

Coltivazione di piante per alimentazione in ambiente extraterrestre

La coltivazione delle piante nello spazio (space farming) può essere intesa sia come la possibilità di crescere piante in piccole serre a bordo di astronavi durante lunghi viaggi spaziali, oppure come la possibilità di coltivare ampie superfici su altri pianeti. Mentre il secondo scenario può essere considerato come parte di un futuro lontano, la coltivazione di piante su astronavi è qualcosa di molto più prossimo. La pianificazione delle missioni umane su Marte, previste entro la metà del secolo, ha infatti risvolti che non riguardano solo gli aspetti tecnologici ma anche inattesi aspetti “agricoli”. Un viaggio verso Marte richiede circa 6 mesi (solo andata), un tempo lungo che implica la necessità di fornire all’equipaggio tutto quello che serve in termini di ossigeno e di alimenti per un periodo di almeno un anno. In questa prospettiva risulta particolarmente interessante sviluppare sulle astronavi delle coltivazioni vegetali che da un lato riciclano la CO₂ prodotta dall’equipaggio rigenerando ossigeno e dall’altro producono alimenti vegetali che possono servire per integrare la dieta, un sistema definito come «bioregeneration life support system» (Drysdale et al., 2003).

In linea di principio le specie vegetali possono essere coltivate nello spazio, tuttavia le condizioni di microgravità a cui sono sottoposte le piante al di fuori dell’atmosfera terrestre possono influenzare la loro crescita e la loro produttività (Salisbury, 1997; Stutte et al., 2006). Sinora molto è stato fatto per mettere a punto piante e sistemi di coltivazione potenzialmente idonei alla coltivazione nello spazio, tuttavia sinora ci sono pochissimi studi dedicati alla verifica della potenzialità produttive delle piante in condizioni di microgravità (Campbell et al., 2001; Levinskikh et al., 2000a, 2000b).

* CRA-Centro di Ricerca per la Genomica e Postgenomica Animale e Vegetale, Fiorenzuola d’Arda (PC)



Fig. 1 Due varietà *super-dwarf* di frumento: *Apogee* a sinistra (circa 45 cm di altezza) e *Perigee* a destra (circa 30 cm di altezza) (http://www.usu.edu/cpl/research_dwarf_wheat.htm).

Sviluppare sistemi agricoli artificiali sulle astronavi richiede varietà e tecnologie dedicate. Lo spazio e il tempo disponibile per ottenere un raccolto è molto limitato ed è quindi necessario utilizzare piante di piccola dimensione capaci di crescere molto velocemente. In risposta a queste esigenze, nel corso degli anni '90 presso l'Università dello Utah (<http://www.usu.edu/cpl/outreach.htm>) sono state sviluppate alcune varietà di frumento (fig. 1), riso (fig. 2, Frantz et al., 1999), pomodoro e pisello definite “super-dwarf” e caratterizzate da un'altezza di circa 25-35 cm e da un ciclo vegetativo dalla semina alla raccolta inferiore ai 90 giorni. Queste varietà producono ovviamente molto meno delle varietà utilizzate in agricoltura, tuttavia intensificando il sistema colturale attraverso una semina molto fitta e una concimazione azotata e carbonica (facilmente realizzabile anche su un'astronave) è possibile ottenere produzioni accettabili. Recenti lavori hanno proposto anche l'utilizzo della patata dolce come coltura spaziale attraverso tecniche colturali capaci di limitarne lo sviluppo vegetativo (Massa e

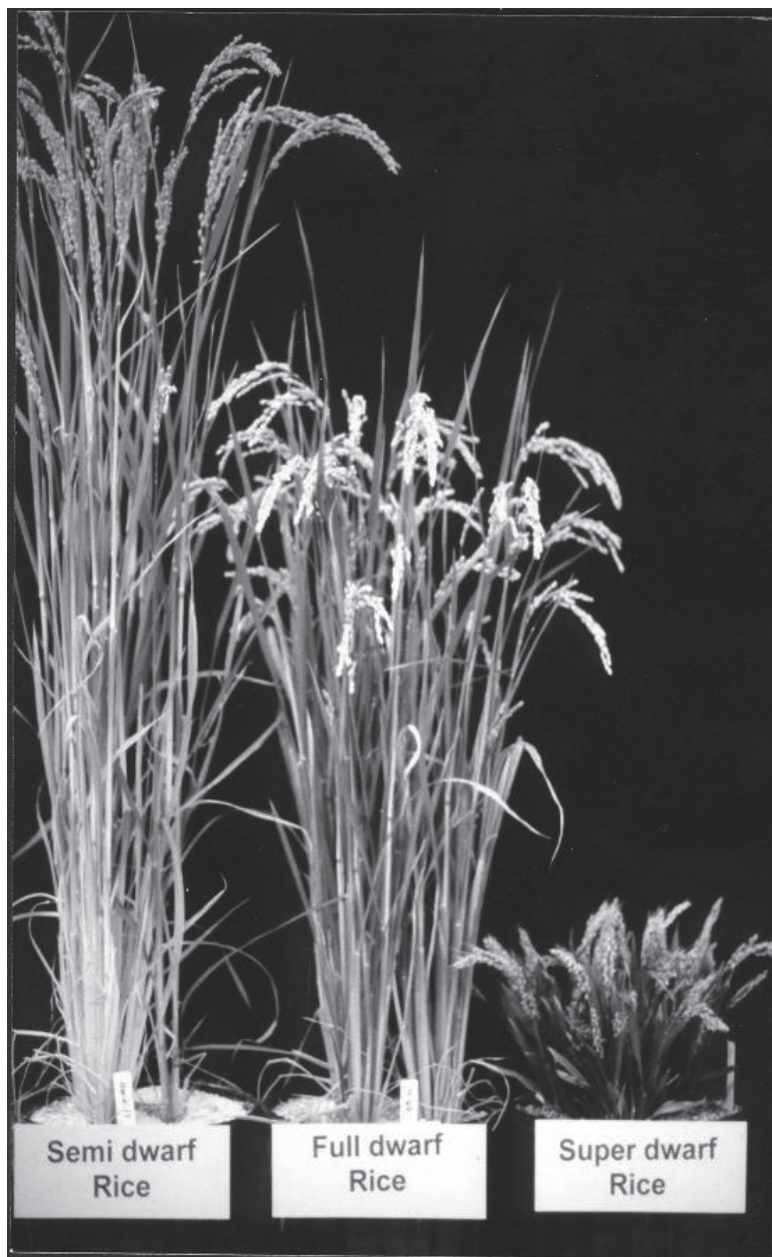


Fig. 2 Esempio di pianta di riso super-dwarf (a destra) a confronto con piante nane e semi-nane. Le piante seminane sono quelle comunemente coltivate nei campi (http://www.usu.edu/cpl/research_dwarf_rice.htm)



Fig. 3 *Coltivazione di insalata in camere di crescita per astronavi spaziali con luce a LED*
(Fonte NASA)

Mitchell, 2012). Questi risultati rendono realistico l'uso delle piante come fonte di cibo e ossigeno in un viaggio spaziale. Ovviamente la “miniaturizzazione” delle piante è rilevante solo per le specie dove solo i semi o i frutti sono eduli, nel caso di verdure a foglia come lattughe o spinaci è possibile utilizzare le varietà tradizionali e raccogliere le piante quando la dimensione satura lo spazio disponibile. Con riferimento ai substrati necessari per la crescita delle piante, queste possono essere cresciute su substrati realizzati appositamente per le condizioni di microgravità (Gruener et al., 2003) oppure in sistemi idroponici.

Oltre alla selezione di varietà idonee alla crescita in spazi ridotti, la recente tecnologia delle luci a LED ha consentito un importante passo avanti nella realizzazione di sistemi di illuminazione capaci di fornire la luce necessaria alla crescita delle piante (anche solo limitatamente alle lunghezze d'onda nel rosso e nel blu utilizzate dalle foglie, fig. 3) senza produrre eccessivo calore minimizzando in tal modo lo spazio tra le lampade e le foglie delle piante.

L'utilizzo combinato di piante super-dwarf e di celle climatiche con luci a LED può realisticamente consentire di sviluppare coltivazioni in camere climatiche a più ripiani e fornire alimenti e ossigeno all'equipaggio di un viaggio

spaziale. L'obiettivo dei prossimi anni sarà quello di rendere un equipaggio spaziale autosufficiente per ossigeno e cibo attraverso la coltivazione di poche decine di metri quadrati per persona, una realtà che oggi pare a portata di mano e che contribuirà in modo significativo alla realizzazione delle missioni umane su Marte.

RIASSUNTO

La coltivazione delle piante nello spazio (space farming) può fornire ossigeno ed alimenti agli equipaggi durante i lunghi viaggi spaziali necessari per raggiungere altri pianeti (es. Marte). La selezione di piante "miniaturizzate" a rapido ciclo vegetativo combinata con la realizzazione di apposite celle climatiche dotate di luci a LED sta rendendo realistica un prospettiva che fino a qualche anno fa era confinata ai racconti di fantascienza.

ABSTRACT

Space farming is the ability of growth crop plant onboard of the spacecrafts. The selection on "superdwarf" genotypes with a short life cycle for most important crops coupled with special grow-chamber equipped with LED light is making possibly to growth plants in the space. Space farming is ready to provide oxygen and food to sustain the human life during long term missions (e.g. mission to Mars).

BIBLIOGRAFIA

- CAMPBELL W.F., SALISBURY F.B., BUGBEE B., KLASSEN S., NAEGLE E., STRICKLAND D.T., BINGHAM G.E., LEVINSKIKH M., ILJINA G.M., VESELOVA T.D., SYTCHEV V.N., PODOLSKY I., MCMANUS W.R., BUBENHEIM D.L., STIEBER J., JAHNS G. (2001): *Comparative floral development of Mir-grown and ethylene-treated, earth-grown Super Dwarf wheat*, «Journal of Plant Physiology», 158, pp. 1051-1060.
- DRYSDALE A.E., EWERT M.K., HANFORD A.J. (2003): *Life support approaches for Mars missions*, «Advances in Space Research», 3, pp. 51-61.
- FRANTZ J., PINNOCK D., KLASSEN S., BUGBEE B. (1999): *Characterizing 'Super Dwarf' Rice for Use in Advanced Life Support*, «Life Support and Biosphere Science».
- GRUENER J.E., MING D.W., HENDERSON K.E., GALINDO C. (2003): *Common ion effects in zeoponic substrates: wheat plant growth experiment*, «Microporous and Mesoporous Materials», 61, pp. 223-230.
- LEVINSKIKH M.A., SYCHEV V.N., DERENDIAEVA T.A., SIGNALOVA O.B., PODOL'SKI I.G., PADALKA G.I., AVDEEV S.V., BINGHAM G.E. (2000a): *Growth of wheat from seed-to-seed in space flight*, «Aerospace and Environmental Medicine», 34, pp. 44-49.
- LEVINSKIKH M.A., SYCHEV V.N., DERENDIAEVA T.A., SIGNALOVA O.B., SALISBURY F.B., CAMPBELL W.F., BINGHAM G.E., BUBENHEIM D.L., JAHNS G. (2000b): *Analysis of the*

spaceflight effects on growth and development of super dwarf wheat grown on the space station Mir, «Journal of Plant Physiology», 156, pp. 522-529.

MASSA G.D., MITCHELL C.A. (2012): *Sweetpotato vine management for confined food production in a space life-support system*, «Advances in Space Research», 49, pp. 262-270.

SALISBURY F.B. (1997): *Growing super-dwarf wheat in space station Mir*, «Life support & biosphere science: international journal of earth space», 4, pp. 155-166.

STUTTE G.W., MONJE O., HATFIELD R.D., PAUL A.-L., FERL R.J., SIMONE C.G. (2006): *Microgravity effects on leaf morphology, cell structure, carbon metabolism and mRNA expression of dwarf wheat*, «Planta», 224, pp. 1038-1049.