

## PODŁOŻA INERTNE – POSTĘP CZY INERCJA ?

*Andrzej Komosa*

Katedra Nawożenia Roślin Ogrodniczych,  
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu

### Wprowadzenie

Zwiększająca się liczba podłoży stosowanych w ogrodnictwie wyłania potrzebę zaktualizowania ich klasyfikacji. W świetle obecnego stanu wiedzy, można zaproponować podział na: podłoża organiczne – torf, kora, słoma, węgiel brunatny, trociny, włókno drzewne, włókno kokosowe, łuska kokosowa, łuska kakaowa; podłoża mineralne – wełna mineralna i szklana, keramzyt, perlit, pumeks, zeolit, tłuczeń, żwir, piasek i podłoża syntetyczne – pianka poliuretanowa PU, pianka polifenolowa (oasis) lub pianka aminowa (Fytocell, PLASTSOIL).

„Podłoże” jest pojęciem bardzo szerokim. Definiując je jako „środowisko wzrostu korzeni roślin odizolowane od skały macierzystej” można uznać, że oprócz wymienionych podłoży, również pożywka w hydroponikach, czy powietrze w najnowszych i najbardziej zaawansowanych naukowo i technicznie uprawach jakimi są „aeroponiki” spełniają tę definicję. Podobnie warstwa orna lub poziom genetyczny gleby mineralnej czy organicznej zastosowany do upraw roślin ogrodniczych w pojemnikach, na stołach czy parapetach jest podłożem. Według KŁOUGARIA [1983] optymalne podłoże powinno charakteryzować się dobrymi i stabilnymi właściwościami fizycznymi – głównie wysoką porowatością, dużą pojemnością wodną, dobrą podsiąkliwością, dużą pojemnością cieplną, ponadto powinno być wolne od patogenów i substancji toksycznych, łatwe do utylizacji, lekkie i tanie. Według PENNINGSFELDA [za PUDELSKIM 1996] podłoże posiada optymalnie warunki do wzrostu korzeni, gdy porowatość całkowita wynosi 70–90%, a objętość wolnych przestrzeni w połowie wypełniona jest wodą i powietrzem.

Wśród podłoży mineralnych i syntetycznych można jeszcze wyróżnić podłoża inertne [KOMOSA 1994, 1995]. Są to podłoża, które wykazują obojętność lub bierność chemiczną, tzn. nie wchodzi w istotne reakcje chemiczne z pożywką oraz nie ulegają rozkładowi mikrobiologicznemu. Nie stwarzają również dogodnych warunków do rozwoju patogenów w środowisku korzeniowym [WOHANKA 1988]. Podłoża te nie mają kompleksu sorpcyjnego, a więc nie zachodzi w nich sorpcja fizyko-chemiczna (wymieniana), jakkolwiek może występować sorpcja fizyczna, mechaniczna lub chemiczna. Nawożenie i odżywanie roślin uprawianych w tych podłożach jest znacznie prostsze i bardziej precyzyjne niż w podłożach tradycyjnych. Najczęściej stosowane na świecie podłoża inertne to: wełna mineralna, w mniejszym zakresie wełna szklana, pianka poliuretanowa, pianka polifenolowa,

keramzyt, pumeks i perlit. W Polsce największe zastosowanie ma wełna mineralna, głównie w szklarniowej uprawie pomidora, ogórka, papryki, gerbery i róży oraz keramzyt w uprawie pomidora, ogórka i anturium [LISIECKA i in. 1996; KOMOSA 1997, 1998a, 1999; KOMOSA, PAWLIŃSKA 1999; KOMOSA, SMERECZNIK 1998; KOMOSA, KLEIBER 2001; PIRÓG 2001b].

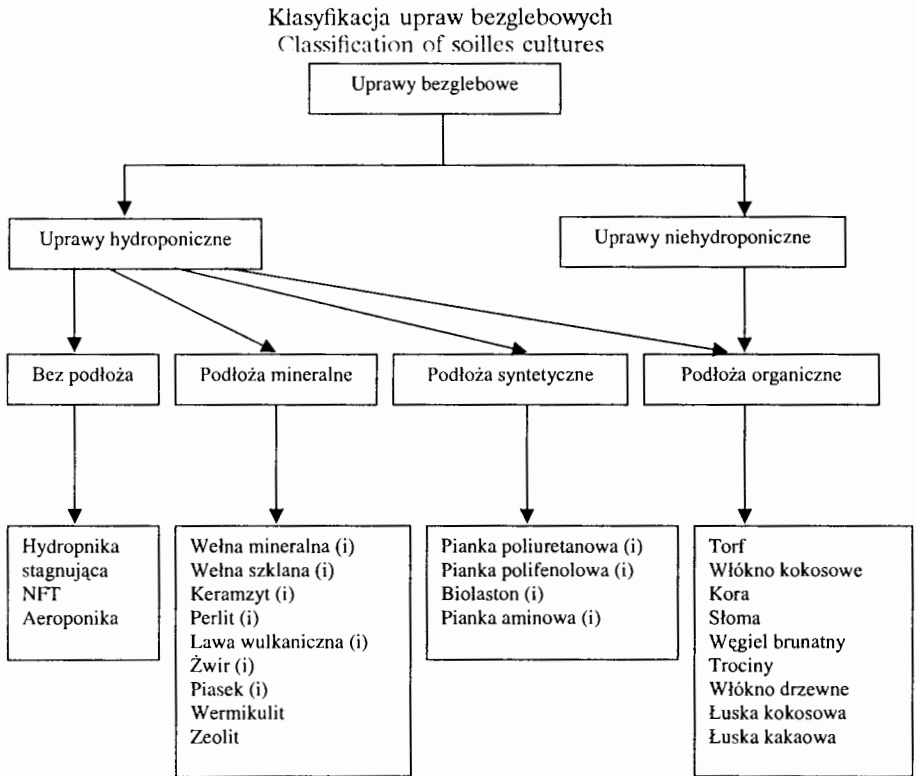
Literatura dotycząca podłoży stosowanych w ogrodnictwie jest bardzo obszerna. Szeroki przegląd literatury naświetlający stan badań do połowy lat 1980-tych opracował PUDELSKI [1985]. Szczegółową charakterystykę podłoży organicznych, zasobów torfowych, właściwości fizycznych i chemicznych oraz perspektywiczne możliwości ich wykorzystania w świetle aktualnych uwarunkowań ekonomicznych i ochrony środowiska przedstawili: BOROWIEC [1996], MARTYN [1996], PUDELSKI [1996] i HABER [1998]. Problematykę wprowadzania do produkcji nowych podłoży mineralnych i syntetycznych omawiają prace OŚWIECIMSKIEGO [1996] i RUMPLA [1998]. Fizjologiczne aspekty nawożenia, odżywiania i diagnozowania potrzeb nawozowych roślin uprawianych w nowych podłożach mineralnych były przedmiotem prac NURZYŃSKIEGO [1996, 1998].

Poszerzając się uprawa roślin ogrodniczych w podłożach inertnych, wyłania nowe problemy badawcze i praktyczne w zakresie ilości i jakości plonu, ochrony środowiska, odżywiania i nawożenia roślin, składu pożywek, technik nawożenia, sterowania nawożeniem i nawadnianiem, zagospodarowania zrzutów pożywek, wprowadzania zamkniętych układów nawożenia. Ogólne omówienie tych problemów, z zaznaczeniem korzyści i niebezpieczeństw coraz szerszego wprowadzania do praktyki ogrodniczej podłoży inertnych są celem niniejszego artykułu.

## **Rodzaj podłoża jako kryterium klasyfikacji upraw bezglebowych**

Wszystkie uprawy w podłożach i rzadziej obecnie stosowanych ziemiach ogrodniczych, definiuje się jako „uprawy bezglebowe” – „soilless culture (ang.), „cultures hors sol” (fr.), „substraat kultur” (hol.) „erdelose Kulturverfahren” (niem.). Stanowią one alternatywę dla tradycyjnej uprawy w glebie. Intensywny wzrost w ostatnich latach liczby nowych podłoży, zwłaszcza pozytywne efekty produkcyjne z zastosowaniem szerokiego asortymentu podłoży inertnych, jak również postęp we wdrażaniu nowych technik nawadniania i nawożenia, wyłoniły potrzebę sklasyfikowania upraw bezglebowych. Podstawowym kryterium klasyfikacji jest rodzaj podłoża a uzupełniającym sposób dostarczania pożywki. Pierwsze propozycje klasyfikacji opracowali STEINER [1977] i DAVTYAN [1980] a w latach 1990-tych MOLITOR [1991]. Klasyfikację, uwzględniającą aktualny stan wiedzy i asortyment podłoży ostatnich lat, przedstawiono na schemacie 1. Jak wynika z zamieszczonych danych, uprawy bezglebowe dzielą się na uprawy hydroponiczne i uprawy w których nie są stosowane systemy hydroponiczne. W ramach upraw hydroponicznych wyróżnia się uprawy bez podłoża, jak np. hydroponika stagnująca, cienkowarstwowe kultury przepływowe NFT (nutrient film technique) czy aeroponka, oraz hydroponiki z podłożami inertnymi lub tradycyjnymi. Zatem najnowsze technologie uprawy z zastosowaniem wełny mineralnej czy innego podłoża inertnego są uprawami hydroponicznymi. Zastosowane w hydroponikach podłoża inertne mają na celu optymalizację warunków powietrzno-wodnych w środowisku korzeniowym, jak również mechaniczne utrzymanie systemu korzeniowego.

Schemat 1; Scheme 1

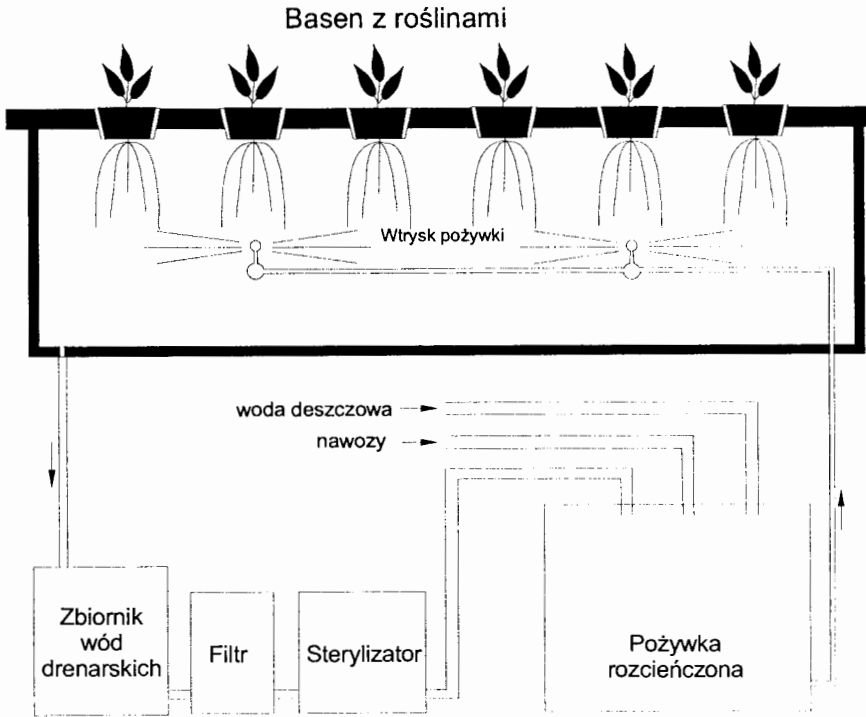


(i) - podłoża inertne

Prowadzone są intensywne badania nad całkowitym wyeliminowaniem podłoża z uprawy roślin. Początki tej koncepcji sięgają typowej hydroponiki z nieruchomą pożywką (stagnującą). Wadą zasadniczą tej uprawy było niedostateczne natlenienie środowiska korzeniowego. Hydroponikę stagnującą udoskonalił COOPER [1979] wprowadzając metodę NFT (nutrient film technique) w której pożywka była w ciągłym lub cyklicznym ruchu. Jest to metoda energochłonna (stała praca pomp) w której również nie uzyskuje się zadawalającego natlenienia systemów korzeniowych oraz stabilnego wigoru roślin. Konsekwencją doskonalenia hydroponik jest koncepcja upraw aeroponicznych, zawierająca najbardziej zaawansowane rozwiązania techniczne [MOLITOR, FISHER 1989], MOLITOR [1991], KRELL, HHOEVEN [1996], LIM [1996]. Uprawę aeroponiczną przedstawiono na schemacie 2. Rośliny umieszczone są w basenach, zamkniętych zagonach, pojemnikach, rurach lub odpowiednio skonstruowanych profilach, ze swobodnie zwisającym systemem korzeniowym. Do środowiska korzeniowego cyklicznie wtryskiwana jest silnie rozdrobniona pożywka, zwilżając systemy korzeniowe. Nadmiar pożywki jest zbierany, mieszany z wodą (najczęściej deszczową), uzupełniany w składniki pokarmowe i ponownie wtryskiwany do środowiska korzeniowego. W tej metodzie uzyskuje się najmniejsze zużycia wody i składników pokarmowych, przy optymalnym natlenieniu systemów korzeniowych i nie zanieczyszczaniu środowiska.

Schemat 2; Scheme 2

Schemat uprawy aeroponicznej  
Scheme of aeroponic culture



### Wady i zalety podłoży inertnych

Najważniejszą zaletą większości podłoży inertnych jest utrzymywanie optymalnych i stabilnych warunków powietrzno-wodnych środowiska korzeniowego [REIJERS 1990; RUIJS 1993; HO, ADAMS 1995]. Właściwości powietrzno-wodne najczęściej stosowanych podłoży inertnych, takich jak: wełna mineralna, wełna szklana, keramzyt, tłuźnie, perlit, pianka poliuretanowa (PU), pianka polifenolowa (oasis), piasek i żwir, w porównaniu z podłożami nie inertnymi, tj.: torfem, włóknem drzewnym, włóknem kokosowym i wermikulitem, według ANTHURA [1998], przedstawiono na schemacie 3. Jest to pojemność wodna-objętościowa, oznaczona po całkowitym zalaniu podłoży wodą i odcieknięciu wody grawitacyjnej. W podłożu torfowym dominują właściwości wodne nad powietrznymi – przy 10% udziale fazy stałej, udział wody wynosi 83%, a powietrza tylko 7%. W przeciwieństwie do torfu, w rocznej macie z wełny mineralnej, przy 3% udziale fazy stałej (porowatość całkowita 97%), udział wody wynosi 52% a powietrza 45%. Ten układ jest zbliżony, a w przypadku porowatości, przekracza optymalne parametry powietrzno-wodne zalecane przez PENNINGSFELDA [za PUDELSKIM 1996]. Podobnie jak w wełnie mineralnej, wysoka porowatość oraz właściwy rozkład stosunków powietrzno-wodnych jest w wełnie szklanej, żużlu wulkanicznym i łusce kokoso-

wej. Natomiast w keramzycie, włóknie drzewnym i piance poliuretanowej (PU) dominują właściwości powietrzne nad wodnymi.

Stosunki powietrzno-wodne można stosunkowo łatwo zmieniać i dostosowywać do wymagań roślin przez granulację podłoży. Zwiększając średnicę granul, zwiększa się udział powietrza przez obniżenie udziału wody. Granuluje się żużel wulkaniczny, keramzyt, perlit, tłucznie, wermikulit, torf jak również wykorzystuje się naturalne zróżnicowanie frakcji piasku i żwiru.

W ostatnich latach zwiększa się powierzchnia upraw z zastosowaniem odpadów organicznych, związanych z obróbką owoców orzecha kokosowego. Jak wynika ze schematu 3, najlepsze właściwości powietrzno-wodne ma łuska kokosowa. Coraz szerzej stosowany w praktyce – zwłaszcza w uprawie pomidora i róży – kokos o strukturze torfowej, ma zdecydowanie wyższą pojemność wodną niż powietrzną – co zbliża go do torfu. Krańcowo przeciwnie właściwości ma włókno kokosowe, z silną dominacją pojemności powietrznej.

Znajomość właściwości powietrzno-wodnych podłoży ma ważne znaczenie praktyczne. W podłożach o małej pojemności wodnej – a tym samym dużej pojemności powietrznej – jest inna częstotliwość nawadniania i nawożenia – fertygacji. Generalnie, w podłożach tych, fertygacja powinna być znacznie częstsza i stosowana w mniejszych dawkach.

BENOIT, CEUSTERMANS [1990], SPITZLAY [1990], MOLITOR [1991], HOUWAN, RUIJS [1993], OESER [1993], OLYMPIOS [1993], OS [1994], OŚWIECIMSKI [1996] – oprócz korzystnych i stabilnych właściwości fizycznych – do zalet uprawy roślin w podłożach inertnych – głównie w warstwie mineralnej – zaliczają: wyższe ilościowo i jakościowo plony roślin, oszczędność zużycia energii o około 10%, wody i nawozów o 30–40%, wcześniejsze i bardziej wyrównane kwitnienie i plonowanie, możliwość precyzyjnego utrzymywania optymalnych poziomów składników pokarmowych i odczynu w rizosferze, zmniejszenie zużycia podłoża, wyeliminowanie lub ograniczenie występowania chorób odglebowych, umożliwienie stosowania nawożenia w układach zamkniętych z recyrkulacją pożywki jako podstawowej technologii nie zanieczyszczającej środowiska.

Do wad należy zaliczyć: wysokie koszty założenia uprawy w pierwszym roku produkcji, możliwość wystąpienia chorób środowiska korzeniowego w przypadku niewłaściwego odkażania pożywki w systemach recyrkulacyjnych oraz wyższe kwalifikacje zawodowe producentów.

### **Podłoża inertne, fertygacja, zamknięte systemy nawożenia**

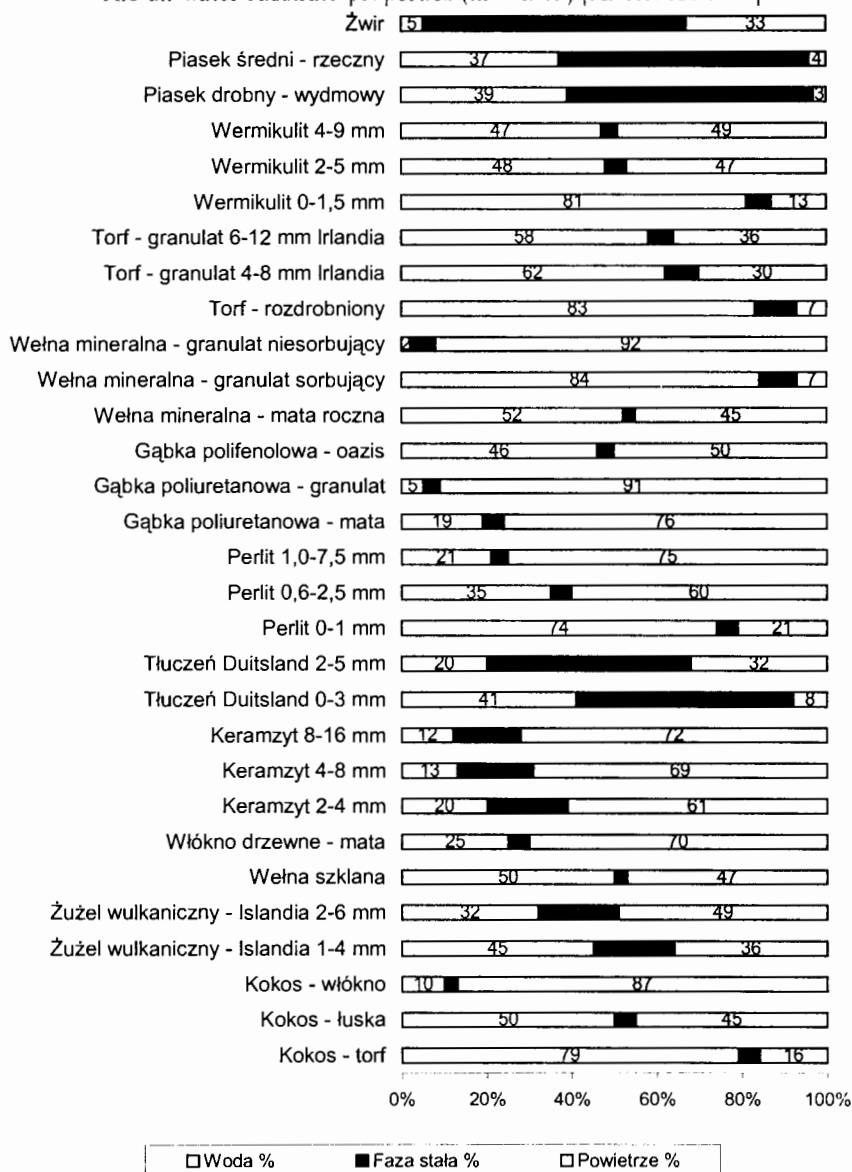
Dynamiczny rozwój uprawy roślin w podłożach inertnych jest możliwy dzięki intensywnemu postępowi badań podstawowych i aplikacyjnych, dotyczących nowych technologii nawadniania i nawożenia. Postęp techniczny w zakresie precyzyjnego tworzenia pożywek o ściśle założonym składzie i ich emisji do roślin, umożliwił wykorzystanie na szeroką skalę w praktyce, znanego i szeroko opisanego w literaturze naukowej współdziałania nawożenia z nawadnianiem. Pojawił się w literaturze naukowej i obecnie powszechnie jest stosowany w praktyce nowy termin – „fertygacja” – ang. „fertigation” [KOMOSA 1994; KOMOSA 1998a, 1998b]. Jest to połączenie nawożenia z nawadnianiem, podobnie jak słowo „fertigator” jest połączeniem słów „fertilization” i „irrigation”. W uprawach bezglebowych stosuje się głównie fertygację kropłową, umożliwiającą zmniejszenie zużycia wody,

w przeciwieństwie do fertygacji zalewowej lub deszczownicianej. W systemie fertygacji, woda jest nośnikiem składników pokarmowych zastosowanych w nawozach, przy czym istotą fertygacji jest skorelowanie potrzeb wodnych z pokarmowymi roślin [KOMOSA, STAFECKA 1997; KOMOSA 1998a, 1998b].

Schemat 3; Scheme 3

Właściwości powietrzno-wodne podłoży (w % obj.) [ANTHURA 1998]

The air-water substrate properties (in vol. %) [ANTHURA 1998]

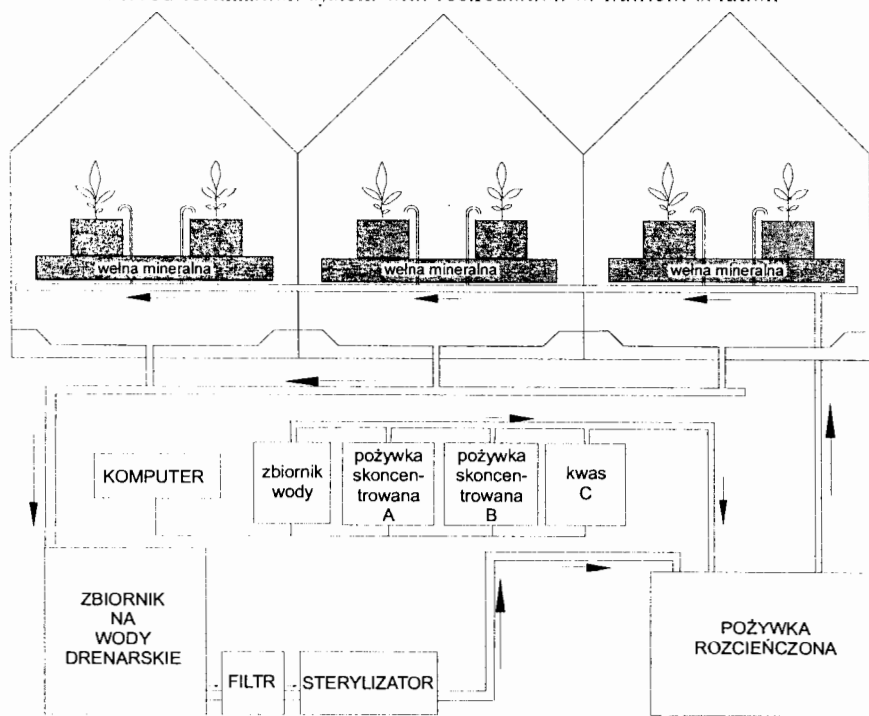


W uprawach bezglebowych, nawożenie w formie fertygacji kroplowej, może funkcjonować w systemach zamkniętych. Produkcja roślin ogrodnich pod osło-

nami może być pierwszą gałęzią produkcji roślinnej nie zanieczyszczającej środowiska przyrodniczego nawozami. Pojęcie „zamknięty system nawożenia” („closed fertilization system” lub „closed hydroponic system”), który stanowi element szerokiego pojęcia „zamknięty system uprawy” („closed cultivation system”) jest prezentowane przez różnych autorów w różnicowanym znaczeniu. Niektórzy autorzy, np. BÖHME [1996], zaliczają do zamkniętych systemów nawożenia tylko układy z recykulacją pożywki. W świetle obecnie prezentowanych poglądów, nawożenie w uprawach bezglebowych można podzielić na „systemy otwarte” (syn. hydroponika otwarta) i „systemy zamknięte” (syn. hydroponika zamknięta). W ramach „systemów zamkniętych” można wyróżnić „systemy z recykulacją pożywki” (syn. systemy recykulacyjne) i „systemy bez recykulacji pożywki” (syn. systemy bez recykulacji, lub systemy drenażowe).

Schemat 4; Scheme 4

Zamknięty system nawożenia z recykulacją pożywki  
Closed fertilization system with recirculation of nutrient solution



W „systemach otwartych” nadmiar pożywki wyciekający z podłoża, zarówno organicznego jak i mineralnego, określane również jako wody drenażowe, w sposób niekontrolowany odprowadzany jest do gleby lub gruntu szklarniowego. W systemach zamkniętych z recykulacją, nadmiar pożywki – po filtracji, odkażeniu, rozcieńczeniu i wzbogaceniu w niektóre składniki – jest ponownie wprowadzany do obiegu [KOMOSA 1995, 1996, 1997; KOMOSA, OLECH 1996a, 1996b], (schem. 4). W systemach zamkniętych bez recykulacji, nadmiar pożywki jest gromadzony w zbiornikach i w sposób racjonalny wykorzystywany do kontrolowanego nawożenia tradycyjnych upraw szklarniowych, terenów zieleni – zwłaszcza trawników oraz

polowych upraw ogrodnich i rolniczych. Szczególnie cennymi odbiorcami tej pożywki – zawierającej komplet makro- i mikroelementów, których źródłem są bardzo cenne i drogie nawozy – w tym również chelaty, mogą być sadownicy, posiadający systemy nawadniania i fertygacji.

W ostatniej dekadzie XX wieku, Rząd Holandii uchwalił memorandum, zatytułowane „Agricultural Structure Memorandum”, jak również zatwierdził szereg planów, jak np.: „National Environmental Policy Plan” i „Multi-Year Protection Plan”, dotyczących zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska do 2000 roku, przez wyeliminowanie niekontrolowanej emisji roztworów nawozowych i środków ochrony roślin do gleb i wód powierzchniowych [Os 1994]. Podobne przedsięwzięcia podejmują pozostałe państwa Unii Europejskiej.

Jak podaje RUNIA i AMSING [1996] do 2000 roku wszystkie szklarnie w Holandii powinny funkcjonować nie tylko w zamkniętych systemach nawożenia, ale w znacznie szerszym zakresie, tj. zamkniętych systemach uprawy. Efekty praktyczne tych założeń, obserwowane w 2001 roku nie są zadawalające. Zasadniczą trudnością we wdrażaniu układów recykulacyjnych jest niebezpieczeństwo porażenia roślin chorobami wywoływanymi przez patogeny środowiska korzeniowego, zwłaszcza rozwijające się w środowisku wodnym, np.: grzyby z rodzaju *Fusarium*, *Pythium*, *Trichoderma*, *Phytophthora*, *Colletotrichum* i *Olpidium* [HOCKLENHULL, FUNCK-JENSEN 1983]. Prowadzone są badania nad skutecznością dezynfekcji pożywek z zastosowaniem takich metod jak: wysokie temperatury [Os 1988], promieniowanie UV [ACHER i in. 1997], jodowanie [MOLITOR 1991], ozonowanie i traktowanie nadtlenkiem wodoru [RUNIA, AMSING 1996], stosowanie pestycydów – Previcuru [GROTE i in. 1992], Radomilu i Zinebu [GROTE, BUCSI 1992], Nylate [BLISS 1996], jak również powolna filtracja przez warstwy piasków, żwirów lub złóż biologicznych [RUNIA i in. 1996]. W pożywkach funkcjonujących w systemach recykulacyjnych pojawiają się również inhibitory wzrostu roślin, zwłaszcza kwasy fenolowe. Usuwanie tych związków przez rozkład mikrobiologiczny zaproponowali SUNDIN i WAECHTER-KRISTENSEN [1993]. Systemy zamknięte są stosowane głównie w uprawach pod osłonami, jakkolwiek mogą być również wprowadzane do upraw polowych [RUMPEL i in. 1996].

W Polsce niestety, większość upraw ogrodnich w podłożach inertnych jak i organicznych (torf, włókno kokosowe) jest prowadzonych w otwartych układach nawożenia. Wody drenarskie wpuszczane są bezpośrednio do gruntu szklarniowego lub gleb przyległych do szklarni. Należy zaznaczyć, że pożywka w ryzosferze, jak również wody drenarskie są bogatsze w składniki pokarmowe niż pożywka dostarczana roślinom [MICHAŁOJC 1966; MICHAŁOJC, NOWAK 1998; WILK, KOMOSA 1998; BREŚ 2000; KOMOSA, WILK 2000,]. Wynika to z efektu zatkania pożywki jako skutku dominacji transpiracji wody nad pobieraniem składników pokarmowych przez rośliny [KOMOSA, GAPYS 1996; KOMOSA, STAFFECKA 1997; KOMOSA, SMERECZNIK 1998].

Badania autora prowadzone w latach 1995–2001 w rejonach o intensywnej produkcji ogrodnich z zastosowaniem wełny mineralnej, wskazują na narastające zanieczyszczenie wód studziennych składnikami pokarmowymi i balastowymi. Skrajne zanieczyszczenie wód studziennych w Wielkopolsce, głównie w rejonach Kalisza, Pleszewa i Śmigła, gdzie jest największe zagęszczenie gospodarstw ogrodnich z uprawą pomidora szklarniowego w wełnie mineralnej, przedstawiono w tabelach 1–3. Najbardziej zanieczyszczone są wody w rejonie Śmigła (tab. 1). Zawartość azotanów w niektórych studniach gospodarstw ogrodnich przekra-



cza zawartości dopuszczalne dla ludzi 20,1–107,0 mg N-NO<sub>3</sub>·dm<sup>-3</sup> wody (zakres dopuszczalny do 10 mg N-NO<sub>3</sub>·dm<sup>-3</sup> [RMZ 2000]. We wszystkich studniach występują nadmierne ilości fosforanów 0,8–1,8 mg P·dm<sup>-3</sup> wody (dopuszczalnie do 0,07 mg P·dm<sup>-3</sup>). Zawartość potasu w studniach silnie zanieczyszczonych wynosi 93,6–95,3 mg K·dm<sup>-3</sup>, natomiast powszechny jest zakres 10,0–18,0 mg K·dm<sup>-3</sup> (dopuszczalnie do 10 mg K dm<sup>-3</sup>). Rejon ten charakteryzuje się bardzo wysoką zawartością wapnia – w większości studni 95,1–232,0 mg Ca·dm<sup>-3</sup> – wystarczającą dla zaspokojenia potrzeb pokarmowych roślin w uprawach bezglebowych. Producenci nie muszą dodawać saletry wapniowej do pożywek. Należy zaznaczyć, że jest to wapń jonowy, rozpuszczalny w wodzie, całkowicie przyswajalny przez rośliny. Z badań autora wynika, że wapnia ogólnego jest około 2 razy więcej niż jonowego (aktywnego). Część wapnia nie jonowego, głównie w formie koloidalnej, może być częściowo przyswajalna przez rośliny. W niektórych krajach Europy, np. w Holandii, przy opracowaniu pożywek dla uprawy roślin w wodzie mineralnej, poziom wapnia określa się na podstawie zawartości Ca og. w wodzie. Jest to problem dyskusyjny, mający swoich zwolenników jak i przeciwników.

Tabela 1; Table 1

Maksymalne zanieczyszczenie wód studziennych składnikami pokarmowymi i balastowymi w rejonie Śmigła (mg·dm<sup>-3</sup>)

Maximum of nutrient and ballast elements of well water contamination in Śmigiel region (mg·dm<sup>-3</sup>)

Składnik Element	Nr studni; Well number								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N-NH <sub>4</sub>	śl.	śl.	0,3	śl.	śl.	0,3	śl.	śl.	0,3
N-NO <sub>3</sub>	20,1	22,1	24,3	25,5	30,6	35,0	40,0	50,1	107,0
P	0,9	1,7	1,3	1,5	1,5	1,8	1,6	0,8	1,1
K	12,7	17,7	1,1	3,7	14,3	2,0	93,6	2,4	95,3
Ca	130,7	68,4	74,9	118,1	154,2	95,1	52,6	132,3	232,0
Mg	20,3	27,2	17,3	14,6	43,3	17,4	20,7	18,4	56,4
Na	10,1	53,0	22,4	24,7	70,1	23,8	26,4	24,2	39,8
Cl	20,4	90,1	62,5	55,4	80,1	64,9	52,9	18,9	51,3
S-SO <sub>4</sub>	78,5	80,0	85,2	77,5	92,9	71,4	80,5	82,1	115,0
Fe	0,077	0,037	0,229	0,124	0,175	0,316	0,031	0,127	0,258
Mn	0,719	0,143	0,037	0,025	0,622	0,063	0,153	0,042	0,839
Zn	1,357	0,186	0,477	0,564	0,145	4,998	0,306	0,141	1,714
B	0,024	0,048	0,049	0,008	0,019	0,096	0,039	0,023	0,047
Cu	0,008	śl.	0,024	śl.	0,007	0,005	śl.	0,016	0,020
HCO <sub>3</sub> (me·dm <sup>-3</sup> )	2,35	3,20	2,20	1,85	3,55	1,85	0,70	1,75	1,70
HCO <sub>3</sub> (mg·dm <sup>-3</sup> )	143,3	195,2	134,2	112,8	216,5	112,8	42,7	106,7	10,4
Twardość; Hardness, Ca (°dH)	18,3	9,6	10,5	16,5	21,6	13,3	7,4	18,5	32,5
Twardość; Hardness, Mg (°dH)	4,7	6,3	4,0	3,4	10,0	4,0	4,8	4,3	13,1
Twardość; Hardness, Ca + Mg (°dH)	23,0	15,9	14,5	19,9	31,6	17,3	12,2	22,8	35,6
pH	6,35	6,33	6,43	6,82	6,56	6,78	5,80	7,32	6,18
EC mS·cm <sup>-1</sup>	0,902	1,217	1,021	1,033	1,412	1,075	1,050	1,068	1,970

śl. – ślad; traces

Wody studzienne rejonu Śmigła są również wzbogacane w magnez, górne zakresy to 43,3–56,4 mg  $Mg \cdot dm^{-3}$  (zawartość wysoka powyżej 32 mg  $Mg \cdot dm^{-3}$ ), sól 53,0–70,1 mg  $Na \cdot dm^{-3}$  (dopuszczalnie do 30 mg  $Na \cdot dm^{-3}$ ), chlorki 51,3–90,1 mg  $Cl \cdot dm^{-3}$  (dopuszczalnie do 30 mg  $Cl \cdot dm^{-3}$ ) i siarczany 71,4–115,0 40 mg  $S-SO_4 \cdot dm^{-3}$  (dopuszczalnie do 40 mg  $S-SO_4 \cdot dm^{-3}$ ). W wielu wodach zawartość mikroelementów odpowiada lub przewyższa ich optymalne stężenie w pożywkach, tzw. stężenie hydroponiczne. Takimi mikroelementami są mangan – zawartość 0,143–0,839 mg  $Mn \cdot dm^{-3}$  oraz cynk, którego zawartość kilkakrotnie przekracza stężenie hydroponiczne – górny zakres 0,306–4,998 mg  $Zn \cdot dm^{-3}$ . Wysoka zawartość cynku często występuje w nowych szklarniach, w których zastosowano rury cynkowe lub ocynkowane w systemach nawadniających lub fertygacyjnych. Mimo wysokiej zawartości manganu poziom żelaza nie przekracza zawartości dopuszczalnych (do 0,25 mg  $Fe$  rozp.  $dm^{-3}$ ). Nie stwierdzono również zanieczyszczenia wód borem i miedzią. Cechą charakterystyczną wód rejonu Śmigła jest niska zawartość dwuwęglanów oraz kwaśny odczyn, jako skutek wysokiej zawartości azotanów i siarczanów. Prawie wszystkie badane wody mają wysokie EC – powyżej 1,0  $mS \cdot cm^{-1}$ , przy rekordowej przewodności 1,970  $mS \cdot cm^{-1}$ , jako efekt wysokiej zawartości składników pokarmowych i balastowych. Wysokie zanieczyszczenie wód w tym rejonie ma związek nie tylko z obecnymi technologiami nawożenia, ale również intensywną produkcją ogrodniczą w latach ubiegłych.

Tabela 2; Table 2

Maksymalne zanieczyszczenie wód studziennych składnikami pokarmowymi i balastowymi w rejonie Pleszewa ( $mg \cdot dm^{-3}$ )

Maximum of nutrient and ballast elements of well water contamination in Pleszew region ( $mg \cdot dm^{-3}$ )

Składnik Element	Nr studni; Well number									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
N-NH <sub>4</sub>	śl.	śl.	śl.	śl.	śl.	śl.	śl.	śl.	śl.	
N-NO <sub>3</sub>	6,5	6,6	9,2	9,2	9,8	10,3	10,8	13,0	32,3	
P	0,6	1,1	0,9	1,2	0,9	1,3	1,4	0,2	1,7	
K	2,5	1,8	0,3	3,8	3,4	4,2	33,6	3,8	8,2	
Ca	46,3	64,6	75,2	42,1	37,2	67,1	120,8	36,8	83,0	
Mg	31,5	30,6	8,3	27,8	36,8	34,9	30,8	35,2	46,0	
Na	40,9	53,2	8,6	44,5	42,4	47,1	36,3	47,2	52,2	
Cl	46,6	40,4	16,1	81,4	51,1	67,2	80,1	32,7	57,1	
S-SO <sub>4</sub>	40,0	29,2	39,2	40,0	30,6	30,2	88,7	31,1	82,1	
Fe	0,031	0,154	0,023	0,158	0,165	0,060	0,151	0,045	0,041	
Mn	0,008	0,032	0,014	0,013	0,027	0,019	0,457	0,018	0,177	
Zn	0,754	0,239	0,622	0,301	1,701	0,093	0,039	0,171	0,109	
B	0,012	0,012	0,008	0,012	0,009	0,017	0,025	0,018	0,017	
Cu	śl.	0,001	śl.	śl.	0,002	0,019	0,010	0,001	0,007	
HCO <sub>3</sub> (mmol(+) $dm^{-3}$ )	4,95	5,20	2,90	5,05	4,85	5,35	2,35	4,90	6,25	
HCO <sub>3</sub> ( $mg \cdot dm^{-3}$ )	301,9	317,2	176,9	308,0	295,8	326,3	143,3	298,9	381,2	
Twardość, Hardness, Ca (°dH)	6,5	9,0	10,5	5,9	5,2	9,4	16,9	5,1	11,6	
Twardość, Hardness, Mg (°dH)	7,3	7,1	1,9	6,4	8,5	8,1	7,1	8,1	10,6	
Twardość, Hardness, Ca + Mg (°dH)	13,8	16,1	12,4	12,3	13,7	17,5	24,0	13,2	22,2	
pH	7,97	7,30	6,41	7,16	7,66	6,79	6,40	7,38	6,93	
EC $mS \cdot cm^{-1}$	0,829	0,823	0,579	0,829	0,855	0,828	1,211	0,831	1,396	

śl. – ślad; traces

Mniejsze zanieczyszczenie wód studziennych jest w rejonie Pleszewa, jakkolwiek w wielu przypadkach występuje tam nadmierna zawartość azotanów, fosforanów, podwyższona lub wysoka zawartość potasu (tab. 2). Podobnie jak w rejonie Śmigła, występuje duże nagromadzenie sodu, chlorków i siarczanów. Ze względu na wysoką zawartość wapnia i magnezu są to w większości wody średnio-twarde (10–15°dH) i twarde (powyżej 15°dH). Tę twardość wapniowo-magnezową dodatkowo zwiększa duża zawartość sodu i częściowo potasu, podnosząc istotnie twardość ogólną. Wody w tym rejonie są bogate w dwuwęglany (zakres dopuszczalny do 3,0 mmol HCO<sub>3</sub>·dm<sup>-3</sup>) i mają wysokie EC.

Wpływ otwartych systemów nawożenia na zanieczyszczenie wód studziennych jest widoczny również w rejonie Kalisza, jakkolwiek jest mniejszy niż w rejonie Śmigła i Pleszewa (tab. 3). Zaznacza się również wyraźny wzrost zawartości azotanów, fosforanów, chlorków, siarczanów i cynku. W przeciwieństwie do rejonów Śmigła i Pleszewa jest mniejsze nagromadzenie w tych wodach wapnia, magnezu i potasu.

Tabela 3; Table 3

Maksymalne zanieczyszczenie wód studziennych składnikami pokarmowymi i balastowymi w rejonie Kalisza (mg·dm<sup>-3</sup>)

Maximum of nutrient and ballast elements of well water contamination in Kalisz region (mg·dm<sup>-3</sup>)

Składnik Element	Nr studni; Well number									
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
N-NH <sub>4</sub>	śl.	śl.	śl.	śl	śl.	śl.	śl.	śl.	śl.	
N-NO <sub>3</sub>	2,6	2,7	3,7	4,6	5,7	5,8	14,2	16,9	21,3	
P	0,8	0,9	1,5	1,3	1,1	1,3	2,1	0,25	0,2	
K	1,1	1,7	1,8	1,4	2,7	1,2	0,8	1,6	37,6	
Ca	61,1	43,5	37,8	51,7	27,9	45,2	79,4	95,3	117,9	
Mg	31,1	17,9	30,9	16,6	41,7	14,2	13,8	33,2	21,1	
Na	36,0	11,6	30,7	15,5	36,9	15,1	17,5	23,4	37,6	
Cl	20,7	9,4	7,4	31,7	32,2	28,3	64,1	65,7	49,2	
S-SO <sub>4</sub>	17,3	4,2	śl	28,5	0,1	23,7	47,2	81,8	84,1	
Fe	0,018	0,017	0,125	0,058	0,319	0,146	0,088	0,048	0,107	
Mn	0,024	0,002	0,034	0,024	0,019	0,021	0,017	0,061	0,067	
Zn	0,029	0,042	0,220	2,204	0,108	4,428	0,852	0,331	0,123	
B	0,005	0,014	0,010	0,009	0,020	0,008	0,009	0,007	0,009	
Cu	śl.	śl.	śl.	0,018	0,001	0,007	0,001	śl.	śl.	
HCO <sub>3</sub> (mmol(+)-dm <sup>-3</sup> )	6,20	5,25	5,45	4,45	5,70	4,30	4,15	5,25	3,85	
HCO <sub>3</sub> (mg·dm <sup>-3</sup> )	378,2	320,5	332,4	271,5	347,7	262,3	235,1	320,2	234,8	
Twardość; Hardness, Ca (°dH)	8,5	6,1	5,3	7,2	3,9	6,3	11,1	13,3	16,5	
Twardość; Hardness, Mg (°dH)	7,2	4,1	7,2	3,8	9,6	3,3	3,2	7,7	4,9	
Twardość; Hardness, Ca + Mg (°dH)	15,7	10,2	12,5	11,0	13,5	9,6	14,3	21,0	21,4	
pH	6,98	7,58	7,01	7,06	6,85	6,41	6,35	6,78	7,35	
EC mS·cm <sup>-1</sup>	0,654	0,518	0,513	0,670	0,629	0,625	0,786	1,230	1,042	

śl. – ślad; traces

Wody w regionie Kalisza zawierają również wysoką zawartość dwuwęglanów, mają odczyn bardzo zróżnicowany – od kwaśnego do zasadowego. Niższe zawartości składników pokarmowych i balastowych w tych wodach jest potwierdzone niższym EC.

Badania składu chemicznego wód w Wielkopolsce pozwalają przypuszczać, że również w innych regionach Polski o dużym nagromadzeniu szklarni z otwartymi systemami nawożenia, następuje zanieczyszczenie wód składnikami nawozowymi – pokarmowymi jak i balastowymi [KOWALCZYK 1966; KOMOSA, ROSZYK 1998; KOWALCZYK i in. 2001]. Istnieje pilna potrzeba badań w tym zakresie jak i podjęcie działań zapobiegających tym niekorzystnym wpływom. Do najważniejszych należy wprowadzenie do praktyki zamkniętych układów nawożenia. Dotyczy to zwłaszcza nowych obiektów szklarniowych. Ich odbiór techniczny powinien być uzależniony od obecności instalacji związanych z możliwością zbierania wód drenarskich.

### **Plonowanie roślin w podłożach tradycyjnych i inertych**

Obszerna literatura naukowa wskazuje, że plonowanie roślin w podłożach inertych jest wyższe niż w podłożach tradycyjnych. Najwięcej badań wykonano w zakresie porównania upraw w wełnie mineralnej i podłożach torfowych. W badaniach polskich, wyższe plonowanie w wełnie mineralnej niż w torfie, w doświadczeniach z pomidorem wykazali MALINOWSKI i in. [1992]; WYSOCKA-OWCZAREK [1996]; PAWLIŃSKA, KOMOSA [2000]; KOWALSKA [2001], NURZYŃSKI i in. [2001], z ogórkiem PIRÓG [2001a], z papryką STĘPOWSKA, ELKNER [2001], z gerberą CHMIEL, WRĘGA [1966].

PIRÓG [1996a, 1996b, 1996c, 1998c 2001a, 2001b] w doświadczeniach z ogórkiem wykazał wysoką przydatność do uprawy nie tylko wełny mineralnej, ale również keramzytu i włókna kokosowego. Plonowanie ogórka w tych podłożach nie różniło się istotnie. Nie stwierdził również istotnych różnic w plonowaniu ogórka uprawianego w wełnie mineralnej, w wełnie szklanej i piance poliuretanowej. Autor ten w doświadczeniach z pomidorem [PIRÓG 1999] wykazał, że plonowanie tej rośliny w włóknie kokosowym może być lepsze niż w wełnie mineralnej lub mieszaninie torfu niskiego z korą. Badał również możliwość wielokrotnego wykorzystania podłoży do uprawy pomidora i ogórka. Stwierdził prawidłowe plonowanie ogórka w jednokrotnie użytkowanej wełnie mineralnej [PIRÓG 1998b, 1998c] i pomidora w trzykrotnie użytkowanej wełnie mineralnej, keramzycie lub włóknie kokosowym [PIRÓG 1998a].

W badaniach z pomidorem CHOJURA i KOMOSA [1998a, 1998b, 1999, 2000a] stwierdzili, że najwyższe plonowanie, nie różniące się istotnie było w wełnie mineralnej i keramzycie, natomiast istotnie niższe w piance poliuretanowej.

NURZYŃSKI [1998] oraz MICHAŁOJC i NURZYŃSKI [1998], dowiedli wysoką przydatność piasku jako podłoża konkurencyjnego dla wełny mineralnej. W doświadczeniach ze skróconą uprawą pomidora stwierdzili, że plonowanie pomidora w piasku było podobne jak w wełnie mineralnej i torfie. W uprawie jednak wydłużonej [NURZYŃSKI i in. 2000a, 2000b, 2001] korzystniejsze plonowanie stwierdzono w wełnie mineralnej. Możliwość zwiększenia pojemności sorpcyjnej wełny mineralnej przez dodanie do niej zeolitu badali STARCK i in. [1966]. Nie stwierdzili jednak istotnego wpływu na plonowanie pomidora.

Wełna mineralna może być również stosowana w uprawie sałaty z możli-

wością redukcji w niej zawartości azotanów [KOBRYŃ 1996], jak również w uprawie papryki [KOBRYŃ, JANOWSKI 1998; KOBRYŃ 1999].

Do uprawy roślin ozdobnych, zwłaszcza anturium, dużą przydatnością charakteryzuje się keramzyt [KOMOSA 1999; KOMOSA, KLEIBER 2001]. Podłoże to ma również duże zastosowanie w uprawie róż [KOMOSA, PAWLIŃSKA 1999].

Coraz częściej prowadzone są badania nad wykorzystaniem podłoża z pianki aminowej Phytozell do uprawy ogórka i pomidora [BARTKOWSKI 1998; MICHAŁOJC I NOWAK 2000]. Stwierdzono, że plonowanie roślin w tych podłożach było podobne jak w wełnie mineralnej.

Wełna mineralna może być wykorzystywana jako dodatek do podłoża tradycyjnych. MARTYN I STROJNY [1996] wskazują na pozytywny wpływ dodatku wełny mineralnej na poprawę właściwości powietrzno-wodnych podłoża mineralnych, stosowanych w doniczkowej uprawie roślin ozdobnych. Korzystny efekt dodatku do podłoża torfowych użytkowanej wełny mineralnej lub jej granulatów na wzrost doniczkowych roślin ozdobnych podkreślają TREDER I IN. [1996] oraz STROJNY [1998].

Uprawa roślin ogrodniczych w podłożach inertnych umożliwia uzyskiwanie plonów nie zanieczyszczonych azotanami, azotynami i metalami ciężkimi. Problematyka ta była przedmiotem licznych badań w latach 1950-tych, gdy wdrażane były do praktyki uprawy hydroponiczne. Obecne badania potwierdzają niskie lub śladowe ilości azotanów, azotynów lub metali ciężkich w owocach pomidora [NURZYŃSKI 1998; NURZYŃSKI I IN. 2000a, 2000b; CHOHURA 2000; MICHAŁOJC, NOWAK 2000], ogórka [PIRÓG 2001a], sałaty [KOBRYŃ 1996], jakkolwiek wpływ różnych podłoży inertnych na inne parametry określające wartość biologiczną, między innymi zawartość suchej masy, witaminy C i cukrów oraz niektóre cechy sensoryczne, jest wielokierunkowy [KOBRYŃ, JANOWSKI 1998; CHOHURA, KOMOSA 2000b; ZAWIRSKA-WOJTASIAK I IN. 2000; KOWALSKA 2001].

W związku z coraz szerszym wkraczaniem do praktyki upraw w podłożach inertnych, wyłania się pilna potrzeba dalszych badań w zakresie optymalizacji składu pożywek, umożliwiających uzyskiwanie optymalnego pod względem ilościowym i jakościowym plonu. Na szczególne podkreślenie zasługują badania jakości plonu z uwzględnieniem właściwości sensorycznych. Powinny one być wykonywane we współpracy ze specjalistami z zakresu żywienia człowieka.

Przedstawiony przegląd badań wyraźnie wskazuje, że wprowadzenie do uprawy roślin ogrodniczych podłoża inertnych stanowi duży postęp w produkcji ogrodniczej. Zaznacza się on istotnym wzrostem plonu roślin, poprawą jego jakości oraz zmniejszeniem kosztów produkcji. Powierzchnia tych upraw systematycznie wzrasta. Uprawy bezglebowe z zastosowaniem podłoża inertnych umożliwiają wprowadzenie do praktyki najbardziej zaawansowanych naukowo technologii uprawy roślin w zamkniętych systemach nawożenia. Są to technologie przyjazne środowisku. Wymagają jednak dużego przygotowania naukowego producenta. Stąd konieczne jest wsparcie i pomoc nauki dla producentów decydujących się na kosztowne inwestycje i uprawę roślin w tych technologiach.

## Literatura

ANTHURA 1998. *Cultivation guide Anthurium*. Anthura: 43.

ACHER A., HEUER B., RUBINSKAYA E., FISCHER E. 1997. *Use of ultraviolet-disinfected*

*nutrient solution in greenhouses*. J. Hort. Sci. 72: 117–123.

**BARTKOWSKI K. 1998.** *Fytozell – nowy substrat dla upraw bezglebowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 461: 101–109.

**BENOIT F., CEUSTERMANS N. 1990.** *The use of recycled polyurethane (PUR) as an ecological growing media*. Plasticulture 88: 41–48.

**BLISS W.R.D. 1996.** *Control of water born pathogens in hydroponics using Nylate*. Proc. of the 9<sup>th</sup> Int. Cong. on Soilless Cult., ISOSC, St Helier, Jersey, 12–19.04.1996: 61–73.

**BOROWIEC J. 1996.** *Problemy wykorzystania masy organicznej złóż torfowych Regionu Lubelskiego jako komponentu przy produkcji ziem ogrodniczych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 429: 53–64.

**BÔHME M. 1996.** *Influence of closed systems on the development of cucumber*. Proc. of the 9<sup>th</sup> Int. Cong. on Soilless Cult., ISOSC, St Helier, Jersey, 12–19.04.1996: 75–87.

**BREŚ W. 2000.** *Wpływ rodzaju wełny mineralnej na skład pożywki w środowisku korzeniowym gerbery*. VIII Ogólnop. Konf. Nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych – Zmiany ilościowe i jakościowe w warunkach stresu”. Warszawa 20–21.06.2000: 91–93.

**CHMIEL H., WRĘGA M. 1996.** *Porównanie uprawy gerbery (Gerbera jamesonii H. Bolus ex Hook) w substracie torfowym i w wełnie mineralnej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.: 69–76.

**CHOHURA P. 2000.** *Zawartość składników pokarmowych w strefie korzeniowej, stan odżywienia i plonowanie pomidora szklarniowego w podłożach inertnych*. Praca doktorska, AR Wrocław: 112 ss.

**CHOHURA P., KOMOSA A. 1998a.** *Porównanie przydatności podłoży inertnych do uprawy pomidora szklarniowego*. „Agrotechniczne, fizjologiczne i genetyczne czynniki wczesności plonowania roślin warzywnych”, ATR Bydgoszcz, 17–18.06.1998, Zesz. Nauk. 215, Rolnictwo 42: 37–40.

**CHOHURA P., KOMOSA A. 1998b.** *Wpływ podłoży inertnych i składu pożywek na plonowanie pomidora szklarniowego*. VII Konf. Nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych”, Lublin 8–9.06.1998: 118–122.

**CHOHURA P., KOMOSA A. 1999.** *Wpływ podłoży inertnych na plonowanie pomidora szklarniowego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 466: 471–477.

**CHOHURA P., KOMOSA A. 2000a.** *Plonowanie i stan odżywienia pomidora szklarniowego uprawianego w podłożach inertnych*. Annales UMCS, S. EEE Horticultura, vol. VIII, supl., Lublin: 283–288.

**CHOHURA P., KOMOSA A. 2000b.** *Jakość owoców pomidora szklarniowego uprawianego w podłożach inertnych*. VIII Ogólnop. Konf. Nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych – Zmiany ilościowe i jakościowe w warunkach stresu”. Warszawa 20–21.06.2000: 139–141.

**COOPER A. 1979.** *The ABC of NFT*. Grower Books. London: 181 ss.

**DAVYAN G.S. 1980.** *Classification of hydroponic methods of plant production*. ISOSC-Proceedings Wageningen: 45–52.

**RMZ 2000.** *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2000 r.* Dz. U. 82, poz. 937: 4863–4872.

- GROTE D., BUCSI C. 1992. *Control of Phytophthora nicotianae on tomatoes cultivated in soilless culture under glasshouse conditions*. Gartenbaumwissenschaft 57(4): 183–189.
- GROTE D., BUCSI C., SCHMIDT R. 1992. *Investigations on control of Pythium aphanidermatum in NFT-cultures of tomato and cucumber*. Gartenbaumwissenschaft 57(6): 278–283.
- HABER Z. 1998. *Współczesne metody wykorzystywania torfów w ogrodnictwie ozdobnym*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 461: 15–29.
- HOCKLENHULL J., FUNCK-JENSEN E. 1983. *Is damp-off caused by Phytium, less of a problem in hydroponics than traditional growing system?* Acta Hort. 133: 13–14.
- HO L.C., ADAMS P. 1995. *Nutrient uptake and relation to crop quality*. Acta Hort. 396: 33–44.
- HOUVAN M.S.Y. Van Der, RUIJS M.N.A. 1993. *Glasshouse crops research and experimental station*. Naaldwijk, Report 2: 40.
- KLOUGART A. 1983. *Substrates and nutrient flow*. Acta Hort. 150: 297–309.
- KOBRYŃ J. 1996. *Wpływ poziomu nawożenia azotem na plon oraz akumulację i redukcję azotanów w sałacie masłowej w uprawie jesienno-zimowej na wełnie mineralnej*. II Ogólnop. Symp. „Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie”. Poznań 17–19 VI 1996: 177–180.
- KOBRYŃ J. 1999. *Wpływ poziomu koncentracji pożywki oraz okresowego cieniowania na wysokość plonu i występowanie suchej zgnilizny owoców w uprawie kilku odmian papryki na wełnie mineralnej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 466: 449–460.
- KOBRYŃ J., JANOWSKI K. 1998. *Wpływ trzech poziomów koncentracji pożywki na plon i jakość owoców papryki w uprawie na wełnie mineralnej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 461: 217–226.
- KOMOSA A. 1994. *Nowoczesne technologie nawożenia roślin ogrodniczych*. Ogólnop. Konf. „Nawożenie roślin ogrodniczych – stan badań i perspektywy”, AR Poznań, 9–10 VI 1994: 21–24.
- KOMOSA A. 1995. *Podłoża inertne*. Konf. „Co nowego pod szkłem”. WZO Fundacja Rozwoju Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, 28 II 1995 Poznań: 5–8.
- KOMOSA A. 1995. *Zamknięty system nawożenia – postęp w nawożeniu ekologicznym roślin ogrodniczych*. EKO-MED. II Krajowy Kongres Ekologiczny, 23–25 III 1995 Tarnów: 521–524.
- KOMOSA A. 1996. *Zamknięty system nawożenia – wstęp do recykulacji*. VI Konf. Katedr Uprawy Roli i Nawoż. Roślin Ogrod. AR. „Nawożenie roślin ogrodniczych – stan badań i kierunki rozwoju”, 20–21 VI 1996 Kraków: 8–12.
- KOMOSA A. 1997. *Nawożenie gerbery w układzie recykulacyjnym*. Ogólnopol. Symp. „Nowości w uprawie gerbery”, 06 VI 1997 Poznań: 29–33.
- KOMOSA A. 1998a. *Nowoczesne technologie nawożenia roślin ogrodniczych*. Konf. Nauk. „Więć i rolnictwo Wielkopolski”, 27–28.03.1998: 238–243.
- KOMOSA A. 1998b. *Postęp w technologii produkcji roślin ozdobnych pod osłonami*. Konf. Nauk. „Ogrodnictwo ozdobne przełomu wieków”, 14–15 V 1998 AR Kraków: 9–11.
- KOMOSA A. 1998c. *Nawożenie pomidora szklarniowego w podłożach tradycyjnych i*

- inertnych*. Symp. „Technologie uprawy pomidorów w szklarniach”, 20 XI 1998 Poznań: 33–42.
- KOMOSA A. 1999. *Nawożenie anturium*. IV Konf. dla Producentów Anturium „Postęp w uprawie i ochronie anturium”, Inst. Sad. i Kwiac., 24–25 III 1999 Skierniewice: 10–16.
- KOMOSA A., GAPYS K. 1996. *Zmiany składu pożywki w uprawie gerbery w podłożach inertnych w zamkniętym systemie nawożenia*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 429: 163–167.
- KOMOSA A., KLEIBER T. 2001. *Zawartości wskaźnikowe makroskładników dla anturium uprawianego w podłożach inertnych*. VI Konf. dla Producentów Anturium „Postęp w uprawie i ochronie anturium”. Inst. Sad. i Kwiac. 27–28 III 2001 Skierniewice: 19–28.
- KOMOSA A., OLECH R. 1996a. *Zróżnicowanie składu pożywki w zamkniętym systemie nawożenia pomidora szklarniowego*. Cz. I. *Makroelementy*. PTPN, Prace Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś. 81: 253–260.
- KOMOSA A., OLECH R. 1996b. *Zróżnicowanie składu pożywki w zamkniętym systemie nawożenia pomidora szklarniowego*. Cz. II. *Mikroelementy*. PTPN, Prace Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś. 81: 261–266.
- KOMOSA A., PAWLIŃSKA A. 1999. *Nawożenie róż w podłożach inertnych*. Symp. „Nowości w uprawie róż”, 28 IV 1999 Poznań: 13–18.
- KOMOSA A., ROSZYK J. 1998. *Przydatność wody do fertygacji – wapni*. VII Konf. Nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodnich”, 09–10 VI 1998 AR Lublin: 89–92.
- KOMOSA A., SMERECZNIK P. 1998. *Gąbka poliuretanowa i wełna mineralna jako podłoża do uprawy pomidora szklarniowego*. Konf. nauk. „Teoretyczne i praktyczne aspekty stosowania tradycyjnych i niekonwencjonalnych podłoży ogrodnich”, 4–5 XI 1998 Lublin: 29–30.
- KOMOSA A., STAFECKA A. 1997. *Nawożenie roślin ogrodnich – fertygacja i układy zamknięte*. Konf. Nauk. „Sztuka ogrodów w krajobrazie miasta”, 20–22 VI 1979 Wrocław: 189–192.
- KOMOSA A., WILK B. 2000. *Różnicowanie się składu chemicznego pożywki w uprawie gerbery w wełnie mineralnej*. Roczn. AR Poznań CCCXXIII, Ogrodnictwo 31, cz. I: 79–83.
- KOWALCZYK W. 1966. *Właściwości fizyczne i skład chemiczny wód przeznaczonych do nawożenia i nawadniania*. VI Konf. Katedr Uprawy Roli i Nawoż. Roślin Ogrod. AR „Nawożenie roślin ogrodnich – stan badań i kierunki rozwoju”, 20–21 VI 1996 Kraków: 73–74.
- KOWALCZYK W., KANISZEWSKI S., FELCZYŃSKA A. 2001. *Quality of water for fertigation in vegetable growing under covers*. Vegetable Crops Res. Bul., Skierniewice, vol. 54(1): 75–85.
- KOWALSKA I. 2001. *Wpływ systemu nawożenia z zastosowaniem różnych podłoży na plonowanie i jakość owoców pomidora szklarniowego*. Ogólnop. konf. nauk. „Biologiczne i agrotechniczne kierunki rozwoju warzywnictwa”, 21–22 VI 2001 Skierniewice: 76–77.
- KREIJ C.DE, HHOEVEN 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 Soil-



less Cult., ISOSC, St Helier, Jersey 12–19 IV 1996: 207–230.

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 IV 1996: 265–272.

LISIECKA A., KOMOSA A., BARANOWSKI T., MOJSIEJ U. 1996. *Przydatność wełny mineralnej do uprawy gerbery w zamkniętym systemie nawożenia*. II Ogól. Symp. „Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie”, 17–19 VI 1996 Poznań: 311–316.

MALINOWSKI O., OŚWIECIMSKI W., PRZERADZKA M., GAŁECKI K. 1992. *Greenhouse tomato cultivation in Polish mineral wool as compared with growth on peat substrate*. Annales Warsaw Agric. Univ. SGGW-AR 16: 25–32.

MARTYN W. 1996. *Podłoża szklarniowe wykorzystywane w ogrodnictwie pod osłonami w Polsce*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 429: 223–228.

MARTYN W., STROJNY Z. 1996. *Właściwości wodno-powietrzne mieszanek podłożowych a wykorzystaniem w nich wełny mineralnej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 429: 233–236.

MICHAŁOJC Z. 1966. *Zróżnicowanie składników pokarmowych w środowisku korzeniowym pomidora uprawianego w wełnie mineralnej*. VI Konf. Katedr Uprawy Roli i Nawoż. Roślin Ogrod. AR „Nawożenie roślin ogrodniczych – stan badań i kierunki rozwoju”, 20–21 VI 1996 Kraków: 36–37.

MICHAŁOJC Z., NOWAK I. 1998. *Zmiany zawartości składników pokarmowych, pH i zasolenia w podłożu z wełny mineralnej w uprawie pomidora*. VII Konf. Nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych”, 8–9 VI 1998 Lublin: 227–230.

MICHAŁOJC Z., NOWAK I. 2000. *Plonowanie i skład chemiczny pomidora uprawianego w podłożach inertnych*. VIII Ogólnop. Konf. Nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych – Zmiany ilościowe i jakościowe w warunkach stresu”, 20–21 VI 2000 Warszawa: 70–72.

MICHAŁOJC Z., NURZYŃSKI J. 1998. *Zmiany zawartości różnych składników w różnych podłożach w uprawie szklarniowej pomidora*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 461: 299–308.

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.

NURZYŃSKI J. 1996. *Fizjologiczne aspekty odżywiania się roślin w uprawach pod osłonami*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 429: 21–24.

NURZYŃSKI J. 1998. *Plon i skład chemiczny owoców pomidora uprawianego w szklarni na różnych podłożach*. Ogólnop. konf. nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych”, 8–9 VI 1998 Lublin: 239–242.

NURZYŃSKI J., MICHAŁOJC Z., JAROSZ Z. 2001. *Zmiany zawartości N, P, K, Ca, Mg, pH, EC w podłożach (wełna mineralna, torf, piasek) w okresie wegetacji oraz plonowanie pomidora*. Ogólnop. konf. nauk. „Biologiczne i agrotechniczne kierunki rozwoju warzywnictwa”, 21–22 VI 2001 Skierniewice: 74–75.

NURZYŃSKI J., MICHAŁOJC Z., KALBARCZYK M. 2000a. *Oddziaływanie różnych podłoży na plon i skład chemiczny pomidora. Cz. I. Uprawa wiosenna*. VIII Ogólnop. konf. nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych – Zmiany

- ilościowe i jakościowe w warunkach stresu”, 20–21 VI 2000 Warszawa: 79–81.
- NURZYŃSKI J., MICHAŁOJCZAK Z., KALBARCZYK M. 2000b. *Oddziaływanie różnych podłoży na plon i skład chemiczny pomidora. Cz. II. Uprawa jesienna*. VIII Ogólnop. konf. nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodnictwa – Zmiany ilościowe i jakościowe w warunkach stresu”, 20–21 VI 2000 Warszawa: 82–84.
- OESER R. 1993. *Unterglasgemüsebau auf Steinwoole*. *Gemüse* 4: 233–235.
- OLYMPIOS C.M. 1993. *Soilless media under protected cultivation. Rockwool, peat, perlite and other substrates*. *Acta Hort.* 326: 215–235.
- OS E.A. VAN 1988. *Heat treatment for disinfecting draincoater technological and economic aspects*. Proc. 7-th Int. Cong. Soilless Cult. Flevohof: 353–359.
- OS E.A. VAN 1994. *Closed growing systems for more efficient and environmental friendly production*. *Acta Hort.* 361: 194–200.
- OSWIECIMSKI W. 1996. *Aktualne tendencje w wykorzystywaniu podłoży nieorganicznych w uprawach pod osłonami*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 429: 9–13.
- PAWLIŃSKA A., KOMOSA A. 2000. *Plonowanie pomidora szklarniowego uprawianego w podłożach tradycyjnych i inertnych*. VIII Ogólnop. konf. nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodnictwa – Zmiany ilościowe i jakościowe w warunkach stresu”, 20–21 VI 2000 Warszawa: 122–124.
- PIRÓG J. 1996a. *Przydatność czterech podłoży syntetycznych do uprawy ogórka szklarniowego*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 429: 255–258.
- PIRÓG J. 1996b. *Jakość owoców ogórka szklarniowego w zależności od podłoża*. II Ogólnop. symp. „Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie”, 17–19 IX 1966 Poznań: 215–217.
- PIRÓG J. 1996c. *Wpływ podłoża na plonowanie ogórka w szklarni*. II Ogólnop. symp. „Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie”, 17–19 IX 1966 Poznań: 218–221.
- PIRÓG J. 1998a. *Plonowanie pomidora na różnych podłożach w drugim roku użytkowania*. „Agrotechniczne, fizjologiczne i genetyczne czynniki wczesności plonowania roślin warzywnych”, ATR Bydgoszcz, 17–18 VI 1998, *Zesz. Nauk.* 215, *Rolnictwo* 42: 185–189.
- PIRÓG J. 1998b. *Plonowanie ogórka szklarniowego na podłożach mineralnych powtórnie użytkowanych*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 461: 357–364.
- PIRÓG J. 1998c. *Przydatność węgla mineralnej powtórnie użytkowanej do uprawy ogórka szklarniowego*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 461: 365–372.
- PIRÓG J. 1999. *Wpływ podłoża organicznych i mineralnych na wysokość plonu i jakość owoców pomidora szklarniowego*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 466: 479–491.
- PIRÓG J. 2001a. *Przydatność różnych podłoży mineralnych i organicznych do szklarniowej uprawy ogórka*. *Roczn. AR Poznań, Rozp. Nauk.* 317: 97 ss.
- PIRÓG J. 2001b. *Usefulness of expanded clay as a substrat for greenhouse cucumber cultivation*. *Vegetable Crops Res. Bul., Skierniewice*, vol. 54(1): 111–116.
- PUDELSKI T. 1985. *Podłoża w uprawie warzyw pod osłonami*. Centralna Biblioteka Rolnicza. Opracowania problemowe: 80 ss.
- PUDELSKI T. 1996. *Dzisiaj i przyszłość podłoży organicznych w uprawach pod osłonami*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 429: 1–7.

REIJERS A. 1990. *Substrate*. Groenten-en-Fruit 45: 38–39.

RUIJS M.N.A. 1993. *Economic evaluation of closed production system in glasshouse horticulture*. Acta Hort. 340: 87–94.

RUMPEL J. 1998. *Tradycyjne i nowe substraty uprawowe oraz problemy ich stosowania*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 461: 47–66.

RUMPEL J., FELCZYŃSKI K., KANISZEWSKI S., VOGEL G. 1996. *Results of experiments with soilless open field tomato culture in Germany and Poland*. Proc. of the 9<sup>th</sup> Int. Cong. on Soilless Cult., ISOSC, St Helier, Jersey 12–19 IV 1996: 373–380.

RUNIA W.T.H., AMSING J.J. 1996. *Disinfestation of nematode-infested recirculation water by ozone and activated hydrogen peroxide*. Proc. of the 9<sup>th</sup> Int. Cong. on Soilless Cult., ISOSC, St Helier, Jersey 12–19 IV 1996: 381–393.

RUNIA W.T.H., MICHELSEN J.M.G.P., KUIK A.J., OS E.A. Van. 1996. *Elimination of root-infecting pathogens in recirculation water by slow sand filtration*. Proc. of the 9<sup>th</sup> Int. Cong. on Soilless Cult., ISOSC, St Helier, Jersey 12–19 IV 1996: 395–407.

STĘPOWSKA A., ELKNER K. 2001. *Porównanie przydatności odmian papryki słodkiej do uprawy w podłożu inertnym i organicznym*. Ogólnop. konf. nauk. „Biologiczne i agrotechniczne kierunki rozwoju warzywnictwa”, 21–22 VI 2001 Skierniewice: 70–71.

SPITZLAY E. 1990. *Closed hydroponics systems*. Hort. Abst. 20: 968–971.

STARCK J.R., PRZERADZKA M., OKRUSZKO B., SENATORSKA-WIŚNIOCH A., MICHALSKA M. 1966. *Wpływ zeolitu na plon pomidorów uprawianych w wełnie mineralnej*. VI Konf. Katedr Uprawy Roli i Nawoż. Roślin Ogrod. AR „Nawożenie roślin ogrodnich – stan badań i kierunki rozwoju” 20–21 VI 1996 Kraków: 81–83.

STEINER A.A. 1977. *Nomenclature with hydroponics*. ISOSC-Proceedings, Las Palmas: 19–20.

STROJNY Z. 1998. *Wzrost ośmiu gatunków doniczkowych roślin ozdobnych uprawianych w utylizowanej, poprodukcyjnej wełnie mineralnej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 461: 437–443.

SUNDIN P., WAECITER-KRISTENSEN B. 1993. *Degradation of phenolic acids by bacteria from liquid hydroponic cultures of tomato*. P. C. STRUIK et al. (eds.), Proc. Inter. Conf. „Plant Production on the Treshold of a New Century”, 1994 Kluwer Academic Publishers, Wageningen, vol. 61: 473–475.

TREDER J., MATYSIAK B., NOWAK J. 1996. *Wpływ podłoża na wzrost ozdobnych roślin doniczkowych Dieffenbachia i Hedera uprawianych na stołach zalewowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 429: 299–303.

WILK B., KOMOSA A. 1998. *Fertygacja gerbery – zmiany składu pożywki*. VII Konf. Nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodnich”, 9–10 VI 1998 AR Lublin: 113–117.

WOHANKA W. 1988. *Spreading of three phytopathogenic fungi in rockwool culture of poinsetia stock plants*. Acta Hort. 226: 707–709.

WYSOCKA-OWCZAREK M. 1966. *Wpływ wybranych czynników na wzrost roślin, jakość i wysokość plonu w bezglebowej uprawie pomidorów szklarniowych*. II Ogólnop. symp. „Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie”, 17–19. IX 1966 Poznań: 69–73.

ZAWIRSKA-WOJTASIAK R., WĄSOWICZ E., KOMOSA A., TYKSINSKI W., SPYCHAŁSKI A. 2000.

*Sensory quality of greenhouse tomato fruits grown in the traditional substrates and inert media.* Roczn. AR w Poznaniu, XXXII: 85–98.

**Słowa kluczowe:** podłoża inertne, uprawy bezglebowe, systemy zamknięte

### Streszczenie

Wprowadzenie do uprawy roślin ogrodnich podłoża inertnych, spowodowało istotny wzrost plonowania roślin i przyczyniło się do szerokiego upowszechnienia w praktyce upraw bezglebowych. Korzystny efekt plonotwórczy podłoża inertnych, inspirowane do nowego spojrzenia na znaczenie właściwości fizycznych i chemicznych podłoża w nowoczesnych technologiach uprawy roślin ogrodnich pod osłonami.

Podłoża inertne mimo, że charakteryzują się biernością (inercją) chemiczną, spowodowały gwałtowny wzrost efektywności produkcji ogrodnich poprzez zwiększenie wielkości plonu i zmniejszenie kosztów produkcji. W pracy przedstawiono zasadnicze różnice we właściwościach powietrzno-wodnych podłoża tradycyjnych i inertnych i ich znaczenie dla plonowania roślin zarówno w aspekcie ilościowym jak i jakościowym.

Podłoża inertne, jak i możliwość praktycznego wykorzystania współdziałania nawożenia z nawadnianiem w systemie fertygacji kropłowej z zastosowaniem systemów komputerowych, umożliwiło precyzyjne żywienie roślin i wprowadzenie szeroko do praktyki zamkniętych systemów nawożenia. Ewolują one w kierunku najbardziej zaawansowanych naukowo i technicznie systemów recyrkulacyjnych.

Poznanie znaczenia podłoża w produkcji roślinnej, możliwości jego optymalizacji a jednocześnie zmniejszania jego objętości na jedną roślinę, może doprowadzić do jego całkowitej eliminacji. Przykładem są najnowsze technologie uprawy roślin w powietrzu – tzw. uprawy aeroponiczne.

Główna zaleta upraw bezglebowych funkcjonujących w zamkniętych systemach nawożenia, jako technologii przyjaznej środowisku, niestety w praktyce ogrodnich nie jest wykorzystywana. Większość szklarni w Polsce funkcjonuje w otwartych systemach nawożenia, co prowadzi do zanieczyszczenia wód i gleb. Wyłania się pilna potrzeba podjęcia działań mających na celu zapobieganie temu niekorzystnemu zjawisku.

### INERT MEDIA – PROGRESS OR INERTIA?

*Andrzej Komosa*

Department of Horticultural Plant Nutrition, Agricultural University, Poznań

**Key words:** inert media, soilless culture, closed system

### Summary

The introduction of inert media into the cultivation of horticultural plants caused an essential increase of plant yield and contributed to a wide spread of

soilless cultures in practice. The favourable yield-creating effect of inert media inspires a new view regarding the importance of the physical and chemical properties of media in modern cultivation technologies of horticultural plants grown under cover.

In spite of the fact that inert media are characterized by chemical inertness, they cause a rapid growth of horticultural production effectivity increasing the yield and decreasing the production cost. This work presents the basic differences in air and water properties of the traditional and the inert media and their significance for plant yield both in the quantitative and the qualitative aspects.

Inert media and the possibility of a practical utilization of the combination of fertilization with irrigation in the form of the drip fertigation system controlled by computer permitted a precise nutrition of plants and a wide practical application of fertilization systems. They evolve towards the scientifically and technically most advanced recirculation systems.

The recognition of the importance of growing medium in plant production, the possibility of its optimizing and at the same time the feasibility to decrease the medium volume per one plant may lead to its complete elimination. An example may be found in the technologies of plant cultivation in the air – the so called aeroponic cultures.

Unfortunately, the main advantage of the soilless cultures functioning in closed fertilization systems as the environmentfriendly technology is not exploited in the horticultural practice. The majority of greenhouses in Poland function in open fertilization systems leading to the contamination of water and soil. There is an urgent need to undertake adequate measures aiming at the prevention of this unfavourable phenomenon.

Dr hab. Andrzej **Komosa**, prof. nadzw.  
Katedra Nawożenia Roślin Ogrodniczych  
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego  
ul. Zgorzelecka 4  
60-198 POZNAŃ