

AZ AKVAPÓNIÁS RENDSZER ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI A CSÍKI-MEDENCÉBEN

THE OPPORTUNITIES OF APPLICATION OF THE AQUAPONICS SYSTEM IN CIUC-BASIN

VINCZE ÉVA BOGLÁRKA

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem,
Fenntartható biotechnológiák MSc Csíkszeredai Kar
vincze_bogi@yahoo.com

Összefoglalás

A fenntarthatóság és az élelmiszerbiztonság egyre nagyobb aggodalomra ad okot világszerte, ezért innovatív és fenntartható megoldások keresése a cél. Az akvapóniás rendszer két technológia kombinációja, a recirkulált haltenyésztést (RAS) vagy akvakultúrát ötvözi a hidropóniával (talaj nélküli növénytermesztés), ezért innovatív és fenntartható megoldásnak számít. Egy jól üzemeltetett akvapóniás rendszer növelheti a tápanyagtartalom visszatartás hatékonyságát, csökkentheti a vízhasználatot és a hulladék kibocsátást a környezetbe, így könnyen a jövőbeli fenntartható élelmiszertermelés módszerévé válhat.

A tanulmány célja áttekinteni az akvapóniás rendszerek típusait és megtalálni a rendszer alkalmazásának módjait, lehetőségeit a hideg éghajlattal rendelkező Csíki-medencében.

Kulcsszavak: akvakultúra, hidropónia, akvapóniás rendszer, Csíki-medence

Bevezető

A globális felmelegedés, az éghajlat változás, a környezetvédelem és a gazdasági szféra hanyatlása, a természeti katasztrófák, a tömeges környezeti vándorlások, az olajalapú infrastruktúra közelgő vége olyan növekvő és szimbiotikus problémákkal jár, amelyek drasztikus hatással vannak a társadalmi kohézióra és a Föld ökológiai kapacitására. Mindezek hatására az Egyesült Nemzetek Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (UNFAO) javaslata szerint a világ közösség legsürgetőbb kérdése a biztonságos, megfelelő, időben elkészült és megfizethető élelem előállítása a folyamatosan növekedő lakosság számára (Besthorn, 2013). Az Európai Unió az innováció előretörését és a termékek minőségének javulását támogatja, emellett gondoskodik arról, hogy az élelmiszerekre vonatkozó előírások ne szorítsák

ki a hagyományos élelmiszereket a piacról (Hegedűs, 2012). Az Európai Bizottság alapelvei között szerepel az élelmiszer-biztonság, illetve a vásárlók pontos és őszinte tájékoztatása, továbbá az élelmiszerek nyomon követhetősége, amelynek a teljes termelési és feldolgozási folyamat során érvényesülnie kell (Európai Bizottság, 2014).

A globális környezeti (talaj degradáció, vízhiány), szociális és gazdasági problémák az élelmiszertermelés új lehetőségeinek kutatását eredményezte, amely folyamatos innovációt igényel (Junge és mtsai., 2017). Az akvapónia innovatív és fenntartható megoldás, amely összeköti a recirkulált haltenyésztést (akvakultúrát) a hidropóniával (talaj nélküli növénytermesztés). Az akvapóniás rendszer természetes folyamatokon nyugvó élelmiszer termelés.

Hidropónia

A hidropónia, vagy vízkultúrás növénytermesztés során tápoldatban nevelik a növényeket talajmentes környezetben. Talán a legintenzívebb növénytermesztési módszer, amely hatékonyan használja fel a vizet és a tápanyagokat, illetve a legkisebb helyigényű rendszer (Hegedűs, 2012). A talaj nélküli mezőgazdasági technikákat a talajban levő kártevők és a talaj által terjesztett betegségek elkerülése érdekében használják. A talaj nélküli mezőgazdaság sivatagos, nagy sótartalmú területeken, városi vagy külvárosi környezetben vagy olyan helyen, ahol a földért és vízért való verseny vagy a kedvezőtlen éghajlati körülmények megkövetelik az intenzív termelő rendszereket (Somerville és mtsai., 2014).

A hidropónia, vagy vízkultúrás növénytermesztés során tápoldatban nevelik a növényeket talajmentes környezetben. A növények különböző inert táptalajban (szubsztrát) növekednek, amely lehet perlit, vermikulit, kavics, ásványgyapot vagy kókuszshéj (Diver, 2006). Talán a legintenzívebb növénytermesztési módszer, amely hatékonyan használja fel a vizet és a tápanyagokat, illetve a legkisebb helyigényű. Kereskedelmi célra sikeresen alkalmazzák a gyorsan fejlődő kertészeti növények termesztésénél, mint az eper, saláta, paradicsom, uborka és dísnövények esetén. A hidropóniás rendszer lehetővé teszi a növekedési körülmények pontosabb ellenőrzését, ugyanakkor előnye, hogy talaj hiányában a gyökérrendszer jobban fejlődik és ezáltal a tápanyagokat hatékonyan felveszi a tápoldatból, így megnövelve a hozamot. Nagy befektetési igénye és a folyamatos energia bevitel miatt csak a fejlett országokban (Japán, Amerikai Egyesült Államok, Kanada, Európa) lett népszerű a magas tápértékű haszonnövényeket termesztő rendszer (Toshiki, 2012).

A tápoldat egy vizes oldat, amely nagyrészt szervetlen ionokat tartalmaz oldható sók formájában, ezek esszenciálisak a növények számára, így nagymértékben befolyásolja a hozamot és a minőséget. Esetenként szerves komponenseket is tartalmazhat, mint például vas-kelátot. Jelenleg 17 elem esszenciális a növények számára: szén, hidrogén, oxigén, nitrogén, foszfor, kálium, kalcium, magnézium, kén, vas, réz,

cink, mangán, molibdén, bór, klór és a nikkel. A szén és az oxigén kivételével, amelyeket a levegőből, az esszenciális elemeket a növény a tápoldatból kapja (Bittsánszky és mtsai., 2016). A nátrium, szilícium, vanádium, szelén, kobalt, alumínium és a jód jótékony hatásúak, hiszen néhányuk serkenti a növényi növekedést vagy ellensúlyozza a toxikus elemek hatását, ugyanakkor esszenciális elemek helyébe léphetnek. Az alap tápoldat nitrogént, foszfort, kalciumot, magnéziumot és ként tartalmaz, amelyet mikrotápanyagokkal egészítenek ki. A tápoldat összetétele mellett fontos tényező az oldat pH-ja, a vezetőképesség és a hőmérséklet (Toshiki, 2012).

Kutatások bizonyítják, hogy a takarmánynövények közül a kukorica már egy hét alatt megnő hidropóniás kultúrában és tápanyagtartalmában gazdagabb a talajban nevelt kukoricánál (Naik és mtsai., 2012). A hidropónia a leggyorsabb növénytermesztési módszer, nagyon hatékony, víz, föld és helykímélő, illetve környezetvédő is. Legfontosabb előnye a víz és a műtrágya hatékony felhasználása, minimális földterület kihasználása, a növény talajtól való izoláltsága, amely jelenléte negatív hatással lehet a szerkezetre, a tápanyag elérhetőségére, betegségek megjelenésére és a sótartalomra (Toshiki, 2012).

Akvakultúra

Az akvakultúrák haltenyésztés célja a halak tenyésztésének maximalizálása tartályos vagy tavas rendszerekben. Az akvakultúra fogalom alatt a különböző hal-fajok, illetve más vízi állatok (rákfélék és puhatestűek) és növények (algák) termesztését értjük ellenőrzött körülmények között. Az akvakultúra a globális fehérjetermelés egyre fontosabb forrása (Somerville és mtsai., 2014). Jelenleg Kína a legnagyobb hal termelő és exportáló ország, hiszen a globális akvakultúrák termelés 60%-t képezi. A hal rendkívül fontos fehérjeforrás és az akvakultúra egyre növekvő szerepet kap az élelmiszertermelésben (Mo és mtsai., 2018).

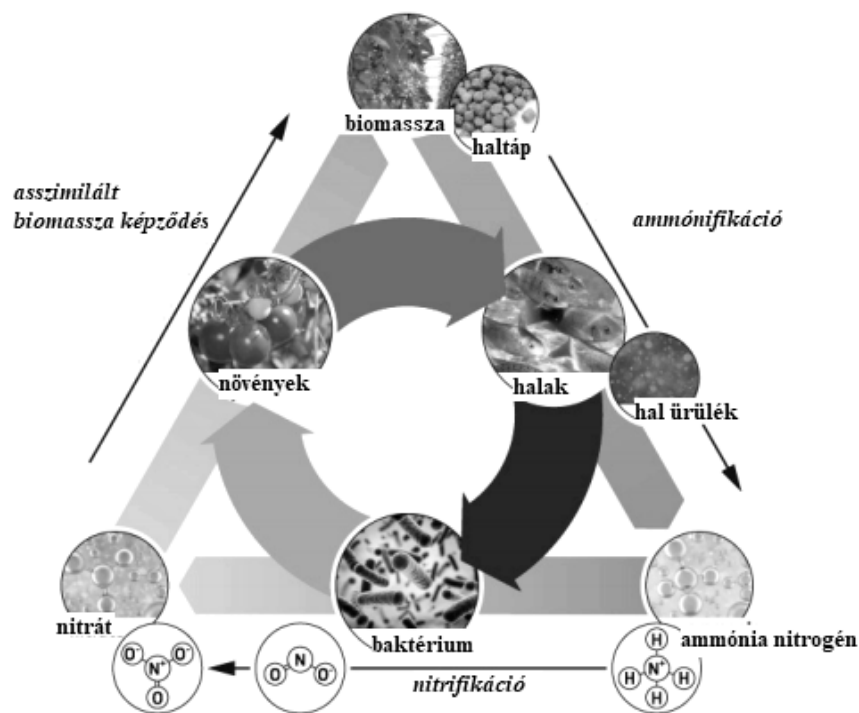
Haltápot készítenek a halhulladékból, amely főképp kisméretű halakat tartalmaz. A haltáp tartalmaz még növényi eredetű anyagokat is, például szójalisztet, amely ugyancsak fehérjeforrás a halak számára, viszont így mezőgazdasági területeket vonnak el az élelmiszer növények termesztésétől. A halliszt fehérjeforrásként hasznosul a tenyésztett halak étrendjében és ez a legdrágább összetevője az elkészített haltápnak. A halliszt fontos komponense a haltápnak, viszont szennyezőanyag forrás is, hiszen nehézfémeket (arzén, ólom, réz, cink, fluor, higany), perzisztens szerves szennyezőanyagokat, rovarirtószereket tartalmazhat, amelyek globális problémát okoznak (Mo és mtsai., 2018).

A négy legnagyobb akvakultúra típus: édesvízi ketreces és kombinált haltermelés, nyitott és zárt recirkulációs rendszerek (RAS), tógazdasági haltermelés, átfolyóvizes intenzív édesvízi rendszerek. A RAS típus a legalkalmazhatóbb módszer az integrált akvakultúrák mezőgazdaság fejlesztésére a melléktermékek lehetséges felhasználása, illetve a zöldségtermesztésben a magasabb tápanyag koncentráció

miatt (Somerville és mtsai., 2014). Az akvakultúra egyik hátránya a nagy tápanyagtartalmú szennyvíz kezelése, amely melléktermékként keletkezik. A kezeletlen szennyvíz eutrofizációt okozhat az élővizekben (Hegedűs, 2012).

Az akvapóniás rendszer

A hidropóniás és az akvakultúrák rendszerek együttes alkalmazása során a negatívumok kiütik egymást, a növények nem mesterséges tápoldatban növekednek, hanem a halak által kibocsátott szerves hulladékot hasznosítják, amely szinte minden szükséges tápanyagot tartalmaz. A haltenyésztés nagymértékű vízhasználata helyett az akvapóniás rendszerben a növények és a termesztő közeg megszűri a vizet, amely visszatér a halas medencébe (1. ábra). Az akvapóniás rendszer hatékonysága abban rejlik, hogy újrahasználja a haltápban és a halszékletben levő tápanyagokat a növények növekedéséhez, így egy ökológiai ciklust, körforgást eredményezve (König és mtsai., 2016).



1. ábra. Szimbiotikus akvapóniás ciklus

Forrás: Goddek és mtsai., 2015

Egy jól üzemeltetett akvapóniás rendszer növelheti a tápanyagtartalom visszatartás hatékonyságát (jó minőségű termék), csökkentheti a vízhasználatot és a hulladék kibocsátást a környezetbe, így könnyen a jövőbeli fenntartható élelmiszertermelés módszerévé válhat. Legfőbb előnye a nagymértékű nitrogén felhasználási hatékonyság, amely fontos elem az élő szervezetek számára (Endut és mtsai., 2016). Az akvapóniás rendszerek könnyebben kezelhetőek, mint a hidopóniás vagy a recirkulált akvakultúrás rendszerek (RAS), mivel az akvapóniás rendszer egy olyan mikroorganizmus flórát alakít ki, amely a rendszer egyensúlyaért felelős (Gangenes Skar és mtsai., 2015).

Az akvapónia rövid története

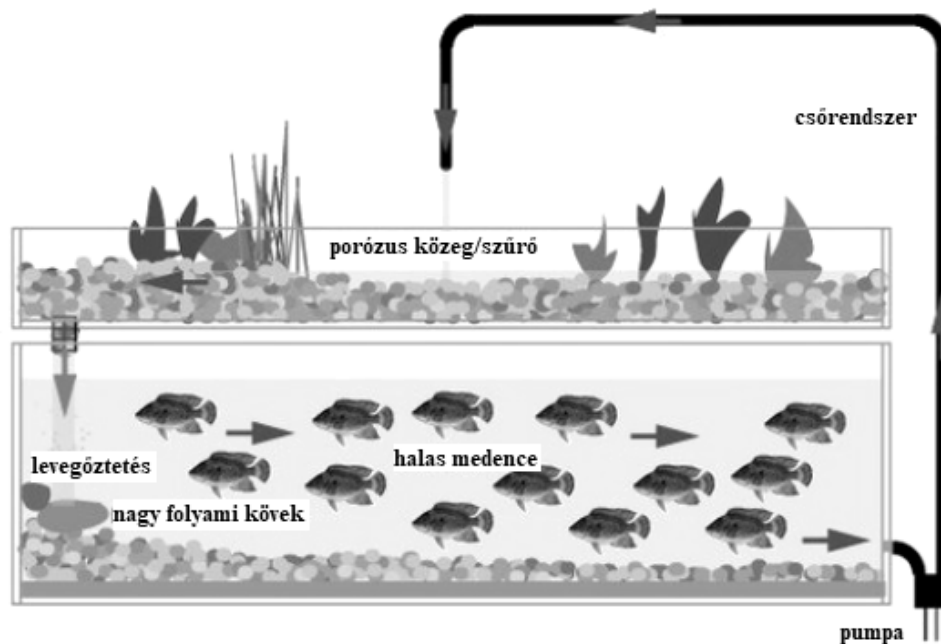
Évezredek óta létezik az az elképzelés, hogy fekáliás eredetű hulladékkal és a halak által kibocsátott anyagokkal lehet trágyázni a növényeket. Az ázsiai és a dél-amerikai civilizációk alkalmazták ezt a módszert, a mexikói bennszülöttek például a halas tavak partján termelték meg zöldségeiket, a tó iszapját használva szubsztrátként (Gangenes Skar és mtsai., 2015).

Az akvapóniás rendszerek jelenlegi formája az 1970-es években kezdett kialakulni az Észak-Amerikai és az európai akadémiai intézetekben. Az 1980-as és 1990-es években előrelendült a rendszertervezés, a bioszűrés és az optimális hal-növény arányok azonosítása, amelyek olyan zárt rendszerek létrehozásához vezettek, ahol lehetővé válik a víz és a tápanyag-felhalmozódás újrahasznosításának lehetősége a növények növekedéséhez. Az akvapóniás rendszer még egy nagyon új élelmiszertermelő módszer, kevesen kutatják és alkalmazzák, az első publikációk is a 1980-as években jelentek meg (Junge és mtsai., 2017). Az Amerikai Egyesült Államokban James Rakocy, akvakultúrában doktori fokozattal rendelkező kutató kezdte el az akvapóniás rendszerek ipari méretekben való kutatását és fejlesztését. Ausztráliában Wilson Lennard kulcsfontosságú számításokat és terveket készített más típusú rendszerekre. Kanadában Nick Savidov két éves időszakra vonatkozó kutatásai azt mutatták, hogy a paradicsom és az uborka termelés magas volt néhány kulcsfontosságú tápanyag jelenlétében. Mohammad Abdus Salam Bangladeshtben kifejlesztette az otthoni gazdálkodás és az akvapónia ötvözését. Ezek a kutatási áttörések lehetőséget teremtettek a különböző szakembercsoportok és vállalatok számára, amelyek elkezdtek világszerte terjedni úgy az oktatás, mint a termelés területén (Somerville és mtsai., 2014). Jelenleg akvapóniás rendszerekkel foglalkoznak az Amerikai Egyesült Államokban, Kínában és Afrikában, illetve feltörekvőben van Norvégia, Dánia, Izland, az Egyesült Királyság, Svájc és Spanyolország is (Gangenes Skar és mtsai., 2015).

Az akvapóniás rendszer működése

Az akvapóniás rendszerben a halas medencéből a víz a szűrőkön keresztül átfolyik a növényes medencékbe, majd vissza a halakhoz (2. ábra). A víz előbb egy mechanikai szűrőn folyik át, ahol eltávolítják a szilárd hulladékot, majd a bioszűrőben található baktériumok az oldott anyagokat bontják le. A nitrifikáció során a bioszűrőben az ammónia (toxikus a halak számára) nitráttá alakul, ilyen formában könnyen felvehető a növények számára. A víz megtisztulva jut vissza a halakhoz, ez a folyamat lehetővé teszi a halak, növények és a baktériumok szimbiotikus együttélését, így egy egyensúlyozott rendszer alakul ki (Somerville és mtsai., 2014).

Az akvapóniás rendszerben a halas medencéből származó víz átfolyik a növényes medencéken és nem terheli a környezetet, míg a növények számára szükséges tápanyagok fenntartható, költséghatékony és nem kémiai forrásból származnak. Az akvapóniás rendszer nagyobb növény és hal hozamot termel, mint az egyszerű hidropóniás vagy akvakultúrás rendszerek, viszont magas kezdeti befektetést igényel (Hegedűs, 2012).



2. ábra. Az akvapóniás rendszer általános felépítése

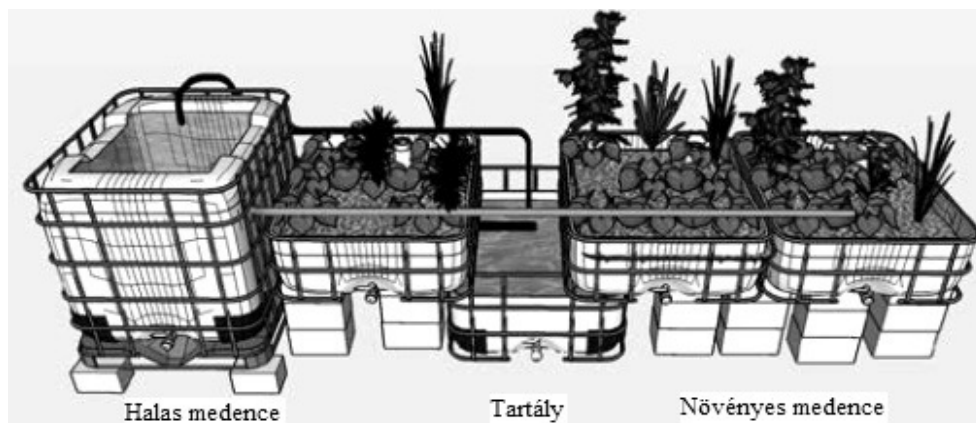
Forrás: Gangenes Skar és mtsai., 2015

Az akvapóniás rendszerek típusai

Közegágyas akvapóniás rendszer

A közegágyas termesztő rendszerek a legnépszerűbbek a kisléptékű akvapóniás rendszerek körében, hiszen előnyös a fejlődő régiók számára. Hatékony a hely szempontjából, viszonylag alacsony kezdeti költséggel jár, és egyszerűsége miatt megfelel a kezdő, akvapóniával foglalkozni vágyó egyéneknek. Az alkalmazott közeg a növények gyökerét támasztja, illetve szűrőként (mechanikai és biológiai) is fontos szerepet tölt be. Nagyléptékű rendszerek esetében nő a rendszer súlya, illetve a költsége is. A hordozó eltömődhet ha a halállományok sűrűsége meghaladja az ágyak teherbírását, illetve emiatt külön szűrést igényel. A víz párolgása nagyobb a növényi medencében, hiszen nagy a felület. A technológia előnye, hogy újrahasznosítható tartályokat lehet alkalmazni (Somerville és mtsai., 2014).

A 3. ábrán láthatóak a közegágyas akvapóniás rendszer fő komponensei, amely halas és növényes medencékből, egy vizes medencéből, egy vízpumpából és a tartószerkezetekből áll. A víz gravitáció által folyik a halas medencétől a mechanikai szűrőn át a növényes medencébe. A növényes medence a közeg porózus anyaga miatt bio- és mechanikai szűrőként is szerepel, ugyanakkor a mineralizáció helyszíne. A közegágyas medencék a nitrifikáló baktériumok és a növények növekedéséhez szükségesek. Gravitáció által a növényes medencékből a víz az alsó tartályba folyik, ahol már szilárd és oldott anyagtól mentes. A tiszta vizet a halas medencébe pumpálják. A közegágyakat úgy tervezik meg, hogy egy bizonyos vízszintig megteljenek, majd egyből lefolyik a víz, ezáltal oxigén kerül a növények gyökeréhez és az ammónia bioszűrését is lehetővé teszi. Más módszerek állandó vízáramot használnak, amely esetében az egyik oldalon belép a víz és a másikon távozik, de elterjedt a csepegtető rendszerek alkalmazása is (Somerville és mtsai., 2014).

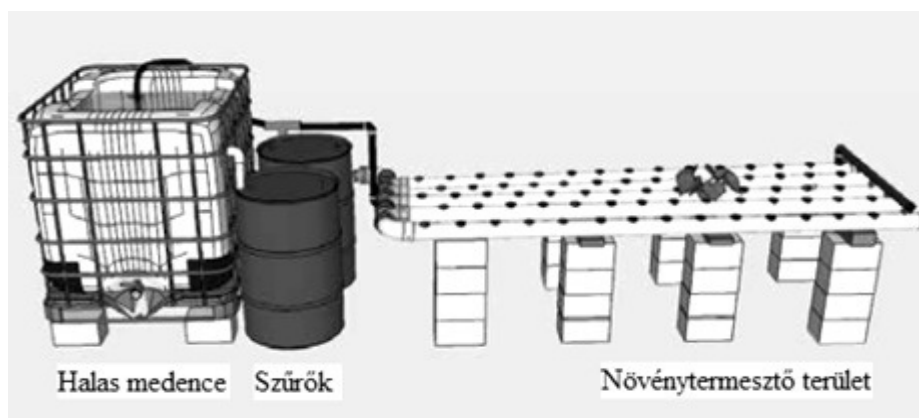


3. ábra. Kisléptékű közegágyas rendszer

Forrás: Somerville és mtsai., 2014

Tápanyagfilm-technika

A tápanyagfilm-technika egy olyan hidropóniás módszer, amely során a növényi gyökerek vékony vízréteggel való érintkezését használják ki. A rendszerben vízszintes csövekben áramlik a víz (4. ábra), a növények a csövek tetején lévő résekbe vannak elhelyezve, és képesek ezt a tápanyagban gazdag vizet használni (Pattillo, 2017). Ez a módszer sokkal költséghatékonyabb lépték növelés esetében, mint a közegágyas rendszerek. A tápanyagfilm-technika esetében kevés az elpárolgott víz, mivel teljesen el van zárva a napfény elől. Ez az akvapóniás rendszer sokkal bonyolultabb és drágább, mint a közegágyas módszer, leginkább városi környezetben magas helyek kihasználására alkalmas (Somerville és mtsai., 2014). Bazsalikom, saláta jól termesztethető a kis csövekben, míg a paradicsom, uborka és paprika esetében nagyobb átmérőjű csövek szükségesek a nagy gyökérzet miatt (Pattillo, 2017).



4. ábra. Kisméretű tápanyagfilm-technika

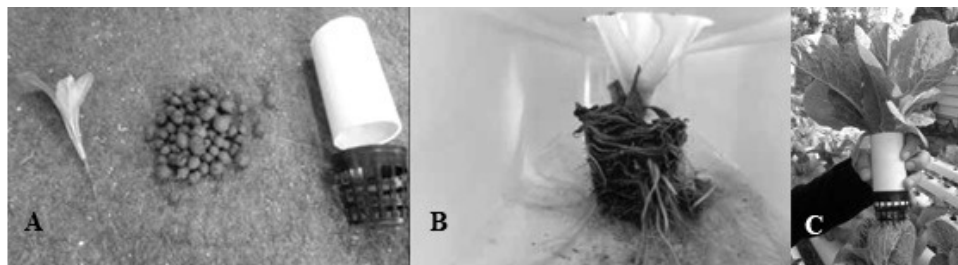
Forrás: Somerville és mtsai., 2014

A rendszerben a víz gravitáció hatására áramlik a halas medencékből a mechanikai és a bioszűrőhöz. Innen két irányba áramlik a víz egy Y alakú szelep segítségével, egy része visszaáramlik a halas medencébe, a többi egy pumpa és egy elosztó segítségével egyformán áramlik a növényes csövekbe. Utána ugyancsak gravitáció által áramlik a csöveken keresztül, onnan vissza a bioszűrőhöz és a halas medencébe. Minden csőben a víz 1-2 liter/perc sebességgel áramlik, a vízáram szabályozását az Y alakú szelep teszi lehetővé. Minden alkotóelem kényelmes munkakörnyezetet biztosít a mezőgazdasági termelőnek, hiszen nem kell létrát használni vagy lehajolni. A bioszűrő levegőztetése fontos, illetve bioszűrő közegeket használnak: Bioballs®, nejlón háló, palack kupakok, ezeken a nitrifikáló baktériumok megtelepednek és átalakítják az oldott anyagokat (Somerville és mtsai., 2014).

A tartórendszerek könnyűek, a rendszer alkalmas tetők kihasználására. Kis vízmennyiséget igényelnek, illetve könnyű a rendszer kezelhetősége és tisztítása (Goddek és mtsai., 2015). A csövek méretének kiválasztásánál célszerű az adott növénynek megfelelő választani, legelterjedtebb forma a kerek, a PVC csöveket ajánlják, mivel elérhetőek és nem drágák.. A szélesebb növények esetében 11 cm átmérőjű cső, a gyorsan növekedő leveles növények és a lassan növekedő, de nagy gyökértömeggel rendelkező növények esetében 7,5 cm átmérőjű cső ajánlott. A nagy gyökérrel rendelkező növények, mint a paradicsom és a menta könnyen eltömíthetik a csöveket. A csövek hossza 1-12 m között változhat, hosszabb csövek esetén tápanyaghiány léphet fel az utolsó növényeknél. Célszerű fehér színű csöveket alkalmazni, mert visszaverik a fénysugarakat, így hűvösen tartják bent a levegőt és a vizet (Somerville és mtsai., 2014).

A csövek tetején 7-9 cm átmérőjű lyukak találhatóak, amelyek mérete meg kell egyezzen az ültető edény méretével, illetve a lyukak közötti távolság minimum 21 cm kell legyen annak érdekében, hogy a leveles növényeknek megfelelő hely álljon rendelkezésre a növekedéshez. A magokat műanyag hálós pohárba helyezik, majd a csövek réseibe. A poharakba hidropóniás közegot tesznek (vulkáni kavics, LECA, kőzetgyapot) a magok köré (5. ábra). Ültető pohár, helyett használható egyszerű műanyag pohár vagy pohár nélkül is a résekbe lehet helyezni a növényeket a csirázó közeggel együtt. Azonban előnyös a közeggel töltött pohár használata, illetve figyelni kell arra, hogy a gyökerek beleérjenek a vízbe (Somerville és mtsai., 2014).

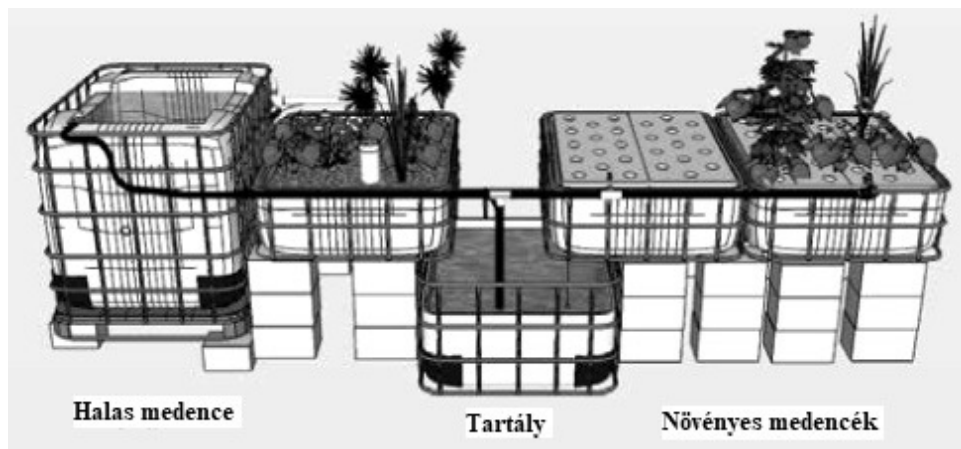
Lennard and Leonard (2006) kutatásai alapján a tápanyagfilmes rendszerben a saláta hozama, a nitrát és foszfát eltávolítás hatásfoka sokkal alacsonyabb volt, mint a közegágyas és a mélyvizes rendszerek esetében, ez annak köszönhető, hogy a gyökerek kisebb felületen érintkeznek a vízben található tápanyagokkal.



5. ábra. A. Ültetéshez használt eszközök, B. Növényi gyökerek a csőben, C. Saláta ültető pohárban

Mélyvizes termesztő rendszer

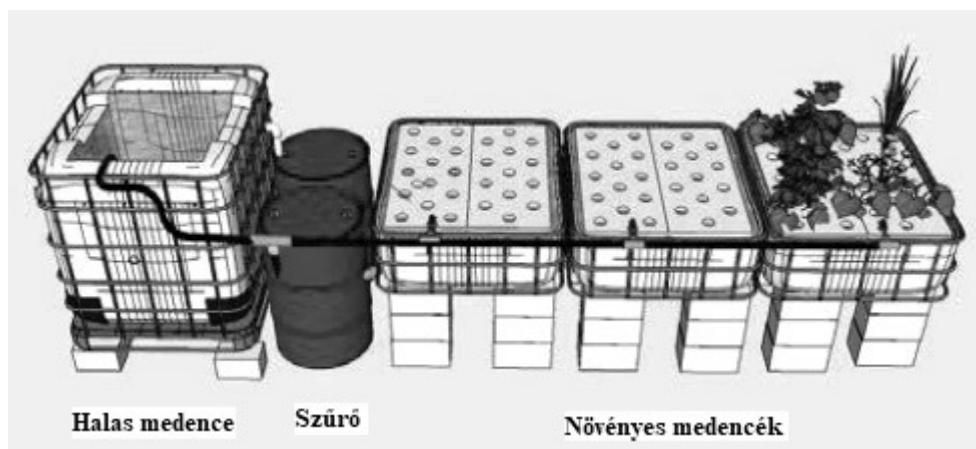
A mélyvizes termesztő rendszerek (DWC-deep water culture) esetében a medencékben polisztrén lapok úsznak, ezeken található résekben vannak a növények, ezek gyökere a vízbe ér (6. ábra). Ez a módszer nagyon elterjedt a nagyléptékű, kereskedelmi akvapóniás rendszerek esetében, amelyek egy növény termesztésével foglalkoznak, például fejes vagy leveles saláta, bazsalikom, illetve ez a rendszer alkalmasabb a gépesítésre. A kisléptékű mélyvizes rendszerek sokkal bonyolultabbak, mint a közegágyas rendszerek, illetve nem alkalmazható néhány helyen, különösen akkor, ha nehéz az anyagok beszerzése (Goddek és mtsai., 2015).



6. ábra. Mélyvizes termesztési rendszer közegágyat használva bioszűrőként

Forrás: Somerville és mtsai., 2014

A víz áramlása ugyanúgy történik ebben az esetben, mint a tápanyagfilm termesztő rendszernél. A víz a halas medencétől gravitáció által a mechanikai és bioszűrőhöz áramlik, majd egy Y alakú szelepen halad át, amely a vizet a növényes medencékhez, illetve egy részét vissza a halas medencéhez vezeti. A növényes medencékbe egyenletesen oszlik szét, onnan a bioszűrőhöz áramlik, majd vissza a halakhoz (7. ábra). Az NFT-től eltérően, ahol a gyökérzónában levő kis vízfolyásból a tápanyagok gyorsan kimerülnek, a DWC csatornában található nagy mennyiségű víz lehetővé teszi, hogy jelentős mennyiségű tápanyagot használjanak a növények. Az egyes csatornába belépő víz áramlási sebessége viszonylag alacsony, a retenciós idő 1-4 óra minden medencében. A retenciós idő arra utal, hogy mennyi időt vesz igénybe a medencében lévő víz teljes cseréje. A mechanikai és a bioszűrés hasonlóan működik, mint a tápanyagfilm rendszerek esetében (Somerville és mtsai., 2014).



7. ábra. Kisléptékű mélyvizes rendszer saját szűrővel

Forrás: Somerville és mtsai., 2014

A növényes medencék 1-10 m hosszúságúak lehetnek, az optimális tápanyag- és oxigénellátás megvalósul a hosszú tartályok esetében is. A szélesség esetében ajánlott a polisztrén lapok szélességére támaszkodni, vagy azok többszörösét használni. A szűkebb és hosszabb csatornák azonban nagyobb vízsebességet tesznek lehetővé, amely kedvező a gyökerek számára a nagyobb tápanyagáram miatt. Az ajánlott mélység 30 cm a gyökerek fejlődése érdekében. A növényes medencék inert anyagból kell készülnenek, akár a halas medencék, leginkább az IBC (intermediate bulk container) műanyag tartályokat vagy az üvegszálas tartályokat használják. A növényi növekedésre előnyös a turbulens és gyors áramlási sebesség, mivel a gyökerek több ionnal kapcsolatba lépnek, míg a lassú áramlások és szinte stagnáló vízfolyás negatív hatást gyakorol a növények növekedésére (Somerville és mtsai., 2014).

A DWC egységek levegőztetése létfontosságú. Egy sűrűn ültetett csatornában a növények magas oxigén igénye alacsony oldott oxigén (DO) szintet eredményez. A csatornában jelenlevő összes bontható szilárd hulladék súlyosbítja ezt a problémát, és tovább csökkenti a DO szintet. A rendszer előnye, hogy csak a növényi gyökerek vannak közvetlen kapcsolatban a tápanyagdús vízzel, így kisebb a kockázata a betegségek megjelenésének (Somerville és mtsai., 2014).

A polisztrén lapokon a lyukak megfelelő távolságra kell legyenek, ezt az alkalmazott növény típusa határozza meg, az átmérő pedig megfelelő kell legyen az ültető edények számára is. A magokat elő lehet nevelni talajban vagy talajmentes környezetben, amikor elérték a megfelelő növekedési szakaszt át lehet ültetni poharakba és behelyezni a DWC egységekbe. A poharakban az üres réseket ki lehet tölteni

hidropóniás közeggel (vulkáni kavics, LECA, kőzetgyapot), amely a fiatal növényeket támasztja. A növények leszedése után vigyázni kell arra, hogy ne maradjon növényi rész a medencében, illetve megfelelően ki kell tisztítani a medencéket vigyázva arra, hogy a nitrifikáló baktériumok ne pusztuljanak el (Somerville és mtsai., 2014).

Az akvapóniás rendszer alkalmazhatósága a Csíki medencében

A Csíki-medence éghajlata az északi országok klímájához hasonlítható, mint Svédország, Észtország stb., a legalacsonyabb hőmérsékletet 1929-ben mérték, amely -35°C volt. Az évi átlagos csapadékmennyiség 600-650 L/m². A fagyos, hideg és hűvös időjárás a medence 43%-ában érezhető, ezért nevezik ezt a régiót az ország hideg pólusának. Évi átlagban 150 fagyos napot jegyeznek, a lehűlések elérhetik a -35°C fokot. Az évi átlaghőmérséklet $6,1^{\circ}\text{C}$, azaz 4°C -al alacsonyabb, mint az országos átlag. Az évi csapadékmennyiség 600-800 mm és egyenetlenül oszlik meg a hónapok folyamán (Hargita megye általános leírása).

A Csíki-medence kiterjedt mezőgazdasági (szántók, legelők) és viszonylag nagy erdős területekkel rendelkezik. Jelenleg a legkiemelkedőbb gazdasági ágazatok az erdőtermelés, fafeldolgozás, a legfontosabb pedig az ipari és kézműipari szektor. A legnagyobb jelentőségű gyárak, üzemek az ásványvíz-palackozó, malom-és sütőipari, a tejfeldolgozási és a húsipari szakterületeken működnek. Az utóbbi időben elkezdtek újjáéledni a hagyományos mesterségek: a fazekasság, a székely népviseleti és természetes anyagú ruhák készítése.

Figyelembe véve a Csíki-medence éghajlatát és gazdasági ágazatait, elmondható, hogy a zöldségtermesztésben nem kiemelkedő, ennek oka lehet a hideg időjárás, viszont még mindig vannak olyan ágazatok, amelyeket lehet művelni ebben a térségben is. Jelenleg a Csíki-medencében nagy mennyiségben burgonyát, a kertes háztájak különböző zöldségeket (paradicsom, uborka, sárgarépa, káposzta, hagyma stb.) termesztnek, de kis mennyiségben, ezért legtöbbször kénytelenek megvásárolni a zöldségeket. A városokban, ahol nem jellemző a kertészkedés, lenne igény a friss és vegyi anyagokkal nem kezelt zöldségekre.

A Csíki-medencében alkalmazható lehetne az akvapóniás rendszer akár a falvak kertes házainál, akár a város kihasználatlan tetőin, épületeiben vagy területein. Manapság nagy figyelmet fordítanak az ökológiai gazdálkodásra és az emberek kezdenek tudatosan vásárolni és fogyasztani, ezért érdemes új, fenntartható módszereket, rendszereket alkalmazni az élelmiszertermelésben is. Sok városi lakos elkezd akár a tömbházak teraszain kis kertet kialakítani és megtermelni a számára vagy a családnak szükséges fűszernövényeket. Ezekből kiindulva az akvapóniás rendszer

alkalmazható akár hétköznapi emberek számára is, akik nem rendelkeznek a rendszer működtetéséhez szükséges kezdeti tudással, de nyitottak az új fele és könnyen tanulnak. Az akvapóniás rendszer típusok közül kezdőknek a közegágyas termesztési rendszer, tetők kihasználására a tápanyagfilm-technika, illetve kereskedelmi célra a mélyvizes termesztési rendszer ajánlott. Mindhárom rendszer esetében érdemes újrahasznosított tartályokat alkalmazni, ez lényegesen csökkenti a kezdeti befektetés mértékét.

Kisméretű akvapóniás rendszernek tekinthető az 1000 literes halas medencével és 3 m²-es növényes résszel rendelkező rendszer, amely alkalmas egy családi háztartás szükséges élelmiszerének megtermelésére, hiszen többféle növény termeszthető együtt. Az ilyen méretű egységeket nagy sikerrel tesztelték a világ számos régiójában, ezért itt, a Csíki-medencében is beválna a kisméretű rendszer. Az akvapóniás rendszerek által családok számára lehet megtermelni a szükséges zöldség és hal mennyiséget, hobbi kertészkedők számára nyújtana lehetőséget, illetve kereskedelmi célból nagymennyiségű zöldség és hal termelésre lenne lehetőség.

A hideg éghajlatot figyelembe véve ajánlott lenne olyan haltípusok alkalmazása, amelyek jól bírják az alacsony hőmérsékletet, például a közönséges ponty, a harcsa, a pisztráng. Szakirodalmi adatok alapján több, mint 150 növényfajt (zöldségek, fűszernövények, dísnövények) termesztettek már kísérleti, háztartási és kereskedelmi akvapóniás rendszerekben.

Irodalomjegyzék

- Besthorn F. H. (2013): Vertical Farming: Social Work and Sustainable Urban Agriculture in an Age of Global Food Crises. Aust. Soc. Work 66, 187–203.
- Bitsánszky A. - Uzinger N. - Gyulai G. - Mathis A. - Junge R. - Villaroel M. - Kotzen B.-Kőmíves T. (2016): Nutrient supply of plants in aquaponic systems.
- Diver S. (2006): Aquaponics - Integration of Hydroponics with Aquaculture | Publication Summary | ATTRA | National Sustainable Agriculture Information Service.
- Endut A. - Lananan F. - Jusoh A. - Norsani Wan Cik W. (2016): Aquaponics Recirculation System: A Sustainable Food Source for the Future Water Conserves and Resources. Malays. J. Appl. Sci. 1.
- Európai Bizottság (2014): Közérthetően az Európai Unió szakpolitikáiról, Élelmiszer-biztonság, Brüsszel, ISBN 978-92-7942446-5

- Gangenes Skar S. L. - Liltved H. - Kledal P. R. - Høgberget R. - Björnsdóttir R. - Morten Homme J. - Oddson S. - Paulsen H. - Drengstig A. - Savidov N. (2015): Aquaponics NOMA.
- Goddek S. - Delaide B. - Mankasingh U. - Ragnarsdóttir K. V. - Jíjakli H. - Thorarinsdóttir R. (2015): Challenges of Sustainable and Commercial Aquaponics. *Sustainability* 7, 4199–4224.
- Hegedűs I. (2012): A minőségi élelmiszertermelés helyzete és lehetőségei: Az ökológiai gazdálkodás Magyarországon. Károly Róbert Kollégium, Gyöngyös.
- Junge R. - König B. - Villarroel M. - Komives T. - Jíjakli M. H. (2017): Strategic Points in Aquaponics. *Water* 9, 182.
- König B. - Junge R. - Bittsánszky A. - Villarroel M. - Komives T. (2016): On the sustainability of aquaponics. *Ecocycles* 2, 26–32.
- Lennard W. - Leonard B. (2006): A Comparison of Three Different Hydroponic Subsystems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an Aquaponic Test System | SpringerLink.
- Mo W. Y. - Man Y. B. - Wong M. H. (2018): Use of food waste, fish waste and food processing waste for China's aquaculture industry: Needs and challenge. *Sci. Total Environ.* 613–614, 635–643.
- Naik P.K. - Dhuri R. B. - Swain B. K. - Singh N. P. (2012): Nutrient changes with the growth of hydroponics fodder maize. *Indian Journal Anim. Nutr.* 29(2), 161-163.
- Pattillo D. A. (2017): An Overview of Aquaponic Systems: Hydroponic Components. *NCRAC Tech. Bull.*
- Somerville C. - Cohen M. - Pantanella E. - Stankus A. - Lovatelli A. (2014): Small-scale aquaponic food production. *Integrated fish and plant farming* (Rome: FAO).
- Toshiki A. (2012): Hydroponics - A Standard Methodology for Plant Biological Researches (Croatia: InTech).

Internetes forrás

- Hargita megye általános leírása, <http://www.harghita.ro/hun/1/11/11hargita.html>,
Letöltve: 2018.05.10.

Abstract

Sustainability and food security are increasing concern worldwide, so finding innovative and sustainable solutions is nowadays challenge. The aquaponic system combines two technologies, the recirculated aquaculture system (RAS) with hydroponics (soilless cultivation) and is therefore an innovative and sustainable solution. A well-functioning aquaponic system can increase the efficiency of nutrient retention, reduce the water use and waste emissions into the environment, and can easily become a method for future sustainable food production.

The purpose of the study is to review the types of aquaculture systems and to find ways to apply the system in the cold climate of Ciuc-basin.

Keywords: aquaculture, hydroponics, aquaponic system, Ciuc-basin