

ANDRZEJ KOMOSA

## **AEROPONICZNA UPRAWA ROŚLIN OGRODNICZYCH**

*Z Katedry Nawożenia Roślin Ogrodniczych*  
*Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*

ABSTRACT. Aeroponic system is the most effective system of plant cultivation. This is the plant cultivation only in the air. In this article the story, temperature relationships in root zone, classification, construction, function and advantages of aeroponic systems are presented.

**Key words:** aeroponic system, horticultural plants, tomato

### **Historia upraw aeroponicznych**

Uprawa aeroponiczna to uprawa roślin w samym powietrzu. Pożywka zawierająca wszystkie makro- i mikroelementy wtryskiwana jest do środowiska korzeniowego w postaci mgły. Uprawy aeroponiczne były znane już w latach 70-tych XX w. Liczne doświadczenia z zastosowaniem tej metody do uprawy sałaty, pomidora, ogórka i truskawki prowadzili badacze włoscy w Centralnym Regionie Upraw Rolniczych w Cagliari na Sardyni (CRAS). Uprawą aeroponiczną zajmowali się: **Ardito** (1975), **Masantini** (1977 a, b), **Vincenzoni** (1979, 1980), **Giacomelli** (1989), **Repetto i in.** (1994). W Niemczech badania w tym zakresie prowadził **Molitor** i **Fisher** (1989) oraz **Molitor** (1991) i w Holandii **Kreij** i **Hoeven** (1996), a w Singapurze **Lim** (1996).

### **Aeroponiczna uprawa a temperatura strefy korzeniowej roślin**

Aeroponiczna uprawa roślin jest stosowana w uprawach produkcyjnych warzyw w krajach strefy tropikalnej i subtropikalnej. Metoda ta umożliwia schładzanie systemów korzeniowych roślin (**Lee** 1993). Wstępne badania prowadzone przez **He** i **Lee** (1998 a, b) wykazały, że schłodzenie strefy korzeniowej powodowało wzrost aktywności fotosynte-

tycznej i wyższą produktywność roślin. Schładzanie strefy korzeniowej roślin klimatu umiarkowanego i adoptowanych do uprawy w klimacie tropikalnym powoduje zwiększenie stosunku masy pędów do korzeni, jako skutku większego transportu asymilatów w roślinie.

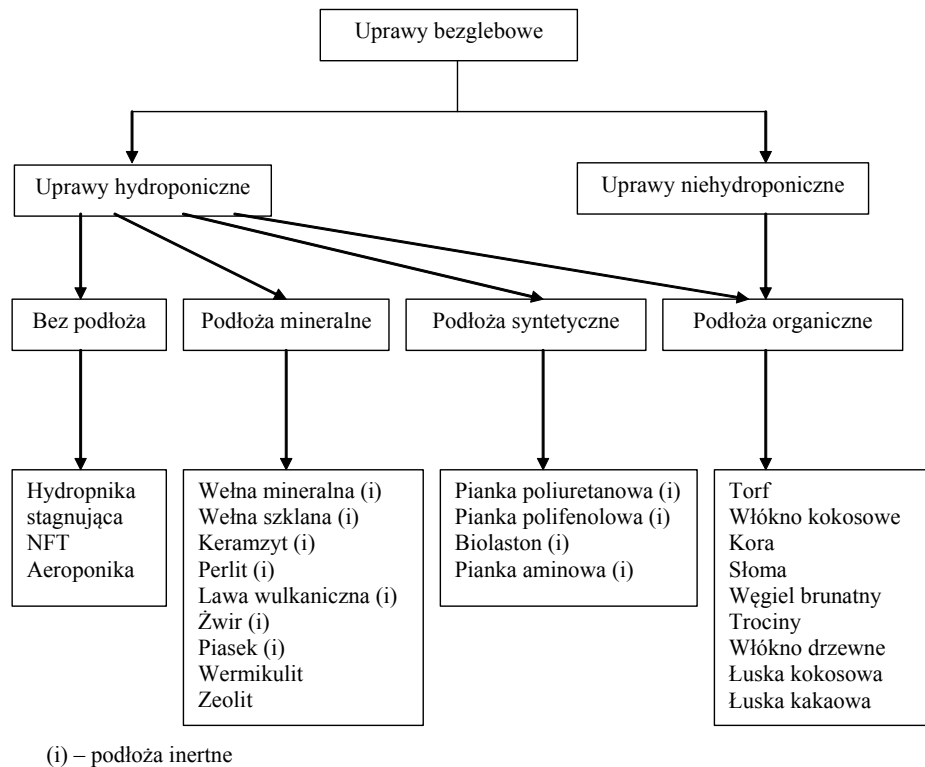
Wysoka temperatura środowiska korzeniowego wywołuje symptomy braku żelaza, czego nie spotyka się w uprawie aeroponicznej, jako skutku schłodzenia systemów korzeniowych (He i Lee 1998 a, b). Efekt schładzania systemów korzeniowych zależy od objętości wtryskiwanej pożywki pokrywającej systemy korzeniowe, które w uprawie aeroponicznej mają rozkład zarówno pionowy, jak i poziomy (Tan i in. 2002).

Temperatura środowiska korzeniowego ma istotny wpływ na rozwój systemów korzeniowych (Sattelmacher i in. 1990, Pardales i in. 1991, Menzel i in. 1994). Jest wiele prac opisujących wpływ temperatury strefy korzeniowej na plon świeżej masy korzeni, natomiast niewiele na morfologię systemów korzeniowych. Du i Tachibana (1994) wykazali, że zawartość N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn i B w liściach ogórka obniżała się, gdy temperatura strefy korzeniowej wzrastała z 25°C do 35 i 38°C. Bode Stoltzfus i in. (1998) w doświadczeniach z melonem wykazali, że wzrost temperatury strefy korzeniowej powyżej 35°C obniżał zawartość P, Zn i Mn w pędach, natomiast wzrastała liniowo zawartość P i Zn w korzeniach.

Kompleksowe badania wpływu temperatury środowiska korzeniowego na plonowanie i skład chemiczny liści i korzeni w aeroponicznej uprawie sałaty prowadzili Tan i in. (2002). Wykazali, że rośliny uprawiane w temperaturze strefy korzeniowej 20°C miały dłuższe korzenie, większą liczbę włosników, większą powierzchnię korzeni niż rośliny uprawiane w wysokich warunkach termicznych, typowych dla strefy klimatu tropikalnego. Rośliny uprawiane w temperaturze 20°C strefy korzeniowej miały większą liczbę drobnych i delikatnych korzeni, co miało istotny związek z mniejszą ich średnicą. Autorzy stwierdzili, że rośliny mające w środowisku korzeniowym temperaturę 20°C miały wyższą zawartość N i P w liściach. Badania wykazały również, że akumulacja N-NO<sub>3</sub>, K, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn i Zn w liściach i korzeniach była wyższa w temperaturze strefy korzeniowej 20°C niż w warunkach nie schłodzonej strefy korzeniowej. Badacze podkreślają, że temperatura środowiska korzeniowego ma istotny wpływ na morfologię systemu korzeniowego, absorpcję składników przez korzenie, aktywność enzymatyczną i fitohormonów oraz stosunek składników pokarmowych między korzeniami i częścią nadziemną roślin.

## Klasyfikacja upraw aeroponicznych

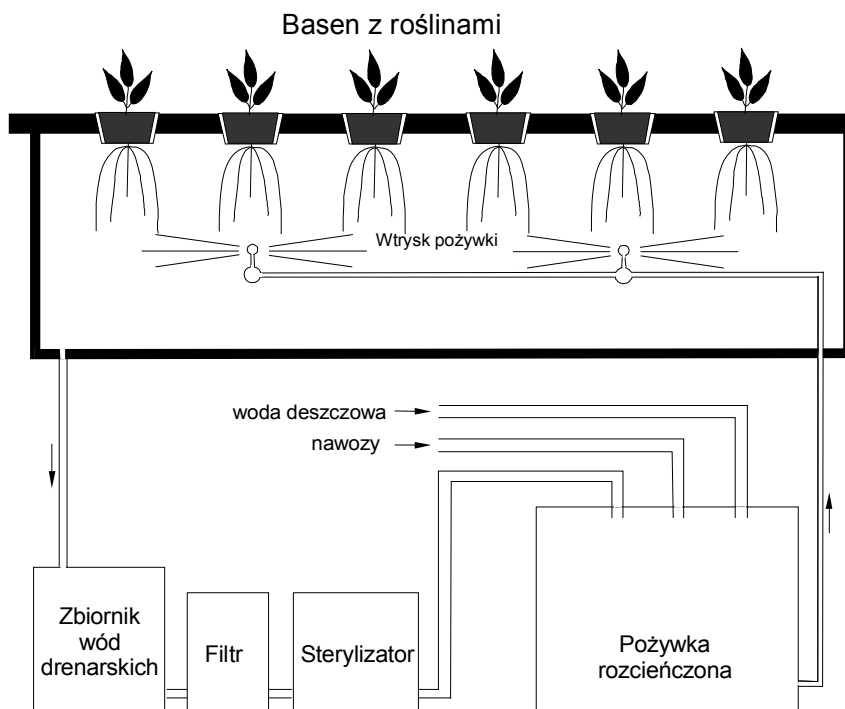
Uprawa aeroponiczna (aeroponic culture lub aeroponic system) zaliczana jest do upraw bezglebowych (soilless culture) (ryc. 1). Znajduje się w grupie upraw hydroponicznych, razem z hydroponiką stagnującą i NFT (nutrient film technique), w których nie są stosowane żadne podłoża. Jeżeli jednak zdefiniuje się, iż „podłoże jest to środowisko wzrostu korzeni”, to można uznać, że w uprawie aeroponicznej podłożem jest powietrze.



Ryc. 1. Klasyfikacja upraw bezglebowych (Komosa 2002)  
Fig. 1. Classification of soilless cultures (Komosa 2002)

## Budowa i funkcjonowanie systemów aeroponicznych

Powstanie upraw aeroponicznych jest konsekwencją rozwoju metod hydroponicznych. Przykładowy schemat uprawy aeroponicznej, wykonanej w Katedrze Nawożenia Roślin Ogrodniczych Akademii Rolniczej w Poznaniu, w której prowadzone są doświadczenia z uprawą pomidora i ogórka, przedstawiono na rycinie 2. Rośliny rosną w zagonie uprawowym i są przymocowane do konstrukcji nośnej na szyjkach korzeniowych. Do środowiska korzeniowego wtryskiwana jest w krótkich odstępach czasu, w postaci aerozolu, pożywka o optymalnym składzie makro- i mikroelementów. Ze skroplonej na systemach korzeniowych pożywki rośliny pobierają wodę i składniki pokarmowe. Nadmiar pożywki ścieka do zbiornika na wody drenarskie, skąd po filtrowaniu, sterylizowaniu i rozcieńczeniu – najlepiej wodą deszczową – ponownie wprowadzana jest do obiegu. System funkcjonuje w układzie zamkniętym.



Rys. 2. Schemat uprawy aeroponicznej (Komosa 2002)

Fig. 2. Scheme of aeroponic culture (Komosa 2002)

### Wady i zalety upraw aeroponicznych

Z badań przeprowadzonych przez **Ardito** (1975), **Massantiniego** (1977 a, b), **Vincenzoniego** (1979, 1980), **Molitora i Fishera** (1989), **Molitora** (1991), **Repetto i in.** (1994), **Kreija i Hoeven** (1996), **Lima** (1996) oraz **Tan i in.** (2002) wynika, że głównymi zaletami aeroponicznej uprawy są: wyższe plony, optymalna ich jakość, lepsze wykorzystanie powierzchni szklarniowej, zwiększenie cykli uprawowych, poprawa warunków fitosanitarnych, wyższy poziom automatyzacji, redukcja kosztów produkcji, funkcjonowanie w układzie zamkniętym oraz szeroko omówione efekty praktyczne związane ze schładzaniem systemów korzeniowych.

Możliwości zwiększenia cykli uprawowych oraz zagęszczenia roślin na powierzchni uprawnej udokumentował **Leoni i in.** (1994). Autor ten opracował aeroponiczną uprawę pomidora szklarniowego w dużym zagęszczeniu roślin (High Density Aeroponic System – HDAS) w warunkach klimatycznych Sardynii. Badał zagęszczenie 20 roślin · m<sup>2</sup> w pierwszych 2 cyklach uprawy i 35 roślin · m<sup>2</sup> w trzecim cyklu. Rośliny zajmowały powierzchnię uprawną w szklarni przez 90-95 dni. Były uprawiane na jedno grono – ogławiał rośliny za pierwszym liściem nad pierwszym gronem. Zbiór owoców trwał 10-15 dni. Przy zagęszczeniu 20 roślin · m<sup>2</sup> uzyskiwał plon pomidorów drobno owocowych odmiany 'Cherry Wonder' 5,0 kg · m<sup>2</sup>, a średnio owocowych odmian 'Max', 'Viva', 'OR

1750' – 6,0 kg i 'Camone' 5,8 kg · m<sup>2</sup>. W trzecim cyklu przy zagęszczeniu 35 roślin · m<sup>2</sup> plon odmian 'Timpa', 'Concorde', 'Fontana' i 'Amfora' wynosił 7,5-8,0 kg · m<sup>2</sup>. System uprawy aeroponicznej umożliwił wykonanie 4 cykli uprawowych w 12 miesiącach.

Z wstępnych badań autora niniejszego artykułu, przeprowadzonych w 2003 roku wynika, że plon pomidora szklarniowego o optymalnej jakości odmian 'Cunero' i 'Ronald' w uprawie aeroponicznej był o 20-30% wyższy niż w wełnie mineralnej. Ponadto, zużycie pożywki w uprawie aeroponicznej – w zależności od miesiąca uprawy – było o 40-60% mniejsze niż w wełnie mineralnej. Oszczędności w zużyciu wody i nawozów stanowią ważną pozycję w bilansie efektów ekonomicznych.

Nie do przecenienia zaletą jest to, że uprawy aeroponiczne funkcjonują w układach zamkniętych. Produkcja ogrodnicza pod szkłem może być pierwszą gałęzią produkcji roślinnej nie zanieczyszczającą środowiska przyrodniczego.

Niezwykle ważne znaczenie praktyczne ma fakt, że w uprawie aeroponicznej nie stosuje się żadnego podłoża. Ogrodnicy podkreślają tę zaletę jako najważniejszą, zwłaszcza w aspekcie zwiększającego się arealu upraw w wełnie mineralnej i problemów związanych z jej utylizacją.

Z badań autora wynika, że systemy korzeniowe roślin w uprawach aeroponicznych są znacznie lepiej rozwinięte niż w uprawach z zastosowaniem podłoża uznanych obecnie za najlepsze, np. wełna mineralna, keramzyt czy włókno kokosowe. Systemy korzeniowe roślin w uprawie aeroponicznej rozwijają się w ciągu całego okresu uprawy roślin przy maksymalnej zawartości tlenu i maksymalnej wilgotności środowiska korzeniowego, nie napotykać na opór podłoża. W uprawach aeroponicznych nie zachodzi antagonizm między warunkami wilgotnościowymi i powietrznymi środowiska korzeniowego. Jest to pierwsza technologia uprawy, w której te dwa parametry nie występują w sprzeczności.

## Podsumowanie

Uprawa aeroponiczna stwarza dalsze możliwości wzrostu plonów przy optymalnej ich jakości i nie zanieczyszczaniu środowiska. Jest to najbardziej zaawansowana naukowo i technicznie metoda uprawy roślin. Uprawa aeroponiczna nie wymagająca żadnych podłoży, przy istotnie mniejszym zużyciu wody i składników pokarmowych, stanowi przyszłościową metodę uprawy roślin ogrodniczych w praktyce.

## Literatura

- Ardito S.** (1975): Ortaggi in coltura aeroponica. *Colture protette*. 11: 13-18.
- Bode Stoltzfus B.M., Taber H.G., Aiello A.S.** (1998): Effect of increasing root-zone temperature on growth and nutrient uptake by 'Gold Star' muskmelon plants. *J. Plant Nutr.* 21(2): 321-328.
- Du Y.C., Tachibana S.** (1994): Effect of supraoptimal root temperature on the growth, root respiration and sugar content of cucumber plants. *Sci. Hort.* 58: 289-301.
- Giacomelli G.A.** (1989): Fog for aeroponic plant production. *Soilless Culture*. 1: 13-22.
- He J., Lee S.K.** (1998 a): Growth and photosynthetic characteristics of lettuce under fluctuating hot ambient temperature with the manipulation of cool root-zone temperature. *J. Plant Physiol.* 152: 387-391.

- He J., Lee S.K.** (1998 b): Growth and photosynthetic response of 3 aeroponically growth lettuce cultivars (*Lactuca sativa* L.) to different rootzone temperatures and growth irradiances under tropical aerial conditions. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 73(2): 173-180.
- Komosa A.** (2002): Podłoża inertne – postęp czy inercja? *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 485: 147-167.
- Kreij C. de, Hoeven B. van der.** (1996): Effect of humic substances, pH and its control on growth of chrysanthemum in aeroponics. *Proc. of the 9<sup>th</sup> Int. Cong. on Soilless Cult., ISOSC, St Helier, Jersey, 12-19.04.1996:* 207-230.
- Lee S.K.** (1993): Aeroponic system as a possible alternative for crop production in Singapore. *Commonwealth Agricultural Digest.* 3(1): 1-14.
- Leoni S., Pisanu B., Grudina R.** (1994): A new system of tomato greenhouse cultivation: High density aeroponic system (HDAS). *Acta Hort.* 361: 210-217.
- Lim M.** (1996): Trials with aeroponics for the cultivation of leafy vegetables. *Proc. of the 9<sup>th</sup> Int. Cong. on Soilless Cult., ISOSC, St Helier, Jersey, 12-19.04.1996:* 265-272.
- Massantini F.** (1977 a): Impianto aeroponico sperimentale a superfici di coltura verticali. *Coltura Protette.* 8/9: 29-34.
- Massantini F.** (1977 b): The light and dark sides of aeroponics. *Soilless Culture* 1(11): 85-96.
- Menzel C.M., Turner D.W., Doogan V.J., Simpson D.R.** (1994): Root shoot interactions in passionfruit under the influence of changing root volume and soil temperature. *J. Hort. Sci.* 69(3): 553-564.
- Molitor von H.D.** (1991): Erdelose Kulturverfahren. *Gemüse* 9: 432-436.
- Molitor von H.D., Fischer H.D.** (1989): Perspektiven für die Zukunft. *Substratfreie Kulturverfahren.* *GbGw* 89, 20: 954-957.
- Pardales J.R., Yamauchi A., Kono Y.** (1991): Growth and development of sorghum roots after exposure to different periods of a hot root-zone temperature. *Environ. Exp. Bot.* 31(4): 397-403.
- Repetto A., Cadinu M., Leoni S.** (1994): The effect of plant position on root development and vegetative growth in aeroponic lettuce. *Acta Hort.* 361: 603-611.
- Sattelmacher B., Marschner H., Kühne R.** (1990): Effects of the temperature of the rooting zone on the growth and development of roots of potato (*Solanum tuberosum*). *Ann. Bot.* 65: 27-36.
- Tan L.Ph., He J., Lee S.K.** (2002): Effects of root-zone temperature on the root development and nutrient uptake of *Lactuca sativa* L. 'Panama' grown in aeroponic system in the tropics. *J. Plant Nutr.* 25(2): 297-314.
- Vincenzoni A.** (1979): Aeroponica: tecnica de coltura senza suolo. Una raealizzazione practica o un progetto sperimentale? *Coltura Protette.* 4: 51-59.
- Vincenzoni A.** (1980): Research problems concerning flower and vegetable cultivation in a cold greenhouse using the „colonna di coltura” technique. *Acta Hort.* 98: 263-268.

## AEROPONIC CULTURE OF HORTICULTURAL PLANTS

### S u m m a r y

Aeroponic system is the cultivation of plants only in the air, without any substrate. Nutrient solution is injected to the root zone in short time intervals. The most advantages of aeroponic systems are: higher yield with the optimal quality, reduction of water and nutrients uses, functioning in closed system and safety for the natural environment. The aeroponic system is the effective method of root zone cooling, and improve growing of horticultural plants in higher temperatures under glass. Because of significant advantages the aeroponic system could be widely used in horticultural practice.