; le iniziative europee di produzione dello zucchero di barbabietola furono rallentate ma non scomparvero. L'industria saccarifera francese continuò a svilupparsi dal 1820 al 1825; nel 1826, favorita da una tassa sullo zucchero di canna e dall'aumento di prezzo dello zucchero di canna in seguito alla graduale abolizione della schiavitù, in Francia furono prodotte 24.000 t di zucchero e nel corso del 1800, sia pure lentamente, la coltivazione della barbabietola e la produzione di zucchero si estesero in tutta Europa e anche in Italia. Nel 1836 il conte di Cavour iniziò la coltivazione della barbabietola nella propria tenuta a Grinzane, intuendo la grande importanza che essa avrebbe potuto assumere nel futuro.

PROBLEMI TECNICI

L'estrazione industriale dello zucchero di barbabietola poneva alcuni nuovi problemi tecnici; a differenza dello zucchero di canna, già presente in soluzione, nelle barbabietole lo zucchero è contenuto nelle cellule del tu-

bero e deve essere estratto con acqua per osmosi attraverso le pareti cellulari. Nel 1821 Mathieu de Dombasle (1777-1843) capì che l'estrazione era facilitata se le barbabietole erano tagliate in sottili strisce, le fettucce, larghe circa un centimetro e lunghe una decina di centimetri. L'estrazione doveva avvenire a caldo immergendo le fettucce in acqua calda entro apparecchi detti diffusori. Dapprima la diffusione avveniva in maniera discontinua per immersioni successive delle fettucce, ma ben presto fu messa a punto la tecnologia di diffusione controcorrente in diffusori in serie, in ciascuno dei quali le fettucce incontravano la soluzione proveniente dal diffusore successivo, già contenente zucchero e cedeva una parte del proprio zucchero; dal diffusore di testa usciva una soluzione zuccherina diluita, di sugo "leggero", contenente praticamente tutto lo zucchero originariamente presente nelle barbabietole e da quello di coda venivano scaricate le fettucce esaurite.

Nel processo di estrazione l'acqua estraeva dalle barbabietole sia il saccarosio sia varie sostanze azotate presenti nelle barbabietole, sia una parte di zucchero "invertito", tutte sostanze che intralciavano la successiva cristallizzazione del saccarosio. Il sugo leggero



veniva parzialmente purificato col processo di “defecazione” con calce già noto in America.

Per la concentrazione del sugo leggero nella metà dell'Ottocento le caldaie furono sostituite con distillatori a multiplo effetto sotto vuoto, già adottati in America, col che si evitava l'eccessivo riscaldamento e la caramellizzazione (imbrunimento) dello zucchero. Furono anche perfezionati i sistemi di diffusione ad opera di Robert, padre e figlio.

IL MELASSO COME RISORSA

Col progredire della richiesta e della produzione dello zucchero si formavano anche crescenti quantità di melasso e furono perciò messi a punto dei processi per la dezuccherazione dei melassi; il più noto è dovuto a all'austriaco Carlo Steffen che consisteva nel diluire

il melasso, nell'aggiungere un eccesso di calce in modo da far precipitare il saccarato tricalcico che veniva poi scomposto sospendendolo in acqua e addizionandolo con anidride carbonica. I perfezionamenti furono continui, con vivaci lotte per la priorità dei brevetti.

Il saccarato tricalcico, invece di essere scomposto, venne addizionato al sugo leggero in modo che si evitasse la defecazione con calce e si recuperasse lo zucchero proveniente dal melasso. In ogni caso restava un residuo, il “filtrato Steffen”, ricco di amminoacidi e di sostanze azotate fra cui betaina e glutammina e vari soluti, usato in varie occasioni come fonte di materie prime (per esempio del glutammato monopedico) o di concimi.

Il passo successivo fu rappresentato dall'introduzione dell'estrazione dello zucchero dalle barbabietole per diffu-

sione continua in un lungo tubo orizzontale inclinato nel quale le fettucce di barbabietola si muovevano controcorrente rispetto all'acqua di estrazione.

In Europa fu utilizzato piuttosto il processo di dezuccherazione dei melassi per baritazione, aggiungendo al melasso diluito idrato di bario, filtrando il saccarato di bario precipitato, sospendendolo in acqua e decomponendolo per aggiunta di anidride carbonica con precipitazione di carbonato di bario che veniva poi rigenerato. La soluzione purificata di saccarosio veniva poi rimessa nel ciclo produttivo.

L'interesse per il recupero dello zucchero dai melassi sia di canna sia di barbabietola dipendeva da condizioni di mercato e dalla lotta fra industriali, che avevano interesse a produrre la massima quantità di zucchero dalla materia prima lavorata, e agricoltori che vedevano nella dezuccherazione dei melassi un ostacolo all'espansione della bieticoltura.

UTILE PER TUTTI

Le innovazioni dell'industria saccarifera sono state applicate ad altri campi della chimica industriale e hanno lasciato comunque aperti vari problemi irrisolti, per esempio sullo strano comportamento di una molecola che ha otto gruppi alcolici capaci di dare prodotti di addizione “sali” con metalli o esteri o eteri con altre molecole organiche. In questi tempi in cui si sta rivolgendo attenzione alle risorse naturali agricole rinnovabili: e lo zucchero lo è di sicuro non soltanto come fonte di alcol etilico carburante. In questi tempi in cui gli zuccherifici in Italia e in Europa stanno progressivamente chiudendo con perdita di posti di lavoro nell'industria e nella bieticoltura, la ripresa delle conoscenze delle “saccarochimica” o “sucrochimica” e di tecniche dimenticate o abbandonate potrebbe offrire nuove materie commerciali.

