

## STANDARYZACJA METOD OZNACZANIA CHEMICZNYCH I FIZYCZNYCH WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻY OGRODNICZYCH

*Jan Roman Starck*

Katedra Sadownictwa i Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa,  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

### Metody oznaczania chemicznych właściwości podłoża

W okresie powojennym w krajach Europy stosowano różne metody oznaczeń dostępnych form składników mineralnych. W stacjach chemiczno-rolniczych w Polsce stosowano do oznaczenia dostępnych form fosforu i potasu metodę Egnera-Riehma zarówno w odniesieniu do upraw rolniczych, jak i ogrodniczych. Dla podłoża stosowanych w uprawach ogrodniczych była ona jednak mało przydatna, gdyż wyniki wyrażano w mg na 100 g gleby. Podłoża ogrodnicze, szczególnie stosowane w uprawach pod osłonami, odznaczają się bardzo zróżnicowaną gęstością objętościową (np. torf wysoki i piasek). Rośliny pobierają składniki mineralne z określonej objętości podłoża, która w przypadku upraw pod osłonami jest często znacznie ograniczona, dlatego wyniki dotyczące zawartości składników mineralnych powinny być wyrażane w mg lub milimolach na  $\text{dm}^3$ . W końcu lat sześćdziesiątych NOWOSIELSKI [1988] wprowadził oznaczanie  $\text{N-NH}_4$ ,  $\text{N-NO}_3$ , P, K, Ca, Mg, Na, S- $\text{SO}_4$  i B w wyciągu kwasu octowego o stężeniu  $0,03 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  (metoda uniwersalna). W tej metodzie do oznaczania pobiera się  $20 \text{ cm}^3$  podłoża, a wyniki wyraża się w mg na  $\text{dm}^3$ . W odniesieniu do tej metody brak było jednak liczb granicznych dla upraw ogrodniczych. Przeprowadzone przez TRĘBSKIEGO i in. [1971] oznaczenia porównawcze stosowanej w NRD metody Göhlera (ekstrakcja kwasem octowym z dodatkiem octanu sodowego) wykazały, że metoda ta daje zbliżone wyniki do metody uniwersalnej (około 30% wyższe dla fosforu i około 20% wyższe dla potasu). Pozwoliło to na wykorzystanie w naszych warunkach liczb granicznych opracowanych w NRD dla upraw ogrodniczych. W 1990 roku z inicjatywy Z. Strojnego powołano zespoły specjalistów pod przewodnictwem J.R. Starcka, które przedyskutowały liczby graniczne zaproponowane przez Schönberga i Schwärgergena z NRD w odniesieniu do ważniejszych gatunków roślin ozdobnych. Sposób przedstawienia liczb granicznych został uproszczony przez Z. Strojnego. Zamiast dwóch podzakresów dla azotu i magnezu oraz trzech dla potasu przyjęto jeden zakres dla roślin w pełni wegetacji, a pozostałe zakresy pominięto. Dla niektórych ważniejszych roślin ozdobnych (frezji, gerbery, goździka, róży i chryzantem) zmieniono nieznacznie liczby graniczne w oparciu o przeprowadzone w Polsce doświadczenia nawozowe [STROJNY, STARCK 1990].

W krajach zachodniej Europy stosowane były różne metody oznaczania dostępnych form składników mineralnych. SCHMILEWSKI i GÜNTHER [1988] wystali 5

podłoży ogrodniczych, produkowanych na skalę przemysłową w oparciu o różne rodzaje torfów, do 23 laboratoriów w 12 krajach Europy z prośbą o oznaczenie fizycznych i chemicznych właściwości metodami stosowanymi w tych laboratoriach. Przeprowadzone oznaczenia porównawcze wykazały duże zróżnicowanie wyników oznaczeń chemicznych i fizycznych właściwości podłoży, co nie pozwala na ich jednakową ocenę w skali międzynarodowej. Również nie można wykorzystać poszczególnych zaleceń nawozowych w odniesieniu do niektórych roślin. W konkluzji autorzy stwierdzili, że pilnym zadaniem Komisji Podłoży Międzynarodowego Towarzystwa Nauk Ogrodniczych jest ujednoczenie metod oznaczeń. Ta komisja powołała w 1988 roku grupę roboczą „Standaryzacja metod analitycznych i oceny wyników”. Na pierwszym zebraniu tej grupy w 1988 roku w Belgii postanowiono wysłać próbki 6-ciu podłoży do 31 laboratoriów w 15 krajach Europy. Z Polski w tych badaniach wzięła udział Katedra Uprawy i Nawożenia Roli Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Analizy wykonał mgr W. Guba. Do badań porównawczych wzięto następujące podłoża:

- 1) 20% torf wysoki, 20% tzw. francuski torf brązowy, 60% gleba mineralna,
- 2) 20% torf niski, 30% mech, 30% torf wysoki – włókna, 20% perlit + nawozy wieloskładnikowe + wapno,
- 3) Torf wysoki o stopniu rozkładu H (5–4), 4% piasek + NPK + wapno dolomitowe,
- 4) 40% torf wysoki, 60% torf niski + NPK + wapno dolomitowe,
- 5) 60–70% torf wysoki, 30–40% glina + NPK + wapno i wapno dolomitowe + mączka fosforytowa,
- 6) 50% torf wysoki, 50% igliwie sosnowe.

Wraz z próbkami wysłano dokładny opis metod oznaczeń. W próbkach powyższych podłoży oznaczono: pH w H<sub>2</sub>O (1:2 obj.), EC (mS·cm<sup>-1</sup>), N, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, P, K, Ca, Mg, SO<sub>4</sub>, Na, Cl, B, stosując ekstrakcję H<sub>2</sub>O przy pF 1 oraz P, K, Ca, Mg, SO<sub>4</sub>, Na, Zn, Fe, Cu, Mn, Mo, stosując ekstrakcję (1:5 obj.) octanem amonowym zbuforowanym 0,5 mol·dm<sup>-3</sup>, o pH 4,65. Zawartość składników podano w mg na dm<sup>3</sup> podłoża. Wyniki oznaczeń zebrali i opracowali statystycznie GABRIELS i in. [1991]. Autorzy obliczyli współczynniki zmienności dla pH, EC i zawartości poszczególnych składników.

Najmniejszą zmienność stwierdzili przy oznaczeniach pH, K i EC. W przypadku pozostałych składników zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi laboratoriami było znacznie większe. Dla przykładu podam, że współczynnik zmienności CV% dla pH wahał się od 1,2 do 5,9, a dla N-NH<sub>4</sub> od 24,7 do 146,1 w odniesieniu do badanych sześciu podłoży. Dlatego GABRIELS i in. [1991] doszli do wniosku, że uzyskane wyniki badań porównawczych nie są w dostatecznym stopniu powtarzalne.

SONNEVELD i VOOGT [2001] są zdania, że dostępność składników mineralnych w podłożach należy określić nie tylko w oparciu o wyniki oznaczeń pobranych losowo próbek podłoży. Obok składu chemicznego roztworu glebowego czy ekstraktu, cały szereg innych parametrów jest ważnych dla optymalnego zaopatrzenia podłoży w składniki mineralne. Są to: stężenie oraz wzajemny stosunek jonów w dostarczanej pożywce i w wodach drenowych, sposoby nawadniania, pH i objętość podłoża. W większości podłoży składniki mineralne nie są równomiernie rozmieszczone w rizosferze. Dlatego miejsce, z którego pobierana jest próbka, jest bardzo ważne i będzie silnie wpływać na wyniki analiz i ich interpretację. W przy-

padku upraw hydroponicznych pobranie próbki jest stosunkowo łatwe, a próbka odzwierciedla skład pożywki w otoczeniu korzeni. Podobnie jest w przypadku próbek roztworu pobranego z węży mineralnej lub różnego rodzaju pianek. W przypadku innych podłoży pobiera się reprezentatywne próbki, ekstrahuje się je i w ekstrakcie oznacza zawartość składników. W przypadku ekstrakcji wodą dane dotyczące pomiarów EC należy przeliczyć na przewodność w roztworze glebowym. Również w odniesieniu do składników mineralnych można dokonać takiego przeliczenia, choć nie jest to konieczne.

SONNEVELD i VAN ELDEREN [1994] porównali dwie metody oznaczeń składników mineralnych w roztworze glebowym i dwie metody oznaczeń w ekstrakcie wodą przy stosunku objętościowym 1:1,5. Analizy wykonano na 50 próbkach różnych podłoży torfowych. Porównali oni metodę „precyzyjną” roztworu glebowego z metodą „szybkościową”. W metodzie „precyzyjnej” do próbek dodaje się wodę w takiej ilości, aby jej zawartość odpowiadała ciśnieniu  $-1,0$  kPa. Ilość wody, jaką należy dodać, oblicza się na podstawie danych uzyskanych z metody skrzynek z piaskiem opisaną przez GABRIELSA i VERDONCKA [1991] (patrz rozdział „Metody oznaczania fizycznych właściwości podłoży”). Po upływie dwóch godzin wyciska się 30–50% wody z nawilżonej próbki substratu.

W metodzie szybkościowej stosuje się uproszczony sposób nawilżania przy ciśnieniu  $1,0$  kPa.

W metodzie „precyzyjnej” przy stosunku podłoży do wody (1:1,5) próbkę nawilża się do zawartości wody odpowiadającej ciśnieniu  $-3,2$  kPa. Dodatek wody oznacza się również przy użyciu skrzynek z piaskiem. Dla przygotowania ekstraktu jedną objętość podłoża, odmierzoną w cylindrze przy ciśnieniu  $10$  kPa, wstrząsa się przez  $15$  minut z  $1,5$  objętości wody [SONNEVELD, VAN ELDEREN 1994]. W metodzie „szybkościowej” 1:1,5 ekstrakcji wodą skrzynek z piaskiem zastąpiono dodatkiem wody w oparciu o wizualną ocenę podłoża (wieloletnie doświadczenie). SONNEVELD i VAN ELDEREN [1994] porównali metody precyzyjne z metodami szybkościowymi i stwierdzili bardzo wysoką korelację odnośnie wszystkich makroskładników. Pomędzy porównywanymi metodami różnice w zawartości składników były dość duże, co wynika z faktu, że w metodzie 1:1,5 ekstrakcji wodą otrzymany ekstrakt, w którym oznaczano składniki, był rozcieńczony w porównaniu do oznaczeń w roztworze glebowym. Autorzy podali liczby graniczne w odniesieniu do warzyw, roślin ozdobnych i roślin doniczkowych zarówno dla metody ekstrakcji 1:1,5 wodą, jak również dla metody oznaczeń w roztworze glebowym.

Jak wspomniano powyżej w pracy GABRIELSA i in. [1991] współczynniki zmienności w odniesieniu do oznaczeń pH i EC były najmniejsze i dały podstawy do ujednoczenia tych oznaczeń na skalę międzynarodową. Wobec tego CEN (Comité Européen de Normalisation) – Europejski Komitet Normalizacyjny opracował normy dla oznaczenia pH i EC. Polski Komitet Normalizacyjny na podstawie powszechnej i adresowanej ankiety oraz uzyskanych wyników oznaczeń pH i EC, substancji organicznej i popiołu z 16 polskich laboratoriów zaakceptował następujące normy europejskie:

- 1) EN 13037 – Środki poprawiające glebę i podłoża uprawowe – oznaczanie pH,
- 2) EN 13038 – Środki poprawiające glebę i podłoża uprawowe – oznaczanie przewodnictwa elektrycznego
- 3) EN 13039 – Środki poprawiające glebę i podłoża uprawowe – oznaczanie zawartości substancji organicznej i popiołu.

Nie ma dotychczas norm europejskich na oznaczenie poszczególnych makro- i mikroskładników. Przypuszczam, że jedna z metod opisanych przez SONNEVELDA i VAN ELDERENA [1994], która dobrze odzwierciedla poziom aktywnych form makroskładników w podłożach ogrodnich, zostanie wkrótce uznana jako norma europejska. Należy podkreślić, że dla tych metod są opracowane liczby graniczne zarówno dla warzyw i roślin ozdobnych, jak i roślin doniczkowych uprawianych w podłożach ogrodnich pod osłonami.

### Metody oznaczania fizycznych właściwości podłoży

W Polsce do oznaczania fizycznych właściwości podłoży ogrodnich stosowano różne metody. Maksymalną pojemność wodną dla materiałów rozdrobnionych oznaczano metodą cylindrów siatkowych. Po napełnieniu podłożem cylinder zanurzano w wodzie na 24 godziny. Po odciknięciu nadmiaru wody na lejeku, cylinder ważono i następnie suszono w 105°C. Do oznaczeń w torfie o nienaruszonej strukturze maksymalnej pojemności wodnej stosowano metodę cylindrów objętościowych [MACIAK, LIWSKI 1996]. Kapilarną pojemność wodną oznaczano w cylindrach Wahnschafego z siatką w dolnej części cylindra. Po umieszczeniu cylindra wypełnionego podłożem w krystalizatorze z wodą pozostawiano go do nawilżenia górnej powierzchni podłoża. Po uwzględnieniu wody zawartej w podłożu, i tej, która podsiąkała oznaczano kapilarną pojemność wodną.

W odniesieniu do torfów, od 1997 roku obowiązuje Polska Norma PN-G-O4598 (Torf i wyroby z torfu. Oznaczenie pojemności wodnej). Norma ta przewiduje oznaczanie pojemności wodnej metodą lejków Büchnera albo oznaczanie zmodyfikowaną metodą Bagge' e Olsena.

TURSKI i in. [1980] oznaczyli gęstość fazy stałej; gęstość objętościową; porowatość; połowę pojemność wodną (przy pF 2,0); pojemność powietrzną (przy pF 2,0) oraz retencję wody dostępnej (przy pF 2,0–4,2), produkcyjnej (przy pF 2,0–3,0), bardzo łatwo dostępnej (przy pF 2,0–2,85) i niedostępnej (przy pF 4,2), w najczęściej stosowanych w Polsce podłożach ogrodnich. PUDELSKI [1985] w pracy monograficznej opisał podłoża stosowane w uprawie warzyw pod osłonami i zebrał literaturę dotyczącą tych podłoży.

W zachodniej Europie stosowano różne metody oznaczeń fizycznych właściwości podłoży ogrodnich. SCHMILEWSKI i GÜNTHER [1988] wysłali próbki różnych rodzajów torfów do różnych laboratoriów w Europie (patrz w rozdziale „Metody oznaczania chemicznych właściwości podłoży”). Autorzy stwierdzili dużą rozbieżność wyników oznaczeń uzyskanych różnymi metodami stosowanymi w tych laboratoriach. I w tym przypadku wskazali na pilną potrzebę ujednoczenia metod oznaczeń.

Grupa robocza „Standaryzacja metod analitycznych i oceny wyników” po dyskusji zaproponowała metodę stosowaną w Belgii jako metodę odniesienia (reference method). Próbki wraz z dokładnym opisem metody zostały rozesłane do poszczególnych laboratoriów w Europie. Dokładny opis metody został opublikowany przez GABRIELSA i VERDONCKA [1991]. Należy podkreślić, że starano się zestandaryzować procedurę oznaczeń. Część laboratoriów miała identyczny sprzęt (pierścienie, kalibrowany piasek, skrzynki na piasek i sprzęt do nawilżania próbek). W próbkach oznaczono:

- 1) gęstość objętościową (g s.m.·cm<sup>-3</sup> i przy ssaniu -10 cm, pF 1),
- 2) porowatość ogólną (w cm<sup>3</sup> na 100 cm<sup>3</sup> wilgotnego podłoża przy ssaniu -10 cm),
- 3) % wilgotności w przeliczeniu na wilgotne podłoże (cm<sup>3</sup>·100 cm<sup>-3</sup> wilgotnego podłoża przy ssaniu -10 cm),
- 4) % wilgotności w przeliczeniu na suchą masę (w g H<sub>2</sub>O·100 g<sup>-1</sup> s.m. przy ssaniu -10 cm),
- 5) pojemność powietrzną i wodną w % (cm<sup>3</sup> powietrza lub H<sub>2</sub>O·100 cm<sup>-3</sup> wilgotnego podłoża przy ssaniu -10, -50 i -100 cm).

Uzyskane wyniki z 31 laboratoriów GABRIELS i VERDONCK [1991] opracowali statystycznie. Zgodność uzyskanych wyników pomiędzy laboratoriami, które stosowały identyczny sprzęt do oznaczeń była znacznie większa niż laboratoriów, które wykonały sprzęt we własnym zakresie. Dla przykładu podam, że współczynniki zmienności (CV%) w odniesieniu do zawartości wody w wilgotnym podłożu mieściły się w bardzo wąskich granicach 1,11–1,85% dla laboratoriów stosujących identyczny sprzęt, a 1,96–5,24 dla laboratoriów, które wykonały sprzęt we własnym zakresie, ale nawet te ostatnie wykazywały dużą zgodność wyników (niskie współczynniki zmienności). Uzyskane wyniki dały podstawę do opracowania norm europejskich. Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN) w 1999 roku opracował normy dla oznaczenia fizycznych właściwości gleb i podłoży uprawowych. Polski Komitet Normalizacyjny na podstawie powszechnej i adresowanej ankiety i uzyskanych wyników oznaczeń z 16 laboratoriów zaakceptował w 2001 roku następujące normy europejskie:

1. EN 13040 – Środki poprawiające glebę i podłoża uprawowe – przygotowanie próbek do analiz chemicznych i fizycznych, oznaczenie zawartości suchej masy, wilgotności oraz gęstości objętościowej próbki laboratoryjnie zagęszczonej;
2. EN 13041 – Środki poprawiające glebę i podłoża uprawowe – oznaczenie właściwości fizycznych – gęstość objętościowa suchej próbki, pojemność powietrzna, pojemność wodna, kurczliwość i porowatość ogólna.

### Klasyfikacja i standaryzacja podłoży

Początkowo kontrola fizycznych właściwości podłoży, głównie torfów, była oparta na ocenie wzrokowej takich cech jak barwa, elastyczność i obecność różnych frakcji, w tym pyłu. Obecnie klasyfikacja podłoży jest oparta o laboratoryjne oznaczenie cech fizycznych.

WEWER [1991] podał klasyfikację, w której torfy dzieli się na 5 klas w zależności od: porowatości, pojemności powietrznej, kurczliwości, zawartości wody przy ciśnieniu -10 cm oraz zawartości materii organicznej.

AENDEKERK [1993] przeprowadził badania nad ukorzeniem kilkunastu gatunków roślin ozdobnych w torfie z dodatkiem od 5 do 50% perlitu. Rośliny były ukorzeniane w tacach z perforowanym dnem i umieszczone na matach z wełny mineralnej o grubości 7,5 cm z tym, że utrzymywano stały poziom wody w matach na poziomie 6,5 cm, 3 cm i 0 cm („0 cm” oznacza, że wolna woda może swobodnie odpływać). Pozwoliło to autorowi na ustalenie optymalnej zawartości

powietrza w podłożu dla badanych gatunków roślin ozdobnych.

W Holandii powstała Fundacja RHP (Regeling Handels Potgronden – Handlowa Regulacja Podłoży Doniczkowych), zajmująca się oceną jakości podłoży ogrodniczych [VAN SCHIE 1999]. Wykonuje ona oznaczenia cech fizycznych torfów i innych materiałów wchodzących w skład podłoży ogrodniczych oraz gotowych podłoży produkowanych przez wyspecjalizowane firmy. VAN SCHIE [1999] podaje, że dawniej w Holandii dla torfu wysokiego obowiązywał jeden standard, a mianowicie:

- 1) zawartość wody w % wagowych maksimum 80%,
- 2) zawartość materii organicznej w % s.m. minimum 90%,
- 3) pH maksimum 4,5,
- 4) EC ( $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$  przy temp. 25°C i stosunku substrat:ekstrakt 1:1,5 obj.) maksimum 0,5,
- 5) radioaktywność < 370 Bq Cs 134 + Cs 137.

Obecnie na rynku holenderskim stosowane są różnego rodzaju torfy i inne podłoża ogrodnicze. Dlatego wprowadzono pięć klas jakości torfu. Klasyfikacja oparta jest na oznaczeniach: gęstości objętościowej (przy ciśnieniu -10 cm) w przeliczeniu na suchą masę i na glebę wilgotną, oraz stopniu rozkładu w skali Van Posta. Opracowano również standardy dla innych podłoży organicznych, takich jak włókna kokosowe. Jeśli podłoża odpowiadają standardom i wymaganiom Fundacji RHP, taki produkt uzyskuje znak jakości.

Przydatność podłoży dla poszczególnych roślin określa głównie zawartość powietrza oznaczona przy ciśnieniu -10 cm. Jeśli w torfach pojemność powietrzna spada poniżej 6%, taki torf nie nadaje się jako podłoże. Ważna jest również kurczliwość podłoży, która w poszczególnych klasach jakości waha się od < 20% do < 35% obj. Porowatość ogólna przy ciśnieniu -10 cm w poszczególnych klasach waha się w wąskich granicach od > 70% do > 80%. Dla zawartości materii organicznej podano w poszczególnych klasach górną i dolną granicę, która waha się w bardzo szerokich granicach od > 35% do > 60% dla klasy pierwszej i do > 15% do > 40 dla klasy piątej.

Obecnie Stacja Doświadczalna Roślin Ozdobnych i Warzywnictwa Szklarniowego w Holandii prowadzi badania nad standaryzacją cech chemicznych, fizycznych i właściwości biologicznych wszystkich rodzajów podłoży ogrodniczych [VAN SCHIE 1999].

### Literatura

- AENDEKERK T.H.L. 1993. *Standards of physical properties for substrates for cuttings*. Acta Hort. 342: 273–278.
- GABRIELS R., VAN KEIRSBULK W., VERDONCK O. 1991. *Reference method for physical and chemical characterization of growing media: an international comparative study*. Acta Hort. 294: 147–160.
- GABRIELS R., VERDONCK O. 1991. *Physical and chemical characterization of plant substrates: towards an European standarization*. Acta Hort. 294: 249–359.
- MACIAK F., LIWSKI S. 1996. *Ćwiczenia z torfoznawstwa*. Wydawnictwo SGGW. Warszawa: 128 ss.

- NOWOSIELSKI O. 1988. *Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie*. Wyd. III. PWRiL, Warszawa: 310 ss.
- PUDELSKI T. 1985. *Podłoża w uprawie warzyw pod osłonami (przegląd literatury)*. Centralna Biblioteka Rolnicza. Opracowania problemowe: 56 ss.
- SCHMILEWSKI G., GÜNTHER J. 1988. *An international comparative study on the physical and chemical analysis of horticultural substrates*. Acta Hort. 221: 425–441.
- SONNEVELD C., VAN ELDEREN C. 1994. *Chemical analysis of peaty growing media by means of water extraction*. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 25: 3199–3208.
- SONNEVELD C., VOOGT W. 2001. *Chemical analysis in substrate systems and hydroponics – use and interpretation*. Acta Hort. 548: 247–259.
- STROJNY Z., STARCK J.R. 1990. *Nowe liczby graniczne dla roślin doniczkowych*. Hasło Ogród. 8: 22–24.
- TĘBSKI M., SROCYŃSKI W., SZOT A., WITKOWSKA. 1971. *Wstępne badania nad przydatnością metody Egnera-Riehma, Göhlera oraz zmodyfikowanej metody Spurwaya do ustalenia potrzeb nawożenia roślin warzywnych*. Pam. Puławski 50: 137–154.
- TURSKI R., HETMAN J., SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ A. 1980. *Podłoża stosowane w ogrodnictwie szklarniowym*. Roczn. Nauk Rol., Ser. D – Monografie 180: 88 ss.
- VAN SCHIE W. 1999. *Standardization of substrates*. Acta Hort. 481: 71–77.
- WEWER G. 1991. *Guide values for physical properties of peat substrates*. Acta Hort. 249: 41–47.

**Słowa kluczowe:** podłoża ogrodnicze, własności fizyczne, chemiczne, standaryzacja

### Streszczenie

Podłoża ogrodnicze stosowane w uprawach pod osłonami różnią się znacznie pod względem właściwości chemicznych i fizycznych. Istnieje pilna potrzeba ujednoczenia metod oznaczeń tych właściwości. Umożliwi to ocenę podłoży produkowanych w różnych przedsiębiorstwach, a także dobór podłoży o optymalnych właściwościach chemicznych i fizycznych dla uprawianych roślin przez ogrodników. Przedstawiono wyniki prac dotyczących ujednoczenia metod oznaczeń chemicznych i fizycznych właściwości podłoży ogrodniczych oraz standaryzacji oceny produkowanych podłoży. Szczególną uwagę zwrócono na wyniki uzyskane przez grupę roboczą „Standaryzacja metod analitycznych i oceny wyników” Międzynarodowego Towarzystwa Nauk Ogrodniczych. Opisano pokrótce kryteria oceny produkowanych podłoży stosowane przez Fundację „Handlowa Regulacja Podłoży Doniczkowych – RHP” w Holandii. Omówiono normy Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego (CEN) dotyczące fizycznych i chemicznych właściwości podłoży ogrodniczych.

## METHODS OF DETERMINATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF HORTICULTURAL SUBSTRATES

*Jan Roman Starck*

Department of Pomology and Basic Natural Sciences in Horticulture,  
Warsaw Agricultural University

**Key words:** horticultural substrates, physical and chemical properties, standardisation

### Summary

Substrates used in horticulture differ considerably in respect of their physical and chemical properties. There is an urgent need of unification of methods of determination of chemical and physical properties of horticultural substrates. It would enable producers to evaluate the substrates made by different companies, and to assort substrates having optimal chemical and physical properties for cultivated plants. In this paper the results of works concerning the unification of methods of determination of chemical and physical properties of horticultural substrates and standardisation of produced substrates are presented. Special attention was paid to the results obtained by a working group „Standardisation of Analytical Methods and Evaluation of the Results” from International Society of Horticultural Sciences. The criteria of evaluation of produced substrates established by the Foundation „Commercial Regulation of Pot Substrates – RHP” in Holland were shortly described. Norms of the European Committee for Standardisation (CEN) concerning physical and chemical properties of horticultural substrates were discussed.

**Prof. dr hab. Jan Roman Starck**

Katedra Sadownictwa i Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
ul. Nowoursynowska 166  
02-787 WARSZAWA