

# NASTĘPCZY WPŁYW WĘGLI BRUNATNYCH I OSADÓW ŚCIEKOWYCH ORAZ ICH MIESZANIN NA PLON I SKŁAD CHEMICZNY ŻYCICY WIELOKWIATOWEJ

**Barbara SYMANOWICZ, Stanisław KALEMBASA**

Akademia Podlaska, Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej

*Słowa kluczowe: osady ściekowe, węgle brunatne, życica wielokwiatowa*

## Streszczenie

Trzyletnie (1998–2000) doświadczenie wazonowe przeprowadzono metodą całkowicie losową z obiektem kontrolnym (piasek gliniasty lekki) i porównawczym (obornik), w trzech powtórzeniach. Dodatek węgla brunatnych, osadów ściekowych, ich mieszanin i obornika wynosił 7,5% masy gleby w wazonie (8 kg). Nawożenie mineralne stosowano w formie polifoski 8 i saletry amonowej (N:P:K = 1:1:1). Nasiona życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) odmiany Krotko wysiewano w ilości 1g na wazon. W okresie sezonu wegetacyjnego w każdym roku zbierano cztery pokosy. Po skoszeniu oznaczano plon suchej masy oraz zawartość w nim N, P, K, Ca, Mg, Na i S. Zastosowane w badaniach odpady (węgle brunatne, osady ściekowe i ich mieszaniny) oraz obornik istotnie zwiększyły plon życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.). Zawartość P, Ca, Mg i Na kształtowała się na wysokim, N i K na średnim, a S na niskim poziomie.

## WSTĘP

Nowoczesne technologie produkcji rolniczej przyczyniają się do ciągłego zmniejszania się zawartości substancji organicznej w glebach uprawnych. Istnieje zatem konieczność systematycznego wprowadzania do gleby materii organicznej w formie nawozów naturalnych i organicznych. Doskonałym źródłem związków

---

Adres do korespondencji: dr inż. B. Symanowicz, Akademia Podlaska, Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce; tel. +48 (25) 643-13-30, e-mail: kalembasa@ap.siedlce.pl

węgla i azotu mogą być odpady węgla brunatnego (produkt uboczny jego wydobycia) oraz osad ściekowy, powstający jako odpad w oczyszczalniach ścieków [KALEMBASA, 2003; KALEMBASA, SYMANOWICZ, 1999; 2004; MACIEJEWSKA, 1998]. Mała wartość stosunku C:N w osadach ściekowych [KALEMBASA, 2003] świadczy o szybkiej mineralizacji substancji organicznej i możliwości strat przyswajalnych składników pokarmowych na skutek wymywania. Można tego uniknąć przez zastosowanie razem z osadami odpadów węgla brunatnych.

Wśród testowanych roślin, zarówno w doświadczeniach polowych, jak i wazonowych, znaczną rolę odgrywa życica wielokwiatowa (*Lolium multiflorum* Lam.) [GRYNIA, 1995], roślina o rozwiniętym systemie korzeniowym, szybko odrastająca. W doświadczeniach wazonowych KRZYWEGO i WOŁOSZYKA [1997] z życicą wielokwiatową (*Lolium multiflorum* Lam.) uzyskano plon wynoszący 35-40 g powietrznie suchej masy na wazon zawierający 8 kg gleby, a w badaniach KALEMBASY i SYMANOWICZ [1999] – średnio 35,2 g suchej masy na wazon (8 kg gleby). Zawartość makroskładników w życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) była zróżnicowana w zależności od nawożenia (N – 25,4–30,4; P – 3,9–6,1; K – 5,1–32,8; Na – 2,9–9,2; Ca – 9,2–11,4 g·kg<sup>-1</sup> s.m.) [KALEMBASA, SYMANOWICZ, 1999].

Celem niniejszych badań było prześledzenie zmian w plonowaniu i składzie chemicznym życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) pod wpływem węgla brunatnych i osadów ściekowych oraz ich mieszanin.

## METODY BADAŃ

Trzyletnie (1998–2000) doświadczenie wazonowe przeprowadzono metodą całkowicie losową z obiektem kontrolnym (piasek gliniasty lekki) i porównawczym (obornik), w trzech powtórzeniach.

W 1998 r. do gleby w wazonie (8 kg) dodano 7,5% węgla brunatnych, osadów ściekowych, ich mieszanin i obornika (tab. 1). W latach 1999 i 2000 badano ich wpływ następczy. Stosowano też nawożenie mineralne w formie polifoski 8 (przedsiewnie) i saletry amonowej (pogłównie po I i II pokosie) w ilości 1 g N, 1 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 1 g K<sub>2</sub>O na wazon (oprócz obiektu kontrolnego). Nasiona życicy odmiany Kroto wysiewano w ilości 1 g na wazon. W sezonie wegetacyjnym w każdym roku zbierano cztery pokosy trawy. Po skoszeniu oznaczano plon suchej masy. Próby trawy suszono, rozdrabniano i oznaczano:

- azot ogółem – metodą Kjeldahla;
- P, K, Ca, Mg, Na i S – metodą ICP–AES [SZCZEPANIAK, 1996].

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. W przypadku istotnych różnic wykorzystano test Tukeya.

**Tabela 1.** Obiekty doświadczalne**Table 1.** Experimental objects

Obiekt Object	Kombinacja Combination
1.	Kontrolny Control
2.	Węgiel brunatny z Sieniawy Brown coal from Sieniawa
3.	Węgiel brunatny z Konina Brown coal from Konin
4.	Osad ściekowy z Siedlec Sludge from Siedlce
5.	Osad ściekowy z Drosedu Sludge from Drosed
6.	Osad ściekowy z Łukowa Sludge from Łuków
7.	Węgiel brunatny z Sieniawy + osad ściekowy z Siedlec Brown coal from Sieniawa + sludge from Siedlce
8.	Węgiel brunatny z Sieniawy + osad ściekowy z Drosedu Brown coal from Sieniawa + sludge from Drosed
9.	Węgiel brunatny z Sieniawy + osad ściekowy z Łukowa Brown coal from Sieniawa + sludge from Łuków
10.	Węgiel brunatny z Konina + osad ściekowy z Siedlec Brown coal from Konin + sludge from Siedlce
11.	Węgiel brunatny z Konina + osad ściekowy z Drosedu Brown coal from Konin + sludge from Drosed
12.	Węgiel brunatny z Konina + osad ściekowy z Łukowa Brown coal from Konin + sludge from Łuków
13.	Obornik FYM

## WYNIKI I DYSKUSJA

Zastosowane odpady (węgle brunatne i osady ściekowe) oraz ich mieszaniny, a także kolejne lata badań w istotny sposób wpłynęły na zmiany plonu życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) (tab. 2). Średni plon suchej masy trawy wynosił 34,9 g na wazon i był zbliżony do plonu osiąganego w badaniach KRZYWEGO i WOŁOSZYKA [1997], a także KALEMBASY i SYMANOWICZ [1999]. Obliczenia statystyczne wykazały istotne zwiększenie plonu suchej masy życicy na wszystkich badanych obiektach w porównaniu z plonem z obiektu kontrolnego. Największy plon uzyskano na obiekcie 9., gdzie zastosowano mieszaninę odpadu węgla brunatnego z Sieniawy i osadu z Łukowa. Był on ok. 2,5 razy większy niż plon z obiektu kontrolnego. Analiza wariancji wykazała istotne, systematyczne zwiększanie się plonu suchej masy życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) w poszczególnych latach badań (od 21,4 g s.m. na wazon w 1998 r. do 50,1 g s.m. na wazon w 2000 r.). Obliczenia statystyczne potwierdziły istotną współzależność między zastosowaniem różnych rodzajów odpadów oraz ich mieszanin

**Tabela 2.** Plon suchej masy życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.), lata 1998–2000**Table 2.** Dry matter yield of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), years 1998–2000

Obiekty Objects	Plon w latach, g s.m. z wazonu Yield in years, g d.m. · pot <sup>-1</sup>			
	1998	1999	2000	średnio mean
1.	19,8	15,3	14,3	16,5
2.	22,0	44,1	55,8	40,6
3.	19,1	38,6	50,4	36,0
4.	20,4	29,6	55,8	35,3
5.	17,4	39,4	55,3	37,4
6.	23,7	25,7	47,8	32,4
7.	15,4	34,7	59,1	36,4
8.	21,9	29,1	46,2	32,4
9.	22,0	44,0	61,8	42,6
10.	22,0	33,3	50,7	35,1
11.	25,8	34,5	57,2	39,2
12.	24,0	32,4	52,0	36,1
13.	24,9	31,9	45,7	34,2
Średnio Mean	21,4	33,3	50,1	34,9

NIR<sub>0,05</sub> dla: obiektów (A) – 6,5, lat (B) – 2,2, interakcji A x B – 11,3, interakcji B x A – 7,9.

LSD<sub>0,05</sub> for: objects (A) – 6.5, years (B) – 2.2, interaction A x B – 11.3, interaction B x A – 7.9.

i latami prowadzenia badań. Również współdziałanie pierwszego i trzeciego roku badań z obiektami nawozowymi (odpady oraz ich mieszaniny) w sposób istotny różnicowało plony suchej masy życicy wielokwiatowej.

Zawartość azotu w suchej masie życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) była istotnie zróżnicowana w zależności od badanych czynników oraz ich współdziałania (tab. 3). Dodatki odpadów węgla brunatnego z Sieniawy (obiekt 2.), osadów z Siedlec (obiekt 4.), z Drosedu (obiekt 5.) i z oczyszczalni ścieków w Łukowie (obiekt 6.) istotnie wpłynęły na zwiększenie zawartości azotu ogółem w porównaniu z zawartością azotu w plonie z obiektu kontrolnego. Koncentracja azotu w suchej masie życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) w kolejnych latach badań ulegała istotnemu systematycznemu zmniejszaniu. W ostatnim roku badań zmniejszyła się o ok. 20% w stosunku do pierwszego roku badań. Zawartość azotu oznaczona w przeprowadzonym eksperymencie była zbliżona do oznaczonej w badaniach GRZEGORCZYKA i GOŁĘBIEWSKIEJ [2004] oraz KALEMBASY i SYMANOWICZ [1999].

**Tabela 3.** Zawartość azotu w życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.), lata 1998–2000**Table 3.** The content of nitrogen in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), years 1998–2000

Obiekty Objects	Zawartość azotu, g·kg <sup>-1</sup> s.m. Content of nitrogen, g·kg <sup>-1</sup> d.m.			
	1998	1999	2000	średnio mean
1.	27,3	22,4	22,7	24,1
2.	28,9	28,6	26,1	27,9
3.	24,4	24,1	25,4	24,6
4.	31,0	29,3	23,7	28,0
5.	33,1	25,6	25,6	28,1
6.	31,1	28,3	26,1	28,5
7.	29,1	26,7	19,0	24,9
8.	26,4	25,2	23,8	25,1
9.	29,4	24,3	25,0	26,2
10.	30,1	24,9	26,4	27,1
11.	31,7	24,9	23,2	26,6
12.	29,4	27,1	25,5	27,3
13.	26,9	25,9	20,7	24,5
Średnio Mean	29,1	25,9	24,1	26,4

NIR<sub>0,05</sub> dla: obiektów (A) – 3,4, lat (B) – 1,1, interakcji A x B – 5,8, interakcji B x A – 4,1.

LSD<sub>0,05</sub> for: objects (A) – 3.4, years (B) – 1.1, interaction A x B – 5.8, interaction B x A – 4.1.

Średnia zawartość fosforu w suchej masie życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) wynosiła 4,7 g·kg<sup>-1</sup> (tab. 4). Zastosowane odpady i ich mieszaniny, lata badań oraz współdziałanie tych czynników istotnie różnicowały poziom fosforu w suchej masie trawy. Koncentracja tego makroskładnika była większa od optymalnej, ale nie pogarszała jakości uzyskanej paszy [FALKOWSKI, KUKUŁKA, KOZŁOWSKI, 2000]. Znacznie większe zawartości fosforu w życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) oznaczono w badaniach KALEMBASY [2004] z wermikompostami (średnio 12,88 g·kg<sup>-1</sup> s.m.).

Średnia zawartość potasu w suchej masie trawy wynosiła 27,6 g·kg<sup>-1</sup> (tab. 5). Analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie zawartości potasu między obiektem, na którym stosowano mieszaninę odpadu węgla brunatnego z Sieniawy z osadami z Łukowa (obiekt 9.) a pozostałymi obiektami. Istotne różnice wystąpiły między pierwszym i drugim rokiem badań oraz dla współdziałania obiektu, na którym stosowano mieszaninę odpadu węgla brunatnego z Sieniawy z osadami ściekowymi z Łukowa (obiekt 9.) z pierwszym rokiem badań. Uzyskane wyniki były o 22% mniejsze od tych, które otrzymano w badaniach GRZEGORCZYKA i GOŁĘBIEWSKIEJ [2004].

**Tabela 4.** Zawartość fosforu w życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.), lata 1998–2000**Table 4.** The content of phosphorus in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), years 1998–2000

Obiekty Objects	Zawartość fosforu, g·kg <sup>-1</sup> s.m.		Content of phosphorus, g·kg <sup>-1</sup> d.m.	
	1998	1999	2000	średnio mean
1.	4,3	4,6	4,0	4,3
2.	4,3	4,4	3,4	4,0
3.	4,9	4,8	4,0	4,6
4.	5,9	5,5	4,6	5,3
5.	4,6	4,4	4,7	4,6
6.	5,3	5,0	4,5	4,9
7.	5,0	5,2	5,4	5,2
8.	4,1	5,2	5,8	5,0
9.	4,5	4,7	4,5	4,6
10.	4,7	4,8	5,2	4,9
11.	4,6	4,9	5,2	4,9
12.	4,7	4,7	4,6	4,7
13.	5,6	4,9	4,0	4,8
Średnio Mean	4,8	4,8	4,6	4,7

NIR<sub>0,05</sub> dla: obiektów (A) – 0,4, lat (B) – 0,1, interakcji A x B – 0,7, interakcji B x A – 0,5.

LSD<sub>0,05</sub> for: objects (A) – 0.4, years (B) – 0.1, interaction A x B – 0.7, interaction B x A – 0.5.

**Tabela 5.** Zawartość potasu w życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.), lata 1998–2000**Table 5.** The content of potassium in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), years 1998–2000

Obiekty Objects	Zawartość potasu, g·kg <sup>-1</sup> s.m.		Content of potassium, g·kg <sup>-1</sup> d.m.	
	1998	1999	2000	średnio mean
1.	26,1	29,9	24,9	27,0
2.	28,1	32,4	25,5	28,7
3.	25,5	28,9	28,9	27,8
4.	23,9	31,2	32,0	29,0
5.	24,8	29,7	31,0	28,5
6.	23,3	34,3	23,7	27,1
7.	24,4	25,1	32,0	27,2
8.	24,7	21,7	27,5	24,6
9.	28,4	35,5	32,0	32,0
10.	28,5	27,1	28,0	27,9
11.	23,2	24,6	33,9	27,2
12.	27,3	27,4	23,7	26,1
13.	24,4	27,0	26,8	26,1
Średnio Mean	25,6	28,8	28,4	27,6

NIR<sub>0,05</sub> dla: obiektów (A) – 3,7, lat (B) – 1,2, interakcji A x B – 6,4, interakcji B x A – 4,4.

LSD<sub>0,05</sub> for: objects (A) – 3.7, years (B) – 1.2, interaction A x B – 6.4, interaction B x A – 4.4.

Zawartość wapnia w suchej masie życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) była duża i wynosiła średnio  $8,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (tab. 6). Zastosowanie odpadów węgla brunatnego z Sieniawy (obiekt 2.), osadów z Łukowa (obiekt 6.) i mieszaniny odpadu węgla brunatnego z Sieniawy z osadami z Siedlec (obiekt 7.) istotnie zmniejszyły zawartość wapnia w życicy wielokwiatowej w stosunku do obiektu kontrolnego. Z analizy wariancji wynika, że istotne zmniejszenie zawartości wapnia w suchej masie roślin nastąpiło w trzecim roku badań. Duża zawartość wapnia, którą oznaczono w suchej masie trawy jest zgodna z danymi jakie podają FALKOWSKI, KUKUŁKA, KOZŁOWSKI [2000].

**Tabela 6.** Zawartość wapnia w życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.), lata 1998–2000

**Table 6.** The content of calcium in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), years 1998–2000

Obiekty Objects	Zawartość wapnia, $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.			Content of calcium, $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.	
	1998	1999	2000	średnio	mean
1.	8,7	9,2	9,7	9,2	
2.	7,5	8,1	7,1	7,6	
3.	8,7	8,4	7,4	8,2	
4.	10,1	8,2	7,3	8,5	
5.	8,6	8,1	7,2	8,0	
6.	7,7	7,8	7,9	7,8	
7.	8,0	7,7	7,2	7,6	
8.	8,3	8,9	8,2	8,5	
9.	8,5	7,7	8,2	8,1	
10.	8,0	7,8	8,0	7,9	
11.	8,1	8,1	8,1	8,1	
12.	8,2	8,0	7,5	7,9	
13.	8,5	8,3	7,6	8,1	
Średnio Mean	8,4	8,2	7,8	8,1	

NIR<sub>0,05</sub> dla: obiektów (A) – 1,3, lat (B) – 0,4, interakcji A x B – n.i., interakcji B x A – n.i.

LSD<sub>0,05</sub> for: objects (A) – 1.3, years (B) – 0.4, interaction A x B – n.s., interaction B x A – n.s.

Średnie zawartości magnezu w suchej masie życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) z trzech lat prowadzenia badań wynosiły  $3,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (tab. 7). Magnez i potas należą do makropierwiastków, których niedobór ogranicza wartość paszową roślinności łąkowo-pastwiskowej. Z danych przedstawionych w tabeli 7. wynika, że zawartość magnezu w suchej masie trawy jest duża FALKOWSKI, KUKUŁKA i KOZŁOWSKI [2000]. Istotne zmniejszenie zawartości magnezu nastąpiło w drugim roku badań. Dodatki w formie odpadów nie różnicowały istotnie zawartości magnezu.

**Tabela 7.** Zawartość magnezu w życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.), lata 1998–2000**Table 7.** The content of magnesium in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), years 1998–2000

Obiekty Objects	Zawartość magnezu, g·kg <sup>-1</sup> s.m.			Content of magnesium, g·kg <sup>-1</sup> d.m.	
	1998	1999	2000	średnio	mean
1.	3,1	3,1	3,0	3,1	
2.	3,8	3,3	2,9	3,3	
3.	4,1	3,5	3,1	3,6	
4.	3,8	3,1	3,2	3,4	
5.	3,9	3,2	3,2	3,4	
6.	3,7	3,0	3,4	3,4	
7.	4,4	3,2	3,5	3,7	
8.	4,4	3,4	3,6	3,8	
9.	4,6	3,3	3,2	3,7	
10.	4,5	3,1	2,9	3,5	
11.	4,7	3,6	3,3	3,9	
12.	4,6	3,4	3,4	3,8	
13.	4,2	3,2	3,3	3,6	
Średnio Mean	4,2	3,3	3,2	3,6	

NIR<sub>0,05</sub> dla: obiektów (A) – n.i., lat (B) – 0,3, interakcji A x B – n.i., interakcji B x A – n.i.

LSD<sub>0,05</sub> for: objects (A) – n.i., years (B) – 0.3, interaction A x B – n.s., interaction B x A – n.s.

Zawartość sodu w suchej masie życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) z poszczególnych obiektów i lat badań była istotnie zróżnicowana. Wynosiła średnio 3,2 g·kg<sup>-1</sup> (tab. 8). Zastosowanie odpadów oraz ich mieszanin spowodowało zwiększenie zawartości sodu w suchej masie życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.). W trzecim roku badań poziom sodu w suchej masie trawy uległ istotnemu zmniejszeniu.

Wpływ badanych czynników na zawartość siarki w suchej masie życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.) był istotny (tab. 9). Średnia zawartość siarki była mała (2,8 g·kg<sup>-1</sup>) i ulegała zmniejszeniu pod wpływem zastosowanych odpadów oraz ich mieszanin w porównaniu z obiektem kontrolnym. W kolejnych latach badań stwierdzono istotne zwiększenie zawartości siarki w suchej masie życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.). Można wnioskować, że pochodziła ona z mineralizacji organicznych połączeń siarki [KALEMBASA, 2003; KALEMBASA, TENGLER, 2004; MACIEJEWSKA, 1998].



**Tabela 8.** Zawartość sodu w życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.), lata 1998–2000  
**Table 8.** The content of sodium in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), years 1998–2000

Obiekty Objects	Zawartość sodu, g·kg <sup>-1</sup> s.m.		Content of sodium, g·kg <sup>-1</sup> d.m.	
	1998	1999	2000	średnio mean
1.	2,9	2,3	2,5	2,6
2.	2,5	3,5	2,6	2,9
3.	2,6	3,4	3,0	3,0
4.	2,6	2,8	3,2	2,9
5.	3,0	3,6	2,9	3,2
6.	2,5	3,6	2,7	2,9
7.	3,7	2,5	2,7	3,0
8.	4,7	3,7	3,3	3,9
9.	3,2	3,5	3,6	3,4
10.	4,4	3,3	3,1	3,6
11.	4,8	3,3	3,3	3,8
12.	3,6	3,5	3,1	3,4
13.	2,5	3,5	2,5	2,8
Średnio Mean	3,3	3,3	3,0	3,2

NIR<sub>0,05</sub> dla: obiektów (A) – 0,5, lat (B) – 0,2, interakcji A x B – 0,8, interakcji B x A – 0,6.

LSD<sub>0,05</sub> for: objects (A) – 0.5, years (B) – 0.2, interaction A x B – 0.8, interaction B x A – 0.6.

**Tabela 9.** Zawartość siarki w życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.), lata 1998–2000  
**Table 9.** The content of sulphur in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), years 1998–2000

Obiekty Objects	Zawartość siarki, g·kg <sup>-1</sup> s.m.		Content of sulphur, g·kg <sup>-1</sup> d.m.	
	1998	1999	2000	średnio mean
1.	2,7	3,7	3,1	3,2
2.	2,8	2,9	3,1	2,9
3.	2,6	2,9	2,8	2,8
4.	2,5	2,7	3,3	2,8
5.	2,4	3,0	3,0	2,8
6.	2,5	3,0	3,1	2,8
7.	2,1	2,9	3,1	2,7
8.	2,1	3,0	3,9	3,0
9.	1,9	2,9	3,1	2,6
10.	1,9	2,7	3,3	2,6
11.	2,1	3,0	3,3	2,8
12.	2,1	3,0	3,3	2,8
13.	2,2	3,0	3,1	2,8
Średnio Mean	2,3	3,0	3,2	2,8

NIR<sub>0,05</sub> dla: obiektów (A) – 0,5, lat (B) – 0,2, interakcji A x B – 0,8, interakcji B x A – 0,6.

LSD<sub>0,05</sub> for: objects (A) – 0.5, years (B) – 0.2, interaction A x B – 0.8, interaction B x A – 0.6.

## WNIOSKI

1. Zastosowane w doświadczeniu węgle brunatne, osady ściekowe oraz ich mieszaniny istotnie zwiększyły plon suchej masy życicy wielokwiatowej (*Lolium multiflorum* Lam.).

2. Zawartość azotu ( $26,4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.) i potasu ( $27,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.) w roślinie testowej kształtowała się na średnim poziomie; fosforu ( $4,7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.), wapnia ( $8,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.), magnezu ( $3,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.) i sodu ( $3,2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.) na wysokim, a siarki ( $2,8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.) – na niskim.

## LITERATURA

- FALKOWSKI M., KUKUŁKA I., KOZŁOWSKI S., 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Poznań: AR ss.132.
- GRYNIA M., 1995. Łąkarstwo. Poznań: AR ss. 431.
- GRZEGORCZYK S., GOŁĘBIEWSKA A., 2004. Kształtowanie się niektórych składników mineralnych w *Lolium perenne* L. i *Festuca pratensis* L., uprawianym w siewie czystym i mieszankach z *Plantago lanceolata* L. Ann. UMCS Sect. E vol. 59 1 s. 457–460.
- KALEMBASA D., 2004. Wykorzystanie fosforu z wermikompostów przez życicę wielokwiatową (*Lolium multiflorum* Lam.). Ann. UMCS Sect. E vol. 54 4 s. 1905–1910.
- KALEMBASA S., 2003. Rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych. Substancje humusowe w glebach i nawozach. Wrocław: Wydaw. PTSH s. 63–75.
- KALEMBASA S., SYMANOWICZ B., 1999. Przydatność węgla brunatnego i osadu pościekowego oraz ich mieszanin w nawożeniu życicy wielokwiatowej. Fol. Univ. Agricult. Stetin. 200. Agricult. (77) s. 135–144.
- KALEMBASA S., SYMANOWICZ B., 2004. The influence of mixtures of bark and sawdust with waste activated sludges on the content of macroelements in *Lolium multiflorum* Lam. W: Chemistry for agriculture. Vol. 5. New agrochemicals and their safe use for health and environment. Czech–Pol–Trade s. 604–613.
- KALEMBASA S., TENGLER Sz., 2004. Rola węgla brunatnego w nawożeniu i ochronie środowiska. Monogr. 53. Siedlce: Wydaw. AP ss. 174.
- KRZYWY E., WOŁOSZYK Cz., 1997. Wpływ nawożenia osadami surowymi i przefermentowanymi z miejskich oczyszczalni ścieków na wysokość plonu oraz zawartość kadmu i niklu w życicy trwałej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 448b s. 149–155.
- MACIEJEWSKA A., 1998. Węgiel brunatny jako źródło substancji organicznej i jego wpływ na właściwości gleb. Warszawa: Wydaw. PW ss. 73.
- SZCZEPANIAK W., 1996. Metody instrumentalne w analizie chemicznej. Warszawa: PWN s. 165–169.

*Barbara SYMANOWICZ, Stanisław KALEMBASA*

**SUCCESSIVE INFLUENCE  
OF BROWN COALS, WASTE ACTIVATED SLUDGES AND THEIR MIXTURES  
OF THE YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF ITALIAN RYEGRASS**

*Key words: brown coals, Italian ryegrass, sludge*

**S u m m a r y**

Pot experiment of totally random scheme with control object and farmyard manure (FYM) object as a reference was carried out in three replications on light loamy sand in the years 1998–2000. Brown coal, waste activated sludge and their mixtures as well as FYM were added at 7.5% of soil mass per pot filled with 8 kg of soil material.

Mineral fertilization was applied as polyphoska 8 and ammonium nitrate at the proportion of N:P:K = 1:1:1. One gram of Italian ryegrass seeds was sown per pot. Four cuts were harvested during vegetation period every year. In each cut the yield of dry mass, the content of N, P, K, Ca, Mg, Na and S were determined. Applied fertilization (brown coals, waste activated sludge and their mixtures, FYM) significantly increased the yield of Italian ryegrass. The content of P, Ca, Mg and Na in hay reached high level, N and K – medium and S – low level.

---

**Recenzenci:**

*prof. dr hab. Zdzisław Ciećko*

*prof. dr hab. Ryszard Kostuch*

Praca wpłynęła do Redakcji 06.12.2005 r.