



H₂O SCITECH
INSTYTUT WODY



Projekt USAGE

Raport D.4.4.

Wymagania i profile wybranych gatunków do uprawy w systemie akwaponicznym

2023

Miejska farma akwaponiczna z systemem oczyszczania wód opadowych
Urban Stormwater Aquaponics Garden Environment (USAGE)

Dofinansowanie



Fundusze norweskie



Narodowe Centrum Badań
i Rozwoju

Partnerzy projektu



Centrum Analiz Społeczno –
Ekonomicznych



Politechnika Warszawska



Politechnika Krakowska



Norweski Instytut Badań Wodnych



Fundacja Fridtjofa Nansena

H2O SciTech – Instytut Wody

Fundacja H2O SciTech – Instytut Wody została powołana w 2019 roku we Wrocławiu. Celem Fundacji jest prowadzenie w sposób samodzielny i ciągły badań podstawowych, badań przemysłowych oraz eksperymentalnych prac rozwojowych, jak również rozpowszechnianie na szeroką skalę wyników takich działań poprzez nauczanie, publikację i transfer wiedzy.

Projekt USAGE

Interdyscyplinarne i międzynarodowe przedsięwzięcie, którego celem jest opracowanie i budowa dwóch instalacji akwaponicznych we Wrocławiu i w Oslo. Instalacje są połączone z systemem zbierania i oczyszczania wód opadowych. Projekt skupia się na budowie wielofunkcyjnej przestrzeni ekologicznej hodowli zwierząt i roślin, uwzględniając oszczędność wody.

USAGE jest projektem pilotażowym zapewniającym wartość badawczą i edukacyjną. Na obu farmach prowadzone są analizy, aby sprawdzić potencjał komercyjny projektu. Projekt zakłada również aspekt społeczny – farmy są miejscem edukacyjnym dla dzieci, młodzieży, dorosłych; miejscem spotkań w zielonej przestrzeni miasta.

Cel raportu

Raport podsumowuje zadanie D.4.4. polegające na doborze odpowiednich warunków do uprawy roślin w systemie akwaponicznym i określeniu specyfikacji dla wytypowanych gatunków.

Raport D.4.4.

Wymagania i profile wybranych gatunków do uprawy w systemie akwaponicznym

Requirements and specifications for the cultivation of chosen species in the aquaponic system

Autorzy:

Antoni Tkacz
Specjalista ds. upraw i analiz
antoni.tkacz@h2o-scitech.eu

dr Kamilla Myrdek-Rak
Dyrektor ds. rozwoju
kamila.rak@h2o-scitech.eu

Michał Cielewicz
Specjalista ds. upraw
michal.cielewicz@h2o-scitech.eu

Spis treści

Streszczenie	2
Wprowadzenie	3
Wymagania i warunki uprawy	9
Ocena gatunków i sporządzenie profili	14
Podsumowanie i rekomendacje	15
Bibliografia	26

Streszczenie

Celem zadania D.4.4. w projekcie USAGE było określenie optymalnych warunków uprawy roślin i przygotowanie specyfikacji dla wybranych taksonów.

Przy pomocy dostępnej technologii dostosowano zakresy warunków termicznych i parametrów roztworu, które pozwalały na małoskalową uprawę szerokiego spektrum gatunków roślin jadalnych (warzyw, ziół, truskawek).

Na podstawie testów prowadzonych na małych partiach roślin opracowano profile, które mogą być wykorzystane w planowaniu produkcji komercyjnej. Wybrane profile przedstawiono w załącznikach do raportu.

Zauważono, że istotne znaczenie w kontrolowaniu warunków ma technika regulacji temperatury i wilgotności powietrza. Poziomy składników odżywczych w roztworze akwaponicznym stanowią główny czynnik ograniczający intensyfikację produkcji. Jako jedno z możliwych rozwiązań (obok suplementacji nawozami) zaproponowano wprowadzenie do uprawy roślin bobowatych, które wiążą azot atmosferyczny.

Wprowadzenie

Rolnictwo miejskie

Szacuje się, że do 2050 roku 68% światowej populacji będzie żyło w miastach. Szybkie tempo urbanizacji wymaga, aby miasta poszukiwały nowych rozwiązań, które zapewnią zarówno bezpieczeństwo żywności, jak i bezpieczeństwo żywnościowe¹.

Elementem systemu żywnościowego, czyli systemu łączącego procesy produkcji, przetwórstwa, czy dystrybucji żywności może być rolnictwo miejskie – produkcja lokalna, która skraca łańcuchy dostaw, umacnia niezależność i wzmacnia integrację społeczną².

Produkcja żywności na terenach zurbanizowanych najczęściej wymaga, ze względu na duże ilości ksenobiotyków w otoczeniu, zamkniętej przestrzeni i kontrolowanych warunków. Rośliny uprawiane są w technologii bezglebowej (np. hydroponicznej), dzięki czemu możliwe jest zastosowanie układu wertykalnego, co zwiększa wydajność upraw z jednostki powierzchni, wykorzystanie materii organicznej i wody w obiegu zamkniętym³.

Sekcja roślinna Miejskiej AquaFarmy

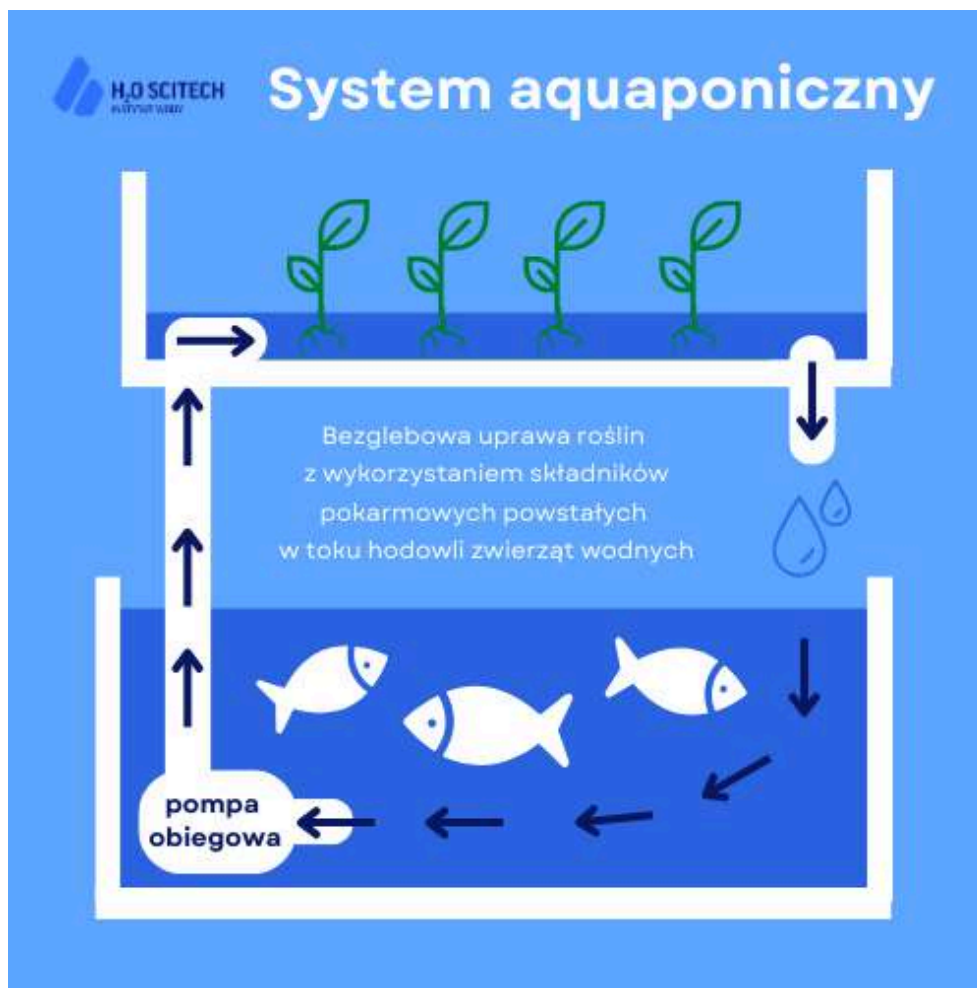
Przykładem rozwiązania, w którym wykorzystano bezglebową metodę uprawy roślin jest Miejska Farma Akwaponiczna we Wrocławiu zbudowana w ramach projektu USAGE.

¹ J. Tefft i in., *Urban food systems governance – current context and future opportunities*, FAO and The World Bank 2020, s. 3.

² *FAO framework for the Urban Food Agenda*, FAO 2019, s. 29.

³ D. Despommier, *Vertical farms, building a viable indoor farming model for cities*, Field Actions Science Reports 2019, nr 20, s. 69-72.

Instalacja powstała jako model zakładu prowadzącego małoskalową produkcję żywności: produktów pierwotnych pochodzenia zwierzecego i roślinnego. Celem było między innymi określenie wymagań i wydajności upraw prowadzonych we wnętrzu przystosowanego kontenera morskiego.



Rys. 1. Schemat działania systemu akwaponicznego (źródło: Daria Syta)

Produkcja prowadzona jest metodą akwaponiczną w zamkniętym obiegu wody. Biogeny powstałe w toku chowu raków czerwonoszczypcowych (takie jak amoniak) rozkładane są przez bakterie nityfikacyjne do form przyswajalnych dla roślin.

Następnie wodny roztwór składników pokarmowych przepływa przez regał, w którym korzenie roślin stabilizowane przez podłoża inertne, pobierają nawozy bezpośrednio z wody; cechy te sprawiają, że sekcja roślinna systemu akwaponicznego może być uznawana za uprawę hydroponiczną.

Hydroponika – metoda upraw roślin z wykorzystaniem wodnego roztworu składników pokarmowych, bez użycia gleby. W systemie tym rośliny rosną z korzeniami zanurzonymi bezpośrednio w roztworze lub w inertnym podłożu takim jak: wełna mineralna, keramzyt, włókno kokosowe. Umożliwia to optymalne wykorzystanie wody, nawozów oraz przestrzeni⁴.

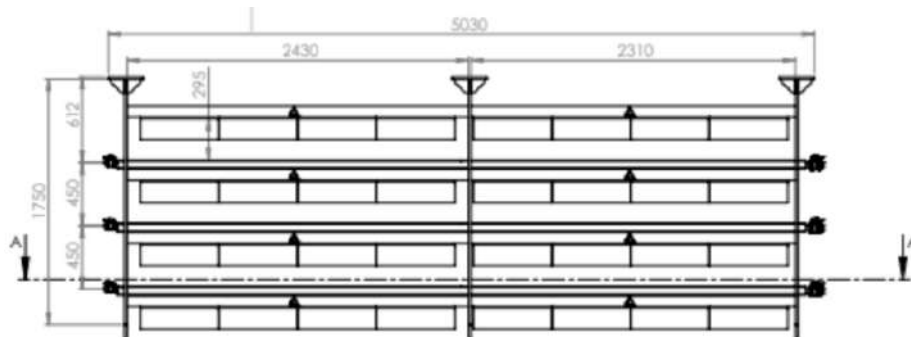
Regał do uprawy roślin podzielony jest na przedziały, działające zgodnie z dwiema technikami upraw hydroponicznych:

1. NFT (*nutrient film technique*)⁵ – rośliny sadzone są bezpośrednio na dno płytkich kanałów, w których stale przepływa cienka warstwa roztworu (~10-20 mm); wierzchnia ściana kanałów posiada kwadratowe otwory (75x75 mm) umożliwiające wkładanie/zbiór roślin;
2. DWC (*deep water culture*)⁶ – zbiornik o głębokości 20 cm wypełniony jest roztworem, który jest powoli wymieniany; na powierzchni unoszą się tratwy z otworami (75x75 mm), w których zawieszają się koszyki wypełnione keramzytem stabilizującym roślinę – korzenie rosną w głąb roztworu.

⁴ T. Asao, *Hydroponics: a standard methodology for plant biological researches*, InTech 2012, s. 3-6.

⁵ S. Mohamed, R. Sookoo, *Nutrient film technique for commercial production*, Res. J. Agric. Sci. 2016, nr 6(11), s. 269.

⁶ A. Hamza i in., *Using deep water culture as one of the important hydroponic systems for saving water, mineral fertilizers, and improving the productivity of lettuce crop*, Int. J. Health Sci. 2022, nr 6(S9), s. 2313-2314.



Rys. 2. Schemat regału w sekcji roślinnej Miejskiej AquaFarmy (źródło: MAT-Kuling AS)

Jednocześnie w systemie może być uprawiane do 150 roślin przy rozmieszczeniu w układzie szachownicy lub do 300 roślin przy wykorzystaniu wszystkich dostępnych otworów.



Fot. 1. Regał hydroponiczny w sekcji roślinnej Miejskiej AquaFarmy (źródło: autorzy)

Charakterystyka systemu żywnościowego (*agrifood system*)

Miejska AquaFarma działa jako **zakład prowadzący rolniczą produkcję pierwotną** (produktów nieprzetworzonych). Ten rodzaj działalności został wpisany do rejestru Powiatowej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej. W związku z tym konieczne jest spełnianie wymogów ustawy oraz prowadzenie dokumentacji dobrej praktyki higienicznej (GHP)⁷.

Produkty pierwotne nie są pakowane w opakowania jednostkowe. W odpowiednim terminie rośliny zbierane są w formie ciętej lub razem z podłożem i systemem korzeniowym. Pierwsza forma wymaga schłodzenia w celu zachowania jakości, druga – zapewnia wydłużoną świeżość, zwłaszcza jeśli rośliny umieszczone są przez odbiorcę w czystej wodzie.

Aby zachować najwyższą jakość i świeżość – a więc wykorzystać zalety miejskiego, lokalnego rolnictwa – produkty powinny być sprzedane w dniu zbioru. Zgodnie z zarejestrowaną formą działalności należy spełniać kryteria **sprzedaży bezpośredniej**, m.in.:

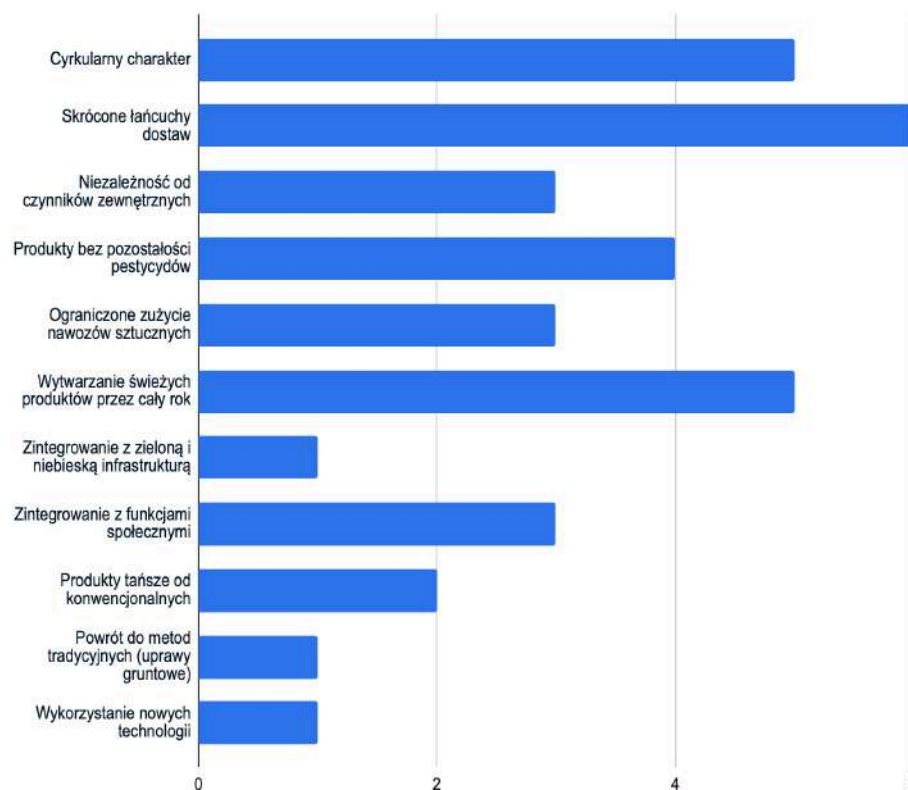
1. rośliny sprzedawane są bezpośrednio odbiorcom końcowym lub do punktów detalicznych (sklepy spożywcze, restauracje);
2. sprzedaż prowadzona jest na terenie województwa, w którym prowadzona jest produkcja;
3. produkty pakowane są w opakowanie ochronne/jednostkowe dopiero w momencie przekazania konsumentowi⁸.

⁷ Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia, Dz. U. z 2006 r. Nr 171, poz. 1225.

⁸ *Ibidem*

Wizualnie rośliny uprawiane w systemie akwaponicznym często są mniejsze, nie są jednak niższej jakości od produktów uprawianych w sposób konwencjonalny, gdyż podobnie jak w przypadku rolnictwa ekologicznego, wynika to z występowania deficytów składników pokarmowych, ale nie wpływa na świeżość, bezpieczeństwo i wartość odżywczą produktów.

Czym powinno charakteryzować się rolnictwo miejskie?



Rys. 3. Fragment ankiety dot. społecznego obioru rolnictwa miejskiego (źródło: autorzy)

Zgodnie z wynikami przeprowadzonej ankiety, dla odbiorców najatrakcyjniejsze jest jeśli produkcja ma charakter cyrkularny, prowadzona jest lokalnie, a świeże produkty dostępne są przez cały rok. Nikt nie zadeklarował obaw związanych z produktami rolnictwa miejskiego prowadzonego w systemach hydroponicznych i akwaponicznych.

Wymagania i warunki uprawy

Roztwór – nawożenie

Jak uprzednio wspomniano, rośliny umieszczane są w instalacji w taki sposób, aby system korzeniowy miał bezpośrednią styczność z wodnym roztworem składników pokarmowych, które powstają w trakcie rozkładu resztek pokarmu i odchodów raków⁹.

Podczas doświadczeń nie stosowano dodatkowego nawożenia. W tabeli 1. przedstawiono podstawowe parametry roztworu i zawartości wybranych składników po ok. 8 miesiącach nieprzerwanego działania systemu.

Tab. 1. Wyniki analiz fizykochemicznych roztworu z dnia 11 listopada 2023 r.

EC	pH	NH ₃ /NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	K
mS/cm		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1,8	7,3	0	0	30	2,5	4

Lastra i in. [2009] najwyższy plon sałaty ‘Grand Rapids’, wyrażony świeżą masą części zielonej, uzyskali przy zastosowaniu w roztworze hydroponicznym azotanów w stężeniu 100-150 mg/L¹⁰. Ograniczona możliwość intensyfikacji produkcji zwierzęcej w systemie akwaponicznym utrudnia uzyskanie optymalnych ilości azotu. Stężenie 30 mg NO₃⁻/L pozwalało na ciągłą uprawę warzyw liściowych i zbiór do 66 szt. roślin, co dwa tygodnie. Aby zwiększyć obsadę, częstotliwość zbiorów lub

⁹ Więcej informacji na temat wykorzystania biogenów powstałych w trakcie produkcji akwakulturowej można znaleźć w [raporcie D.4.3.](#) dostępnym na stronie projektu. aqfarm.eu

¹⁰ O. Lastra i in., *Response of hydroponic lettuce cultivars to different treatments of nitrogen: growth and foliar nitrate content*, IDESIA 2009, nr 27(1), s. 84-88.

masę jednostkową roślin należy zastosować suplementację płynnymi nawozami organicznymi w dawce zależnej od aktualnej zawartości makroelementów w roztworze. W trakcie uprawy truskawki dnia neutralnego zaobserwowano znaczące niedobory fosforu w postaci czerwonych przebarwień na liściach. Sarooshi i Cresswell [1994] za standardowe stężenie fosforanów w roztworze do hydroponicznej uprawy truskawek przyjmują ok. 110 mg/L¹¹. W warunkach Miejskiej AquaFarmy nie jest możliwe uzyskanie wskazanego stężenia bez zastosowania zewnętrznego nawożenia nawozem jednoskładnikowym.



Fot. 2. Truskawka z widocznymi objawami niedoborów azotu i fosforu (źródło: autorzy)

¹¹ R. Sarooshi, G. Cresswell, *Effects of hydroponic solution composition, electrical conductivity and plant spacing on yield and quality of strawberries*, Aust. J. Exp. Agric. 1994, nr 34, s. 529-535.

Światło

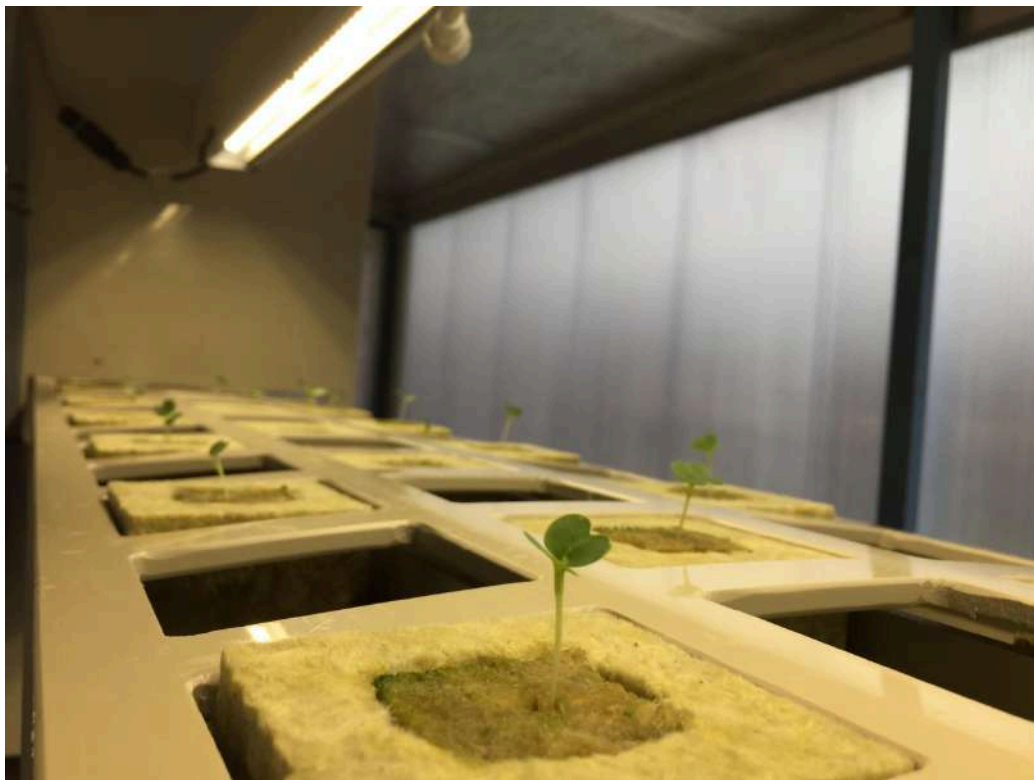
Żeby z powodzeniem uprawiać gatunki roślin należące do różnych grup użytkowych, na Miejskiej AquaFarmie wybrano rozwiązania możliwie uniwersalne. Do doświetlania upraw zastosowano oświetlenie LED o pełnym spektrum (barwa biała). Natężenie światła może być regulowane potencjometrycznie, przy czym maksymalne PPFD (*photosynthetic photon flux density*) może wynosić $100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Instalacja wyposażona jest w wyłącznik czasowy umożliwiający zadanie wymaganego fotoperiodu.

Niższe wartości PPFD (ok. $50 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) stosowane były w okresie kiełkowania roślin, w późniejszych fazach wzrostu wykorzystywano maksymalne natężenie. Dodatkowym źródłem światła były okna poliwęglanowe, które można zasłonić przy zbyt dużym nasłonecznieniu (które powoduje nadmierny wzrost temperatury w kontenerze). Intensywność światła sztucznego okazała się wystarczająca do uprawy większości gatunków warzyw liściowych, ziół i truskawek, jednakże umieszczenie źródła światła wyłącznie w osi regału sprawiło, że naświetlenie nie było równomierne, przez co obserwowano wyciąganie się roślin rosnących w brzegowych kanałach NFT. Nierównomierne oświetlenie uprawy obniżało jakość niektórych produktów, ponieważ tropizm roślin powodował deformację hipokotylu.

W większości przypadków stosowano fotoperiod 16/8 (16 godzin naświetlania / 8 godzin ciemności). Stwierdzono, że taki schemat pozwala na uzyskanie optymalnego wzrostu wegetatywnego roślin. Przy zastosowanym fotoperiodzie obserwowano również kwitnienie i zawiązywanie owoców u truskawki dnia neutralnego odmiany 'San Andreas'.

W zależności od potrzeb można stosować inne cykle doświetlania, między innymi:

1. 8 godzinny połączony z niską temperaturą, który przerywa spoczynek pąków kiwotowych truskawek;
2. fotoperiod 6/2 powtarzany cyklicznie, promujący rozwój i wzrost sałaty¹²;
3. oświetlanie roślin w ciągu nocy, co może ograniczyć koszty energii (jeżeli występują różnice w taryfach).



Fot. 3. Siewki kapusty właściwej chińskiej doświetlane światłem białym (źródło: autorzy)

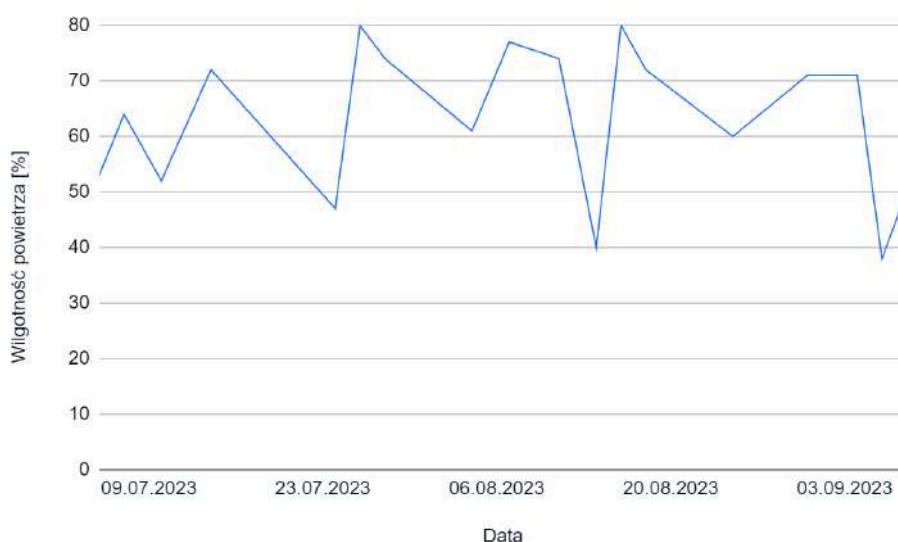
¹² J. Kang i in., *Light intensity and photoperiod influence the growth and development of hydroponically grown leaf lettuce in a closed-type plant factory system*, J. Hortic. Sci. Biotechnol. 2013, nr 54, s. 501-509.

Warunki klimatyczne

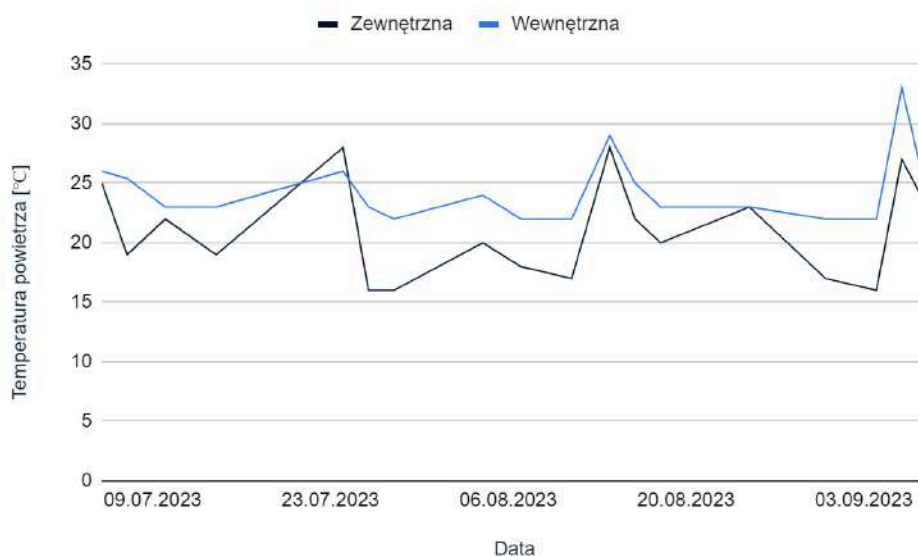
Na sterowane warunki klimatyczne składa się głównie temperatura i wilgotność powietrza wewnątrz kontenera, w którym znajduje się sekcja roślinna.

Temperatura powietrza może być kontrolowana za pomocą klimatyzatora z funkcją pompy ciepła, który umożliwia ogrzewanie oraz chłodzenie. Za optymalny zakres temperatury dla gatunków uprawianych w Miejskiej AquaFarmie przyjęto 19-23°C.

Wilgotność powietrza utrzymywano poniżej 70%, aby ograniczyć możliwość rozwoju patogenów roślin oraz pleśni na powierzchniach wewnątrz kontenera. Wilgotność dostosowywana była za pomocą wspomnianego wcześniej klimatyzatora jak również niezależnego elektrycznego wentylatora.



Rys. 4. Zmiana wilgotności powietrza wewnątrz kontenera w czasie (źródło: autorzy)



Rys. 5. Zmiana temperatury powietrza wewnątrz kontenera w porównaniu do temperatury zewnętrznej (źródło: autorzy)

Przedstawione powyżej wykresy ilustrują zmiany temperatury i wilgotności powietrza wewnątrz kontenera zawierającego sekcję roślinną od lipca do września 2023 r. Wskazują one na trudność w utrzymaniu stabilnych warunków z wykorzystaniem dostępnej technologii. Temperatura i wilgotność podlegały znacznym wahaniom, w szczególności w zależności od temperatury otoczenia. Oznacza to konieczność zwrócenia uwagi na dobór właściwej izolacji termicznej i systemu wentylacji na etapie projektowania farm.

Ocena gatunków i sporządzenie profili

Od momentu uruchomienia Farmy Aquaponicznej, tj. marca 2023 do grudnia 2023 roku prowadzono testowe uprawy różnych gatunków roślin w celu określenia ich przydatności do produkcji komercyjnej i scharakteryzowania cykli wzrostu.

Małe partie roślin (30-60 szt.)¹³ wysiewano do podłoży z wełny mineralnej w formie kostek (25x25 mm), nasączonych uprzednio wodą pobraną z systemu akwaponicznego. Tak przygotowane podłoża umieszczano w kielkownicy. Gdy siewki osiągały wysokość 30-40 mm sadzono je w kanałach regału sekcji roślinnej. W trakcie wzrostu prowadzono regularne obserwacje, w tym monitoring szkodników przy pomocy żółtych tablic lepowych. Podczas zbioru ważono i liczono prawidłowo rozwinięte rośliny. Uzyskana w przedstawiony powyżej sposób znajomość:

- a. zdolności kiełkowania;
- b. długości okresu od wysiewu do pikowania/przesadzania;
- c. długości okresu od wysiewu do zbioru;
- d. średniego plonu z jednej rośliny;

pozwala na stworzenie profilu gatunku, który następnie może być wykorzystany przy tworzeniu harmonogramów produkcji.

W trakcie trwania projektu przeprowadzono doświadczenia z szesnastoma taksonami roślin. Profile wybranych gatunków przedstawiono w załącznikach do niniejszego raportu.

Podsumowanie i rekomendacje

AquaFarma, jako zakład pierwotnej produkcji roślinnej i sprzedaży bezpośredniej, może stanowić przykład miejskiego rolnictwa wykorzystującego nowoczesne technologie. Cechy produkcji akwaponicznej, takie jak lokalny, cyrkularny

¹³ W przypadku gatunków o drobnych nasionach, wysiewanych w większej ilości, dla potrzeb analiz grupę roślin rosnących w jednej kostce z wełny mineralnej traktowano jak pojedynczą roślinę.

i zrównoważony charakter sprawiają, że budzi ona zainteresowanie lokalnej społeczności – potencjalnych odbiorców świeżych produktów.

Zabezpieczenie upraw przed czynnikami zewnętrznymi wymaga zastosowania systemu bezglebowego. Zastosowane technologie pozwoliły stosunkowo precyzyjnie zapewnić optymalne warunki wzrostu roślin. Istotne znaczenie w produkcji komercyjnej ma przede wszystkim kontrola temperatury i wilgotności powietrza. Ponieważ wymaga ona znacznych nakładów energii elektrycznej, to niezbędne jest szukanie rozwiązań pozwalających ograniczyć koszty operacyjne (odnawialne źródła energii, odpowiednie materiały konstrukcyjne i izolacyjne).

Roztwór w systemie akwaponicznym umożliwił utrzymanie małoskalowej uprawy warzyw i ziół. Produkcja owoców była utrudniona (ze względu na deficyty składników pokarmowych), lecz możliwa. Wprowadzenie do uprawy roślin bobowatych, które wiążą azot atmosferyczny, może ułatwić prowadzenie sekcji roślinnej w przypadku niedoboru azotanów pochodzących z odchodów zwierząt.

Profile gatunków (taksonów), tworzone przy pomocy testów na małych partiach roślin, są narzędziem wspomagającym planowanie upraw. Pozwalają również wyselekcjonować gatunki, które najlepiej spełniają wymagania produkcji. Sprecyzowanie niektórych profili wymaga powtórnego przeprowadzenia dokładniejszych doświadczeń.

Zał. 1. Profil gatunku – burak liściowy

Burak liściowy ‘Bright Lights’ *Beta vulgaris* L.

Zdolność kiełkowania	Od siewu do sadzenia	Długość cyklu uprawy
-	15 dni	34 dni

Średni plon z rośliny

15-20 g

WPROWADZONY

Gatunek rozwija się prawidłowo w systemie akwaponicznym, lecz osiąga stosunkowo niską masę. Przy niedostatku światła rośliny mogą się wykładać, co powoduje deformację liści i obniżenie jakości plonu. Gatunek dobrze kiełkuje i rośnie w niższych temperaturach powietrza (18-19°C).

Załącznik 2. Profil gatunku – Kapusta właściwa chińska

Kapusta właściwa chińska (pak choi) *Brassica rapa* L.
subsp. *chinensis*
Hanelt

Zdolność kiełkowania	Od siewu do sadzenia	Długość cyklu uprawy
75%	7 dni	46 dni

Średni plon z rośliny

50-60 g

WPROWADZONY

Gatunek charakteryzuje się dobrą jakością, szybkim wzrostem i zdrowotnością w uprawie akwaponicznej. Zalecana uprawa metodą NFT w kostkach z wełny mineralnej (25 mm); należy zapewnić dużą ilość światła już od momentu wysiania, aby uzyskać prawidłowy pokrój roślin.

Załącznik 3. Profil gatunku – rukiew wodna

Rukiew wodna - *Nasturtium officinale* W. T. Aiton

Zdolność kiełkowania	Od siewu do sadzenia	Długość cyklu uprawy
80%	11 dni	34 dni

Średni plon z rośliny

40-50 g

WPROWADZONY

Rozwój roślin w akwaponice jest szybki i intensywny. Dobrze rosną w DWC, nawet bez natlenienia. Szybko rozpoczynają kwitnienie, ale nie wpływa to na jakość zbioru. W przypadku metody *deep water culture* kostki z wełny mineralnej należy przesadzić do koszyków do hydroponiki wypełnionych płukanym keramzytem.

Załącznik 4. Profil gatunku – trybula ogrodowa

Trybula ogrodowa - *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.

Zdolność kiełkowania	Od siewu do sadzenia	Długość cyklu uprawy
-	15 dni	49 dni

Średni plon z rośliny

10-15 g

WPROWADZONY

Gatunek charakteryzuje się długim okresem wschodów i jest wrażliwy na zmiany temperatury i nasświetlenia. Należy zapewnić dużą ilość światła już od momentu kiełkowania. Jako produkt jest rzadko dostępny w formie świeżej, co podnosi jego wartość ekonomiczną.

Załącznik 5. Profil gatunku – portulaka warzywna

Portulaka
warzywna

-

*Portulaca
oleracea L.*

Zdolność kiełkowania

Od siewu do sadzenia

Długość cyklu uprawy

98%

4 dni

44 dni

Średni plon z rośliny

70-80 g

WPROWADZONY

Kiełkowanie i rozwój roślin jest bardzo szybki. Gatunek z powodzeniem może być uprawiany w systemie akwaponicznym zarówno metodą NFT, jak i DWC. Pod koniec okresu wzrostu rośliny mogą się wykładać ze względu na wiotkość łodyg. Zbyt gęste sadzenie może znacząco utrudnić zbiory.

Załącznik 6. Profil gatunku – truskawka dnia neutralnego

Poziomka
truskawka

‘San Andreas’

*Fragaria ×
ananassa*
Duchesne

Zdolność kiełkowania

Od siewu do sadzenia

Długość cyklu uprawy

-

-

42

Średni plon z rośliny

-

WPROWADZONY

Truskawka dnia neutralnego uprawiana w technologii akwaponicznej, rozwija się, kwitnie i zawiązuje owoce (po manualnym zapyleniu). Pierwszych owoców można spodziewać się po ok. 6 tyg. od posadzenia. Wczesne owocowanie hamuje istotnie rozwój rozłogów. W okresach niskiego stężenia substancji nawozowych mogą pojawić się niedobory składników, przede wszystkim fosforu i potasu. Wysoka wilgotność powietrza może powodować występowanie mączniaka prawdziwego – należy zapobiegawczo prowadzić ochronę biologiczną/biotechniczną.

Załącznik 7. Profil gatunku – nasturcja większa

Nasturcja większa - *Tropaeolum majus*
L.

Zdolność kiełkowania	Od siewu do sadzenia	Długość cyklu uprawy
60%	10	42

Średni plon z rośliny

-

ODRZUCONY

Nasturcja jest rośliną uprawianą dla jadalnych młodych pędów i kwiatów o charakterystycznym ostrym aromacie. Duże nasiona utrudniają siew wielu roślin w pojedynczej kostce z wełny mineralnej. W systemie Miejskiej AquaFarmy (gdzie odległość między kanałem NFT, a źródłem światła to ok. 30-40 cm) rośliny nie mają możliwości wydania kwiatów przed wykorzystaniem dostępnej przestrzeni.

Załącznik 8. Profil gatunku – palczatka cytrynowa

Palczatka
cytrynowa

Trawa cytrynowa

*Cymbopogon
citratu* (DC.)
Stapf

Zdolność kiełkowania

Od siewu do sadzenia

Długość cyklu uprawy

90%

14

wieloletnia

Średni plon z rośliny

-

ODRZUCONY

Palczatka cytrynowa, zwana potocznie trawą cytrynową, to aromatyczna roślina jednoliścienna wykorzystywana jako składnik napojów, syropów, oprawa dań. Gatunek wymaga wysokiej temperatury powietrza (nawet 29°C). Dobrze rozwija się w systemie DWC, jednakże przy zbyt małej przestrzeni między poziomami regału nie wytwarza charakterystycznych, zgrubiałych łodyg.

Rzodkiew
japońska (Daikon)

Arbużowa

Raphanus sativus
L. var.
longipinnatus

Zdolność kiełkowania

Od siewu do sadzenia

Długość cyklu uprawy

99%

12

49

Średni plon z rośliny

17 g

ODRZUCONY

Rzodkiew arbużowa była uprawiana w kostkach z wełny mineralnej (75x75 mm) w systemie NFT. Wzrost roślin jest intensywny, jednak zagęszczenie i brak stabilnego podłoża sprawiają, że zgrubienia łodyg są zdeformowane, co znacznie obniża jakość produktu i możliwość sprzedaży.

Bibliografia

1. Asao T., *Hydroponics: a standard methodology for plant biological researches*, InTech 2012.
2. Despommier D., *Vertical farms, building a viable indoor farming model for cities*, Field Actions Science Reports 2019, nr 20.
3. *FAO framework for the Urban Food Agenda*, FAO 2019.
4. Hamza A. i in., *Using deep water culture as one of the important hydroponic systems for saving water, mineral fertilizers, and improving the productivity of lettuce crop*, Int. J. Health Sci. 2022, nr 6(S9).
5. Kang J. i in., *Light intensity and photoperiod influence the growth and development of hydroponically grown leaf lettuce in a closed-type plant factory system*, J. Hortic. Sci. Biotechnol. 2013, nr 54.
6. Lastra O. i in., *Response of hydroponic lettuce cultivars to different treatments of nitrogen: growth and foliar nitrate content*, IDESIA 2009, nr 27(1).
7. Mohamed S., Sookoo R., *Nutrient film technique for commercial production*, Res. J. Agric. Sci. 2016, nr 6(11).
8. Sarooshi R., Cresswell G., *Effects of hydroponic solution composition, electrical conductivity and plant spacing on yield and quality of strawberries*, Aust. J. Exp. Agric. 1994, nr 34.
9. Tefft J. i in., *Urban food systems governance – current context and future opportunities*, FAO and The World Bank 2020.
10. *Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia*, Dz. U. z 2006 r. Nr 171, poz. 1225.

H2O SCITECH – INSTYTUT WODY

Ul. Tarasa Szewczenki 24,
51-351 Wrocław, Polska

www.h2o-scitech.eu

www.aqfarm.eu

