ASPECTE PRIVIND CREŞTEREA HIDROPONICĂ A PLANTELOR

Adrian BĂLĂNICI, **Toma STOLERU**, **Maria Magdalena ZAMFIRACHE***

Key-words: Hidroponics, hidroponic system, electrical conductivity, macronutrients.

I. *Introducere*

Hidroponica reprezintă o tehnică de creştere a plantelor, în care solul este înlocuit printr-o soluţie apoasă de nutrienţi minerali (uneori şi un mediu de creştere). Această tehnică se numără actualmente printre metodele cele mai intensive de cultivare a plantelor, asigurând o utilizare eficientă a apei şi a nutrienţilor minerali, într-un spaţiu minim utilizat (Wahome et al., 2010). Cultivarea hidroponică a plantelor are rădăcini adânci în istoria umanităţii. Scrieri străvechi încadrează între cele şapte minuni ale lumii antice, grădinile suspendate din Babilon (sit arheologic la 50 km sud de oraşul actual Bagdad-Iraq). Acest sistem suspendat de cultură a plantelor şi arbuştilor ornamentali a fost construit din ordinul împăratului Nabucodonosor al II-lea (604-562 î. Hr.), fiind descris mult mai târziu, în lucrarea *Bibliotheca Historica* de către Diodorus Siculus (80-20 î. Hr.) (Thayer, 2012).

Pedonias Dioscorides (40-90 d. Hr.) (Osbaldeston şi Wood, 2000) a descris o serie de specii de plante şi tehnici de cultură străvechi ale acestora, în lucrarea: *De materia medica*. Sisteme asemănătoare de cultură a plantelor în apă au existat şi în imperiile Chinez, Egiptean şi Roman. Sisteme de canale de irigaţii, insule artificiale din substrat nutritiv (chinampas), pe care se cultivau plante, au fost descoperite de spanioli în Imperiul Aztec (anul 1400). Leonardo da Vinci (1452) a efectuat o serie de cercetări ce vizau aceste sisteme de cultură a plantelor, nutriţia minerală a plantelor, rolul apei şi al fertilizatorilor, necesitatea fertilizării periodice. John Woodward (1662-1728) a efectuat experimente sistematice privind nutriţia plantelor cultivate în apă şi rolul oxigenului asupra rădăcinilor. Joseph Priestley (1733-1804) a studiat aprofundat rolul gazelor solvite în lichide (CO_2, O_2), supravieţuirea plantelor în soluţii apoase de sol, respiraţia şi fotosinteza. Julius von Sachs şi Wilhelm Knop au elaborat, în anul 1842, o listă cu nouă elemente chimice considerate: „esenţiale” în creşterea şi dezvoltarea plantelor.

William Gerike a realizat culturi de plante (tomate – *Solanum lycopersicum*, cartofi – *Solanum tuberosum*, begonii – *Begonia sp.*, banane – *Musa sp.*) în soluţii nutritive în perioada anilor 1927-1930. Colegul său, William Setchell, l-a sfătuit să renunţe la termenul *acvacultură* şi să utilezeze în studiile sale termenul *hidroponică*, derivat al cuvintelor din greaca veche *hydor* (*apă*) şi *ponos* (*muncă*) (Gericke, 1937).

Hidroponica a fost utilizată pentru prima dată în scop comercial de către compania aviatică Pan American Airways la construcţia unui complex pentru cultura hidroponică, pe insula Wake Island. Cel de al doilea război mondial a concentrat atenţia Guvernului SUA spre construirea de astfel de complexe hidroponice în locaţii izolate, vizând completarea necesarului de hrană pentru trupele combatante (Insulele Ascension, Iwo-Jima, Okinawa, Bahrein, deşertul Halbaniya – Iraq, staţiuni polare).

Există suficiente motive pentru care toate ţările dezvoltate au implementat, până în prezent, această tehnică de cultivare a plantelor:

- creşterea numerică a populaţiei;
- alterarea calităţii solului, ca urmare a folosirii unor tehnologii agricole improprii;
- alterarea pH-ului natural al solului, infestarea cu exces de fertilizatori şi pesticide, care au diminuat drastic microflora şi fertilitatea solului;
- obţinerea de legume şi plante de cultură proaspete în zone improprii tehnicilor agricole

* Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iaşi, Bulevardul Carol I, nr. 11.

www.cimec.ro / www.muzeuparvan.ro

clasice sau în alte medii ostile, inclusiv în spaţiul cosmic;

- cultura hidroponică presupune un mediu de cultură izolat, aproape lipsit de dăunători (80% dintre aceştia provenind din sol); în aceste condiţii, nefiind necesare pesticide şi mijloace chimice de combatere a bolilor şi dăunătorilor, se obţin plante de o calitate deosebită, în condiţii reproductibile şi ecologice;
- utilizarea hidroponicii în laboratoare de cercetare asigură independenţa locaţiei plantei faţă de mediul ei obişnuit, menţine materialul de studiu *in vivo*, pentru perioade temporale îndelungate, şi asigură reproductibilitatea perfectă a experimentelor (folosind sisteme hidroponice controlate cu microprocesor).
-

II. Prezentarea tehnicii

S-au materializat diferite moduri de implementare a conceptului de hidroponică, denumite tehnic *sisteme hidroponice*. Din punct de vedere al localizării soluţiei nutritive, sistemele hidroponice se împart în două mari categorii:

- **SHP** (*sisteme hidroponice pasive*, soluţia nutritivă are o localizare statică într-un recipient, fără schimbarea poziţiei). Din recipientul de păstrare, soluţia nutritivă este dirijată spre rădăcinile plantelor cultivate cu ajutorul unui fitil, prin fenomenul de capilaritate. Mediul de creştere trebuie să prezinte bune proprietăţi de retenţie a apei, a nutrienţilor şi a aerului, fiind interpus între rădăcinile plantei şi soluţia nutritivă.
- **SHA** (*sisteme hidroponice active*). Aceste metode de cultură hidroponică necesită, într-un fel sau altul, schimbarea parţială sau totală a locaţiei soluţiei nutritive, folosind o pompă de recirculare şi un sistem conjugat de aerare sau de injectare a oxigenului în soluţia nutritivă.

Având ca punct de plecare aceste consideraţii, literatura de specialitate clasifică în mod unanim şase sisteme hidroponice de bază, ce constituie referinţe de implementare practică a acestui mod de cultivare a plantelor (Keith, 2003):

1. sistemul hidroponic cu alimentare prin fitil (*Wick System*),
2. creşterea plantelor în strat plutitor (*Floating Bed System*),
3. sistem hidroponic cu inundare şi drenare (*Ebb and Flow System*),
4. sistem hidroponic cu alimentare prin peliculă de nutrienţi (*NFT System*),
5. sistem hidroponic cu alimentare prin picurare (*Drip System*),
6. sistem aeroponic (*Aeroponic System*).

Remarcabil este faptul că aceste sisteme hidroponice principale au dezvoltat sute de combinaţii şi variaţii tehnice ale uneia sau ale mai multor metode consacrate (Wilson şi Brian, 2006).

Sisteme hidroponice de bază

1. Sistemul hidroponic cu alimentare prin fitil (Wick System).

Reprezintă unul dintre cele mai simple şi nepretenţioase sisteme hidroponice pasive. Soluţia nutritivă are o locaţie statică, în rezervorul de stocare, fiind preluată şi condusă spre rădăcinile plantelor printr-unul sau mai multe fitile, realizate din materiale cu capacitate mare de absorbţie a soluţiilor nutritive (de exemplu: ţesătură cilindrică sau plată din bumbac). Această metodă este similară cu funcţionarea vechilor lămpi cu petrol, alimentate prin intermediul unui fitil. Mediul de creştere (suportul în care este fixat şi în care s-a dezvoltat sistemul radicular al plantei cultivate), este format din materiale cu bune proprietăţi absorbante şi de reţinere a soluţiei nutritive (amestec: perlit, vermiculit, fibră de nucă de cocos, vată de sticlă pentru horticultură) [Fig. 1].

www.cimec.ro / www.muzeuparvan.ro

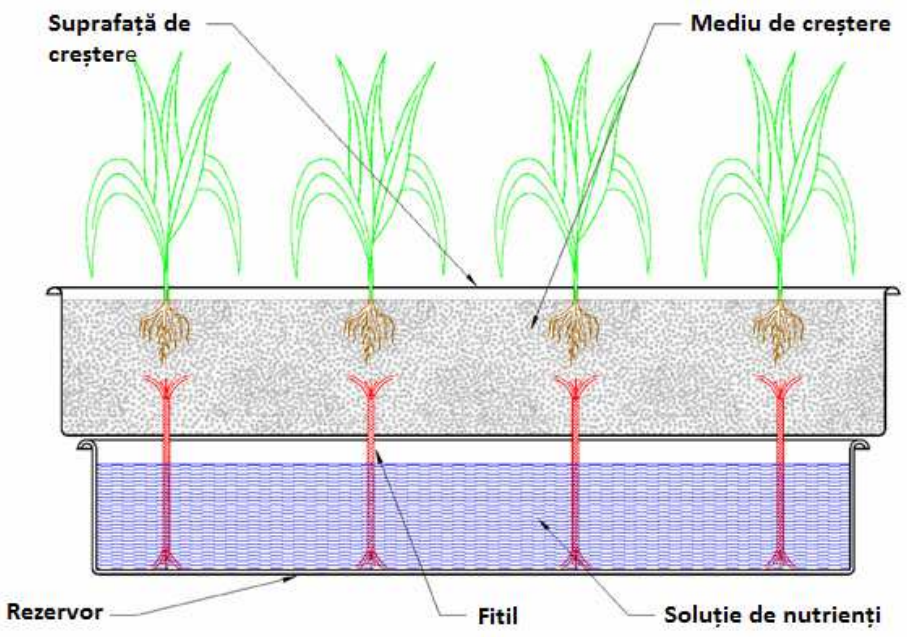

Fig. 1 Sistemul hidroponic cu alimentare prin fitil (*Wick System*)
(după Verguiero Martins, www.hydor.eng.br)

Principala limitare a acestui sistem hidroponic este legată de dimensiunea plantelor cultivate, fiind recomandat pentru plante de talie mică şi medie, cu necesar hidric redus. Specificaţiile tehnice menţionate încadrează în sfera de aplicabilitate, plantele ornamentale crescute în ghivece de cultură. Plantele de dimensiuni mari, cu cerinţe hidrice importante, necesită dimensionarea atentă a numărului şi dimensiunii fitilelor, precum şi rezervoare cu soluţii nutritive de dimensiuni mari, metoda nefiind considerată eficientă.

2. Creşterea plantelor în strat plutitor (Floating Bed System).

Este cel mai simplu sistem hidroponic activ, în care plantele, susţinute şi fixate în locaşurile unei platforme plutitoare aşezată deasupra soluţiei nutritive, au partea vegetativă deasupra lichidului, iar rădăcinile plutesc liber, parţial sau total imersate, în acelaşi lichid nutritiv [Fig. 2].

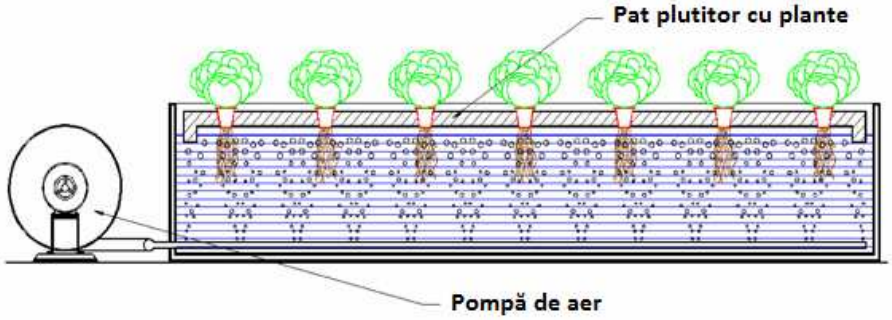

Fig. 2 Creşterea plantelor în strat plutitor (Floating Bed System)
(după Verguiero Martins, www.hydor.eng.br)

Metoda impune oxigenarea soluţiei nutritive prin: barbotarea aerului cu ajutorul unei pompe, agitarea soluţiei sau recircularea periodică a soluţiei nutritive. Simpla barbotare, cu utilizarea unei pompe de aer, nu implică modificarea locaţiei soluţiei nutritive, ceea ce plasează metoda descrisă, din punct de vedere al clasificaţiei, în rândul sistemelor hidroponice pasive. Utilitatea acestei tehnici hidroponice se adresează cultivării plantelor cu talie mică şi medie, dar cu necesar hidric important (*Lactuca sativa*, *Solanum tuberosum*), precum şi în experimente didactice sau de laborator, studiile şi experimentele relevând productivităţi foarte mari de utilizare a metodei. Acest sistem hidroponic nu este eficient pentru cultivarea plantelor medii-mari, cu un ciclu biologic lung. Pentru plantele de

www.cimec.ro / www.muzeuparvan.ro

talie mare se recomandă o platformă de fixare corespunzătoare dimensional, aşezată deasupra şi depăşind cotele vasului cu soluţie nutritivă. Această variaţie tehnică (denumită *Sistem Gerike* sau *cultura în strat fixat*) este aplicabilă în laboratoare de cercetare, experimente didactice, cultura tomatelor, porumbului şi a cartofilor.

3. Sistem hidroponic cu inundare şi drenare (Ebb and Flow System)

Funcţionarea acestui sistem hidroponic se bazează pe inundarea temporară, până la un nivel controlat, a platformei de cultură şi drenarea ulterioară a excesului de soluţie nutritivă spre un rezervor. Această operaţiune tehnică este realizată cu ajutorul unei pompe de recirculare comandată printr-un automat programabil (*timer*). Timerul este calibrat pentru repetarea unui program predefinit, în concordanţă cu cerinţele hidrice şi nutritive ale plantei cultivate [Fig. 3].

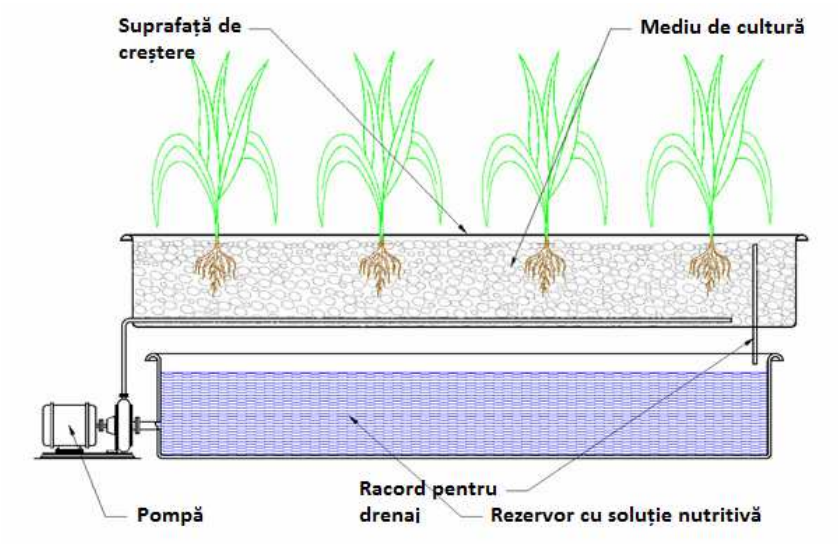

Fig. 3 Sistem hidroponic cu inundare şi drenare (Ebb and Flow System)
(după Verguiero Martins, www.hydor.eng.br)

Sistemele automate de acest tip, cu un nivel mai ridicat de complexitate, pot supraveghea şi controla o serie de alţi parametri (temperatură, iluminare, pH, umiditate). Platforma cu mediul de cultură poate fi comună tuturor plantelor cultivate sau cu locaşuri pentru ghivece individuale. Mediul de cultură trebuie să fie biologic steril, inert chimic, cu o mare capacitate de retenţie a soluţiei nutritive.

4. Sistem hidroponic cu alimentare prin peliculă de nutrienţi (NFT System)

Reprezintă unul dintre cele mai eficiente sisteme hidroponice cunoscute, care presupune un flux (o peliculă) constant de soluţie nutritivă în zona inferioară a rădăcinilor plantelor cultivate. Soluţia nutritivă este pompată continuu spre vasul cu platforma de cultură, printr-o serie de canalizaţii realizate la baza vasului, în care sunt parţial imersate ramificaţiile terminale ale rădăcinilor. Soluţia nutritivă este recuperată şi dirijată gravitaţional (sau cu ajutorul unei alte pompe) spre rezervor. Porţiunea neimersată în soluţie nutritivă a rădăcinilor se află în contact permanent cu aerul umed de deasupra peliculei nutritive, asigurând oxigenarea corespunzătoare a sistemului radicular. Metoda nu impune existenţa unui mediu de creştere, plantele fiind susţinute de o platformă cu orificii individuale de fixare (sau cu mici ghivece). Limitarea fundamentală a acestui sistem hidroponic este legată de funcţionarea continuă a pompei de recirculare, întreruperea funcţionării producând uscarea rapidă a rădăcinilor şi moartea plantelor [Fig. 4].

www.cimec.ro / www.muzeuparvan.ro

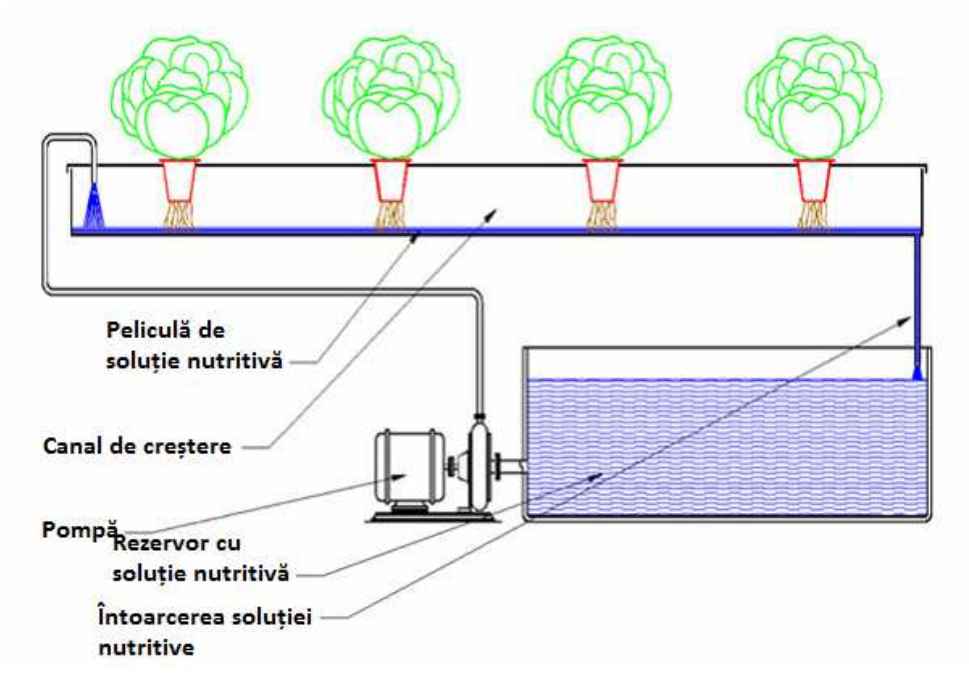

Fig. 4 Sistem hidroponic cu alimentare prin peliculă de nutrienţi (NFT System)
(după Verguiero Martins, www.hydor.eng.br)

Configuraţia recomandată pentru acest tip de sistem hidroponic este de tip redundant, presupunând existenţa unei pompe suplimentare, alimentată de la un generator electric individual. În cazul defectării pompei principale sau de avariere a circuitului electric, va intra în funcţiune sistemul de rezervă (pompă secundară şi generator electric). Acest sistem hidroponic permite cultivarea plantelor de talie medie (*Solanum lycopersicum*, *Solanum tuberosum*), cu necesar hidric şi nutritiv ridicat, în condiţiile unui randament de cultură deosebit.

5. Sistem hidroponic cu alimentare prin picurare (Drip System)

Reprezintă cel mai obişnuit şi întâlnit sistem hidroponic, în care soluţia nutritivă este dirijată prin pompare comandată (pompă cu automat programabil), printr-o serie de tuburi şi micro-tuburi spre partea bazală a fiecărei plante cultivate (zona radiculară). Necesarul hidric şi nutritiv este asigurat picătură cu picătură, mediul de creştere îmbibat cu soluţie nutritivă, asigurând condiţiile cele mai adecvate în rizosfera plantelor cultivate [Fig. 5].

www.cimec.ro / www.muzeuparvan.ro

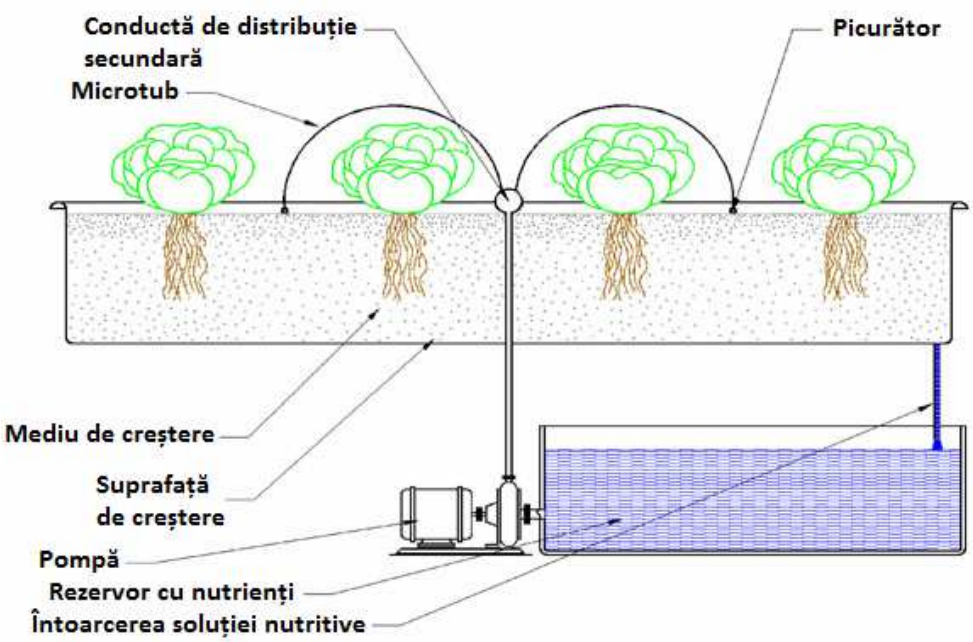

Fig. 5 Sistem hidroponic cu alimentare prin picurare (Drip System)
(după Verguiero Martins, www.hydor.eng.br)

Există două variante de implementare tehnică ale acestui tip de sistem hidroponic:

-SH *cu picurare, fără recuperarea* soluţiei nutritive, procedeu prin care excesul de soluţie nutritivă este dirijat şi infiltrat în sol. Această implementare este mai simplă şi mai puţin costisitoare, nefiind necesară monitorizarea şi ajustarea conductivităţii electrice (EC) şi a pH-ului soluţiei nutritive trecute prin instalaţie.

-SH *cu picurare şi recircularea* soluţiei nutritive, procedeu prin care excesul de soluţie nutritivă rezultat din picurare este preluat, dirijat într-un rezervor, în care i se corectează pH-ul şi EC-ul, este oxigenat şi reutilizat.

Pentru asigurarea continuităţii funcţionării acestui sistem de cultivare, automatul programabil, pompa de recirculare şi circuitul electric, trebuie să fie atent verificate şi menţinute în stare de funcţionare continuă, pe întreg intervalul perioadei de utilizare.

6. Sistem aeroponic (Aeroponic System)

Acest tip de sistem hidroponic reprezintă cea mai avansată realizare tehnologică în domeniul cercetat, fiind asemănător până la un punct cu sistemul hidroponic cu alimentare prin peliculă de nutrienţi (NFT System). Rădăcinile plantelor cultivate rămân suspendate în interiorul unei camere de creştere (*growing chamber*). În această cameră este realizată o atmosferă suprasaturată (vapori de aer şi picături fine de soluţie nutritivă), obţinută prin pulverizarea soluţiei nutritive la intervale regulate, de la câteva secunde până la câteva minute. Soluţia nutritivă este preluată dintr-un rezervor, pompată controlat de un ansamblu: pompă recirculare-automat programabil de precizie, tubulatură şi duze ultrafine [Fig. 6].

www.cimec.ro / www.muzeuparvan.ro

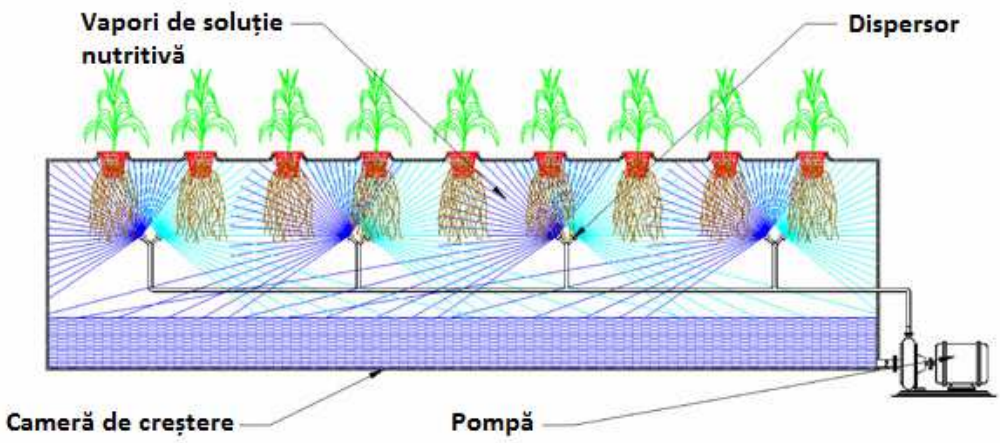

Fig. 6 Sistem aeroponic (Aeroponic System)
(după Verguiero Martins, www.hydor.eng.br)

Întreruperea funcţionării acestui sistem produce rapid şi iremediabil uscarea rădăcinilor şi moartea plantelor. Sistemul se pretează la producţia de material de cultură (răsad), precum şi în aplicaţii neconvenţionale de cultivare a plantelor (spaţiul cosmic, zone polare, zone aride sau lipsite de sol cultivabil) (Tsitovich et al., 1971).

Soluţia nutritivă

Este o soluţie apoasă (*aqueos solution*) a principalilor ioni anorganici, obţinută prin dizolvarea sărurilor solubile ale elementelor esenţial-necesare creşterii şi dezvoltării plantelor. În aceste soluţii pot coexista diverse forme chimice şi fizice ale elementelor menţionate (ioni liberi, complecşi solubili, chelaţi, perechi de ioni, faze lichide şi gazoase, ioni cu stări diferite de oxidare), alcătuind speciaţia elementelor chimice din soluţie. Noţiunea de: *element esenţial* semnifică acel element care are un rol fiziologic fundamental, absenţa sa împiedicând parcurgerea completă a ciclului de viaţă al plantei. Există 16 elemente chimice considerate elemente esenţiale (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Mo, B, Cl, Zn). Fiind absorbite în cantităţi mai mari de către plante, o parte din elementele esenţiale constituie nutrienţi primari (*macronutrienţi*), de importanţă majoră fiind: N, P şi K. Excesul sau deficitul acestor elemente este resimţit şi semnalat prompt, prin aspectul plantei (culoarea diferită şi mărimea frunzelor, forma anormală a tulpinii, întârzierea şi diminuarea producţiei de fructe). Unele elemente din această categorie sunt absorbite în cantităţi puţin mai mici (Ca, S, Mg) constituind seria nutrienţilor secundari. Principala sursă de macronutrienţi (primari şi secundari) o constituie substanţele utilizate ca fertilizatori (îngrăşăminte chimice). Alte elemente chimice (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo, Cl), denumite *micronutrienţi*, sunt absorbite în cantităţi mult mai mici, având rol de stimulare a creşterii, de compensare a unor efecte toxice ale altor elemente sau de substituţie a unor nutrienţi esenţiali cu un rol mai puţin specific (Prasad şi Power, 1997). În practică, se respectă întocmai procedurile de preparare şi reţetele soluţiilor nutritive, cantităţile şi calitatea sărurilor, calitatea apei (se verifică gradul de clorinare), fiind indicată măsurarea conductivităţii electrice (EC) şi al pH-ului soluţiei nutritive înainte de utilizarea în instalaţiile hidroponice (Papadopoulos et al., 1999).

Concentraţia nutrienţilor solviţi în soluţia nutritivă determină conductivitatea electrică (EC), mărime fizică asociată capabilităţii soluţiei nutritive de a permite trecerea unui curent electric măsurabilă cu conductometrul. Pe măsura creşterii concentraţiei ionilor solviţi, creşte şi conductivitatea electrică. Ca unităţi de măsură, conductivitatea electrică se poate exprimă în Siemens (S) sau echivalentul mho (inversul mărimii Ohm). Conductivitatea soluţiei nutritive depinde, în primul rând, de prezenţa sărurilor dizolvate în apă, dar şi de temperatura apei. Apa pură are o foarte mică conductivitate, de numai 0,0055 µmho, apele potabile din pânzele freatice au o conductivitate cuprinsă între: 30 şi 2000 µmho, în timp ce apele oceanelor şi ale mărilor sărate au o conductivitate mare cuprinsă între: 45000 şi 55000 µmho. Valorile determinate prin măsurarea conductivităţii

www.cimec.ro / www.muzeuparvan.ro

electrice ne indică în mod indirect prezenţa sărurilor minerale dizolvate în apă, precum şi cantitatea aproximativă acestora, fără a putea determina natura chimică a sărurilor dizolvate.

O altă mărime asociată este TDS (*total dissolved solids*); ea reprezintă cantitatea totală a substanţelor solide dizolvate, dintr-o soluţie. Deoarece solidele dizolvate sub formă de ioni, precum sarea şi mineralele, contribuie la creşterea conductivităţii unei soluţii, aparatul TDS măsoară iniţial conductivitatea electrică a soluţiei, după care converteşte datele înregistrate într-o valoare ce poate fi citită pe display-ul cu cristale lichide al aparatului, după o relaţie aproximativă:

TDS <mg/l> =EC <µS/cm> * k; k= 0,67; 1 mg/l= 1 ppm

Unitatea folosită de cele mai multe aparate TDS este exprimată în particule pe milion (ppm) sau în mg/l.

Aciditatea sau bazicitatea soluţiilor nutritive este exprimată prin valoarea pH-ului soluţiei. Noţiunea de pH provine din prescurtarea cuvintelor: *pondus hydrogenii*, fiind introdusă de către S. P. L. Sorensen, în anul 1909, pentru a exprima concentraţii mici de ioni de hidrogen, fiind definită ca logaritmul zecimal cu semn schimbat al concentraţiei ionilor de hidrogen:

$$pH = -\log_{10} a_{H^+}$$

şi având valori numerice între [0 şi 7) pentru soluţii acide, respectiv între (7 şi 14] pentru soluţii alcaline, valoarea 7 corespunzând unui pH neutru. În general, funcţie de specia cultivată, plantele preferă un pH uşor acid al soluţiei nutritive, situat valoric între 5 şi 6 (Libia et al., 2012).

Mediul de creştere

Rolul mediului de creştere este doar acela de susţinere al sistemului radicular. Materialele ce constituie acest mediu trebuie să îndeplinească o serie de criterii calitative (după Verguiero Martins, www.hydor.eng.br):

- să fie inerte din punct de vedere chimic;
- să fie insolubile în soluţia nutritivă;
- să fie biologic sterile şi uşor manevrabile;
- să aibă un pH propriu neutru sau cât mai apropiat de această valoare;
- să asigure aeraţia şi drenajul rădăcinilor, menţinând un raport constant şi egal de aer şi apă;
- să prevină infestarea rădăcinilor;
- să asigure retenţia adecvată de apă, oxigen şi nutrienţi;
- să poată fi sterilizate, dacă sunt reutilizate, sau reciclabile, dacă nu sunt reutilizate;
- să prezinte o granulaţie şi o textură adecvată pentru specia cultivată, rădăcina şi talia acesteia;
- să fie necostisitoare şi uşor de procurat.

Dezideratele menţionate sunt îndeplinite de o serie de materiale special selecţionate şi testate pentru uz horticol, multe dintre acestea având denumiri comerciale consacrate:

- *Perlit*. Este o rocă vulcanică foarte poroasă, cu greutate specifică redusă, care are o capacitate mare de retenţie a aerului. Din acest considerent este un mediu foarte bun pentru aeraţie, nefiind utilizat la drenajul excesului de soluţie nutritivă. Cel mai avansat produs comercial din perlit este denumit *Aerolit*.
- *Vermiculit*. Este o rocă vulcanică cu mai puţine porozităţi (sticlă vulcanică spongioasă), care nu permite evaporarea rapidă a apei. Apa şi nutrienţii solviţi sunt reţinuţi în rocă şi drenaţi mult mai eficient spre sistemul radicular al plantei. Nu permite o bună aeraţie a rădăcinilor.
- *Rockwool* (vată minerală pentru uz horticol). Este un produs realizat din fire lungi şi subţiri, trase din rocă topită. Firele sunt ulterior împachetate şi presate. Este un mediu complet steril, mai dificil de manipulat.
- *Coconut coir fiber* (fibră extrasă din fructele de *Cocos nucifera*). Este un mediu de

www.cimec.ro / www.muzeuparvan.ro

creştere organic, complet reciclabil, bazat pe extragerea fibrelor din nuca de cocos. Proprietăţile de retenţie, atât pentru apă, cât şi pentru aer, alături de conţinutul ridicat în substanţe antifungicide şi hormoni de creştere, recomandă acest mediu de creştere în aplicaţiile hidroponice de vârf.

- *Pietriş, zgură*. Realizat prin selectarea la dimensiuni adecvate a pietrişului şi bucăţilor de zgură. Reprezintă soluţii necostisitoare, mediul având totuşi dezavantajul de a putea induce modificarea pH-ului soluţiei nutritive.
- *Hydroton* (*LECA-Lightweight Expanded Clay Aggregate*) constă în granule de argilă, arse la temperaturi de 1200-1300 ^{0}C şi supuse unui proces de expandare, devenind astfel foarte poroase. Au un diametru cuprins între 8-16 mm, sunt chimic inerte, cu un pH neutru, prezintă un nivel ridicat de încărcare cu soluţie nutritivă şi au un preţ de cost scăzut.

Iluminarea sistemului hidroponic

Un raport convenabil randament/preţ de cost recomandă utilizarea actuală a iluminării plantelor cu lămpi fluorescente Light Wave T5 (*Fluorescent Plant Lighting*). Acest tip de iluminare generează o creştere mai rapidă şi o dezvoltare puternică a sistemului foliar, formarea de internoduri scurte şi tulpini groase. Răspunsul spectral (spre porţiunea roşie şi albastră a spectrului) s-a dovedit a fi benefic pentru plantele cultivate, în condiţiile unei emisii termice secundare foarte scăzute. Aceste lămpi permit astfel poziţionarea în stricta proximitate a plantelor (la cca 25-50 cm de vasele de creştere), utilizând foarte eficient fluxul luminos emis. Stabilitatea fluxului luminos este de aproximativ 15.000 ore, asigurând o funcţionare în regim continuu de 18 luni, la o scădere a fluxului luminos cu doar 20%. Lungimea tubului fluorescent (600 mm) distribuie uniform şi liniar fluxul luminos spre plantele cultivate.

În situaţii care impun fluxuri luminoase deosebit de intense (faza de fructificare şi coacere a fructelor, intensificarea creşterii vegetative) sunt necesare lămpi MH (*metal halid*). Aceste lămpi cu descărcare asigură o iluminare consistentă a plantelor, dar au un preţ ridicat şi un număr de ore efectiv de funcţionare mult mai redus.

Temperatura

În toate aceste sisteme trebuie asigurată temperatura optimă (atât în soluţia nutritivă, cât şi în aer), temperatură caracteristică pentru fiecare specie cultivată. Creşterea temperaturii accelerează dezvoltarea vegetativă a plantei, dar şi necesarul hidric al acesteia. Reglarea şi menţinerea temperaturii adecvate se realizează cu ajutorul termostatelor echipate cu senzori de temperatură şi elemente de încălzire.

Aerul

Mişcarea maselor de aer şi conţinutul de oxigen şi bioxid de carbon al acestuia, constituie factori cheie, cu o mare influenţă asupra calităţii produselor vegetale obţinute. Ca procese principale fiziologice determinate de către acest factor, se poate face referire la: consumul de apă, lignificarea corespunzătoare a tulpinii şi a tijelor florale, polenizarea, maturarea fructelor, producţia de biomasă. Controlul acestor procese se realizează prin mişcarea maselor de aer cu ajutorul ventilatoarelor (comandate în turaţie şi poziţie) şi a prizelor exterioare de aer proaspăt, monitorizarea şi reglarea conţinutului de bioxid de carbon.

III. *Discuţii*

Analiza sistemelor de cultură hidroponică şi a tehnologiilor agricole clasice, a evidenţiat o serie de aspecte generale, rezultate prin comparaţia unor indici calitativi şi cantitativi, corelaţi cu procesul de producţie şi productivitatea recoltelor obţinute. Rezultatele comparaţiilor între tehnologiile agricole clasice şi modalitatea hidroponică de cultivare a plantelor sunt sintetizate în Tabelul 1.

www.cimec.ro / www.muzeuparvan.ro

Sistemele hidroponice	Tehnologii agricole clasice
Nu necesită medii de cultură solide, fiind suficientă imersia parţială a sistemului radicular al plantei în soluţia nutritivă.	Solul (mediul de cultură) este reutilizat, fertilizat şi tratat, la fiecare reînsămânţare şi punere în cultură.
Poate menţine în viaţă plante în stare proaspătă timp îndelungat.	Planta moare la extragerea din sol.
Se pot realiza fără prezenţa solului (chiar şi în spaţiul extraterestru).	Calitatea şi proprietăţile solului influenţează în mod esenţial cantitatea şi calitatea producţiei agricole.
Permit un control complet al plantei şi al sistemului radicular.	Nu permit observaţia sistemului radicular decât prin extracţia plantei din sol.
Planta este transferabilă în orice loc (în scop de studiu şi cercetare).	Planta este legată de locul de creştere (în parcele de cultură în câmp).
Cantitatea de apă necesară creşterii şi dezvoltării plantei este utilizată cu randament şi eficienţă maximă.	Cultura în câmp necesită mari cantităţi de apă, utilizată cu randament scăzut în sistemele de irigaţii.
Nu necesită pesticide, mediul de cultură izolat şi îndeosebi lipsa solului, limitând propagarea buruienilor şi a dăunătorilor.	Prezenţa solului, spaţiile deschise şi vecinătăţile cu alte culturi propagă cu uşurinţă buruienile şi dăunătorii.
Reprezintă o tehnologie curată, ecologică, cu produse agricole de înaltă calitate.	Tehnologiile agricole clasice impun folosirea de fertilizatori, substanţe chimice de combatere a dăunătorilor, erbicide.
Tehnologia hidroponică în condiţii controlate extinde sezoanele de cultură şi înlătură impedimentele legate de actuala tendinţă de schimbare climatică globală.	Producţia agricolă este strict legată de loc, condiţii climatice, sezon de cultură, evenimente meteorologice neprevăzute.
Un sistem hidroponic este pretabil la automatizare completă şi control cu ajutorul sistemelor de calcul, local sau de la distanţă.	Agrotehnica clasică, realizată în locaţii şi condiţii specifice, nu permite completa automatizare.
Stabilitate, predictibilitate, siguranţă şi productivitate deosebită a culturilor.	Instabile, impredictibile, productivitatea lor fiind dependentă de condiţiile în care se desfăşoară cultura agricolă.

Tab. 1 Sistemele hidroponice şi tehnologiile agricole clasice.
Sinteza unor comparaţii şi aprecieri.

Productivitatea medie a tehnologiilor hidroponice este cu cel puţin 20-25% mai ridicată faţă de tehnologiile agricole clasice, în condiţii de utilizare cu maximă eficienţă a spaţiului, apei şi altor resurse. Un aspect important privind soluţiile nutritive este că ele conţin ioni în stare dizolvată, în forme chimice ce pot fi absorbite cu uşurinţă de către plante, din acest motiv productivitatea sistemelor hidroponice fiind corelată strâns cu biodisponibilitatea soluţiilor nutritive şi reglarea atentă a pH-ului lor. Utilizarea calculatoarelor de proces, a senzorilor şi dezvoltarea de sisteme automate de reglare şi control a tuturor parametrilor implicaţi în sistemele hidroponice, sporesc accesibilitatea acestor tehnologii. Utilizarea sistemelor de alimentare cu energie electrică solară, utilizarea iluminării cu diode electroluminescente (*LED*) şi a panourilor termice solare, reprezintă metode de creştere suplimentară a eficienţei economice în hidroponică.

IV. *Concluzii*

Tehnologiile şi sistemele hidroponice de cultură a plantelor au constituit preocupări de mare interes, din cele mai vechi timpuri şi până astăzi. Avantajele practice evidente ale hidroponicii constituie, pe de o parte, argumente convingătoare de utilizare ale acesteia, iar pe de altă parte existenţa unor limitări esenţiale de aplicare a ei, precum: anvergura investiţiei iniţiale, consumul ridicat de energie electrică, necesitatea formării unui personal calificat, instruit în diverse domenii

www.cimec.ro / www.muzeuparvan.ro

tehnice, supravegherea permanentă a culturilor şi a asigurării unui suport tehnologic de specialitate, reprezintă doar câteva impedimente veridice de transpunere pe scară largă, în practică, a respectivei metode de cultură a plantelor. Ţările dezvoltate (SUA, Japonia, Franţa, Israel) au dezvoltat cu succes sisteme de cultură hidroponică, iar în ultimii ani multe alte state (India, China, Brazilia) au fost nevoite să adopte acest sistem alternativ de producţie agricolă (Correa et al., 2009), pentru a completa necesarul sporit de hrană al populaţiei acestor ţări.

În România, preocupările privind utilizarea acestei tehnologii se materializează în special în sectorul de cercetare, neexistând, deocamdată, tendinţe la nivel naţional de implementare în practică a hidroponiei. Completarea unui studiu de fezabilitate, raportat la condiţiile actuale, concrete, de practicare a unei agriculturi avansate, studiu corelat şi cu experimente şi măsurători specifice, ar putea da un răspuns corect, provocărilor legate de tehnologiile agricole alternative menţionate, hidroponica reprezentând astfel soluţia de succes, a viitoarelor tehnologii agricole de cultivare a plantelor.

Bibliografie

1. Correa R. M., Pinto J. E., Faquin V., Pinto C. A., Reis E. S., 2009, *The production of seed potatoes by hydroponic methods in Brazil*, Fruit Vegetables and Cereal Science and Biotechnology, Global Science Books, p. 133-139.
2. Gericke W. F., 1929, *Aquaculture, a means of crop production*, Am.J. Bot. 16: 862.
3. Gericke W. F., 1937, *Hydroponics – crop production in liquid culture media*, Science 85: 177-178.
4. Keith R., 2003, *How to Hydroponics*, The Future Graden Press, 4th Edition, p. 59.
5. Libia I. Trejo-Téllez, Fernando C. Gómez-Merino, 2012, *Nutrient Solutions for Hydroponic Systems, Hydroponics - A Standard Methodology for Plant Biological Researches*, dr. Toshiki Asao (Ed.), ISBN: 978-953-51-0386-8.
6. Myron L Company, 2008, *Application bulletin Hydrophonics*, p. 1-2.
7. Papadopoulos A. P., Parajasingham S., Hao X., 1999, *Fertilizer substitutions in Hydroponically grown greenhouse tomatoes*, HorTechnology, 9(1).
8. Prasad R., Power J. F., 1997, *Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture*, CRC Press LLC.
9. Tsitovich S. I., Tsvetkova I. V., Belyakova M. I., Varlamov V. F., Zamota V. P., Maksimova Ye. V., Chernovich I. L., Faleyeva V. N., 1971, *Use of products of biological Mineralization for cultivation of higher and lower autotrophs*, Nauka Press Moscow.
10. Wahome P. K., Masarirambi M. T., Shongwe V.D., 2010, *Evaluating different hydroponics systems for growth, flowering and quality of gladiolus* (*Gladiolus grandiflorus*). Int. J. Agric. Biol., 12: 649–654
11. Wilson A. L., Brian V. L., 2006, *A comparison of three different hydroponic sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an Aquaponic test system*, Aquacult Int, 14:539-550.
12. http://www.hydor.eng.br
13. http://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Roman/Texts/Diodorus_Siculus/home.html
14. http://en.wikipedia.org/wiki/Pedanius_Dioscorides.

ASPECTS ON HYDROPONIC GROWTH OF PLANTS

The increased population size and improper agricultural practices which lead to denatured soil quality, rushed humanity towards finding new solutions and practices for sustainable plant agriculture. Hydroponic cultivation is one such example, presented in this article and commercially used in vast majority of developed countries. This type of cultivation reduces pest attack risk and dissemination of pathogens, increases productivity and uses less water, making it a better alternative to the soil-based one. This article starts with a short history of hydroponics, describes the primary types of systems (like wick system, floating bed system, ebb and flow system, nutrient film technique system, drip system and aeroponic system) which can be adapted to almost all terrestrial and aquatic plants and discusses the advantages and disadvantages of hydroponic method compared to classic agricultural techniques. Also, the text offers a few hints for the construction of such a hydroponic system, highlighting the need for an initial investment, electric energy and qualified personnel. This review article covers the main aspects concerning hydroponic systems.

www.cimec.ro / www.muzeuparvan.ro