

PIANTE FECULIFERE

BIOLOGIA

Normalmente si dà il nome di amido al polisaccaride contenuto nelle cariossidi delle *Gramineae* o nei semi delle *Fabaceae*; si dà invece il nome di fecola all'amido ricavato dalle piante feculifere (*patate, manioca, castagne*). Da un punto di vista chimico, però, non esiste alcuna differenza tra amido e fecola, salvo la struttura dei granuli, che hanno forma e grandezza diversa a seconda delle piante da cui derivano.

Le piante feculifere si caratterizzano per accumulare amido come sostanza di riserva o in radici che si ingrossano e che vengono chiamate impropriamente "tuberi", come nel caso della patata dolce o batata e della cassava, o in fusti sotterranei metamorfosati, cioè veri tuberi, come nella patata e nel topinambour.

Le piante da tubero hanno la massima importanza economica laddove le condizioni ambientali sono poco favorevoli ai cereali. Il principale limite di questi tuberi è che sono ricchi di acqua (65-75%), per cui si conservano male, si trasportano con difficoltà e con maggiori costi, danno luogo a razioni molto voluminose e poco nutritive; hanno un basso contenuto proteico e le proteine hanno uno scarso contenuto in amminoacidi essenziali e perciò vanno integrate nella nutrizione umana (Tab. 11.1).

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz, *Euphorbiaceae*) (Fig. 11.1), pianta eliofila, brevidiurna, perenne, arbustiva. Il "tubero" si forma per accrescimento secondario di una radice avventizia.

Nella radice tuberizzata possiamo distinguere due regioni caratteristiche: lo strato esterno o periderma, che può essere spesso e rugoso o sottile e liscio, di colore rosso o bianco; la porzione centrale costituita da una massa parenchimatosa con cellule ricche in amido, prodotta da un cambio cribro-vascolare che produce molto parenchima e pochi elementi conduttori. Il "tubero", come del resto tutta la pianta, contiene numerosi canali laticiferi e due potenti glucosidi cianogenetici: linamarina e lotaustralina, che, per azione dell'enzima linamarasi presente nelle cellule, produce acido cianidrico.

Nelle cultivar amare, l'alto contenuto in glucoside cianogenetico è distribuito in tutto il "tubero" mentre nelle cultivar dolci il glucoside è principalmente localizzato a livello del periderma della radice tuberizzata.

In generale le cultivar dolci formano il "tubero" in 9 mesi circa, che si deteriora rapidamente dopo la raccolta; nelle cultivar amare invece, il "tu-

TABELLA 11.1 Contenuto in acqua, proteine, lipidi, carboidrati e vitamine in 100 g di parte edibile di alcuni tuberi

Componente	Cassava	Batata	Patata
Acqua g	65,50	73,30	76,30
Acido ascorbico mg	31,00	37,00	21,00
Calcio mg	48,00	33,00	13,00
Carboidrati g	16,70	20,50	18,90
Fibra g	15,10	1,00	0,60
Fosforo mg	42,00	38,00	52,00
Grassi g	0,40	0,30	0,10
Niacina, Vit. PP mg	0,60	0,70	1,60
Potassio mg	394,00	210,00	396,00
Proteine g	1,20	1,90	2,00
Riboflavina, Vit. B ₂ mg	0,05	0,04	0,40
Sodio mg	2,00	31,00	7,00
Tiamina Vit. B ₁ mg	0,04	0,14	0,10
Vit. A mg	30,00	240,00	25,00

bero” si raccoglie dopo circa 16 mesi e non si deteriora anche dopo mesi di conservazione. La cassava si caratterizza per riprendere l’attività vegetativa dopo un prolungato periodo di aridità, durante il quale tutte le foglie abscindono.

Batata (*Ipomoea batatas* (L.) Poir., *Convolvulaceae*) (Fig. 11.2), pianta perenne originaria delle Ande, ma con ciclo annuale se coltivata. La batata ha fusti prostrati, contenenti spesso pigmenti che conferiscono colore porpora al fusto e alle foglie soprattutto lungo le nervature. La batata è una pianta resistente alla aridità, eliofila e brevidiurna, i fiori sono solitari e

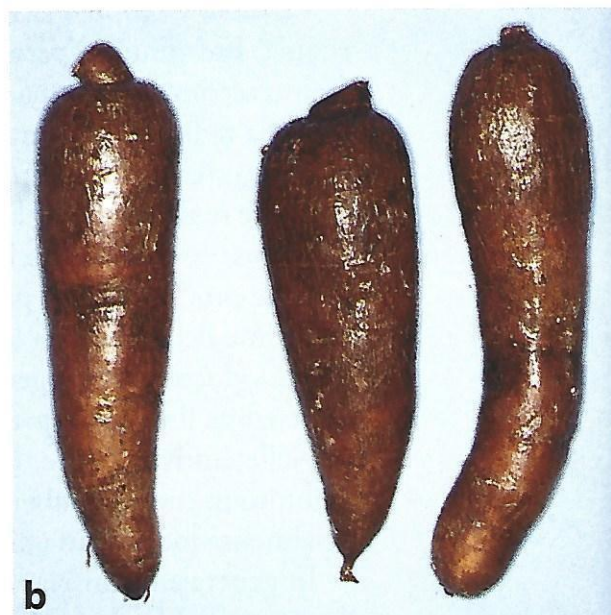


FIGURA 11.1 a) Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) le cui radici ingrossate e tuberizzate costituiscono una importante fonte di amido. b) Tuberi di cassava con periderma rossastro, ricchi di amido dal quale si ricava la farina di tapioca; contengono glucosidi cianogenetici. (Osservazioni Turchi F.)



FIGURA 11.2 Batata (*Ipomoea batatas* (L.) Poir.) pianta erbacea, rampicante con fiori vistosi e radici tuberizzate che accumulano amido. (Osservazione Tallarico R.)



FIGURA 11.3 Radici tuberizzate di batata (*Ipomoea batatas* (L.) Poir.), ottime per l'alimentazione umana. (Osservazione Tallarico R.)

vistosi, il frutto è una capsula. La batata, propagata per talea, produce due tipi di radici avventizie: sottili, adibite all'assorbimento, e spesse, con funzioni di deposito. La formazione del "tubero" è dovuta alla crescita secondaria di una radice spessa, con formazione di un cambio cribro-vascolare a livello del periciclo e di un secondo cambio che si forma dal parenchima midollare attorno alle arche, con produzione di pochi elementi xilematici e floematici e molto parenchima in tutte le direzioni. I tessuti parenchimatistici prodotti dai due cambi sono ricchi in amido e sono attraversati da canali laticiferi contenenti un latte bianco e denso.

La raccolta del "tubero" (Fig. 11.3) ha luogo quando le foglie sono ingiallite, oppure quando, tagliando il tubero, si ha poca emissione di latte.

Patata (*Solanum tuberosum* L., *Solanaceae*), pianta erbacea annuale, contiene nelle parti verdi un alcaloide velenoso, la solanina.

La patata viene seminata mediante porzioni di tubero. Nel tubero seminato, le gemme si schiudono e formano un cespo di diversi germogli indipendenti, che costituiscono la pianta. Alcune gemme dei tratti ipogei si schiudono e danno origine a fusti che crescono orizzontalmente (rizomi).

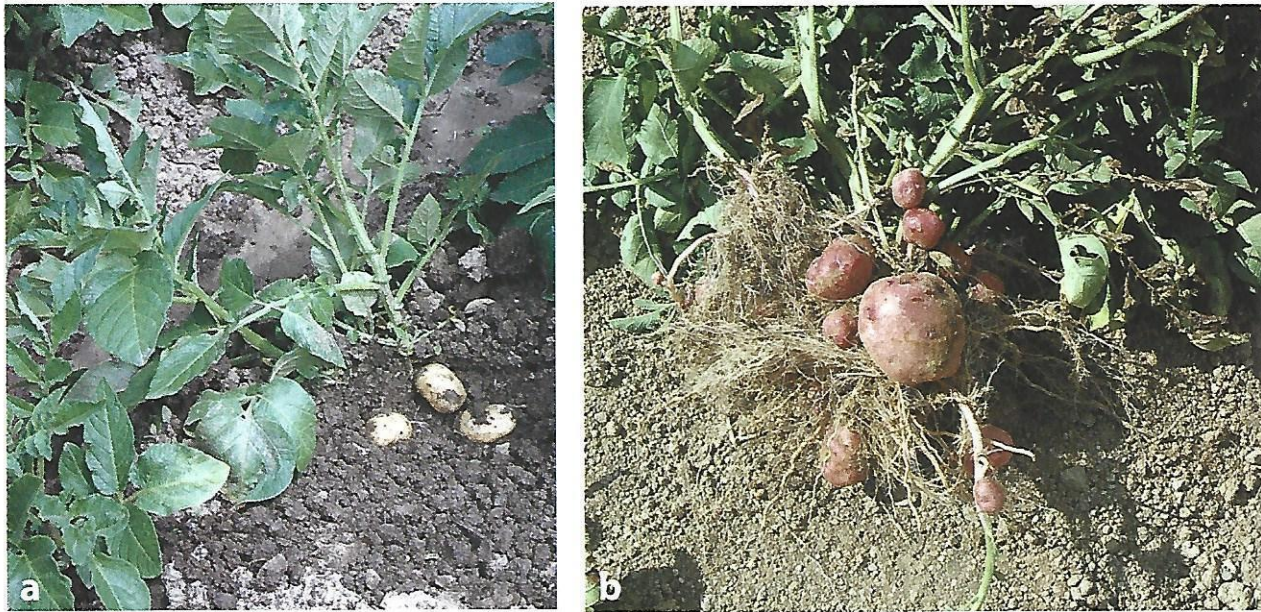


FIGURA 11.4 a) Patata (*Solanum tuberosum* L.), con tuberi, fusti metamorfosati ipogei ricchi di amido. b) Tuberi di patata ricchi in antociani che conferiscono colorazione rossastra allo strato sugheroso.

Il tubero (Fig. 11.4) si forma da un ingrossamento situato tra la gemma terminale ed il penultimo internodo del rizoma. Anatomicamente, il tubero mostra la struttura del fusto, con fasci conduttori con disposizione eustelica, non sempre completamente separati, che circondano un grande e irregolare midollo formato da tessuto parenchimatico. La quantità di xilema nei fasci conduttori è scarsa ed i pochi elementi xilematici sono scarsamente lignificati. Il floema è presente non soltanto all'esterno dello xilema (floema esogeno) ma anche, in gran quantità, all'interno dello xilema (floema endogeno). I parenchimi situati all'interno e all'esterno dei floemi si moltiplicano. Le cellule prodotte dal parenchima interno differiscono (per grandezza e basso contenuto in amido) da quelle prodotte dal parenchima del floema esogeno, le quali sono più piccole e molto più ricche in amido (anche il tessuto floematico contiene granuli di amido sebbene in numero decisamente minore).

L'epidermide è visibile soltanto nei tuberi molto giovani. Ben presto nello strato corticale si differenzia un fellogeno, che produce uno strato di cellule suberose, la "buccia" del tubero. Contemporaneamente alla formazione dei tuberi la pianta fiorisce e se la fioritura viene bloccata la produzione dei tuberi è incrementata di circa il 40%. I frutti sono bacche rotonde, verdastre, ricche di semi i quali hanno importanza ai fini del miglioramento genetico.

La patata richiede una temperatura diurna attorno a 25°C per la crescita del tubero e una temperatura notturna non superiore a 14°C; se le temperature si discostano da questo *range*, la crescita del tubero è ritardata o soppressa.



FIGURA
confuso. b

Per quanto riguarda le esigenze ecologiche, la patata è una pianta eliofila e potassofila. I concimi che contengono cloruri riducono fortemente il contenuto in amido, la produzione e la pezzatura dei singoli tuberi. Le alte disponibilità azotate aumentano la crescita dei germogli, ritardano la formazione dei tuberi, aumentano il contenuto proteico nel tubero.

Le cultivar precoci non hanno specifiche esigenze fotoperiodiche ed i tuberi, al momento della raccolta, hanno un periodo di dormienza molto breve e la schiusura delle loro gemme è molto rapida. Le cultivar tardive, generalmente richiedono fotoperiodo corto per formare il tubero; la dormienza dei tuberi può durare tutto l'inverno e possono essere conservati fino alla tarda primavera in ambienti a temperatura non molto bassa.

Nella patata, il virus dell'accartocciamento della foglia è diffuso dall'afide *Myzus persicae* Sulzer. I tuberi infettati, indistinguibili da quelli sani, quando seminati producono una nuova pianta con le foglie arricciate, giallastre, spesse, ruvide al tatto e con scarso vigore vegetativo, che producono pochi tuberi malformati con uno spesso strato sugheroso. Il *Myzus persicae*, nelle zone ventose, trova difficoltà a riprodursi e questi ambienti risultano ideali per la produzione di patate da seme.

Topinambour (*Helianthus tuberosus* L., *Compositae* (Fig. 11.5), originario del Nord America, è una pianta erbacea alta fino a tre metri che presenta molti aspetti simili al girasole, con il quale spesso viene confuso. La pianta si adatta a condizioni climatiche diverse, ma per produrre tuberi ben sviluppati necessita di fotoperiodo lungo, temperature miti e buona disponibilità idrica nel suolo.

Il tubero si forma per ingrossamento di un rizoma. Anatomicamente il tubero è internamente costituito principalmente da parenchima, in parte prodotto dalla proliferazione delle cellule del midollo ed in parte prodotto dall'accrescimento secondario attraverso il cambio cribro-vascolare. A differenza del tubero di patata, quello del topinambour non ha sughero (non forma fellogeno), pertanto il tubero si disidrata rapidamente durante



FIGURA 11.5 a) Topinambour (*Helianthus tuberosus* L.), pianta simile al girasole con il quale spesso viene confuso. b) Tuberi di topinambour con buccia sottile, ricchi in glucosio ed inulina. (Osservazioni Tallarico R.)

la conservazione. Poiché i tuberi sono resistenti alle basse temperature, essi sono lasciati nel suolo e raccolti al momento del consumo. I tuberi hanno forma molto irregolare, sono di colore rosa o rossastro.

Altre piante feculifere sono:

- **igname** (*Dioscorea esculenta* (Lour.) Burk., *Discoreaceae*) (Fig. 11.6), pianta arbustiva perenne, che produce tuberi di varia forma molto più grandi di quelli della patata. Il tubero contiene circa il 20% di amido



FIGURA 11.6 Igname (*Dioscorea esculenta* (Lour.) Burk.) con tuberi ricchi di fecola impiegati nell'alimentazione. (Osservazione Turchi F.)

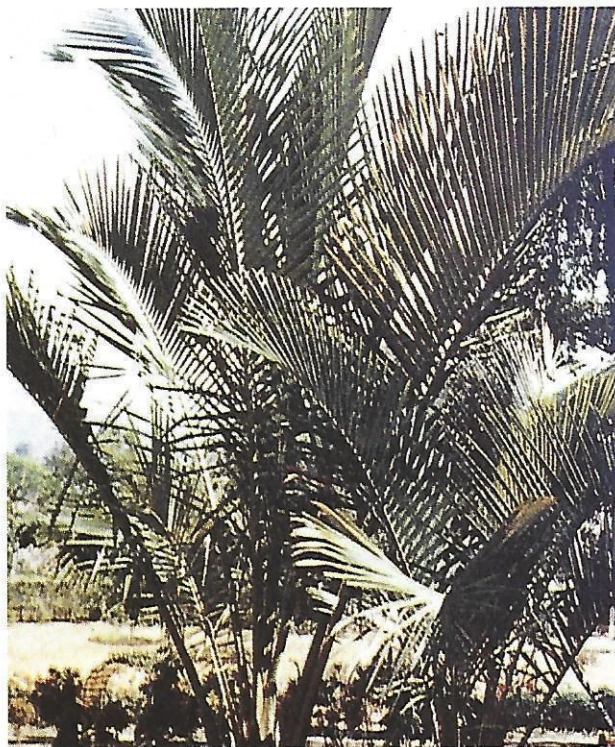


FIGURA 11.7 Palma da amido (*Metroxylon sagu* Rottb.) che accumula nello stipite amido, utilizzato nell'alimentazione e nelle industrie agro-alimentari. (Osservazione Turchi F.)



FIGURA 11.8 Taro (*Calocasia esculenta* (L.) Schott) con ingrossamenti basali dove si accumula la fecola di facile digeribilità. (Osservazione Turchi F.).

con forma simile a quello della patata. Il tubero necessita di circa 8-10 mesi per la sua completa formazione;

- **palma da sagù** (*Metroxylon sagu* Rottb., *Palmae*) (Fig. 11.7), produce il *sagù*, amido quasi puro con poche proteine, vitamine e minerali, usato per l'alimentazione, estratto dal midollo dei loro *stipiti* (fusti). Le palme sono utilizzate per l'estrazione dell'amido dopo circa 15 anni, anche se l'accumulo si ha a partire dal terzo anno;
- **platani** (*Musa paradisiaca* L., *Musaceae*), bacche ricche in amido, consumate prevalentemente previa cottura, arrostiti o fritte; possono essere utilizzate anche per la produzione di farina, oppure per la produzione della birra;
- **taro** (*Colocasia esculenta* (L.) Schott, *Araceae*) (Fig. 11.8), pianta con grandi foglie commestibili e con rizoma amilifero ricco in zuccheri, proteine e tracce di grassi. I bulbo-tuberi, come le foglie, contengono apprezzabili quantità di ossalato di calcio.

COMPOSIZIONE E UTILIZZO

Il "tubero" di cassava (peso medio tra 500 g e 3 kg) contiene il 15% in amido, piccole quantità di proteine (1,2%, carenti però di metionina e cisteina), tracce di lipidi, elementi minerali (calcio, fosforo e potassio) e quantità elevate in vitamina A.

L'amido, bagnato e riscaldato a circa 70°C, si gelatinizza e diventa più facilmente solubile e digeribile, dando luogo alla farina di tapioca usata per impanare e cuocere al forno. Le foglie di cassava sono ricche in proteine e vitamine e possono essere utilizzate come verdura, ma contengono acido cianidrico.

Il tubero di batata ha amido costituito da un quarto di amilosio e tre quarti di amilopectina; il contenuto proteico è scarso (circa 2% di proteine ad alta digeribilità, se confrontate con quelle del pisello, fagioli e spinaci e comunque carente in triptofano ed in amminoacidi solforati); il contenuto minerale è costituito da sodio, potassio, fosforo e calcio, che, assieme a quello delle vitamine (A, B₂, PP, C), è concentrato soprattutto nella buccia.

Contiene piccole quantità di amido resistente che è fermentato come fibra solubile. La batata viene consumata bollita, cotta al forno, utilizzata per estrarre amido, produrre farina, chips, alcol. Le foglie ed i germogli possono essere utilizzati come verdure. Le cultivar con polpa arancione sono richieste dai consumatori perché hanno un alto contenuto in β carotene.

Appena il tubero di patata raggiunge la maturità, le sue gemme entrano in dormienza per un periodo che dipende dalla varietà.

Per evitare che, durante la conservazione, le gemme schiudano, il tubero viene sottoposto all'azione di radiazioni elettromagnetiche come raggi X, gamma ed ultravioletti, con bassi dosaggi tali da non comprometterne minimamente le qualità organolettiche. La conservazione dei tuberi deve aver luogo a certe temperature, altrimenti la schiusura delle gemme comporta la perdita di peso secco e l'idrolisi dell'amido con formazione di zuccheri. Se le patate sono conservate a temperature inferiori ai 6°C, l'idrolisi dell'amido in zuccheri può superare la polimerizzazione degli zuccheri in amido ed in questo caso i tuberi diventano dolci; l'idrolisi dell'amido è accompagnata dalla degradazione dei lipidi ed il viraggio del colore verso il nero della polpa segna il deterioramento della qualità del tubero. Se le temperature sono più elevate, gli zuccheri sono respirati, le gemme vanno incontro alla schiusura e il tubero raggrinzito è poco utilizzato come fonte alimentare.

I tuberi di patata contengono circa il 70-75% di acqua; il resto è sostanza secca costituita in prevalenza da amido. I tuberi di patata hanno utilizzazioni diverse a seconda del colore della polpa e buccia. I tuberi a pasta gialla hanno polpa compatta, ricca di caroteni, e sono adatti per patatine fritte, per insalate e cotture a forno; le patate a pasta bianca, con polpa farinosa che si spappola durante la cottura, sono adatte per purè o gnocchi, per la produzione di fecola; le patate a buccia rossa, caratterizzate dalla polpa soda, sono adatte alla cottura in forno e frittura. In generale i tuberi piccoli sono richiesti per seme e per patate precotte confezionate sotto vuoto; tuberi grossi e allungati sono apprezzati per le patate fritte in forma di bastoncino (*sticks*).

Cultivar di patate con finalità salutistiche sono:

- **Selenella**, con tuberi arricchiti con selenio ad azione antiossidante;
- **Iodi**, con tuberi arricchiti con iodio che ha azione tiroideo-protettiva. L'assorbimento degli oligoelementi avviene attraverso soluzioni irrorate, in campo, sull'apparato fogliare che li trasloca nel tubero;
- **Vitelotte** (Fig. 11.9), provenienti dal Perù, con buccia molto dura di colore viola, con polpa viola, profumata, molto appiccicosa e dal sapore vicino alla castagna. Definite patate salva-salute perché ricche di antocianine, pigmenti che conferiscono il colore al tubero, che agiscono come antiossidanti e combattono i radicali liberi. Il tubero conserva il colore anche dopo la cottura; la *cv* ha una bassa produttività.

L'industria produce patate congelate da utilizzare fritte nei fast food, snack o patatine preparate friggendole in sottili fettine, i fiocchi di patata



FIGURA 11.9 Patata vitelotte, con buccia spessa di colore viola come la polpa che è profumata ed ha un sapore di castagna. (Osservazione Casini P.)

ottenuti essiccando l'impasto di patate bollite, la fecola o amido di patata ricavata dall'essiccamento di patate bollite ed utilizzata in vari settori alimentari. La vodka russa è prodotta dalla fermentazione dei tuberi di patata e l'alcol viene poi aromatizzato con le bacche di ginepro.

I tuberi di topinambour sono ricchi in glucosio e inulina, polimero del fruttosio, che costituisce una fibra solubile ad attività prebiotica. I tuberi possono essere cucinati in molte maniere, come le patate; sono anche impiegati per la produzione di alcol; sono reputati galattogeni, hanno proprietà eupeptiche, colagoghe e stomachiche.

Qualora i platani costituiscano la base della dieta quotidiana, possono causare disturbi per le carenze proteiche, vitaminiche e di minerali; per l'alto contenuto di serotonina, norepinefrina e dopamina, determinano alterazione della pressione arteriosa.

Il rizoma di taro contiene amido in piccoli granuli con un'alta digeribilità ed una grande quantità di ossalato di calcio.

FATTORI ANTINUTRIZIONALI

Nella cassava i due glucosidi cianogenetici, *linamarina* e *lotaustralina*, sono sintetizzati rispettivamente dagli amminoacidi valina e isoleucina. Nell'alimentazione umana gli effetti tossici dei glucosidi (ipotiroidismo, disordini neurologici, atassia, paralisi) possono essere contenuti se il tubero è pelato ed essiccato al sole o bollito o con somministrazioni nella dieta di iodio, cisteina, tiamina.

Il “tubero” di batata contiene molti oligosaccaridi, che sono causa della flatulenza e ossalati, il cui contenuto aumenta decisamente in presenza di infezioni fungine, che producono una tossina: l'*ipomeamarone*.

I tuberi di patata esposti alla luce, diventano verdastri per la sintesi di solanina che si localizza maggiormente attorno alle gemme. La solanina non è eliminata con la cottura perché è degradata solo a temperature superiori ai 250°C. Nell'uomo l'ingestione di solanina raramente provoca la morte, ma può causare emorragie, specie della retina; nella donna in gravidanza può causare malformazioni fetali, come la spina bifida. Lo strato suberoso o buccia contiene sostanze antinutrizionali, cioè le lectine, che sono in parte distrutte durante la cottura.

L'igname contiene saponine come la diosgenina, utilizzata per la preparazione di corticosteroidi e di ormoni sessuali.

I rizomi di taro e igname contengono amido in piccoli granuli con un'alta digeribilità ed una grande quantità di ossalato di calcio in forma di rafidi, che causano irritazioni alla bocca e alla lingua.