

APARATURA

BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

Ocena przydatności kompostów z drzewnych odpadów pokonsumpcyjnych do uprawy roślin na podstawie testów wegetacyjnych z sałatą (*Lactuca sativa* L.) i bazylią pospolitą (*Ocimum basilicum* L.)

ELŻBIETA KOZIK¹, HANNA WRÓBLEWSKA², ANNA GOLCZ¹, EWELINA WOJCIECHOWSKA¹

¹UNIwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Katedra Żywienia Roślin

²Instytut Technologii Drewna, Zakład Ochrony Środowiska i Chemii Drewna

Słowa kluczowe: drzewne odpady pokonsumpcyjne, kompost, testy wegetacyjne

STRESZCZENIE

Biologiczna metoda utylizacji przez kompostowanie odpadów o dużej zawartości substancji organicznej, do których zalicza się wszelkie odpady drzewne, jest sposobem ponownego włączenia materii do naturalnego obiegu w przyrodzie.

Celem doświadczeń było określenie wpływu dwóch wariantów kompostów (OPA) i (OPB) uzyskanych z pokonsumpcyjnych odpadów drzewnych na wzrost oraz stan odżywienia sałaty i bazylii. Rośliny uprawiano w samym kompoście i w podłożach, w których komposty mieszano z glebą mineralną w stosunkach objętościowych 1:1 lub 1:3. Kontrolę stanowiły rośliny uprawiane w glebie mineralnej oraz w substracie torfowym TS-1. Największe plony sałaty i bazylii otrzymano z uprawy roślin w substracie torfowym, a najmniejsze w samych kompostach OPA i OPB. W podłożu z dodatkiem 50% lub 25% kompostów plon roślin był większy lub porównywalny do uzyskanego w glebie mineralnej. Zawartość makroskładników zarówno w liściach sałaty jak i bazylii zależała od rodzaju zastosowanego podłoża.

Evaluation of the usefulness of composts from post-consumer wood waste for plant growth based on vegetation tests with lettuce (*Lactuca sativa* L.) and basil (*Ocimum basilicum* L.)

Keywords: post-consumer wood waste, compost, vegetation tests

ABSTRACT

Biological utilization of waste with a high content of organic matter, which include all the wood waste, by method of composting is a way to re-enable the matter to the natural cycle of nature. The aim of experiments was to determine the effect of two variants of the compost (OPA) and (OPB) obtained from post-consumer wood waste on the growth and nutritional status of lettuce and basil. Plants were grown in the compost or in substrates in which the compost was mixed with mineral soil in the relations of 1:1 or 1:3 by volume. Control plants were grown in mineral soil and peat substrate TS-1. The highest yields of lettuce and basil were obtained from plants growing in peat substrate, and the smallest in the pure composts OPA and OPB. In the substrate with 50% or 25% compost plant yield was greater than or comparable to that of the mineral soil. Macronutrient content of both lettuce and basil depend on the type of substrate.

1. WSTĘP

Źródłem drzewnych odpadów pokonsumpcyjnych są najróżniejsze przedmioty (meble, drzwi, okna) i konstrukcje wykonane z drewna i tworzyw drzewnych, które nie znajdując dalszego zastosowania po zakończonej eksploatacji (cyklu życia) trafiają na składowiska odpadów wielkogabarytowych. Nad materiałowym zagospodarowaniem tych odpadów prowadzone są szeroko zakrojone działania w skali międzynarodowej [1-3]. Pozyskanie drzewnych odpadów poużytkowych ze składowiska odpadów wymaga oddzielenia od drewna wszelkich materiałów obcych takich jak szkło, okucia metalowe, tworzywa sztuczne i tkaniny, które znajdują się w zdeponowanych na składowisku meblach, stolarnie budowlanej (drzwi, okna) i materiałach konstrukcyjnych. Po tym procesie, w wyselekcjonowanych drzewnych odpadach pokonsumpcyjnych nadal znajduje się do 10% substancji chemicznych trwale związanych z drewnem. Są to farby, lakiery, kleje, folie, laminaty, bejce, które były użyte w procesie produkcji i wykończania wyrobów z drewna i tworzyw drzewnych. Oddzielenie tych domieszek produkcyjnych jest często niewykonalne, a zawsze bardzo kosztowne. Utylizacji poddawane są zatem odpady drzewne zawierające około 10% zanieczyszczeń nie drzewnych i blisko 90% materii organicznej (substancje lignocelulozowe), co uzasadnia zastosowanie metod biologicznych. Zalicza się do nich aerobowy proces rozkładu zwany kompostowaniem. Biologiczna metoda utylizacji odpadów o dużej zawartości sub-

stancji organicznej przez kompostowanie, jest sposobem ponownego włączenia materii do naturalnego obiegu w przyrodzie [4]. Stosowanie kompostów uzyskanych z pokonsumpcyjnych odpadów drzewnych w uprawie roślin zależy od ich właściwości chemicznych i fizycznych. Istotne jest więc poznanie reakcji różnych roślin na domieszkę badanych kompostów do podłoża. Ze względu na zróżnicowaną wrażliwość roślin na warunki wzrostu, w testach wegetacyjnych powinny być stosowane różne ich gatunki. Szczególnie starannie dobierane są rośliny testowe do przeprowadzania badań ekotoksyczności rozmaitych biocydów. Do powszechnie stosowanych gatunków w tego typu testach należą między innymi sałata, kapusta, ogórek, kukurydza, owies, ryż, pomidory i marchew [5-8]. Zaleca się wykonywanie zestawu testów dla co najmniej dwóch, a nawet dziesięciu gatunków roślin zwłaszcza dwuliściennych, które w odróżnieniu od roślin jednoliściennych bardzo różnią się wrażliwością. Celem omawianej pracy była ocena jakości kompostów z drzewnych odpadów pokonsumpcyjnych na podstawie testów wegetacyjnych. Kierując się zaleceniami OECD w kwestii doboru roślin do testów wegetacyjnych w badaniach, wybrano jednoroczne rośliny: sałatę siewną (*Lactuca sativa* L.) (z listy roślin testowych OECD) i bazylię pospolitą (*Ocimum basilicum* L.) [6, 7].

2. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenia wegetacyjne z sałatą (*Lactuca sativa* L.) odmiany 'Sunny' i bazylią (*Ocimum basi-*

licum L.) odmiany 'Dark Opal' o antocyjanowym zabarwieniu liści, przeprowadzono w szklarni w 2011 roku. Sałatę uprawiano w pojemnikach o objętości 6 dm³, a bazylię w doniczkach o objętości 1 dm³. Podłożem były dwa warianty kompostu uzyskane z poużytkowych odpadów drzewnych lub mieszaniny tych kompostów z glebą mineralną (o składzie piasku gliniastego lekkiego). Komposty otrzymano z wyselekcjonowanych drzewnych odpadów poużytkowych, pobranych ze składowiska odpadów komunalnych. Przed rozpoczęciem kompostowania odpady drewna oddzielono od materiałów obcych i rozdrobniono do osiągnięcia uziarnienia <10 mm.

Kompostowanie prowadzono w dwóch otwartych przyzmach o kształcie trapezu wielkości ~5 m³. Przyzmy usypano 21 czerwca 2004 roku na tkanych matach polietylenowych ułożonych bezpośrednio na gruncie i przykryto czarną włókniną ogrodniczą częściowo przepuszczalną dla wody i powietrza zabezpieczając komposty przed nadmiernym wysychaniem. Przyzmy zawierały:

1. OP wariant A – drzewne odpady pokonsumpcyjne (OPA) (775 kg - 70% s.m.), pyliste odpady z obróbki płyt MDF (65 kg - 6% s.m.), dojrzały kompost z odpadów płyt pilśniowych (210 kg - 19% s.m.), torf wysoki (45 kg - 4% s.m.), szczepionka biologiczna Activit Las i mocznik (30 kg).

2. OP wariant B – drzewne odpady pokonsumpcyjne (OPB) (775 kg - 70% s.m.), pyliste odpady z obróbki płyt MDF (65 kg - 6% s.m.), dojrzały kompost z odpadów płyt pilśniowych (210 kg - 19% s.m.), torf wysoki (45 kg - 4% s.m.), szczepionka biologiczna Activit Las oraz saletra amonowa (1,5 kg), siarczan magnezu (0,4 kg), fosforan potasu (0,8 kg) i fosforan wapnia (0,9 kg).

Podczas procesu kompostowania utrzymywano optymalną wilgotność ~60% przez zraszanie przyzmy wodą wodociągową i okresowo przesypywano kompostowane materiały w celu zaopatrzenia przyzmy w tlen niezbędny do rozwoju mikroorganizmów aerobowych.

23 marca 2011 roku pobrano próby z przyzmy kompostowych do testów wegetacyjnych z sałatą i bazylią. Każdy z kompostów mieszano z glebą mineralną w stosunku objętościowym 1:3 (25% kompostu) i 1:1 (50% kompostu). Rośliny uprawiano w pojemnikach napełnionych tak przygotowanymi podłożami oraz samymi kompostami. Kontrolę stanowiły pojemniki z glebą mineralną oraz z substratem torfowym TS1. Substrat torfowy zastosowano dla porównania wzrostu roślin w podłożu, o optymalnych właściwościach fizycznych

i chemicznych. Doświadczenie z sałatą założono w czterech powtórzeniach (pojemnik z czterema roślinami) a z bazylią w ośmiu powtórzeniach (doniczka z jedną rośliną). Rozsadę sałaty w fazie 6 liści sadzono 6 kwietnia, a rozsądę bazylii o wysokości 10 cm 26 maja. Podczas zbioru sałaty 17 maja i bazylii 29 czerwca, określono świeżą masę roślin oraz pobrano próby materiału roślinnego i podłoża do analiz chemicznych.

Przed rozpoczęciem uprawy we wszystkich podłożach oznaczono zawartość makroskładników w wyciągu uniwersalnym (0,03M CH₃COOH) oraz pH w H₂O i EC konduktometrycznie. Próby materiału roślinnego wysuszono w temperaturze 50°C, zmielono i po mineralizacji na mokro w stężonym kwasie siarkowym oznaczono w nich zawartość makroskładników. Azot ogólny oznaczono metodą Kjeldahla, fosfor kolorymetrycznie z molibdenianem amonu, potas i wapń metodą fotometrii płomieniowej, magnez metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej ASA, siarkę nefelometrycznie z BaCl₂.

Wyniki świeżej masy roślin opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Istotność różnic oceniono na podstawie testu Newmana-Keulsa na poziomie $\alpha=0,05$.

3. WYNIKI

Wyniki analiz chemicznych podłoży przed rozpoczęciem uprawy zamieszczono w Tabeli 1. Podłoża kontrolne różniły się znacznie zawartością azotu amonowego. Substrat torfowy zawierał prawie 14-krotnie więcej N-NH₄ w porównaniu z glebą mineralną, natomiast zawartości N-NO₃ były podobne. W kompostach OPA (100%) i OPB (100%) więcej było formy N-NH₄ niż w substracie torfowym. W obu kompostach dominował azot w formie N-NO₃. Niezależnie od rodzaju kompostu i jego procentowego udziału w podłożu dominowała forma N-NO₃ nad N-NH₄.

Zawartości obu form azotu proporcjonalnie zmniejszały się wraz ze spadkiem udziału kompostów w podłożu, ponieważ gleba mineralna stanowiąca składnik podłoży zawierała niewielkie ilości azotu w porównaniu z czystymi kompostami. Odwrotną sytuację zaobserwowano w przypadku fosforu, wapnia, magnezu i siarczanów. Tych składników więcej było w glebie niż w czystych kompostach, zatem spadek udziału kompostu powodował wzrost ich zawartości w podłożach (Tab. 1).

Tabela 1 Zawartość makroskładników, pH i EC w podłożach przed rozpoczęciem uprawy roślin
Table 1 Content of macronutrients, pH and EC in substrate before plants growth

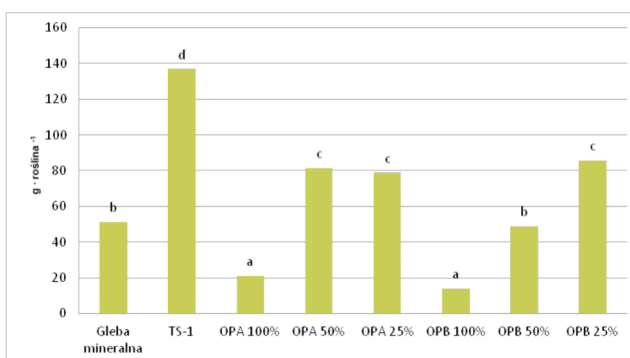
Podłoże		mg · dm ⁻³ podłoża								pH w H ₂ O	EC mS·cm ⁻¹
		N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg	Na	S-SO ₄		
Gleba mineralna		11	49	115	36	1933	117	21	69	7,17	0,358
Substrat torfowy		151	46	89	176	773	144	44	283	5,78	0,888
OPA	100%	200	256	13	42	370	24	36	6	4,44	1,273
	50%	105	161	96	46	1207	78	28	38	6,08	0,875
	25%	56	91	106	44	1784	96	26	46	6,57	0,547
OPB	100%	203	357	21	44	424	26	31	32	4,20	1,490
	50%	91	179	97	45	1317	82	23	40	6,07	0,856
	25%	77	116	104	45	1646	100	26	55	6,56	0,585

OPA - kompost z drzewnych odpadów pokonsumpcyjnych, wariant A
 OPB - kompost z drzewnych odpadów pokonsumpcyjnych, wariant B
 OPA - compost made of post-consumer wood waste, variant A
 OPB - compost made of post-consumer wood waste, variant B

Zawartość fosforu w glebie mineralnej była porównywalna z jego ilościami w podłożach z 25% udziałem kompostów. Czterokrotnie więcej potasu oznaczono w substracie torfowym w porównaniu z pozostałymi analizowanymi podłożami. Natomiast poziom wapnia, największy w glebie mineralnej, korespondował ilościowo z zawartościami tego składnika zarówno w podłożach z 25% udziałem kompostu OPA jak i OPB. Znacząco największą zawartość siarczanów oznaczono w substracie torfowym w porównaniu z pozostałymi analizowanymi podłożami. Tylko gleba mineralna charakteryzowała się odczynem obojętnym oraz najniższym stężeniem soli spośród analizowanych podłoży. Substrat torfowy oraz podłoża zarówno z 25% jak i 50% udziałem obu kompostów miały odczyn kwaśny, natomiast w samych kompostach OPA i OPB stwierdzono odczyn bardzo kwaśny. Stężenie soli w substracie torfowym było zbliżone do zasolenia podłoży z 50% udziałem obu kompostów. Nie odnotowano wyraźnych odstępstw w zasoleniu porównywanych podłoży z kompostami. Zauważono natomiast proporcjonalny wzrost zasolenia w miarę zwiększania udziału OPA czy OPB w podłożach.

Plon sałaty uprawianej w podłożu torfowym był istotnie większy od plonu uzyskanego w glebie

mineralnej oraz w podłożach z udziałem kompostu (Rys. 1).



TS-1 - substrat torfowy

OPA - kompost z drzewnych odpadów pokonsumpcyjnych, wariant A

OPB - kompost z drzewnych odpadów pokonsumpcyjnych, wariant B

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $\alpha=0,05$

Rysunek 1 Wpływ kompostów z pokonsumpcyjnych odpadów drzewnych w podłożu na plon sałaty

Figure 1 Influence of composts from post-consumer wood waste in substrate on lettuce yield

Stwierdzono, że komposty OPA i OPB zastosowane jako podłoże jednorodne spowodowały znaczną redukcję plonu. Dodatek do gleby mineralnej 50% i 25% kompostu OPA lub 25% kompostu OPB

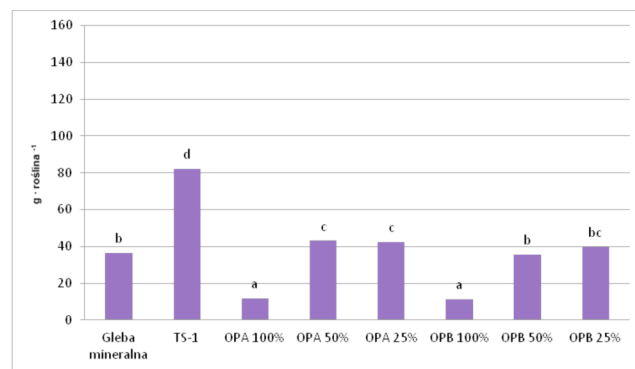
wpłynął istotnie na zwiększenie masy sałaty w porównaniu z plonem uzyskanym w glebie mineralnej i podłożu z 50% dodatkiem OPB. Mniejszy plon roślin w obiektach z samymi kompostami wynika z nadmiernej zawartości azotu i zbyt małej potasu, w porównaniu z zalecanymi w podłożach do uprawy sałaty [9, 10]. Wcześniejsze badania Wróblewskiej i in. [11-15] wskazują, że dodatek kompostów z pokonsumpcyjnych odpadów drzewnych do gleby mineralnej wpływa stymulująco na wzrost wierzby i roślin ozdobnych.

Zawartość makroskładników w liściach sałaty w zależności od rodzaju podłoża przedstawiono w Tabeli 2. Zawartość azotu ogólnego w sałacie uprawianej w podłożach z kompostami była większa niż w roślinach z kombinacji kontrolnych. Wyjątek stanowiła sałata rosnąca w podłożu z 25% dodatkiem kompostu OPA do gleby mineralnej, która zawierała mniej azotu niż uprawiana w substracie torfowym.

Największą zawartość azotu w liściach sałaty stwierdzono po zastosowaniu jako podłoża samego kompostu OPB, a najmniej, gdy podłożem była gleba mineralna. Największą zawartość fosforu i potasu wykazano w roślinach uprawianych w substracie torfowym, a najmniejszą w samym kompoście OPA. W glebie mineralnej oraz w podłożach z dodatkiem 50% i 25% kompostów OPA lub OPB uzyskano zbliżoną zawartość fosforu w roślinach. Wraz ze zmniejszeniem ilości kompostów w podłożu wzrastała zawartość potasu i magnezu w roślinach. Jednak zawartości potasu w liściach sałaty uprawianej w podłożach z udziałem kompostów były znacznie mniejsze niż uzyskane w innych badaniach z sałatą [16-18].

Rośliny uprawiane w podłożach z kompostami zawierały więcej wapnia w porównaniu z roślinami uprawianymi w podłożach kontrolnych. Większą zawartość siarki stwierdzono w sałacie uprawianej w samym kompoście OPA i w podłożach z 50% dodatkiem kompostów OPA lub OPB.

Statystycznie największy plon bazylii uzyskano, gdy uprawiano rośliny w substracie torfowym, a istotnie najmniejszy na kompostach zarówno OPA jak i OPB ze 100% udziałem (Rys. 2).



TS-1 - substrat torfowy

OPA - kompost z drzewnych odpadów pokonsumpcyjnych, wariant A

OPB - kompost z drzewnych odpadów pokonsumpcyjnych, wariant B

Śrenie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $\alpha=0,05$

Rysunek 2 Wpływ kompostów z pokonsumpcyjnych odpadów drzewnych w podłożu na plon bazylii

Figure 2 Influence of composts from post-consumer wood waste in substrate on basil

Markiewicz i in. [19] uprawiając bazylię odmiany 'Dark Opal' na glebie mineralnej z torfem w proporcji objętościowej 4:1 bez nawożenia azo-

Tabela 2 Zawartość makroskładników w sałacie

Table 2 Content of macronutrients in lettuce

Podłoże		N	P	K	Ca	Mg	S
		% suchej masy					
Gleba mineralna		1,02	0,24	1,31	1,08	0,64	0,36
TS-1		2,38	0,74	2,44	1,26	0,88	0,44
OPA	100%	3,50	0,21	0,95	2,86	0,55	0,80
	50%	2,45	0,26	1,06	2,91	0,79	0,73
	25%	1,75	0,27	1,23	1,39	0,80	0,43
OPB	100%	4,20	0,40	1,08	2,75	0,52	0,58
	50%	3,40	0,29	1,13	4,44	0,66	0,75
	25%	2,94	0,26	1,34	2,27	1,01	0,52

Tabela 3 Zawartość makroskładników w bazylii
Table 3 Content of macronutrients in basil

Podłoże		N	P	K	Ca	Mg	S
		% suchej masy					
Gleba mineralna		1,61	0,24	1,79	2,31	1,50	0,38
TS-1		2,71	0,85	2,63	2,62	1,26	0,53
OPA	100%	4,20	0,31	1,18	2,38	0,54	0,81
	50%	3,40	0,35	1,41	4,60	1,28	0,78
	25%	3,20	0,28	1,50	3,71	1,76	0,53
OPB	100%	5,01	0,43	1,28	3,87	0,65	0,84
	50%	3,61	0,45	1,52	4,26	1,09	0,81
	25%	3,45	0,27	1,61	4,05	1,69	0,52

tem przy optymalnej zasobności pozostałych makro- i mikrośladników otrzymali plon roślin o połowę mniejszy w porównaniu z TS-1 w niniejszych badaniach. Zastosowanie azotu w dawce 1,35 g N na roślinę (0,9+0,45) aż 4-krotnie zwiększyło plon bazylii w zestawieniu z TS-1.

Wielkość plonu roślin na glebie mineralnej korespondowała z plonem otrzymanym w podłożach z 25% i 50% udziałem kompostu OPB. Nieznacznie większy plon stwierdzono gdy uprawiano rośliny w podłożach z tymi samymi udziałami kompostu OPA.

Zawartość makroskładników w ziele bazylii w zależności od rodzaju podłoża przedstawiono w Tabeli 3.

Zawartość azotu ogólnego w bazylii uprawianej na glebie mineralnej i podłożu TS-1 była mniejsza od zawartości tego makroelementu gdy zastosowano do uprawy komposty zarówno OPA jak i OPB i to w różnych proporcjach objętościowych w stosunku do gleby mineralnej.

Ilości azotu w roślinach uprawianych na TS-1 (2,71% N) korespondowały z oznaczonymi w częściach nadziemnych (2,96% N) z gleb mineralnych w konwencjonalnym systemie uprawy [20].

Rośliny uprawne na 100% kompostach gromadziły maksymalne ilości azotu tj. 4,20% N na OPA i 5,01% N na OPB, natomiast z udziałem 50% i 25% kompostu proporcjonalnie zmniejszała się zawartość azotu w ziele bazylii.

Najwięcej fosforu, podobnie jak i potasu, zawierało ziele bazylii uprawiane na TS-1. Natomiast na glebie mineralnej oraz w podłożu z dodatkiem 25% kompostu zarówno OPA jak i OPB, poziom fosforu w roślinach był najmniejszy.

Zawartości fosforu w ziele z podłożu OPB 50%

i OPB 100% (kolejno 0,45% i 0,43% P) były porównywalne z ilościami fosforu (0,41% P) w roślinach z upraw konwencjonalnych na glebach mineralnych [20].

Stwierdzono, że w ziele z podłożu zawierających kompost OPB więcej było fosforu i potasu w porównaniu z ziele z podłożu zawierających kompost OPA niezależnie od objętościowego udziału kompostów w podłożach.

Niezależnie od rodzaju kompostu w podłożach ze 100% ich udziałem, w porównaniu z udziałem 50% i 25%, bazylii gromadziła najmniej potasu. Tę prawidłowość odnotowano również w przypadku magnezu.

W niniejszych badaniach, niezależnie od rodzaju podłoża do uprawy, zawartości potasu w ziele bazylii były mniejsze w porównaniu z oznaczonymi przez innych autorów w ziele zarówno z upraw konwencjonalnych (3,03% K) jak i ekologicznych (4,41% K) [20].

Najwięcej magnezu zawierała bazylii uprawiana w podłożach z 25% udziałem kompostów OPA i OPB oraz na glebie mineralnej.

Rośliny uprawiane w podłożach z kompostami (z wyjątkiem podłoża OPA 100%) w porównaniu z podłożami kontrolnymi tj. glebą mineralną i TS-1 zawierały więcej wapnia. Ta zależność była analogiczna również dla siarkaty.

Ziele bazylii uzyskane z uprawy na glebie mineralnej gromadziło najmniej siarki (0,38%). Na podłożach TS-1 oraz z 25% udziałem kompostów poziom siarki w roślinach był nieznacznie większy (0,52-0,53%). Zawartość siarki w ziele wzrastała wraz ze zwiększonym udziałem kompostu w podłożu.

4. WNIOSKI

1. Komposty OPA i OPB otrzymane z drzewnych odpadów pokonsumpcyjnych charakteryzują się dużą zawartością azotu mineralnego i małą pozostałych makroskładników oraz bardzo kwaśnym odczynem.
2. W podłożach z 25% i 50% dodatkiem kompostów OPA lub OPB plony sałaty i bazylii były większe lub porównywalne do uzyskanych w glebie mineralnej.
3. Komposty OPA (100%) lub OPB (100%) zastosowane jako podłoża jednorodne wpływały na redukcję plonu.

4. Sałata i bazylia uprawiane w podłożach z kompostami zawierały więcej azotu i wapnia niż w podłożach kontrolnych.
5. Rośliny uprawiane w substracie torfowym zawierały więcej potasu i fosforu w porównaniu z uprawianymi w glebie mineralnej lub w podłożach z kompostami.
6. Komposty z drzewnych odpadów pokonsumpcyjnych mogą stanowić dodatek do podłoży ogrodniczych.

Praca częściowo finansowana przez NCN w ramach projektu badawczego nr NW 309281637.

LITERATURA

- [1] Cichy W., Wróblewska H.: Właściwości poużytkowych odpadów drzewnych a możliwości ich recyklingu i utylizacji. „Techniczne, Ekonomiczne i Organizacyjne Aspekty Gospodarki Odpadami”, Materiały V Jubileuszowego Forum Gospodarki Odpadami Poznań-Gniezno, 18÷21 maja 2003 r., red. J.F. Lemański, S. Zabawa, Wyd. PZITS Poznań, 185-191, 2003.
- [2] Cichy W., Wróblewska H.: Properties of post-used wood waste in Poland. In: Proc. Management of Recovered Wood, Recycling, Bioenergy. Ed. Christos Gallis. European COST E31 Conference 22-24 April Thessaloniki, 327-338, 2004.
- [3] Management of Recovered Wood. Recycling. Bioenergy. European Cost E31 Conference. Ed. Christos Th Gallis, Thessaloniki, 361, 2004.
- [4] Jędrzcak A., Haziak K.: Określenie wymagań dla kompostowania i innych metod biologicznego przetwarzania odpadów. NFOŚiGW; Ministerstwo Środowiska, Zielona Góra, 2005.
- [5] Biological Test Method: Test for Measuring Emergence and Growth of Terrestrial Plants Exposed to Contaminants in Soil. Method Development and Application Section, Environmental Technology Centre, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Report EPS 1/RM/45 – February 2005 (with June 2007 amendments).
- [6] Gong P., Wilke B.-M., Strozzi E., Fleischmann S.: Evaluation and refinement of a continuous seed germination and early seedling growth test for the use in the ecotoxicological assessment of soils. Chemosphere 44, 491-500, 2001.
- [7] OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development (2000). Terrestrial Non-Target Plant Test208A: Seedlings Emergence and Seedling Growth Test, September 2003.
- [8] Wróblewska H., Kozik E., Tyksiński W.: Wstępne badania nad przydatnością kompostów z odpadów płyt wiórowych do uprawy sałaty. Materiały I Konferencji Naukowo-Technicznej „Kompostowanie i użytkowanie kompostu” Puławy – Warszawa 16-18.06., 193-200, 1999.
- [9] Breś W., Golcz A., Komosa A., Kozik E., Tyksiński W.: Żywnienie roślin ogrodniczych. Wyd. UP w Poznaniu, 2009.
- [10] Stębowska A., Rogowska M.: Uprawa sałaty w polu i pod osłonami. Plantpress, Kraków, 2004.
- [11] Kozik E., Wróblewska H., Bosiacki M., Wojciechowska E.: Wykorzystanie kompostów z odpadów drzewnych w uprawie wybranych gatunków roślin ozdobnych. Aparatura Badawcza i Dydaktyczna 4, 73-79, 2010.

- [12] Wróblewska H.: Studies on the effect of compost made of post-used wood waste on growth of willow plants. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 483(01), 352-366, 2008.
- [13] Wróblewska H., Ciesiołka M., Tymek A., Czajka M.: Z badań nad ekotoksycznością kompostów sporządzonych z produkcyjnych odpadów tworzyw drzewnych. W: *Rekultywacja i rewitalizacja terenów zdegradowanych*. Praca zbiorowa, Red. Malina G., Poznań, 89 – 97, 2008.
- [14] Wróblewska H., Kozik E., Czajka M.: Wpływ kompostów z odpadów drzewnych na wzrost i stan odżywienia wierzby *Salix alba* L. *J. of Research and Applications in Agricultural Engineering* 53, 4, 143-147, 2008.
- [15] Wróblewska H., Kozik E., Czajka M. : Content of macro- and microcomponents in willow (*Salix purpurea* L.) grown in substrates with composts of post - use wood waste. *Folia Forestalia Polonica Seria B, Drzewnictwo Z.* 40, 23-30, 2009.
- [16] Gül A., Eroğul D., Öztan F., Tepecik M.: Effect of growing media on plant growth and nutrient status of crisp-head lettuce. *Acta Hort.* 729, 367-371, 2007.
- [17] Jarosz Z., Dzida K.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na plonowanie i skład chemiczny sałaty. *Acta Agrophysica* 7, 3, 591-597, 2006.
- [18] Michałojć Z.: Wpływ nawożenia azotem i potasem oraz terminu uprawy na plonowanie i skład chemiczny sałaty, rzodkiewki oraz szpinaku. *Rozpr.Hab.*, AR Lublin 238, 2000.
- [19] Markiewicz B., Golcz A., Kozik E.: Effect of nitrogen fertilization and of harvest term on the yield, content of essential oil and nitrogen in the herb of two cultivars of sweet basil (*Ocimum basilicum* L). *Rocz. AR Pozn. CCCXLI, Ogrodn.* 35: 19-24, 2002.
- [20] Seidler-Łożykowska K., Kozik E., Golcz A., Mieloszyk E.: Zawartość makroelementów i olejku eterycznego w surowcach wybranych gatunków roślin zielarskich z upraw ekologicznych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, vol. 51(2), 161-163, 2006.