

Сравнителен анализ на „Аквапоник“ и „Хидропоник“ системи

Вилма Петкова, Кристина Кръстева

*Нов български университет, Департамент „Природни науки“,
бул. „Монтевидео“ № 21, 1618 София, България
vpetkova@nbu.bg*

Comparative analysis of Aquaponics and Hydroponic systems

Vilma Petkova, Kristina Krusteva

*New Bulgarian University, Department of Natural Science,
21 Montevideo St., Sofia, Bulgaria
vpetkova@nbu.bg*

Резюме: В настоящата статия се представя анализ на системите „Аквапоник“ и „Хидропоник“. Принципите на действие са познати още от средните векове, но в съвременните години получават развитие поради нарастване на населението на планетата, недостига на храни и вода, на обработваеми площи и замърсяване на околната среда. „Хидропоник“ системата представлява безпочвено отглеждане на хранителни култури, основно зеленчуци, в контролирана среда. В „Аквапоник“ се осъществява циркулация на хранителните вещества при комбиниране на жизнения цикъл на подходящи растения и водни животни. По този начин се осигурява функциониране на системата, наподобяващ кръговрата на биогенните елементи в природата. Двете системи са високоефективни и екологично чисти, което ги прави особено подходящи за приложение в урбанизираната градска среда.

Ключови думи: Хидропоник, Аквапоник, кръговрат на биогенни елементи, екология

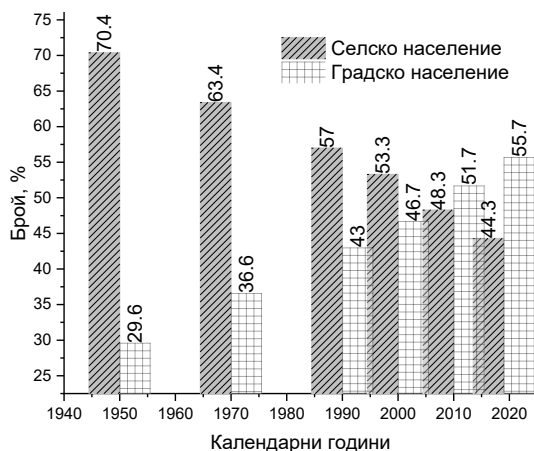
Abstract: This article presents an analysis of the Aquaponics and Hydroponic systems. The principles of action have been known since the Middle Ages, but in present times they have developed due to an increase in the planet's population, food and water scarcity, arable land, and environmental pollution. The Hydroponic system is groundless cultivation of food crops, mainly vegetables in a controlled environment. In Aquaponic system the nutrients circulates while combining the life cycle of suitable plants and aquatic fishes. This ensures the functioning of a system that resembles the

circles of biogenic chemical elements in nature. Both systems are highly efficient and ecological cleaning, making them particularly suitable for use in urban environments.

Keywords: Hydroponic, Aquaponic, nutrients circulates, ecology

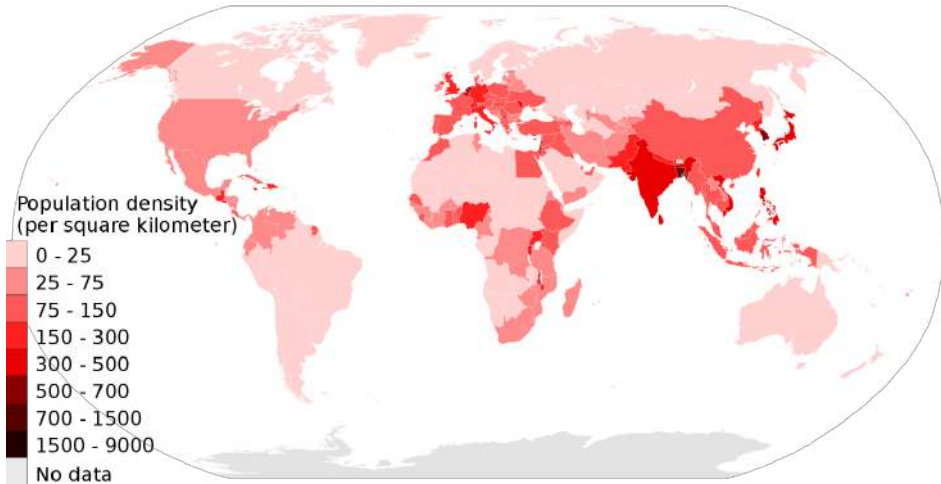
Въведение

Непрекъснатата урбанизация на градската среда поставя въпросите за осигуряване на свежа и екологично чиста храна на съвременното население на мегаполисите и в цялост на популациите на планетата (Фиг. 1 и 2).

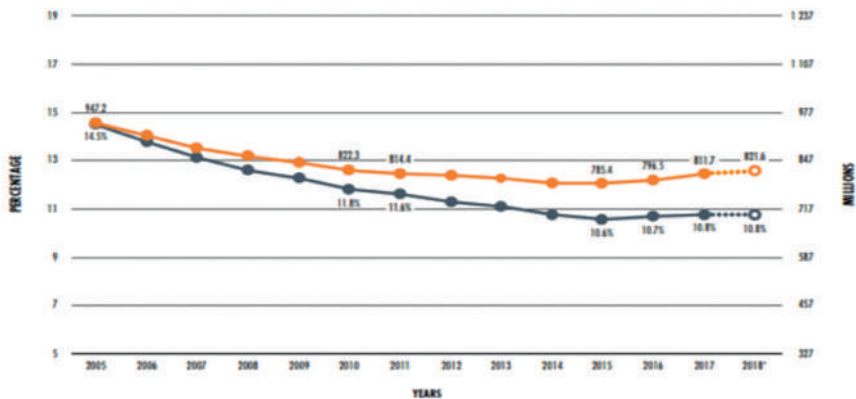


Фиг. 1. Тенденции в промените на селското и градско население за периода 1950–2019 г. [FAOSTAT, 2019]

В световен мащаб поради особености на местоположението на редица страни (напр., Арабски страни, североафрикански държави и др.) [Ntobeko Mchuni, 2018], гъстота на населението и/или демографски проблеми (напр. Китай, Индия) [Zhanga, 2018; Singha, 2019], ограничени площи, необходими за използване за земеделски нужди (напр., Израел и др.) [Asael Greenfeld, 2020], замърсени територии или ограничени водни ресурси или съчетание на изброените фактори, се наблюдават тенденции към недостиг на хранителни ресурси в настоящето и с перспектива за бъдещи периоди [FAO, 2019]. Тези тенденции са свързани с ясно изразени данни за недохранване на населението на Земята (Фиг. 3).



Фиг. 2. Гъстота на населението на света (брой хора/км²) по държави през 2018 г. [Wikipedia, 2018]



Фиг. 3. Брой на недохранените хора в света (в млн.): черна линия – преобладаващо недохранени хора (млн.); оранжева/светла линия – брой недохранени хора (млн.), за 2015 г. [FAO, 2019]

С пунктирна линия е представена тенденцията за броя на недохранените хора след 2017 г. Тенденцията ясно показва увеличаване на броя на недохранените хора и изравняването им с по-висок брой от предишни близки периоди.

В същото време развитието на технологиите позволява на изследователите и учените да се ориентират към разработването на нетрадиционни методи за отглеждане на редица култури в необичайни условия, напр. липса на почва, ограничени водни ресурси, светлина и др., необходими за правилен растеж на растения за задоволяване на хранителни нужди. Такива са аквапонното и хидропонното отглеждане на растения и морски животни – риби. Тези методи преодоляват ограниченията по отношение наличието на почва, вода, светлина, като едновременно с това се осигурява отличен прираст на екологична чиста продукция, без използване на химически препарати и отделяне на отпадъци.

Разглеждането на системите Аквапоник и Хидропоник, характеристики, методология, сравнителен анализ е цел на настоящата работа.

1. Система „Хидропоник“

1.1. История

„Хидропоник“ системата предхожда „Аквапоник“ исторически. Терминът „Хидропоник“ произхожда от гръцките думи: „hydro“ за вода и „ponos“ за работа. Това е метод на отглеждане без почва, при който растенията извличат необходимите хранителни вещества от хранителния разтвор. Корените им обикновено са директно във водата, но се допускат и инертни субстрати, които осигуряват стабилност на растенията, но не и хранителни вещества. За да се управлява успешно една хидропонна система, трябва да се обърне внимание на следните принципи:

- Хранителните вещества трябва да бъдат достъпни за растенията.
- Водата трябва да бъде постоянно обогатена с кислород. Осигуряването на кислород за корена е същността на „Хидропоник“ системите.

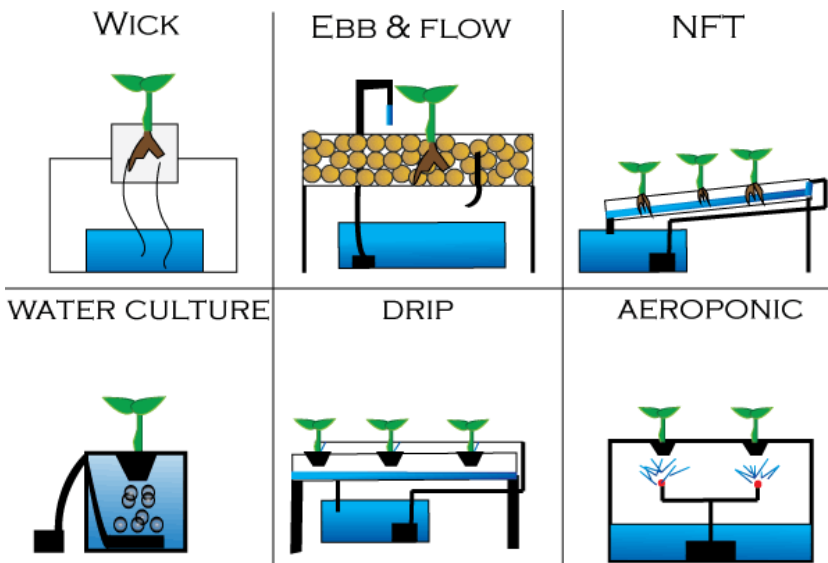
Между 1699 и 1779 год. учени като Джон Вудуарт, Джоузеф Пристли и Ян Ингенхуз извършват някои експерименти върху физиологията на растенията. Открити са пътища за транспортиране на хранителни вещества, кислород и фотосинтеза. Юлиус Сакс и Вилхелм Кноп създават основата за „Хидропоник“ през 1860 год. с водоразтворим хранителен препарат [Tes, 2017].

Историята на съвременната „Хидропоник“ система започва през 20-те години на ХХ век от д-р инж. Уилям Герике, който за първи път нарича „Хидропоник“ системата с това име и определя икономическите ползи от използването ѝ. По същото време Денис Р. Хоугланд успява да разработи вероятно най-широко използвания „Хогланд хранителен разтвор“. В продължение на няколко години използването на метода е било твърде скъпо и затова редица инвестиционни проекти се провалят. Едва през 1940 год. системата отново преминава през етапи на развитие. развитието се случва главно от Северна Америка. През 1978 год. е създадена „Обща Хидропоника“. Скоро след това тя става известна и като подходящ метод за отглеждане на растения в домаш-

ни условия. „Хидропоник“ системата официално е представена в Европа от 1995 год., като намира приложение главно в Холандия. Тя намира приложение не само в мащабни, търговски обекти или в дневните на домашни производители, но и в новата градска среда. Чрез сливането на интериорния дизайн, пространственото планиране и „Хидропоник“ може да има голяма полза от положителните ефекти на растенията върху околната среда [Texier, 2015].

1.2. Характеристика на системите „Хидропоник“

При функционирането на „Хидропоник“ система трябва да се наблюдават 3 параметъра: осигуряването на вода, хранителни вещества и кислород, които имат съществено значение за развитието на корените на растенията. Това, с което видовете хидропонни системи се отличават една от друга, е начинът, по който тези 3 компонента се осигуряват до корените. Шест основни типа хидропонични системи съществуват в зависимост от метода на снабдяване с хранителни вещества [Симидчиев, 2017] (Фиг. 4). Те са както следва:



Фиг. 4. Схематично представяне на 6-те вида хидропонни системи.
Източник: <https://www.konop.bg/article/735/vidove-hidroponni-sistemi>

1. Wick система – система с фитил – Wick системите функционират, като хранителният разтвор се изкачва нагоре по найлонов фитил, благодарение на капилярните свойства, т.е. разтворът се черпи от резервоара като от гъба. Обикновено добрите Wick системи имат поне 2 фитила с размери достатъчни за изкачването на необходимото количество разтвор. Контейнерът, в

който се намира растението, е най-добре да стои непосредствено над резервоара, като по този начин пътят на водата до растението е възможно най-кратък.

2. Система за изливане и изтичане (наводняване и оттичане) или още нерециркулиращи системи/капкови системи без възстановяване на разтвор – Ebb & Flow хидропонни системи, наричани още Flood & Drain (наводняване и изтичане), са много популярни. Растежната среда се поставя в растежното „легло“, което след това се напълва с хранителен разтвор. Изтичането позволява водата да достигне само няколко сантиметра под горната част на растежната среда. Силата на потока може да се изключи чрез предварително зададен таймер, след като работи за определен период от време, позволявайки на водата да се върне надолу по помпата, като се източва леглото. Автоматичното оттичане, като например „камбанен“ сифон, може да се използва за дрениране на растежното легло, без да се изключва захранването на помпата. Това позволява повече движение на вода и въздух над корените, което стимулира по-интензивен растеж. Ebb и Flow системите са подходящи за много различни растения. Тъй като този тип хидропонна система е с отворено растежно пространство, растенията не са в мрежести саксии с предварително определено разстояние помежду им.

3. Техника на хранителните филми (NFT – Nutrient Film Technique) – Хранителният разтвор се изпомпва от резервоар, като тънък слой (филм) от него протича през всеки канал с растения и овлажнява корените. Тъй като каналът е под лек наклон, излишният разтвор изтича през ниския край на всяка от тръбите обратно в резервоара и така разтворът отново се връща в системата.

4. Водна културна система – Растенията се отглеждат във водна среда без твърд субстрат. Те са окачени в кошнички над хранителния разтвор в резервоара. Корените висят надолу през решетките на кошничките и са потопени директно в хранителния разтвор през цялото време (24/7). Корените не се задушават, защото получават въздух и кислород, които са им необходими, от въздушните балончета, издигащи се през целия разтвор, както и от разтворения във водата кислород. Разтворът периодично се обогатява или заменя напълно.

5. Системи за капково напояване (възстановяване/невъзстановяване) – Начинът, по който функционират капковите системи е много лесен за изпълнение. Хранителният разтвор се изпомпва от резервоара през тръби до повърхността на растежната среда, оттам се накапва през дрипер. След като разтворът вече е напоил корените и растителната среда, благодарение

на гравитацията той се отича по тръби, насочени обратно към резервоара. Важно условие е, че саксията с растението трябва да бъде най-малко на 15-20 cm височина от горната част на резервоара, така че да може оттичането да се извършва гравитачно.

6. Аеропонната система – това е най-технологичната от всички видове хидропонни системи. Растенията висят във въздуха, докато хранителният разтвор се пулверизира върху корените през дюзи под формата на спрей, или мъгла през кратки периоди. Колкото по-микроскопични са капките, толкова по-бърза е абсорбцията им от растението. Редовните пръскащи цикли предпазват коренчетата от изсъхване, но и предоставят всички необходими хранителни вещества.

С изключение на NFT и аеропонната система, всички останали системи използват за субстрати едър пясък, дървени стърготини, перлит, вермикулит, Rockwool, гранули от керамзит, кокосови влакна (кокосови влакна) (Фиг. 5).



Фиг. 5. Видове материали, подходящи за използване като субстрат при хидропонните NFT и аеропонната системи, Източник: <https://www.konop.bg/article/735/vidove-hidroponni-sistemi>

Без значение как точно са наричани, всички видове хидропонни системи са базирани на посочените 6 вида, като са или един от тях, или комбинация от 2 и повече.

2. Система „Аквапоник“

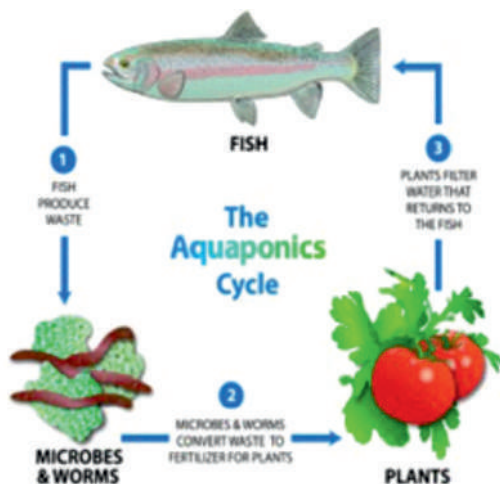
2.1. История

Терминът „Аквапоник“ е използван за първи път през 1985 год. и се основава на много открития на „Хидропоник“ системите. Представлява затворена система (Фиг. 6), която съчетава най-добрите компоненти от „Хидропоник“ и „Аквакултурата“ [Bernstein, 2011]. „Аква“ се приписва в

името на аквакултурата и „-поник“ представлява „Хидропоник“. Смисълът на разглеждането на двете системи се основава на водата, която се свързва с „Аквапоник“ и рибите с „Хидропоник“. Това са две функционални области, които се комбинират помежду си и по този начин отворените вериги на отделните функционални зони могат да бъдат затворени. Това означава, че те могат да функционират съвместно.

Историята на аквакултурата датира от 500 год. пр. Хр в Древен Китай и Римската империя. По това време рибите и стридите вече са били отглеждани в изкуствена среда. Съвременната аквакултура се развива през 1933 год. в Германия. Развитието на „Аквапоник“ е през 1985 год. от Макмъртри и Сандерс [Texier, 2015], след така наречена „Интегрирана водна вегетативна култура“. Основавайки се на фундаменталните изследвания на двамата учени, Университетът на Вирджинските острови допълнително развива знанията, придобити в конкретна изследователска програма. В днешно време „Аквапоник“ и „Хидропоник“ се разпространяват в световен мащаб.

Основен недостатък на аквакултурата е голямото количество рибни отпадъци [Bernstein, 2011]. Този недостатък се елиминира в „Аквапоник“ чрез директно използване на екскременти като тор за растенията.



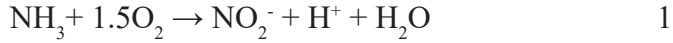
Фиг. 6. Аквапонски цикъл [The Aquaponic Source, 2017]

2.2. Характеристика на системите „Аквапоник“

2.2.1. Азотен цикъл

„Аквапоник“ съчетава две системи и създава затворена функционална верига. Свързващите вещества са нитрифициращите бактерии (*Nitrospira* и *Nitrosomonas*). Бактериите *Nitrosomonas* превръщат амоняка в нитрит, а бак-

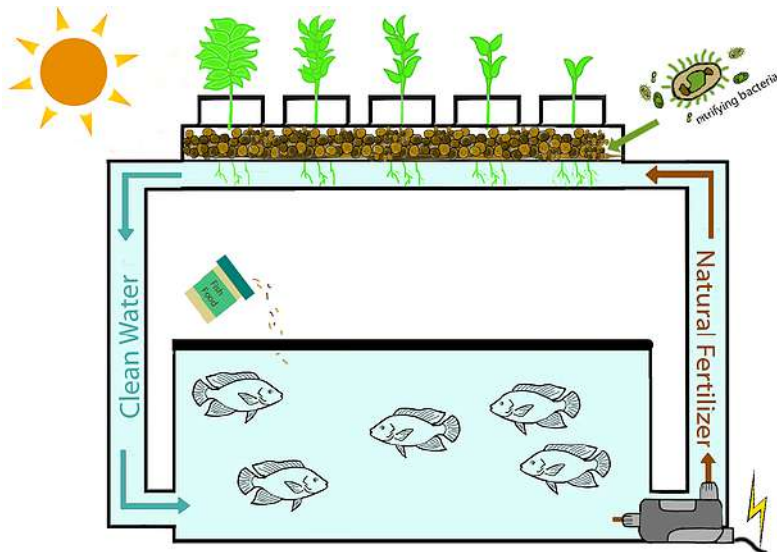
териите *Nitrospira* превръщат нитрита в нитрат – реакции 1 – 3 [Eck Mathilde, 2019, Myers Kara, 2014]. Твърдите вещества от рибните отпадъци служат като компости за храненето на растенията. Рибите са основните участници в „Аквапоник“ системите, затова се изисква добро познание на благосъстоянието на всеки вид риба, тъй като то е тясно свързано с функционирането на системата и времето за реакция е много кратко при нарушения на процеса.



Особеността на аквакултурите е, че водата в системата може да не се налага да се сменя, филтрира или изхвърля, тъй като всички подвижни вещества се рециклират. Само чрез изпаряване или отстраняване на водата от биомасата водният басейн се почиства от токсини [Aquaponics Europe, 2017].

2.2.2. Принцип на действие на „Аквапоник“ системата

Аквапониката е естествена форма на хидропоника (отглеждане на растения без почва), която интегрира отглеждането на риби с производството на растителни култури (Фиг. 7).



Фиг. 7. Принцилна схема на системата „Аквапоник“,
Източник: <https://www.aquaponicsbulgaria.com/aquaponics>

В затворената рециркуляционна система чрез отпадъците от рибите се осигуряват хранителните вещества, необходими за растежа на растенията, а те от своя страна представляват естествен филтър за пречистване на водата, в която живеят рибите.

Видовете риби, които се използват за този тип система, включват: аквариумни рибки (Златни рибки, Гупи, Кой, Тетра и др.), Тилапия (често използвани), Пъстърва, Шаран, Сладководни скариди и др.

Бактериите, използвани за преобразуване на химикали, включват: Nitrosomonassp и Nitrobactersp.

Някои от културите, които могат да се отглеждат по този метод, са: *зеленчукови култури* като маруля, боб, спанак, краставица и др., *билки* като босилек, мащерка, лимонова трева, магданоз и др., *плодове* като ягоди, диня, *домати* и повечето *градински сортове цъфтящи растения*.

Аквапониката може да се счита за по-устойчива екосистема, която улеснява симбиотичната връзка между рибата и растенията. Тоест растенията могат да поемат вода, която се пречиства от бактериите за техния растеж, като същевременно действат като естествен филтър за рибата.

3. Сравнение на системите „Хидропоник“ и „Аквапоник“

От индивидуални до глобални са предимствата и недостатъците на двете системи и могат да бъдат обобщени:

3.1. Предимства от „Хидропоник“ и „Аквапоник“ системите

- Снабдяването с хранителни вещества на растенията може да бъде напълно контролирано. В резултат на това, необходимите количества добавени хранителни вещества могат да бъдат изчислени оптимално.

- За разлика от отглеждането на растения в почвата, „Хидропоник“ и „Аквапоник“ системите изискват много по-малко количество вода. Не се реализират загуби на вода, а цялото количество се използва директно от растението и се изпарява. Вредните организми (например трипси, листни въшки) по-лесно могат да бъдат открити и елиминирани. Не е необходимо да се добавят токсични химикали.

- Може да се осъществява контрол върху всички растежни фактори като хранене, светлина, влажност, рН на средата, съдържание на CO₂ и температура и те да бъдат поддържани в оптимален диапазон така, че генетичният потенциал на растението да бъде напълно използван.

- При правилно използване на съоръженията в „Хидропоник“ и „Аквапоник“ системите, повече продукти могат да бъдат произведени в количествени и качествени показатели, съответстващи на добивите от култивирани растения, произведени в почвата.

- Системите могат да бъдат пуснати в експлоатация навсякъде по света, независимо колко екстремни са условията за естествено земеделие. В

резултат на това, пресни и богати на хранителни вещества храни могат да бъдат достъпни навсякъде, а храненето може да бъде осигурено за голяма част от обществото [Tehier, 2015].

3.2. Недостатъците на „Аквaponик“ и „Хидропоник“ системите

Сред недостатъците на двете системи са:

- Времето за реакция при тези системи е много по-кратко и всичко се развива много по-бързо. Това може да има и положителен ефект, но ако се направи фатална грешка (например при оплождане), може да се унищожи цялата култура в рамките на няколко часа.

- Температурата е един от контролиращите растежа фактори, който има определен диапазон на толеранс (18-26°C), но води до значителни ограничения на растежа при твърде високи температури. Този фактор не винаги може да се контролира оптимално, например в тропически, горещи райони.

- Не всички растения са подходящи за отглеждане в хидропонни/аквaponни съоръжения. За по-качествена растителна основа, както и по икономически причини, отглеждането на някои видове е ограничено.

- Първоначалните разходи са високи, но обикновено се рефинансират бързо. Разглеждайки многобройните предимства, но и недостатъците на двете системи, може да се смята, че няма да има значение дали се работи с хидропонно, или аквaponно съоръжение [Tehier, 2015].

4. Добри практики

Студентката Кристина Кръстева от бакалавърската програма „Екология и опазване на околната среда“ към Департамент „Природни науки“, НБУ, през 2017 г. взема участие в разработването на проект на тема: „Сходства и разлики в хидрокултурни и аквaponни системи“ в гр. Виена, Австрия, който впоследствие е представен в нейна бакалавърска теза със същото наименование. В проекта е разработена схема за отглеждане на рибки от вида „Златна рибка“ и отглеждане на салати от вида „Lollo Rosso“, „Lollo Bionda“ и Batavia „Saladuo“. Схемата на хидро-аквaponната инсталация е представена на Фиг. 8.

В работата са представени етапите на изграждане на инсталацията, технологичните характеристики за подбор и контрол на параметрите за нейното функциониране – температурен режим, осветление, храна, количество и качество на водата, избор на растения и риби.

Личното участие на Кристина Кръстева ѝ позволи да се запознае с теоретичните основи на хидропонното и аквaponно отглеждане на растения и риби, да усвои основните параметри за управление и функциониране на двете системи, които впоследствие да тества при работа по проекта във Виена.



Фиг. 8. Система с риби и растения [Кръстева, 2019]

Заклучение

Системите „Хидропоник“ и „Аквапоник“ са отлична възможност не само за производство на храна, но и за съчетано производство на различни продукти в едно съоръжение. Това е много перспективно в днешно време, когато бизнесът трябва да бъде проектиран да бъде възможно най-продуктивен, за да може да осъществява производство и търговия на висококачествени и свежи продукти. Условията за функционирането на системите позволява производството на хранителни ресурси да се извършва при нетрадиционни условия с високо качество и прогнозируеми количества за задоволяване на потребности на различни производители – собствено стопанство, малки ферми и полупромишлени инсталации.

Благодарности

Авторите изказват своята подкрепа на Департамент „Природни науки“, Лаборатория по химия към ФБО на НБУ за подкрепата при разработването на настоящата публикация.

ЛИТЕРАТУРА

Aquaponics Europe (2017): <https://www.aquaponics-europe.eu/english-1/>
Bernstein S., Aquaponic Gardening – A step-by-step guide to raising vegetables and fish together. New Society Publishers, Gabriola Island, Kanada, 2011
Eck M., O. Körner, M. Haïssam Jijakli, Nutrient Cycling in Aquaponics Systems, Aquaponics Food Production Systems, 2019, 231-246

- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2019. The State of Food Security and Nutrition in the World 2019. Safeguarding against economic slowdowns and downturns. Rome, FAO. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, <http://www.fao.org/faostat/en>
- FAO, M. Salvatore, F. Pozzi, E. Ataman, B. Huddleston, M. Bloise, Mapping global urban and rural population distributions, Environmental and Natural Resources Working Paper No 24, Rome, 2015, <https://reliefweb.int/map/world/global-population-density-estimates-2015>
- Greenfeld A., N. Becker, J. F. Bornman, M. J. dos Santos, D. Angel, Consumer preferences for aquaponics: A comparative analysis of Australia and Israel, *Journal of Environmental Management*, 2571, 2020, 109979,
- Mchunu N., G. Lagerwall, A. Senzanje, Aquaponics in South Africa: Results of a national survey, *Aquaculture Reports*, 12, 2018, 12-19
- Myers K., The Aquaponic Cycle, Honors Projects, 2014, 301, <http://scholarworks.gvsu.edu/honorsprojects/301>
- Singha R., R. Kumar, Climate versus demographic controls on water availability across India at 1.5 °C, 2.0 °C and 3.0 °C global warming levels, *Global and Planetary Change*, 177, 2019, 1-9
- Sumeth W., Z. Hu, K. Chandran, J. W. Lee, Samir Kumar Khana, Nitrogen transformations in aquaponic systems: A review, *Aquacultural Engineering*, 76, 2017, 9-19
- Tes (2017), https://www.tes.com/lessons/IMgX5i_cFWMrLw/history-aztecs-chinampas
- Texier W., *Hydroponics for Everybody: All About Home Horticulture*, Publisher: Mamaéditions.com, ISBN: 284594120X, 9782845941205, 2015
- Zhanga Z., Y. Haoa, Z.N. Lug, Y. Deng, How does demographic structure affect environmental quality? Empirical evidence from China, *Resources, Conservation & Recycling*, 133, 2018, 242-249
- Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_and_dependencies_by_population_density#/media/File:Population_density_countries_2018_world_map_people_per_sq_km.svg
- Кръстева Кр., Бакалавърска теза на тема: Сравнителен анализ на „Аквапоник“ и „Хидропоник“ системи, НБУ, София, 2019
- Симидчиев Хр., В. Каназирска. За Хидропониката от А до Я, ISBN:978-954-305-438-1, Изд. Кота, Стара Загора, 2017