

Jolanta Marciniak-Kowalska, Diana Piękoś**

BADANIA NAD MOŻLIWOŚCIĄ WYKORZYSTANIA ŚCIEKOWYCH OSADÓW KOMUNALNYCH DO NAWOŻENIA I REKULTYWACJI GLEB

1. Wstęp

W ostatnich latach można zaobserwować zwiększone zainteresowanie problematyką gospodarki osadami, ich zagospodarowaniem, odzyskiem składników użytecznych, przy jednoczesnym zabezpieczeniu środowiska naturalnego przed skażeniem, np. gleb i wód metalami ciężkimi i lub patogenami zawartymi w osadach.

Najprostszą i najtańszą metodą zagospodarowania osadów ściekowych jest ich przyrodnicze wykorzystanie, jeżeli jest to zgodne z obowiązującymi przepisami. Umiejętne stosowanie i dawkowanie osadów poprawia strukturę gleby i zasila ją w składniki pokarmowe. Jednak źle prowadzone, powoduje skażenie środowiska glebowego oraz zanieczyszczenie warstw położonych niżej, w tym wód podziemnych [2, 3].

Celem badań było określenie możliwości oraz sprawdzenie przydatności przefermentowanych osadów ściekowych w uprawie roślin. Prowadzone badania miały również udzielić odpowiedzi na pytania dotyczące doboru roślin i wyboru najefektywniejszej dawki osadu. Przedmiotem prowadzonych badań były osady ściekowe z Oczyszczalni Ścieków Nowy Sącz, udostępnione przez „Sądeckie Wodociągi” Sp. z o.o. w Nowym Sączu.

W pracy przedstawiono wyniki prowadzonych od 5 lipca 2004 r. do 2 maja 2005 r. badań nad wykorzystaniem osadów ściekowych do uprawy roślin. Zastosowano trzy mieszanki ziemi z osadem (0%, 50% i 75% osadu), w których zasadzono różne rośliny.

2. Charakterystyka materiału badawczego

W Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Krakowie oraz w Laboratorium Małopolskiego Wojewódzkiego Inspektoratu Sanitarnego w Krakowie wykonano badania pod

* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

kątem możliwości rolniczego wykorzystania osadów ściekowych lub ich składowania na składowisku odpadów (Dz.U. z 2002 r. Nr 134, poz. 1140 oraz zgodnie z metodami PZH).

Wyniki analiz chemicznych i biologicznych przedstawiono w tabelach 1–3. W analizach badanych osadów ściekowych nie wystąpiły przekroczenia dopuszczalnych stężeń metali ciężkich, nie wykryto również bakterii z gatunku *Salmonella* i nie stwierdzono też obecności pasożytów jelitowych człowieka. Analizy chemiczne, bakteriologiczne i parazytologiczne wykazały możliwość rolniczego wykorzystania osadu ściekowego pochodzącego z Oczyszczalni Ścieków Nowy Sącz.

TABELA 1

Wyniki analizy chemicznej osadu ściekowego z Oczyszczalni Ścieków Nowy Sącz

Oznaczenia	Jednostka miary	Osad ściekowy
pH w H ₂ O	–	10,44
Sucha masa	%	43,70
Substancja organiczna	% s.m.	37,90
N – ogólny	% s.m.	2,24
N – amonowy	% s.m.	0,048
P – ogólny	% s.m.	1,53
Mg – ogólny	% s.m.	0,60
Ca – ogólny	% s.m.	21,46

Źródło: dane udostępnione przez Oczyszczalnię Ścieków Nowy Sącz

TABELA 2

Zawartość metali ciężkich w analizowanym osadzie ściekowym z Oczyszczalni Ścieków Nowy Sącz

Oznaczenia	Osad ściekowy [mg/kg s.m.]	Dopuszczalna ilość metali ciężkich [mg/kg s.m.] (Dz.U. z 2002 r. Nr 134, poz. 1140)
Ołów (Pb)	32,14	500
Kadm (Cd)	1,62	10
Rtęć (Hg)	0,1906	5
Nikiel (Ni)	10,36	100
Cynk (Zn)	376,6	2500
Miedź (Cu)	55,78	800
Chrom (Cr)	21,09	500

Źródło: dane udostępnione przez Oczyszczalnię Ścieków Nowy Sącz

TABELA 3

Wyniki analizy bakteriologicznej i parazytologicznej osadu ściekowego z Oczyszczalni Ścieków Nowy Sącz

Wskaźnik	Osad ściekowy	Zawartość wg Rozporządzenia Ministra Środowiska (Dz.U. z 2002 r. Nr 134, poz. 1140)
Bakterie z rodzaju <i>Salmonella</i>	nie wykryto	0,0
Obecność jaj <i>Ascaris lumbricoides</i> <i>Trichocephalus trichiura</i>	nie wykryto	0,0 w 1 kg s. m. osadu

Źródło: dane udostępnione przez Oczyszczalnię Ścieków Nowy Sącz

Analizy chemiczne, bakteriologiczne i parazytologiczne wykazały możliwość rolnicze-go wykorzystania osadu ściekowego pochodzącego z Oczyszczalni Ścieków Nowy Sącz.

2.1. Metodyka badań

Na podstawie wcześniejszych badań prowadzonych w 2003 roku [6] przygotowano trzy mieszanki ziemi z osadem ściekowym: 100% ziemi, 50% ziemi + 50% osadu, 25% ziemi + 75% osadu, w których posadzono bezpośrednio w gruncie testowane rośliny:

- jałowiec pospolity – *Juniperus communis*,
- jodła pospolita (jodła biała) – *Abies alba*,
- żywotnik wschodni – *Thuja orientalis*,
- żywotnik zachodni – *Thuja occidentalis*,
- paprotka zwyczajna – *Polypodium vulgare*,
- parzydło leśne – *Aruncus sylvestris*,
- tawuła japońska – *Spiraea japonica*,
- trzmielina Fortune’a – *Euonymus fortunei*,
- rozchodnik brodawkowy – *Sedum dasyphyllum*.

Na dwa tygodnie przed rozpoczęciem badań przygotowano teren i odchwaszczono glebę. Przed posadzeniem bryły korzeniowe roślin namoczono w wodzie do momentu, aż ziemia otaczająca korzenie nasiąkła. Następnie wykopano dołki, mniej więcej dwukrotnie większe od bryły korzeniowej sadzonych roślin. Na spód dołka wsypano sporządzone mieszanki ziemi i osadu. Korzenie ułożono na dnie dołu, na kopczyku usypanej gleby. Następnie obsypano bryłę i ugnieciono tak, aby wokół rośliny powstała misa, którą wypełniono wodą. Odczekano by woda wsiąkła, po czym dosypano na wierzch mieszanki ziemi i osadu, tak jednak, by rośliny zostały w zagłębieniu, w którym powinna zbierać się woda.

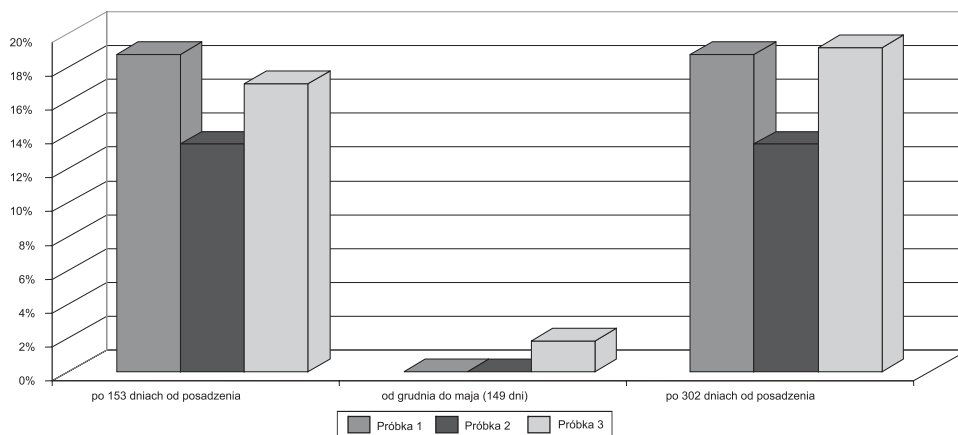
Badania rozpoczęto 5–6 lipca 2004 r., sadząc po trzy sztuki wyżej wymienionych roślin. Prowadzono codzienną obserwację warunków pogodowych. W początkowym okresie pomiarów roślin dokonywano w odstępach 14-dniowych, później pomiary wykonywano raz na miesiąc. Mierzono wysokość oraz szerokość roślin, a także prowadzono dokumentację zdjęciową w celach wizualnego porównania. Badania zakończono 2 maja 2005 r.

2.2. Analiza wzrostu roślin

Wzrost roślin oceniono na podstawie ich wysokości i szerokości, a w przypadku rozchodnika brodawkowatego (*Sedum dasyphyllum*) oceniano długość. Analizując wzrost roślin iglastych oraz roślin skalnych, rozpatrywano trzy okresy, a mianowicie: 153 dni i 302 dni po ich posadzeniu oraz okres 149 dni między wspomnianymi wcześniej terminami (czyli od grudnia 2004 r. do maja 2005 r.). Natomiast w przypadku pozostałych roślin – po 62 (ewentualnie 153) dniach oraz po 302 dniach od momentu posadzenia.

Jałowiec pospolity (*Juniperus communis*)

W pierwszym okresie (rys. 1) w porównaniu z początkową wysokością największy wzrost o 18,75% nastąpił w przypadku próbki nr 1 (0% osadu), natomiast najmniejszy 13,46% w próbce nr 2. Największy przyrost roślin wystąpił w próbce nr 3 (75% osadu). Najmniejszy wzrost wysokości i szerokości zaobserwowano w próbce nr 2 (50% osadu).



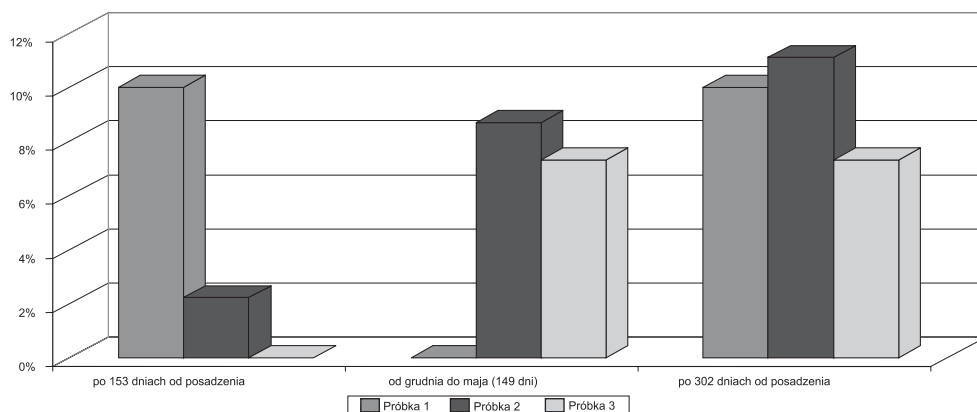
Rys. 1. Przyrost wysokości jałowca pospolitego

Jodła pospolita (*Abies alba*)

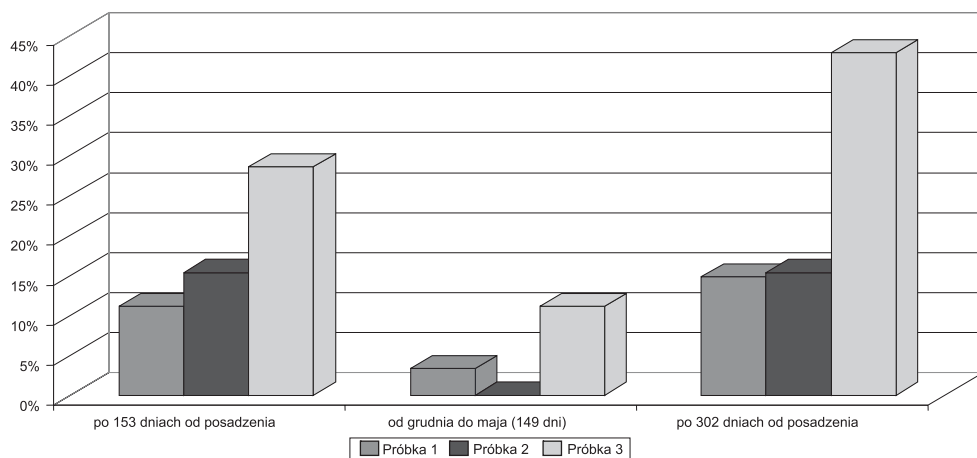
Wzrost wysokości zaobserwowano tylko w próbce nr 1. W przypadku jodły pospolitej najmniejszy wzrost wysokości i szerokości wystąpił w próbce nr 3 (75% osadu) (rys. 2). Wśród wszystkich zasadzonych roślin iglastych najmniejszy przyrost wystąpił u jodły pospolitej (*Abies alba*).

Żywnotnik wschodni (*Thuja orientalis*)

W grupie roślin iglastych znalazły się dwa gatunki: *Thuja orientalis* i *Thuja occidentalis*. W pierwszym okresie nastąpił wzrost wysokości we wszystkich próbkach, a największy zanotowano w próbce nr 3 (rys. 3). W okresie od grudnia do dnia zakończenia badań nastąpił nieznaczny wzrost w próbkach nr 1 i 3. Ostatecznie po 302 dniach od posadzenia żywotnika wschodniego najmniejszy przyrost stwierdzono w próbce nr 1 (0% osadu ściekowego). Szerokość *Thuji orientalis* wzrastała przez cały okres doświadczenia niezależnie od stosowanego podłoża. Żywotnik wschodni najlepiej rozwinął się w przypadku próbki nr 3 (75% osadu), zaś najslabiej w próbce nr 1 (0% osadu).



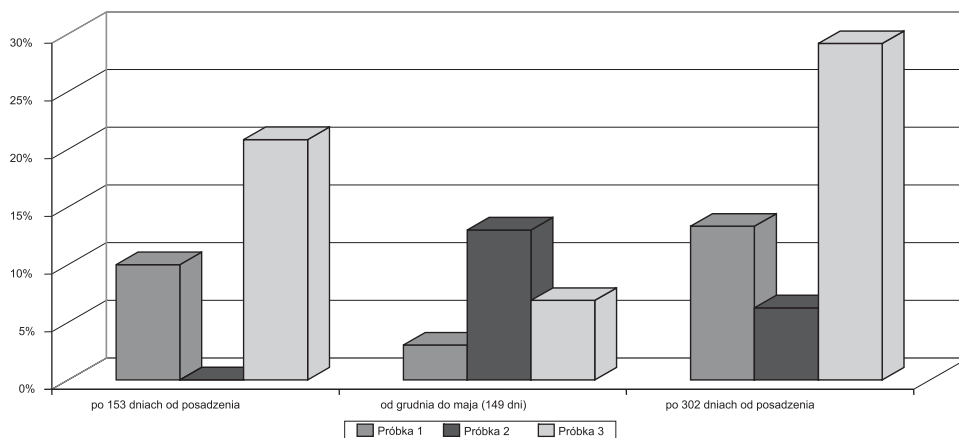
Rys. 2. Przyrost szerokości jodły pospolitej



Rys. 3. Przyrost wysokości żywotnika wschodniego

Żywotnik zachodni (*Thuja occidentalis*)

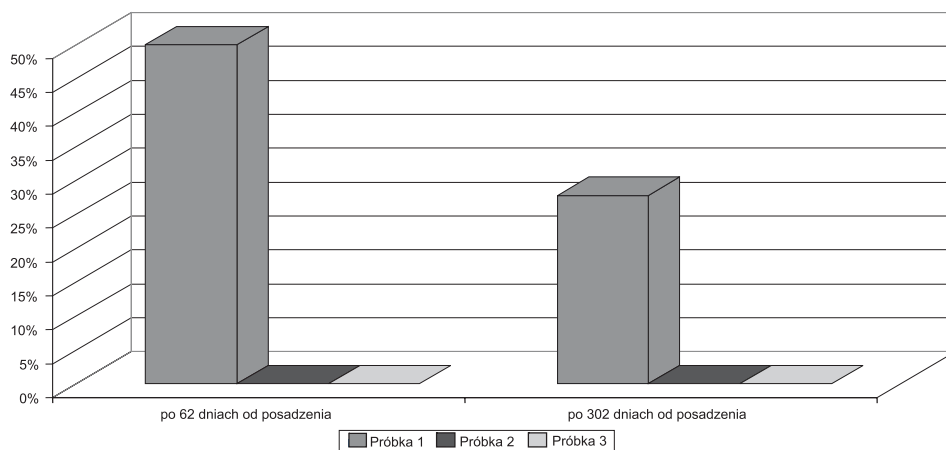
Podobnie jak w przypadku poprzedniego gatunku żywotnika, tu również największy wzrost wysokości w stosunku do pierwotnej wystąpił w próbce nr 3 – 20,83%. Z rysunku 4 można odczytać, że w pierwszym okresie w próbce nr 2 nie odnotowano wzrostu wysokości, a spowodowane to było uszkodzeniem rośliny w wyniku silnych wiatrów, w listopadzie. Największy wzrost miała próbka nr 3 – około 30%.



Rys. 4. Przyrost wysokości żywotnika zachodniego

Paprotka zwyczajna (*Polypodium vulgare*)

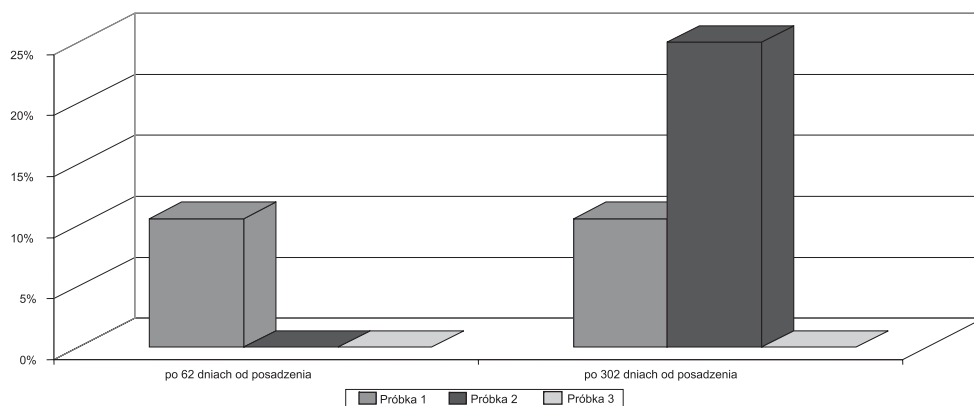
Zauważalny wzrost widać było w próbce nr 1 (rys. 5), w przypadku pozostałych próbek nie było żadnych dodatnich zmian. W próbce nr 3 nastąpił ubytek zarówno w wysokości, jak i w szerokości rośliny, już w drugiej połowie sierpnia paprotka zaczęła usychać. Zerowy przyrost w porównaniu z wyjściowymi parametrami po 302 dniach od posadzenia próbki nr 2 w rzeczywistości można traktować jako dodatni, gdyż jak – wcześniej wspomniano roślina wypuściła nowe pędy. W maju nie wyrosła natomiast próbka nr 3.



Rys. 5. Przyrost wysokości paprotki zwyczajnej

Parzydło leśne (*Aruncus sylvestris*)

Największy wzrost parzydła leśnego zaobserwowano po 62 dniach od zasadzenia roślin w próbce nr 1 (rys. 6). W przypadku próbki nr 3 zmiana wyniosła 0%, mimo że nastąpił słaby wzrost w porównaniu ze stanem, jaki zaobserwowano w kwietniu.

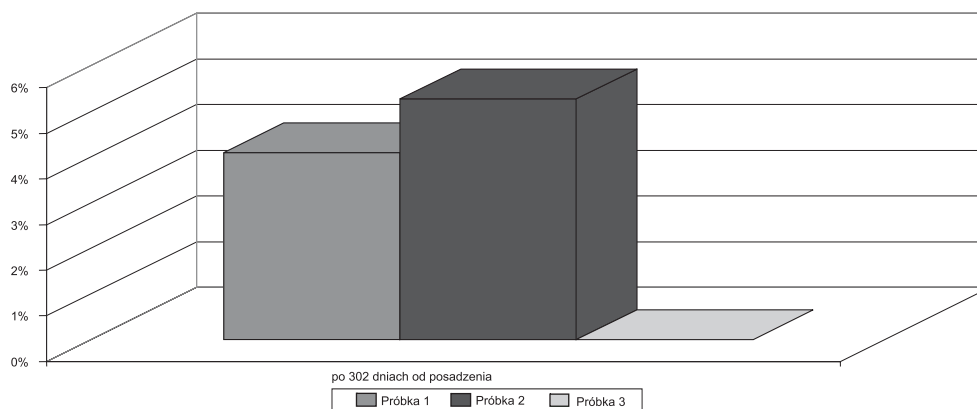


Rys. 6. Przyrost wysokości parzydła leśnego

Wiosną parzydła leśne wypuściły nowe pędy, największe w próbce nr 2, a najmniejsze w próbce nr 3.

Tawuła japońska (*Spiraea japonica*)

Największy przyrost wysokości zaobserwowano w próbce nr 2, a w próbce nr 3 brak było przyrostu (rys. 7). Przyrost ten wystąpił w pierwszym okresie, tj. do grudnia 2004 r., później wysokość roślin nie uległa zmianie.

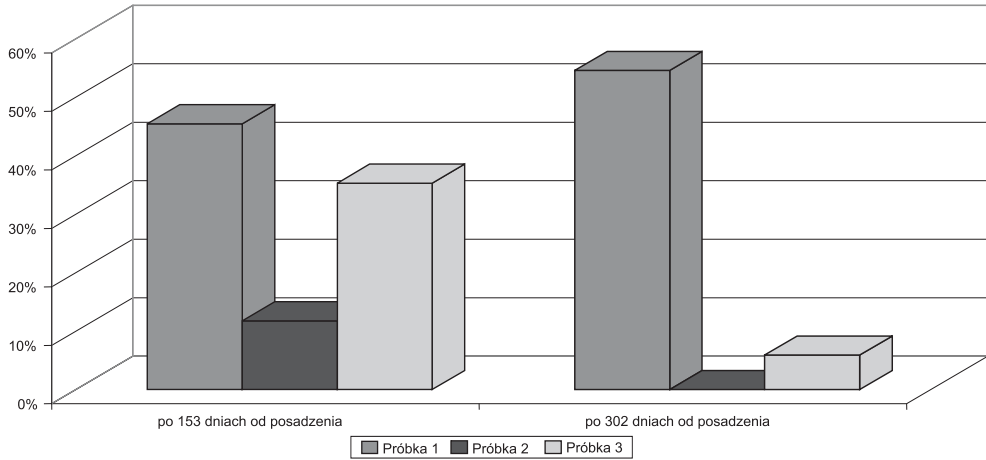


Rys. 7. Przyrost wysokości tawuły japońskiej

Trzmielina Fortune'a (*Euonymus fortunei*)

Początkowo próbka nr 2 rozwijała się bez zakłóceń, jednak w drugiej połowie września pojawiły się bordowe liście, których było coraz więcej. Roślina ta, w przeciwieństwie do pozostałych, w maju sprawiała wrażenie usychającej, stąd zerowy przyrost wysokości

po 302 dniach od zasadzenia. W okresie zimowym nieznacznie ucierpiała próbka nr 3, została przygnieciona śniegiem. Fakt ten spowodował nieduży końcowy przyrost wysokości, wynoszący zaledwie 6%, czyli aż o około 30% mniej, niż odnotowano w grudniu (rys. 8).

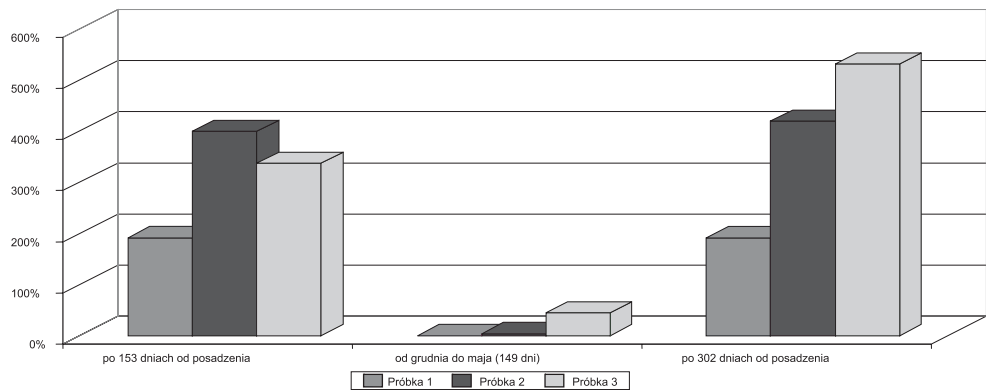


Rys. 8. Przyrost wysokości trzmieliny Fortune'a

Największą zmianę wysokości wykazała próbka nr 1 (54,55%), miała ona również najładniejszy wygląd. Analiza wzrostu *Euonymus fortunei* pozwala stwierdzić, że najlepszy rozwój wystąpił w przypadku próbki nr 1 (0% osadu ściekowego). Należy również uznać, że próbka nr 2 uschła, pomimo że zanotowano przyrost szerokości po 302 dniach.

Rozchodnik brodawkowy (*Sedum dasyphyllum*)

Największy przyrost roślin zaobserwowano w próbce zawierającej 75% osadu, a najmniejszy w próbce nr 1 (0% osadu) (rys. 9).



Rys. 9. Przyrost długość rozchodnika brodawkowego

3. Wnioski

1. Osady ściekowe mogą być stosowane do celów rolniczych i nierolniczych, np. rekultywacji gruntów zdegradowanych. Po odpowiednim przygotowaniu mogą być wykorzystywane do uzupełnienia braków gleby w sferach ochronnych wokół składowisk odpadów, oczyszczalni ścieków, stawów osadowych.
2. Ze względu na właściwości fizykochemiczne osady ściekowe można stosować do użytkowania i nawożenia użytków rolnych.
3. Na gruntach zawierających osady ściekowe mogą być z powodzeniem sadzone trawy, rośliny krzyżowe i motylkowe oraz gatunki fitomelioracyjne.
4. Do roślin, które dobrze rozwijają się w środowisku glebowym z domieszką osadu, należą: żywotniki (wschodni i zachodni), rozchodnik brodawkowaty, a także parzydło leśne, tawuła japońska oraz trzmielina Fortune'a.

LITERATURA

- [1] *Bień J.*: Niektóre aspekty zagospodarowania i utylizacji osadów ściekowych. Częstochowa, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej 1995
- [2] *Bień J.B., Bień J.D., Wystalska K.*: Problemy gospodarki osadowej w ochronie środowiska. Częstochowa, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej 1998
- [3] *Rosik-Dulewska Cz.*: Podstawy gospodarki odpadami. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN 2000
- [4] Informacje z Oczyszczalni Ścieków Nowy Sącz. „Sądeckie Wodociągi” Sp. z o.o. w Nowym Sączu
- [5] Informacje z Kompostowni „KOMPOSTECH” Sp. z o.o. w Nowym Sączu
- [6] *Piękoś D.*: Badania nad wykorzystaniem osadów ściekowych do uprawy roślin. Referaty laureatów Studenckich Sesji Naukowych Górników. Kraków, UWND AGH 2004
- [7] *Piękoś D.*: Badania nad wykorzystaniem osadów ściekowych do uprawy roślin. Kraków, WGiG AGH 2005 (praca dyplomowa)
- [8] Akty prawne i normatywne – Dyrektywa Rady z dnia 12 czerwca 1986 r. w sprawie ochrony środowiska, w szczególności gleby, w przypadku wykorzystywania osadów ściekowych w rolnictwie, 86/278/EWG