

VÁROSI FARMOK

Demográfiai becslések szerint a következő 50 évben a Föld népessége eléri a 9,2 milliárd főt. Miközben a világ össznépessége rohamosan nő, ezzel párhuzamosan a jelenlegi agroklóra egyre nehezebben tudja kielégíteni az élelmezési igényeket. A népességnövekedés és az urbanizáció fokozódása következtében a városok körüli földeken folyó mezőgazdaság már nem képes fedezni a közrefogott település(ek) lakosságának teljes élelmezési-szükségletét. További problémákat vet fel az is, hogy vidékről a városokba egyre távolabbról, egyre több élelmet kell eljuttatni.

Az írás a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, a Pro Progressio Alapítvány és az Élet és Tudomány közös ismeretterjesztő cikkpályázatán az I. díjat nyerte el a hallgatói kategóriában.

PRO PROGRESSIO
ALAPÍTVÁNY

AZ EGYETEMI
OKTATÁSÉRT
KUTATÁSÉRT



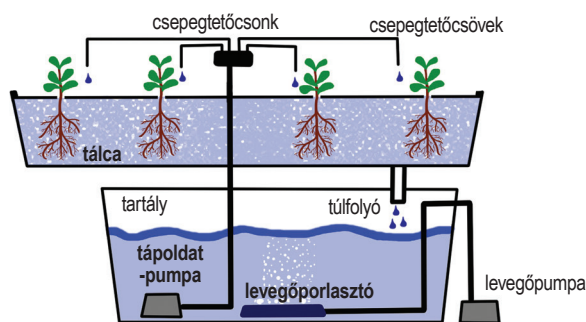
Bolygónk már napjainkban sem tudja kielégítően el-tartani az emberi populációt. Nagy kiterjedésű terü-leteket kell átalakítani élelmezési célra, általában trópusi és mérsékelt övi erdők kiirtásával, mocsarak és lápok lecsapolásával, illetve folyótorkolatok, deltavidékek műve-lésbe fogásával. Az így kialakított termőföldeken a gomba-fertőzések, a gyomnövények és a kártékony rovarok ellen vegyszereket szórnak ki, a talaj gyorsan kiürülő tápanyag-tartalmát pedig műtrágyával pótolják. Belátható, hogy nap-jaink mezőgazdasága hosszú távon már nem fenntartható.

Egyes vélemények szerint a jövő városai maguk fogják megtermelni az ellátásukhoz szükséges élelmet. Amerikai kutatók foglalkoztak azzal, hogy lehetséges-e az észak-amerikai városokban a jelenlegi helyzetnél sokkal jobban megol-dott élelmezési-önellátást megvalósítani. A Clevelandre ki-dolgozott optimista becslés szerint, amennyiben a városban található ipari és kereskedelmi létesítmények háttetőinek 62 százalékát, az üres telkek 80 százalékát, illetve a lakótelkek 9 százalékát élelmezési célra használnák, a város friss gyümölcs- és zöldségigényének felét fedezni tudnák. Ezen-felül a termelés kielégítené a baromfi- és a tojásszükség-let 94 százalékát, a mézigénynek pedig a 100 százalékát. E-zzel a város összes étel- és ital fogyasztásának 7,5 százalékát le-hetne fedezni, míg a mai szint mindössze 0,1 százalékát elé-gíti ki.

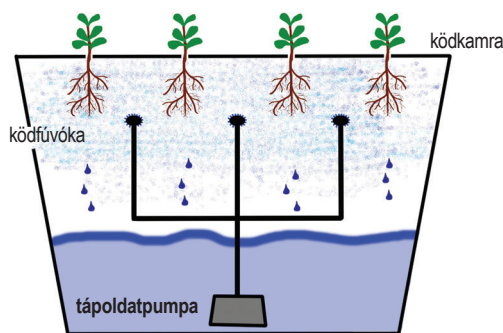
Új technológiákat bevetve

Látható tehát, hogy a hagyományos, termőföldi mezőgaz-dálkodás városba integrálása a lehetőségek maximális ki-használása mellett sem járható út. Megoldással szolgálhat-nak az újabb növénytermesztési technológiák: a *hidropónia*, az *aeropónia* és az *akvapónia*, amelyekkel fenntartható módon megvalósítható a városi növénytermesztés.

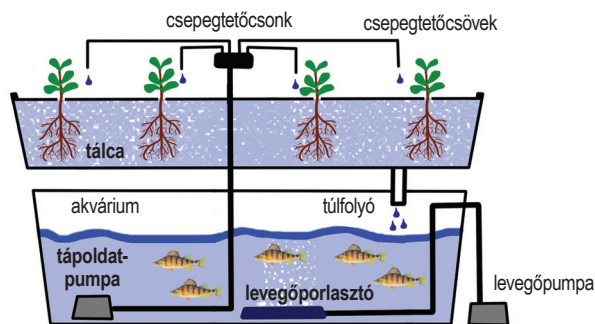
A cikkben tárgyalt három termesztési rendszer összehasonlítása



Hidropónikus rendszer



Aeropónikus rendszer



Akvapónikus rendszer

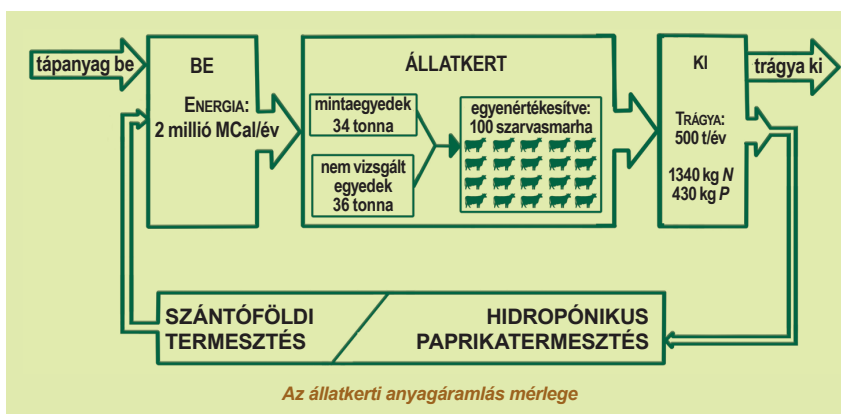
A hidropónia lényege, hogy a növények talaj nélkül, oldott tápanyagokat tartalmazó vízben fejlődnek, vagyis gyökérzetük olyan víztestbe ér, amely az összes esszenciális tápanyagot tartalmazza. Az aeropónia a hidropónia továbbfejlesztett változata. Ebben az esetben a gyökérzet olyan légkamrába lóg, amelybe esszenciális tápanyagokat tartalmazó vizet porlasztanak be. Az akvapónia pedig a hidropóniának és a halgazdálkodásnak egy előnyös kombinációja, s az első agrotechnológia a városi mezőgazdálkodásban, amely már állatokat is bekapcsol az élelmiszer-termelési folyamatba. Maga a technológia hasonló a hidropónikus rendszerhez, a különbség csak annyi, hogy ez utóbbi víztartó tankja tulajdonképpen egy akvárium.

Az említett technológiák segítségével ma már létezik megvalósult városi mezőgazdálkodás, egyebek mellett Szingapúrban, ahol sokféle zöldséget és egyéb élelmiszernövényt is termesztnek. Nem tisztán hidropóniát alkalmaznak, mivel használnak speciális talajkeveréket is, ám az öntözővíz-szükséglet és a talajszükséglet is csak töredéke a szabadföldi gazdálkodásban használt mennyiségeknek. Szintén hasonló létesítmények működnek az egyesült államokbeli Chicagóban, ahol akvapónikus technológiával zöldségeket, fűszereket termesztnek és halakat tenyésztnek a helyi élelmiszerpiacra. Tokióban működik egy olyan épület, amelynek több szintjén sajátos ökoszisztémát tartanak fenn hidropónikus és aeropónikus rendszer segítségével, így termesztnek például paradicsomot, babot, borsót, almát, szedret.

Egy városi farm makettje (BLAKE KURASEK FANTÁZIAARAJZA)



Magyarországon a városi mezőgazdálkodás még nehezen elképzelhető, és idegen az emberek számára. Természetesen hosszú, alapos és körültekintő tervezésre van szükség az újfajta agrotechnika kiépítésére. Jól lehet a mezőgazdálkodás módja, jellege és intenzitása nagyban változhat a városi körülmények között, az alapvető biológiai életfunkciók azonban megmaradnak, vagyis az állatok táplálkoznak, raktározhatnak és ürítenek, a növények pedig beépítik a felvett tápanyagokat. Egy városban található létesítménynek, amely több emeleten lát el növényeket és állatokat, kétségtelenül



nül vissza kell forgatnia az anyag-, energia- és vízárak nagy részét, és amennyire lehetséges, azokat integrálnia kell.

A vertikális mezőgazdaság egy elméleti konstrukció, amelynek lényege, hogy a mezőgazdálkodás a városon belül, az üvegházakhoz hasonló, többszintes épületben zajlik. Egy ilyen, korszerűen kialakított létesítményben az anyag-, energia- és vízárak a lehető legfejlettebb, integrált rendszerben összekapcsolódnak. Tulajdonképpen egy zárt épületnek képzelhetjük el, ahol a kívülről bejövő anyag-, energia- és vízárak minimálisak, az épület közel önfenntartó.

A fővárosi zoo mint modell

Munkánk során olyan módszert dolgoztunk ki, mellyel a jövőbeni állattartó létesítmények anyagáramlása vizsgálható, és annak visszaforgathatósága becsülhető. A módszert a Fővárosi Állat- és Növénykert mint egy jelentős városi állattartó létesítmény anyagáram-elemzésének segítségével dolgoztuk ki. Az állatkertre hipotetikus modellt állítottunk fel, melyben a trágya értékes komponenseinek közvetett visszaforgathatóságát feltételeztük.

Az állatkertből évente körülbelül 500 tonna trágyát szállítanak el. Az összes állatfaj ürülékét nem tudtuk megvizsgálni, ezért a munkánk céljából relevánsnak tűnő nagytestű növényevő fajok (zsiráf, elefánt, teve, zebra, orrszarvú) egyedeit választottuk ki a következő szempontok alapján. Az állatkertben az összes állati biomasza – 70 tonna – mintegy felét ezek a mintaegyedek produkálják, továbbá az elszállított, szinte csak emlősöktől eredő 500 tonna trágya 86 százaléka, azaz 430 tonna származik a kiválasztott mintaegyedektől. Így tehát a bemenő és kimenő anyagáramok szempontjából is meghatározó mintát jelentenek a kiválasztott egyedek.

Munkánk során a trágya nitrogén- és foszfortartalmát vizsgáltuk, mert ezek a komponensek a legfontosabbak a növényi tápanyag-utánpótlásban. Az analitikai méréseink során kapott eredményeink alapján a mintaegyedek által termelt, éves szinten hozzávetőleg 430 tonna trágyában 1340 kilogramm nitrogén és 430 kilogramm foszfor található. Egyenes arányosságot feltételezve a mintaegyedek kiválasztási terméke (exkrétuma) és az állatkertből elszállított összes trágya között, a teljes állatkertre jellemző, évi 500 tonna mennyiségű trágyában 1560 kilogramm nitrogén és 500 kilogramm foszfor van.

A közös nevező

A visszaforgathatóság meghatározásához egy *közös nevezőre* volt szükségünk, amely kapcsolatot teremt a kimenő trágya nitrogén- és foszfor-komponensei, illetve a bemenő anyagáram között. Közös nevezőnek a modellben először a *termőföldet* választottuk, amely képes hasznosítani a trágya nitrogén- és foszfortartalmát, és rajta takarmánynövények termeszthetők. A városba integrálhatóság szempontjából azonban a termőföld közös nevezőként nehezen értelmezhető, ezért egymásik közös nevezőt is választottunk, a *hidropónikus paprikatermesztést*. Ennek lényege, hogy meghatároztuk az állatkertből távozó nitrogén- és foszformennyiséggel a hidropónikus agrotechnológiával termeszthető paprikamennyiség kalóriatartalmát és ezt viszonyítottuk a bemenő tápanyag energiataralmához.

További feladat volt a modell felállítása során a termőföld mint közös nevező összeegyeztetése az állatállomány takarmányszükségletével. Ebben segített, hogy a teljes állatállományt *szarvasmarha-egyenértékbe* váltottuk át. Az egyenérték megválasztásához két szempontot vettünk figyelembe: egyrészt azt, hogy az állatkertben élő állatok biomasszatömegének mintegy 83 százalékát emlősök teszik ki, másrészt azt, hogy a bemenő takarmányok számottevő része széna, lucerna, kukorica és árpa, melyek a szarvasmarha takarmányának is nagy részét képezik. Az állatkertben élő összes állat biomasszatömege 107 szarvasmarha össztömegével egyenlő, 1 szarvasmarha tömegét 650 kilogrammnak véve. A bemenő tápanyagáram energiataralma alapján kiszámolt szarvasmarha-egyenérték szerint pedig az állatkertben 93 tejelő tehén jutna naponta elegendő tápanyaghoz (szakirodalmi adatok alapján egyedenként napi 250 megajoul energiagigényt feltételezve). A további számításaink során a két érték átlagát használtuk, tehát az állatállományt 100 szarvasmarhával vettük egyenértékűnek. Szakirodalmi adatokra támaszkodva meghatároztuk, hogy mekkora termőföldterület szükséges az egyenértékű szarvasmarha-állomány takarmányának megtermesztéséhez. Nos, számításaink szerint egy szarvasmarha takarmányozására 0,5 hektár termőföld szükséges, tehát 100 szarvasmarha takarmányozásához 50 hektár területre van szükség.

A visszaforgathatóság mértéke

Az állattenyésztési céllal termesztett búza, szemes kukorica és őszi árpa fajlagos tápanyagigényeit, valamint azok átlagos termés hozamait figyelembe véve meghatároztuk, hogy a teljes állatállomány által termelt trágyával mekkora termőföldterület trágyázása váltható ki fenntarthatóan. A távozó összes trágyának csak a nitrogéntartalmát kinyerve

12–14 hektárnyi gabonaföld nitrogén-utánpótlása lehetséges, viszont a foszfortartalmat kinyerve már 21–26 hektár termőföld foszfor-utánpótlása oldható meg. Megállapíthattuk, hogy a trágya nitrogén- és foszfortartalmának hasznosításával a bemenő tápanyag megtermesztéséhez szükséges termőföld legalább 24 százalékanak tápanyag-utánpótlása váltható ki.

A hidropónikus paprikatermesztés mint közös nevező esetében kiszámoltuk, hogy a távozó nitrogén- és foszfortartalommal mennyi energiát tartalmazó paprikaültetvény tápanyagellátása fedezhető. Az állatkert takarmánybeszerzési adatai alapján meghatároztuk, hogy a bemenő energiaáram éves szinten körülbelül 2 millió megakalória. A termőföld nélküli technológiával termesztett paprika tápanyagigényét, a hidropóniás termesztés éves szintű termés hozamát és az így termesztett paprika kalóriatartalmát figyelembe véve megállapítottuk, hogy a kijövő nitrogénmennyiség az állatkertbe bemenő energiaáram 6,3 százalékának, a kijövő foszformennyiség pedig a bemenő energiaáram 12 százalékának megfelelő paprikamennyiség termesztéséhez elegendő.

A visszaforgathatóság mértéke – ahogy láthattuk – hidropóniás technológia során kisebb, mint a szabadföldi mezőgazdálkodás esetében. Ez meglepő eredmény, tekintve, hogy a talaj nélküli eljárás során azt várnánk, hogy sokkal hatékonyabban tudja a növény felhasználni a tápanyagot, mint a termőföld esetében, hiszen a talajban más élőlények is hasznosítják a tápanyagokat. A vártnál gyengébb visszaforgathatóságot az okozhatja, hogy a szabadföldi termesztés során a nitrogén és foszfor csak utánpótlásként jelenik meg, mintegy kiegészítve a természetes ökoszisztéma nitrogén- és foszforkörforgását. Ellenben a hidropónikus rendszerek esetében a teljes tápanyagigényt mesterségesen szükséges kielégíteni és adagolni, így fajlagosan több nitrogén- és foszformennyiséget igényel.

A komplex ökoszisztémát fenntartó szabadföldi mezőgazdálkodás városba integrálása, kiváltéppen a termőföld nélküli agrokultúra fejlesztése tehát óriási kihívásokkal néz szembe. A fenntartható fejlődés szempontjából kikerülhetetlen gondolat az anyag-, energia- és vízáramok visszaforgatása, ehhez azonban igen összetett problémákkal kell megküzdenuünk. A városi mezőgazdaság mint agrokulturális innováció ma már nemcsak utópia, ám az ökológiailag és gazdaságilag is kedvező megoldás megvalósításáig még hosszú út áll előttünk.

VÁRNAI KRISZTINA
PETRI LÁSZLÓ



Salátagyár: a VertiCrop hidropóniás zöldségtermesztő üzeme Nagy-Britanniában