

PIANTE SACCARIFERE

BIOLOGIA

Nelle piante saccharifere la formazione del saccarosio ha luogo attraverso una serie di reazioni che prevedono la conversione enzimatica del glucosio 6-fosfato in fruttosio 6-fosfato. Il fruttosio 6-fosfato viene convertito in glucosio 1-fosfato, il quale reagisce con uridin-trifosfato per produrre un composto chiamato uridin-difosfato-glucosio (UDPG) che, reagendo con il fruttosio 6-fosfato, forma saccarosio.

Le principali piante saccharifere sono la canna da zucchero e la barbabietola ed in secondo luogo l'acero saccharino, il sorgo zuccherino e le palme da zucchero.

Acero saccharino (*Acer saccharinum* L., *Aceraceae*) (Fig. 12.1), nel quale lo zucchero è ottenuto facendo delle incisioni sul tronco, limitatamente al periodo primaverile, e raccogliendo la linfa emessa, che contiene il 5-7%



FIGURA 12.1 Acero saccharino (*Acer saccharinum* L.) pianta dalla quale si ricava un succo zuccherino alla ripresa vegetativa per incisione del tronco.

di saccarosio. L'acero non è una pianta che accumula saccarosio, come la canna o il sorgo: la linfa grezza si presenta ricca in zuccheri solamente alla fine dell'inverno, quando la pianta solubilizza le scorte di amido in zuccheri per la ripresa vegetativa primaverile.

Barbabietola (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*, L., *Chenopodiaceae*) (Fig. 12.2). La pianta si caratterizza per avere foglie ricoperte da peli secretori, per accumulare nitrati nei suoi succhi cellulari, per i cospicui depositi di ossalato di calcio, per i pigmenti rossi betaciani (che contengono azoto nella loro molecola, elemento che manca invece negli antociani), per l'elevata tolleranza al contenuto salino del suolo (pianta alofita).

La bietola è una pianta biennale. Nel primo anno la pianta è caratterizzata da una rosetta di foglie su un fusto che rimane molto corto e che si ingrossa con gran parte della radice per formare il fittone. Il fittone inizia ad ingrossarsi molto presto, per la formazione di cambi cribro-vascolari. L'accrescimento secondario interessa non soltanto la vera radice, ma anche l'ipocotile (distinguibile per l'assenza di radici) e l'epicotile (porzione di fusto dove si inseriscono le foglie). Il cambio cribro-vascolare produce più floema (ricchissimo in parenchima) che xilema; ben presto all'attività del primo cambio si associa l'attività di un secondo cambio, che produce legno, che si addossa all'anello floematico prodotto dal primo cambio; infine un terzo cambio si riforma all'esterno del secondo e così via fino alla differenziazione di 6-10 cambi, con produzione di altrettanti anelli di legno all'interno e floema all'esterno. In conseguenza di ciò, il fittone mostra in sezione trasversale una serie di anelli concentrici, costituiti da tessuti conduttori e di parenchima. Il numero delle cerchie è in stretta relazione con il numero delle foglie; infatti, alla formazione di un anello corrisponde l'emissione di nuove foglie. Poiché il legno formato da vari cambi è scarso e ricco di tessuto parenchimatico, il fittone assume un aspetto succulento.

Gli zuccheri presenti nelle foglie sono soprattutto glucosio e fruttosio, che, traslocati, sono condensati in saccarosio nei vacuoli delle cellule del fittone, dove costituisce circa il 20% del peso del fittone.



FIGURA 12.2 Barbabietole da zucchero (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) con radici fittonanti, coniche, a polpa bianca e compatta, molto zuccherina.

La raccolta del fittone è effettuata quando le foglie incominciano ad ingiallire. Se il fittone non viene raccolto, la pianta, con l'approssimarsi dell'autunno, entra in dormienza e nella primavera successiva forma le infiorescenze fiorali simili a spighe. La barbabietola può fiorire durante il primo anno (*bolting*). Il bolting si verifica se, superata la fase giovanile (dopo circa un mese), le piantine subiscono basse temperature; in tal caso, con la fioritura, il contenuto in saccarosio è fortemente ridotto.

Le barbabietole da zucchero hanno fittoni di forma conica, colore bianco e due scanalature poco profonde, chiamate scanalature dello zucchero, dalle quali emergono le radici secondarie. Generalmente i fittoni più grossi tendono ad avere un basso contenuto in zucchero. La più elevata concentrazione di zucchero si riscontra nel tessuto floematico; numerose cerchie floematiche, anche strette, sono indice di un alto contenuto in zucchero.

Canna da zucchero (*Saccharum officinarum* L., *Gramineae*) (Fig. 12.3), originaria della nuova Guinea, è una graminacea poliennale a fotosintesi C_4 , eliofila, brevidiurna. Le cellule parenchimatiche del culmo accumulano glucosio e fruttosio che solo in un secondo tempo si condensano in saccarosio che è accumulato nei vacuoli. Il contenuto in saccarosio (circa il 15% del peso del culmo) è elevato nella parte basale del culmo e decresce fortemente negli internodi apicali. Il culmo è maturo dopo circa 18-24 mesi, quando le foglie basali sono ingiallite ed i nodi basali sono gonfi. La raccolta comporta la rimozione della porzione di culmo apicale ricco in amminoacidi e monosaccaridi, il cui contenuto aumenta con le concimazioni azotate.



FIGURA 12.3 Canna da zucchero (*Saccharum officinarum* L.), graminacea che accumula nelle cellule del culmo saccarosio.

Nella canna da zucchero l'intero processo di estrazione deve svolgersi rapidamente, perché, una volta tagliata, la canna va incontro ad un rapido deterioramento a causa dell'azione dell'invertasi che idrolizza il saccarosio in zuccheri semplici facilmente fermentabili; i ceppi di batteri *Leuconostoc dextranicum* Beijring e *Leuconostoc mesenteroides* Tsenkovskii convertono il saccarosio in un polisaccaride ad alto peso molecolare chiamato *dextrano*, impiegato come succedaneo del plasma sanguigno e in campo alimentare come addensante.

Dalla canna da zucchero si estraggono anche i policosanoli, alcol alifatici a catena lunga, ritenuti capaci di regolare il contenuto di colesterolo nel sangue e avere un'azione positiva sul sistema cardiovascolare. Possono dar luogo a effetti collaterali con problemi intestinali ed eruzioni cutanee.

Dalla lavorazione della canna si ottengono due importanti sottoprodotti: il melasso, un liquido scuro, viscoso, che fermentato da lieviti dà origine al rum, e le bagasse (fibre delle canne), impiegate nella produzione di biocarburanti.

Palme da zucchero (*Phoenix sylvestris* (L.) Roxb., *Arenga pinnata* (Wurmb) Merr., *Arecaceae*) (Fig. 12.4), nelle quali il contenuto zuccherino viene raccolto dal flusso della linfa emesso dalle infiorescenze soggette ad



FIGURA 12.4 Palma da zucchero (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.). Produce liquido zuccherino mediante incisioni dello spadice (infiorescenza). (Osservazione Turchi F.)

incisione. Una singola infiorescenza produce 4 litri di linfa al giorno per più di 5 mesi. La linfa raccolta può fermentare e produrre il vino di palma o aceto; se bollita e lasciata raffreddare si indurisce in uno zucchero grezzo chiamato *jaggery*.

Sorgo zuccherino (*Sorghum saccharatum*, Boerl., *Gramineae*), nel quale il saccarosio si accumula nel culmo come nella canna da zucchero. Gli internodi apicali hanno un alto contenuto in amido, acidi e saccarosio, mentre gli internodi basali hanno un alto contenuto in glucosio e fruttosio. Il sorgo da zucchero si raccoglie quando le cariossidi sono mature per avere la massima concentrazione in zuccheri. Lo zucchero del sorgo non è cristallizzabile, ma può essere chiarificato per ridurre il contenuto in amido ed in acido aconitico nello sciroppo finale. Lo sciroppo impuro è utilizzato per la produzione di alcol.

COMPOSIZIONE E UTILIZZO

Le piante saccharifere (barbabietola, canna) producono zuccheri composti principalmente di saccarosio costituito da glucosio e fruttosio.

Non c'è alcuna sostanziale differenza tra lo zucchero bianco di barbabietola e lo zucchero di colore ambrato di canna in termini di calorie e di indice glicemico.

La soluzione di entrambi gli zuccheri, ottenuta dalla lavorazione dei fittoni di barbabietola e dai culmi di canna, contiene sali minerali, vitamine e acidi organici e presenta una colorazione intensa. Per ottenere lo zucchero, saccarosio quasi puro, la soluzione viene trattata dapprima con calce, poi con anidride carbonica ed infine con acido solforoso. Successivamente la soluzione è concentrata e filtrata e lo zucchero cristallizzato ottenuto viene decolorato con carbone animale per poi essere colorato per renderlo bianco e brillante. Il colore ambrato dello zucchero di canna è dovuto all'aggiunta di caramello.

Lo zucchero raffinato fornisce energia a pronta disponibilità.

Ben diversa è la composizione degli zuccheri o sciroppi di palma, sorgo e acero.

Lo zucchero di palma o *jaggery* è ottenuto dalla linfa emessa dalle infiorescenze. La linfa appena raccolta viene riscaldata per eliminare l'acqua. Essa è costituita non solo da saccarosio, ma anche da ferro, zinco, vitamine del gruppo B, fibra e vitamina C. Lo zucchero ottenuto ha consistenza vischiosa, aroma di liquirizia e incenso, colore giallo o marrone, per ossidazione dei composti fenolici, qualora non vengano rimossi con processi di chiarificazione.

Lo zucchero di palma è meno solubile rispetto allo zucchero raffinato, viene assorbito molto lentamente, rilascia l'energia a poco a poco, non ha effetti dannosi sulla salute e possiede un indice glicemico basso. Si ritiene che prevenga la stitichezza e l'anemia, disintossichi il fegato, purifichi lo stomaco e le vie respiratorie.

Lo zucchero grezzo di sorgo ha colore giallastro, contiene saccarosio,

zucchero invertito, acido aconitico, minerali; ha sapore gradevole ed ha grande solubilità. Le notevoli quantità di zucchero invertito ne impediscono la cristallizzazione ma non la chiarificazione. Lo zucchero invertito è ottenuto dalla trasformazione del saccarosio nei suoi costituenti, glucosio e fruttosio. Si parla di zucchero invertito perché una soluzione di solo saccarosio devia la luce polarizzata a destra, cioè in senso orario, formando un angolo di $+66,5^\circ$, la soluzione che contiene tracce di saccarosio e glucosio e fruttosio (prodotti dall'idrolisi enzimatica del saccarosio) devia la luce polarizzata a sinistra, in senso antiorario, formando un angolo di $-20,2^\circ$. Questa soluzione, che ha un maggiore potere dolcificante, viene impiegata per preparare sciroppi, i quali sono utilizzati dall'industria alimentare per la produzione di alcol.

Lo zucchero di acero è ottenuto dalla linfa che contiene circa il 4% di saccarosio. Appena raccolta viene bollita per ottenere lo sciroppo che è costituito da saccarosio, acqua, minerali, potassio in particolare, vitamine del gruppo B, apprezzabili quantità di glucosio e fruttosio, acido malico responsabile del gusto acidulo, composti volatili e sostanze fenoliche con spiccato potere antiossidante. Lo sciroppo dal gusto ambrato, sapore delicato, viene utilizzato al posto del miele, ha un basso indice glicemico, è drenante, depurativo. Tuttavia può essere soggetto ad alterazioni organolettiche e gustative per processi di fermentazione durante la conservazione.

FATTORI ANTINUTRIZIONALI

Si ritiene che lo zucchero raffinato, per essere assimilato, sottragga all'organismo umano minerali e in particolare calcio. La sua gradevolezza induce spesso a eccedere nell'apporto di calorie. Questo abuso inibisce la produzione di leptina (ormone che dà la sensazione di sazietà dopo il pasto) inducendo l'organismo ad un maggior apporto di calorie con conseguenti manifestazioni di obesità foriere di varie patologie. In sintesi, il saccarosio interferisce con l'assorbimento di calcio e magnesio, produce un aumento di colesterolo, alimenta le cellule tumorali, induce dipendenza, provoca un aumento dell'acido urico, il quale può danneggiare i reni, altera la flora batterica, fa aumentare la pressione arteriosa.

Per evitare molti malanni prodotti dal saccarosio puro, sono utilizzate sostanze con alto potere dolcificante e acalorici (es. stevia) o valorizzati dolcificanti con potere energetico contenuto come lo zucchero integrale; il maltosio, ottenuto dalla germinazione dell'orzo, che contiene amminoacidi, potassio e magnesio; la melassa, sottoprodotto della lavorazione della barbabietola e della canna da zucchero, che contiene fosforo, potassio, fibre e vitamine; l'amasake, dolcificante dal gusto molto delicato ottenuto dalla fermentazione del riso; lo sciroppo di agave ottenuto dalla fermentazione della linfa di alcune specie di agave, ricco di minerali, che non possiede calorie né saccarosio.

TABE

Olio

Arachi

Girasole

Mais

Oliva

Sesame

Soia