

APARATURA

BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

Konstrukcja i zastosowanie wazonu wegetacyjnego do pomiarów rozwoju roślin w warunkach zróżnicowanego zagęszczenia gleby w obrębie systemu korzeniowego

ANNA ŚWIERCZ¹, PIOTR M. SŁOMKIEWICZ^{2,3}

UNIwersytet JANA KOCHANOWSKIEGO W KIELCACH, ¹KATEDRA OCHRONY I KSZTAŁTOWANIA ŚRODOWISKA, ²INSTYTUT CHEMII, ³LABORATORIUM BADAŃ STRUKTURALNYCH

Słowa kluczowe: wazon wegetacyjny, nawożenie, zagęszczenie gleby

STRESZCZENIE

Opatentowany, zmodyfikowany wazon wegetacyjny umożliwi eksperymentalne badanie reakcji roślin na zróżnicowany skład granulometryczny gleby, stanowiący naturalną cechę ośrodka wzrostu korzeni. Na polach uprawnych zmienność właściwości gleby uwarunkowana jest procesami naturalnymi i antropogenicznymi związanymi z techniką uprawy i nawożeniem. W zaprojektowanym wazonie, wykorzystując jego dwie ruchome części, można prześledzić warunki rozwoju systemu korzeniowego rośliny uprawnej wzrastającej przy zróżnicowanym zagęszczeniu gleby spowodowanym m.in. przejazdami maszyn rolniczych czy zlokalizowanym nawożeniem. Rozwiązanie konstrukcyjne wynalazku pozwala także na optymalne dozowanie wody do podłoża glebowego poprzez kontrolowane osuszanie i nawadnianie zapewniające odpowiednie warunki wilgotności rozwijającym się roślinom.

Vegetative flowerpot for measurements of studied plants in the conditions of the diverse condensation of the soil in the roots system

Keywords: vegetative flowerpot, fertilization, condensation of soil

ABSTRACT

Patent pending modified vegetative flowerpot enables, except typical observation lead in objects this type, the experimental study of plant responses to soil heterogeneity constituting a natural feature of the root growth center. In cultivation fields variability of soil properties is conditioned by natural and anthropogenic processes associated with the technique of cultivation and fertilization. In designed flowerpot using its two movable parts can observed conditions around the root system of the cultivation plant's under different condensation of soil caused by rides of agricultural machinery and localized fertilization. The design of the invention also allows optimal dispensing water into the ground soil by controlled drying and irrigation, which maintains proper conditions of humidity developing plants.

1. WPROWADZENIE

Wazonny wegetacyjny zwykle są wykorzystywane w badaniach z zakresu chemii rolnej, ekologii, gleboznawstwa, uprawy roli oraz hodowli i fizjologii roślin. Najczęściej znajdują zastosowanie przy rozwiązywaniu problemów związanych z:

- poznaniem przemian składników pokarmowych w glebie oraz określeniem tempa ich pobierania przez rośliny testowe,
- wstępną oceną skuteczności nowych nawozów na podstawie reakcji roślin testowych,
- wykorzystaniem niekonwencjonalnych źródeł wzbogacania gleby w materię organiczną i składniki pokarmowe w uprawie roślin,
- wstępnym rozpoznaniem stopnia skażenia gleby i możliwościami jej remediacji.

Powszechnie znane są zalety doświadczeń wazonowych, do których zalicza się:

- niski koszt założenia i prowadzenia eksperymentu,
- pełną kontrolę wilgotności podłoża, która należy do najważniejszych czynników silnie różnicujących uzyskane wyniki (m.in. w uprawach polowych),
- zapewnienie możliwie jednakowych warunków środowiskowych dla stosowanych kombinacji,
- możliwość analizy różnorodnych czynników wegetacyjnych, w tym stosowania zróżnicowanych dawek substancji silnie obciążających środowisko w warunkach całkowitej kontroli,
- możliwość łatwej utylizacji (termicznej, chemicznej) zużytych w doświadczeniach podłoży po zakończeniu doświadczenia.

Istotą doświadczeń wegetacyjnych jest obserwacja reakcji roślin na badany czynnik w możliwie jednorodnych warunkach. W uprawie roślin użytkowych szczególnie ważna jest optymalizacja nawożenia, która przekłada się na wzrost plonów przy zachowaniu dobrych cech jakościowych biomasy. Efektywny dobór dawek nawozów ma wpływ na opłacalność produkcji rolnej. W tym kontekście prowadzone badania wegetacyjne nad reakcją roślin w warunkach kontrolowanych mają głęboki sens społeczny, ekonomiczny i środowiskowy [1-4].

W patencie [5] opisano rozwiązanie wazonu wegetacyjnego polegające na ustawieniu trzech pojemników umieszczonych jeden w drugim. Pierwszy z nich jest wypełniony substratem glebowym, w którym sadi się roślinę lub wysiewa nasiona. Ten pojemnik ma kapilarne otwory w dnie, którymi nadmiar wody spływa do wolnej przestrzeni utworzonej pomiędzy nim a drugim pojemnikiem spełniającym rolę zbiornika na wodę. W górnej części większego zbiornika znajdują się otwory służące do napowietrzania. Oba zbiorniki są umieszczone w trzecim, największym, stanowiącym obudowę wazonu. Woda używana do podlewania, która nie zostanie pobrana przez roślinę w wyniku transpiracji lub zatrzymana przez podłoże, spływa grawitacyjnie przez otwory w dnie i dostaje się do wolnej przestrzeni utworzonej pomiędzy pierwszym i drugim dnem pojemnika. Z utworzonej przestrzeni zbiornika może zostać odprowadzona kapilarną rurką przechodzącą przez cały wazon na zewnątrz [6]. Inny

sposób zaopatrzenia wazonu w wodę opisano w pracy [7]. Polega on na umieszczeniu w wazonie wegetacyjnym giętkiej rurki z otworami kapilarnymi służącej do podlewania roślin i rurki z filtrem powietrza do napowietrzania gleby. Wazon zaproponowany przez [7] zaopatrzone jest także w filtr wodny z węglem aktywowanym umieszczony w dolnej części pojemnika oraz ma pokryty siatką otwór w dnie służący do odprowadzania nadmiaru wody przez zawór spustowy.

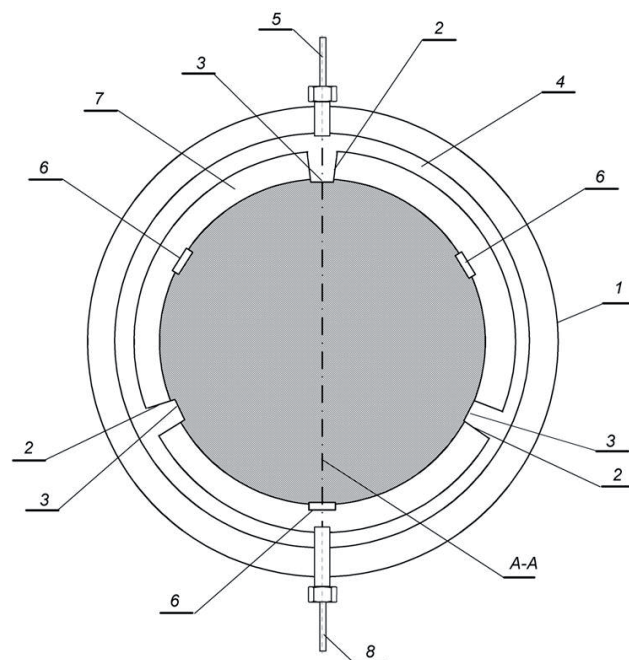
Dwa pierwsze przytoczone rozwiązania umożliwiają jedynie odprowadzenie nadmiaru wody stosowanej do podlewania. Nie przedstawiono w nich sposobu osuszania zbyt wilgotnej gleby, który to stan może wpływać na procesy gnilne w obrębie systemu korzeniowego, a tym samym osłabiać wzrost badanych roślin. Wprawdzie w rozwiązaniu konstrukcyjnym wazonu wegetacyjnego [7] uwzględniono nawadnianie i napowietrzanie gleby, ale urządzenia techniczne znajdujące się wewnątrz wazonu zajmują znaczną jego objętość, co może utrudniać uprawę roślin. W żadnym z przedstawionych rozwiązań nie jest możliwa modyfikacja i zamiana części podłoża glebowego bez naruszania struktury badanych roślin ani badanie zagęszczenia gleby wokół systemu korzeniowego wpływającego na wzrost korzeni i części nadziemnej rośliny.

2. WAZON WEGETACYJNY

Opracowano nową konstrukcję wazonu wegetacyjnego. Na ściankach bocznych wazonu w przegrodach znajdują się dysze napowietrzające, a na jego wewnętrznych ściankach podwójny układ dyszy nawadniających [8] w celu uniknięcia opisanych powyżej trudności. Wazon wegetacyjny posiada ruchomą dolną część, co umożliwia modyfikację składu granulometrycznego gleby, odzwierciedlającą nierównomierne zagęszczenie gleby w obrębie ryzosfery występujące w warunkach upraw polowych.

Schemat wazonu wegetacyjnego (widok z góry) przedstawiono na Rysunku 1.

Wazon wegetacyjny ma kształt stożkowy, na jego wewnętrznej płaszczyźnie bocznej umieszczono co 120° trzy podłużne pionowe przegrody 2 z dyszami powietrznymi 3. Dysze powietrzne są zasilane sprężonym powietrzem o niewielkim nadciśnieniu przez komorę powietrzną 4 położoną dookoła ścianki bocznej wazonu. Sprężone powietrze jest doprowadzone przez złącze 5. Trzy gór-

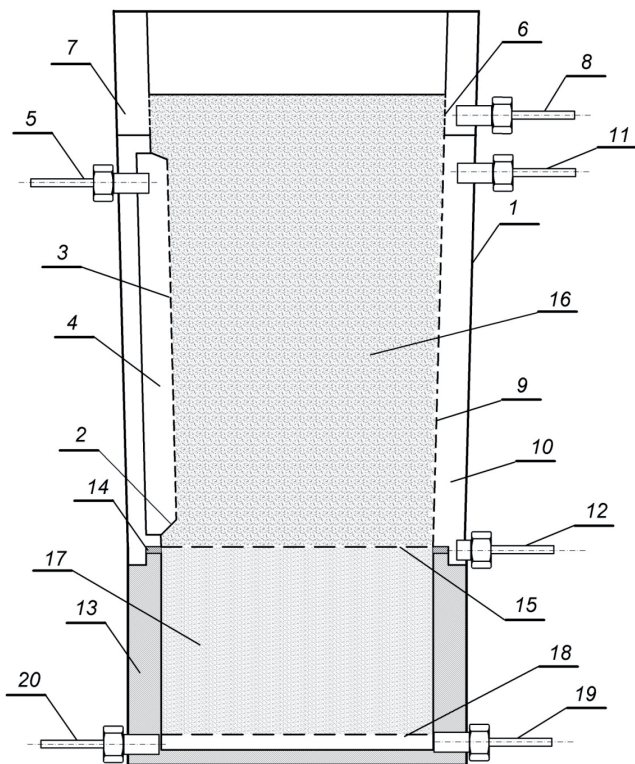


Rysunek 1 Schemat ideowy wazonu wegetacyjnego (widok z góry)

1 – wazon wegetacyjny, 2 – przegroda pionowa, 3 – dysza powietrzna, 4 – komora powietrzna, 5 – złącze sprężonego powietrza, 6 – górna dysza nawadniająca, 7 – górna komora wodna, 8 – złącze komory wodnej

ne dysze nawadniające 6, także umieszczone, co 120° na wewnętrznej płaszczyźnie bocznej wazonu, są zasilane wodą z górnej komory 7 przez złącze 8.

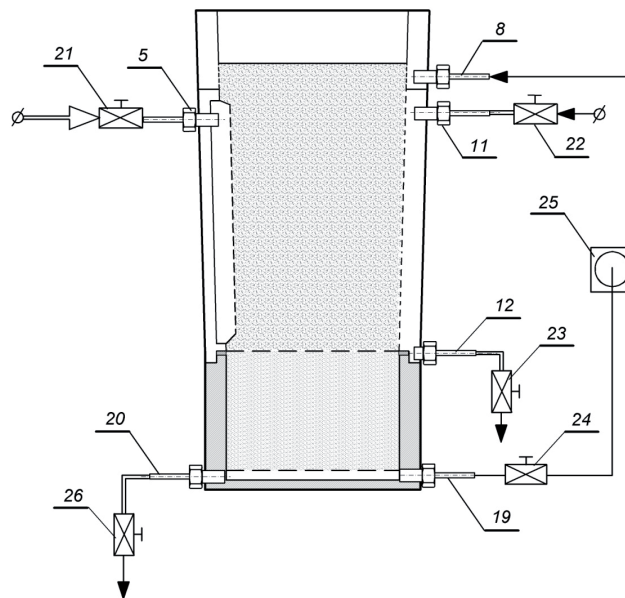
Schemat wazonu wegetacyjnego w przekroju poprzecznym przedstawiono na Rysunku 2. Trzy dolne dysze nawadniające 9 są umieszczone poniżej dysz górnych (płaszczyzna, wzdłuż której został wykonany przekrój na Rysunku 1, została zaznaczona wielkimi literami alfabetu A-A). Dysze te są zasilane wodą z dolnej komory 10 przez złącze 11. Złącze 12 służy do odprowadzania nadmiaru wody z dolnej komory. Ruchoma dolna część 13 wazonu wegetacyjnego jest połączona z wazonem wegetacyjnym nagwintowanym złączem z uszczelką 14. Obie części wazonu rozdziela przegroda perforowana 15. W ten sposób zastosowane w doświadczeniu podłoże glebowe 16 (silnie zagęszczone, o wzmożonym oporze spowodowanym np. zabiegami uprawowymi) jest oddzielone od podłoża glebowego 17 (o np. „lżejszym” składzie granulometrycznym) umieszczonego w odejmowanej dolnej części wazonu wegetacyjnego. Na dnie odejmowanej dolnej części wazonu wegetacyjnego umieszczono przegrodę porowatą 18, która służy do odprowadzenia nadmiaru wody z dna wazonu poprzez złącza 19 i 20.



Rysunek 2 Schemat wazonu vegetacyjnego w przekroju poprzecznym (płaszczyzna, wzdłuż której został wykonany przekrój na Rysunku 1, została zaznaczona wielkimi literami alfabetu A-A)

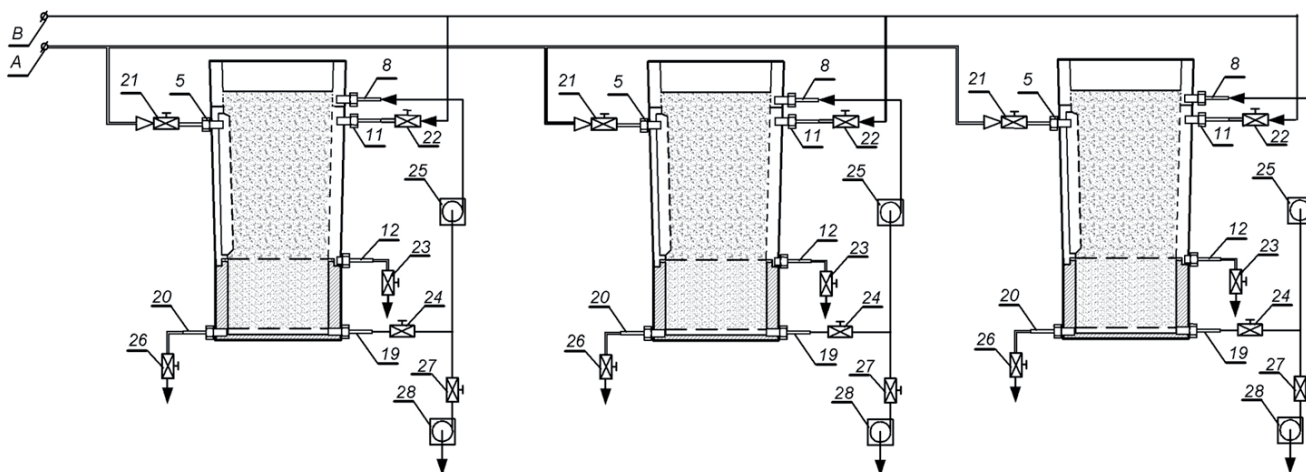
- 1 – wazon vegetacyjny, 2 – przegroda pionowa, 3 – dysza powietrzna, 4 – komora powietrzna, 5 – złącze sprężonego powietrza, 6 – górna dysza nawadniająca, 7 – górna komora wodna, 8 – złącze górnej komory wodnej, 9 – dolna dysza nawadniająca, 10 – dolna komora wodna, 11 – złącze dolnej komory wodnej, 12 – złącze do odprowadzania nadmiaru wody z dolnej komory wodnej, 13 – odejmowana dolna część wazonu, 14 – złącze z uszczelką, 15 – przegroda perforowana, 16 – podłoże górne, 17 – podłoże górne dolne, 18 – przegroda porowata, 19, 20 – złącze

Na Rysunku 3 przedstawiono sposób doprowadzenia do wazonu wody i powietrza. Powietrze do wazonu doprowadza się przez złącze 5 i zawór 21. Wazon jest zasilany wodą przez złącze 11 i zawór 22, jej nadmiar jest odprowadzany przez złącze 12 i zawór 23. Nadmiar wody z dna wazonu może być zawracany do górnych dysz nawadniających – złącze 19, zawór 24, pompa 25 i złącze 8 lub odprowadzany na zewnątrz przez złącze 20 i zawór 26.



Rysunek 3 Schemat zasilania wodą i powietrzem wazonu vegetacyjnego

- 5 – złącze sprężonego powietrza, 8 – złącze górnej komory wodnej, 11 – złącze dolnej komory wodnej, 12 – złącze do odprowadzania nadmiaru wody z dolnej komory wodnej, 19, 20 – złącze, 21 – zawór sprężonego powietrza, 22 – zawór zasilania wodą, 23 – zawór odprowadzania nadmiaru wody, 24 – zawór zasilania pompy wodą, 25 – pompa, 26 – zawór odprowadzający wodę



Rysunek 4 Schemat zasilania wodą i powietrzem zespołów wazonów vegetacyjnych
A – tor sprężonego powietrza, B – tor zasilania wodnego, 27 – zawór do pobierania próbek wody, 28 – pompa do pobierania próbek wody. Pozostałe oznaczenia jak na Rysunku 3

Konstrukcja wazonu wegetacyjnego umożliwia jego zestawianie w zespoły (Rys. 4), które mogą być wykorzystane w zastosowanych kombinacjach doświadczalnych. Wówczas można je podłączać do toru sprężonego powietrza A i toru zasilania wodnego B. Takie rozwiązanie ułatwia wykonywanie pomiarów z wieloma roślinami testowymi (wieloma wariantami eksperymentu). Próbkę wody z odcieków można pobierać przez zawór 27 z pompą 28.

Rozwiązanie konstrukcyjne wynalazku pozwala zarówno dozować wodę do podłoża glebowego, jak i osuszać je za pomocą powietrza, co umożliwia zachowanie stałej wilgotności podłoża glebowego. Umieszczenie dysz powietrznych na końcach wewnętrznych przegród wazonu pozwala nawodnić i osuszać wewnętrzną objętość podłoża glebowego. Dozowanie wody poprzez dolne dysze nawadniające umieszczone na wewnętrznych ściankach wazonu sprawia, że w podłożu glebowym pojawia się gradient przepływu wody skierowany osiowo do wnętrza wazonu. Ewentualny nadmiar wody, z rozpuszczonymi składnikami mineralnymi, zawracany jest do górnych dysz nawadniających, co pozwala na ponowne ich wykorzystanie przez badaną roślinę. Ruchoma dolna część wazonu wegetacyjnego pozwala łatwo modyfikować (w zależności od potrzeb) skład granulometryczny podłoża glebowego, bez naruszenia systemu korzeniowego badanej rośliny. Wazon wegetacyjny umożliwia zachowanie jednomyślnych warunków wzrostu roślin, precyzyjne dawkowanie wody oraz zapewnia stałe pobieranie przesączów (odcieków) do badań fizykochemicznych. Wazony można łączyć tworząc ogniwa wegetacyjne.

3. WPŁYW ZAGĘSZCZENIA GLEBY W OBRĘBIE SYSTEMU KORZENIOWEGO NA WZROST KORZENI I CZĘŚCI NADZIEMNEJ ROŚLINY

Głównym przeznaczeniem zaprojektowanego wazonu wegetacyjnego jest jego wykorzystanie do określania wpływu na wzrost części nadziemnej i podziemnej rośliny:

- zlokalizowanego nawożenia,
- wzbogacania gleby różnorodnymi substancjami (w tym higienizowanymi osadami komunalnymi, osadami poformierskimi)
- zagęszczenia gleby w obrębie systemu korzeniowego

- pobierania wody i substancji pokarmowych w warunkach kontrolowanych.

Precyzyjne określenie zdolności roślin do pobierania wody i składników pokarmowych w warunkach nierównomiernego zagęszczenia i zlokalizowanego nawożenia jest niezbędne przy opracowywaniu zabiegów agrotechnicznych [2-4, 9].

Badania te mają także znaczenie przy tworzeniu modeli wzrostu i funkcjonowania roślin w różnorodnych warunkach.

Z literatury przedmiotu wiadomo, że zarówno zmiany oporu mechanicznego gleby występujące w obrębie ryzosfery, jak i powierzchnia kontaktu między glebą a korzeniami są czynnikami silnie modyfikującymi pobór składników pokarmowych [1, 2, 9]. Struktura korzeni, wielkość, wzrost, rozmieszczenie przestrzenne wpływają na wzrost części nadziemnej rośliny. Niewłaściwe zastosowanie nawozu może wpływać zarówno stymulująco, jak i hamująco na wzrost, morfologię, strukturę korzeni (szczególnie włóknikowych) oraz na efektywny pobór wody i składników pokarmowych [4, 5, 10, 12]. W tym kontekście heterogeniczność gleb naturalnych dotyczy części powierzchniowej, zwykle bogatszej w materię organiczną, odznaczającej się wyższą zawartością składników pokarmowych, mniejszą gęstością objętościową w stosunku do niżej zalegających mineralnych poziomów glebowych, uboższych, o większej gęstości. W przypadku gleb uprawnych, heterogeniczność w rozmieszczeniu składników pokarmowych jest podobna, jednak modyfikacji ulega gęstość objętościowa, która zmienia się miejscowo pod wpływem zabiegów agrotechnicznych i przejazdów sprzętu rolniczego [11]. Jak wiadomo, nadmierne zagęszczenie ($<1,50 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$) jest szczególnie niekorzystne w pierwszym okresie wzrostu korzeni rzutuje na późniejszą wegetację [3, 4].

4. PODSUMOWANIE

Wazon wegetacyjny o proponowanej konstrukcji umożliwi oprócz typowych obserwacji prowadzonych w obiektach tego typu, eksperymentalne badanie reakcji roślin na niejednorodność gleby stanowiącą naturalną cechę ośrodka wzrostu korzeni.

W przypadku gleb o niewielkim wpływie antropogenicznym, np. leśnych, można stosować wariant związany z naturalną zmiennością morfologii profilu glebowego. W zależności od celu prowadzonych badań, w górnej części wazonu moż-

na umieszczać glebę z poziomów organicznych (organiczno-mineralnych), w dolnej zaś np. z poziomu skały macierzystej.

Zaprojektowany wazon pozwala także na klasyczne badanie reakcji roślin na stres nadmiarowy,

związany z wprowadzeniem substancji silnie obarczających środowisko (np. metali ciężkich), stabilizowanych, komunalnych osadów ściekowych, w warunkach kontrolowanej wilgotności i w jednorodnym materiale glebowym.

LITERATURA

- [1] Chen X. P., Zhang F. S., Cui Z. L., Li F., Li J. L., Optimizing soil nitrogen supply in the root zone to improve maize management. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 74, 2010, 1367-1373.
- [2] Nosalewicz A., Wpływ zlokalizowanego nawożenia oraz stanu zagęszczenia gleby na pobieranie wody i składników mineralnych przez kukurydzę. *Act. Agrophysica, Monogr.*, PAN. 103, 2013.
- [3] Grzebisz W., Nawożenie roślin uprawnych. T1, PWRIL, 428, 2008.
- [4] Yu G., Zhuang J., Nakayama K., Jin Y., Root water uptake profile soil water as affected by vertical root distribution. *Plant. Ecol.* 189, 2007, 15-30.
- [5] System of Plant Pots for Flower Stands, patent WO2004089064.
- [6] Method and Apparatus for Watering Potted Plants, patent WO03020011.
- [7] Szulc P., Wazon wegetacyjny, wzór użytkowy PL 64 450 Y1.
- [8] Słomkiewicz P. M., Świercz A., Wazon wegetacyjny do pomiarów rozwoju badanych roślin, zwłaszcza do określania reakcji roślin na skład, rodzaj i wilgotność podłoża glebowego, PL 218767.
- [9] Almeda D., Villar R., Linking root traits to plant physiology and growth in *Fraxinus angustifolia* Vahl. Seedlings under soil compaction conditions. *Environ. And Experiment. Botany*, 79, 2012, 49-57.
- [10] Araki H., Iijima M., Stable isotope analysis of water extraction from subsoil in upland rice (*Oryza sativa* L.) as affected by drought and soil root function. *Plant Soil*, 270, (1-2), 2005, 147-157.
- [11] Tanaka S., Yamauchi A., Yano K., Iijima M., Tatsumi J., Plastic development of maize Root system in relation to nitrogen acquisition. *Root Res.*, 9, 2000, 167-171.
- [12] Yan H., Li K., Ding H., Liao C., Li X., Yuan L., Li C., Root morphological and proteomic responses to growth restriction in maize plants supplied with sufficient N. *Journal of Plant Physiology*, 168, 2011, 1067-1075.