

PRZYDATNOŚĆ WERMIKOMPOSTÓW DO NAWOŻENIA WARZYW W UPRAWIE POLOWEJ

D. Kalembasa, B. Wiśniewska

Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej, Akademia Podlaska w Siedlcach
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce
e-mail: kalembasa@ap.siedlce.pl

Streszczenie. Vermikompost otrzymany z osadu ściekowego i odpadów przemysłu mięsnego, przy udziale dżdżownicy *Eisenia fetida* (Sav.), testowano jako nawóz w nawożeniu marchwi, selera, kapusty i pomidora w uprawie grunтовой. Nawożenie wermikompostem porównano z nawożeniem obornikiem i NPK. Vermikompost stosowano w ilości $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, 1 i 2 jednostek ilości azotu jak w oborniku i NPK. Jednostka nawozowa azotu stanowiła $20 \text{ g N}\cdot\text{m}^{-2}$.

Wermikompost stosowany w dawce zawierającej 1 jednostkę azotu był porównywalnym nawozem z obornikiem i NPK, a stosowany w dawce $\frac{1}{3}$ oraz $\frac{2}{3}$ jednostki azotu, istotnie obniżał plony warzyw. Wpływ wermikompostu na skład chemiczny nawożonych warzyw był nieistotny a wartość współczynnika wykorzystania N, P, K, Ca i Mg była istotna w zależności od rodzaju i dawki azotu w stosowanych nawozach.

Słowa kluczowe: wermikompost, osad ściekowy, warzywa, nawożenie.

WSTĘP

Produkcja warzyw w warunkach Polski ma duże znaczenie ze względu na bezpośrednie spożycie oraz jako surowiec dla przemysłu przetwórczego. Na jakość wyprodukowanych warzyw znaczący wpływ ma ich nawożenie. W zależności od zasobności gleby zalecane są różne nawozy, przeważnie organiczne, o wysokiej zawartości łatwo przyswajalnych (w długim okresie wegetacji) składników pokarmowych dla roślin. Takie wymagania spełniać mogą m.in. wermikomposty, otrzymane z różnych materiałów organicznych przy udziale dżdżownicy *Eisenia fetida* (Sav.) [3,5].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu wermikompostów na plon i zawartość wybranych makroskładników w kilku gatunkach warzyw w uprawie polowej.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono na glebie brunatnej właściwej, wytworzonej z gliny średniej, zaliczanej do klasy bonitacyjnej IIIa, o wysokiej zawartości przyswajalnego fosforu, potasu i magnezu. Wartość pH_{KCl} wynosiła 6,7, a całkowita zawartość azotu i węgla w związkach organicznych odpowiednio 2,42 i 325 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Doświadczenie prowadzono przez 3 lata, a w jego schemacie uwzględniono następujące obiekty nawozowe:

- O – obiekt kontrolny (bez nawożenia);
- NPK – w formie nawozów mineralnych, w ilości jak w oborniku NPK;
- Obor – obornik bydlęcy o średnim stopniu rozkładu w ilości 20g azotu na 1m^2 ;
- $\frac{1}{3}$ W – wermikompost w ilości $\frac{1}{3}$ azotu, jak w oborniku;
- $\frac{2}{3}$ W – wermikompost w ilości $\frac{2}{3}$ azotu, jak w oborniku;
- 1W – wermikompost w ilości 1 jednostki azotu, jak w oborniku;
- 2W – wermikompost w ilości 2 jednostek azotu, jak w oborniku.

Doświadczenie założono w układzie całkowicie losowym z jednym czynnikiem. Powierzchnia poletka (objektu) wynosiła 1m^2 . Każdy obiekt nawozowy prowadzono w 4 replikacjach. Wermikompost otrzymano z osadu ściekowego z oczyszczalni mechaniczno-biologicznej ścieków komunalnych w Łukowie (75%) i odpadów z przemysłu mięsnego (25%), przy wykorzystaniu dżdżownicy *Eisenia fetida* (Sav.) w procesie wermikompostowania [4]. Obornik (25,4% suchej masy) zawierał w $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.: N – 5,1; P – 1,7; K – 6,2; Ca – 2,7 i Mg – 1,2, a wermikompost (39,4% s.m.): N – 6,2; P – 0,9; K – 0,7; Ca – 3,7 i Mg – 1,2. Niedobory fosforu i potasu w wermikompoście, w stosunku do obornika, uzupełniono tymi składnikami zawartymi w superfosfacie potrójnym i 60% soli potasowej.

Roślinami testowymi były :

- kapusta biała, odmiany Sława z Enkhuizen (4 szt. $\cdot\text{m}^{-2}$);
- marchew odmiany Perfekcja (100 szt. $\cdot\text{m}^{-2}$);
- seler korzeniowy, odmiany Jabłkowy (9 szt. $\cdot\text{m}^{-2}$);
- pomidor, odmiany Raper (4 szt. $\cdot\text{m}^{-2}$).

W czasie uprawy warzyw stosowano powszechnie przyjęte zabiegi uprawowe i środki ochrony roślin.

Warzywa zbierano w okresie dojrzałości handlowej, w których oznaczano:

- azot całkowity – zmodyfikowaną metodą Kjeldahla [6];
- fosfor, potas, wapń i magnez całkowity w roztworze podstawowym, uzyskanym po mineralizacji suchej masy warzyw „na sucho” w piecu muflowym, rozpuszczeniu otrzymanego popiołu surowego HCl (1:1), odparowaniu nad-

miaru kwasu na łaźni piaskowej i przemyciu 10 cm³ 10% HCl powstałych chlorków na sączku (w celu oddzielenia strąconej krzemionki), umieszczenia przesączu w kolbie miarowej o pojemności 100 cm³, uzupełnianej wodą destylowaną do kreski. W tak uzyskanym roztworze oznaczono:

- fosfor – metodą spektrometryczną [7];
- potas i wapń – metodą spektrometrii emisyjnej;
- magnez – metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej.

Istotność różnic w plonach warzyw oraz zawartości oznaczonych pierwiastków ustalono stosując analizę wariancji (test F Fishera-Snedecora). W przypadku różnic istotnych badanych cech, wartość NIR_{0,05} obliczono stosując test Tukey'a.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wermikompost zastosowany w doświadczeniu zawierał więcej azotu i wapnia, a mniej fosforu i potasu w stosunku do obornika, co jest wynikiem technologii produkcji wermikompostu [3,4]. Wobec powyższego na poletkach z wermikompostem uzupełniono nawożenie fosforem i potasem w celu właściwej oceny działania azotu zawartego w wermikompoście. Plon kapusty białej (Tab. 1) był zbliżony na poletkach nawożonych NPK, obornikiem oraz wermikompostem w ilości 1 i 2 jednostek azotu (jak w oborniku). Na poletkach z ilością $\frac{1}{3}$ i $\frac{2}{3}$ jednostek azotu w wermikompoście był istotnie niższy. Zawartość suchej masy oraz badanych makroskładników (z wyjątkiem magnezu) nie różniły się istotnie. Kapusta głowiasta biała należy do roślin warzywnych o bardzo wysokich wymaganiach pokarmowych [8,2] i dlatego najczęściej uprawiana jest w pierwszym roku po zastosowaniu obornika w dawce 30 - 40 t·ha⁻¹. Z plonem 70 t·ha⁻¹ kapusta ta pobiera (w kg·ha⁻¹) około: 230 N, 35 P, 249 K, 219 Ca i 11 Mg. W przedstawionym doświadczeniu otrzymano równoważny plon na poletkach nawożonych obornikiem i wermikompostem w ilości 1 jednostki dawki azotu (1W). Zastosowanie podwójnej dawki wermikompostu nie powodowało istotnego przyrostu plonu.

Plon korzeni marchwi (Tab. 2) był najwyższy na poletkach nawożonych wermikompostem w ilości 1 i 2 jednostek azotu i był istotnie wyższy, w stosunku do plonu z poletek nawożonych obornikiem i NPK, na których plony nie wykazywały istotnego zróżnicowania. Zawartość suchej masy korzeni marchwi była bardzo zbliżona między poszczególnymi obiektami. Oznaczona zawartość azotu, wapnia i magnezu była istotnie zróżnicowana pod wpływem stosowanego nawożenia.

Tabela 1. Plon, zawartość suchej masy i wybranych makroskładników w kapuście białej odmiany Sława z Enkhuizen

Table 1. The yield, the content of dry matter and some macroelements of white cabbage Sława with Enkhuizen variety

Obiekt nawozowy	Plon $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	Sucha masa %	g·kg ⁻¹ suchej masy				
			N	P	K	Ca	Mg
0	10,4	8,30	2,55	0,48	2,27	0,67	0,41
NPK	15,4	8,10	2,51	0,48	2,24	0,64	0,42
Obor.	15,9	8,11	2,52	0,41	2,27	0,64	0,43
$\frac{1}{3}$ W	11,9	8,55	2,49	0,49	2,30	0,73	0,43
$\frac{2}{3}$ W	13,1	8,58	2,74	0,41	2,29	0,73	0,48
1 W	15,9	8,19	2,79	0,44	2,31	0,73	0,48
2 W	16,2	8,60	2,72	0,45	2,26	0,72	0,50
Średnia	14,1	8,35	2,62	0,45	2,28	0,69	0,45
NIR _{0,05}	2,1	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.

n.i. – nie istotne.

Tabela 2. Plon, zawartość suchej masy i wybranych makroskładników w korzeniach marchwi odmiany Perfekcja

Table 2. The yield, the content of dry matter and some macroelements of carrots roots Perfekcja variety

Obiekt nawozowy	Plon $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	Sucha masa %	g·kg ⁻¹ suchej masy				
			N	P	K	Ca	Mg
0	4,24	12,2	1,39	0,49	2,08	0,51	0,21
NPK	5,98	12,1	1,62	0,47	2,30	0,49	0,23
Obor.	6,02	12,0	1,61	0,51	2,21	0,63	0,26
$\frac{1}{3}$ W	5,24	11,7	1,59	0,49	2,22	0,71	0,29
$\frac{2}{3}$ W	6,47	12,0	1,66	0,48	2,27	0,69	0,27
1 W	6,99	12,1	1,61	0,50	2,17	0,69	0,29
2 W	7,12	11,9	1,60	0,50	2,14	0,68	0,29
Średnia	6,00	12,0	1,58	0,49	2,20	0,62	0,26
NIR _{0,05}	0,90	n.i.	0,21	n.i.	n.i.	0,07	0,03

Marchew dobrze plonująca wymaga znacznej ilości składników pokarmowych [10]. Jednak stosowanie nawożenia w wysokich dawkach często prowadzi do nadmiernego gromadzenia azotanów, które obniżają przydatność marchwi do bezpośredniego spożycia lub jako surowca dla przemysłu spożywczego; jakkolwiek poszczególne genotypy różnią się znacznie pod względem pobierania i gromadzenia azotanów oraz makroskładników [13].

Plon korzeni selera (Tab. 3) był najwyższy na poletkach nawożonych wysokimi dawkami wermikompostu (1 i 2 jednostki azotu). Plon ten nie był jednak istotnie większy niż na poletkach z obornikiem i NPK. Niewielkie zmiany w zawartości suchej masy oraz oznaczonych makroskładników były nieistotne pod wpływem zastosowanego nawożenia. Nawożenie organiczne wpływa dodatnio na wzrost i plonowanie selera. Przy uprawie selera korzeniowego na zbiór jesienny dawka azotu nie powinna przekraczać $150-200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, ponieważ większe dawki tego składnika nie powodują zwiększenia plonu, a jedynie zwiększają zawartość azotanów w korzeniu spichrzowym [9].

Tabela 3. Plon, zawartość suchej masy i wybranych makroskładników w korzeniach selera odmiany Jabłkowy

Table 3. The yield, the content of dry matter and some macroelements in roots of celery Jabłkowy variety

Obiekt nawozowy	Plon $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	Sucha masa %	N	P	K	Ca	Mg
			g·kg ⁻¹ suchej masy				
0	1,84	10,5	1,99	1,17	2,37	0,43	0,57
NPK	2,68	10,8	2,24	1,09	2,63	0,42	0,50
Obor.	2,68	10,2	2,27	1,08	2,63	0,39	0,53
$\frac{1}{3}$ W	1,95	10,9	2,13	1,15	2,60	0,42	0,54
$\frac{2}{3}$ W	2,36	10,6	2,23	0,97	2,61	0,39	0,52
1 W	2,84	10,4	2,17	0,91	2,61	0,41	0,53
2 W	2,94	10,4	2,17	0,91	2,61	0,41	0,53
Średnia	2,47	10,5	2,17	1,04	2,58	0,41	0,53
NIR _{0,05}	0,37	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.

Najwyższy plon owoców pomidora (Tab. 4) stwierdzono na obiektach z obornikiem i wermikompostem stosowanym w dawce zawierającej 2 jednostki azotu. Wpływ nawożenia był istotny na plonowanie i zawartość azotu w owocach. Najwięcej azotu oznaczono w owocach pomidora z obiektu nawożonego obornikiem,

a najmniej z obiektu kontrolnego. Pomidor charakteryzuje się silnym wzrostem i dlatego posiada duże wymagania pokarmowe. Stosowane dawki nawozów powinny być wysokie ze względu na dużą masę roślinną. Jednak potrzeby nawozowe w porównaniu z innymi roślinami warzywnymi nie są zbyt duże, gdyż pomidor wytwarza silnie rozgałęziony system korzeniowy, poprzez który pobiera składniki pokarmowe zawarte w glebie [1,11,12].

Tabela 4. Plon, zawartość suchej masy i wybranych makroskładników w owocach pomidora odmiany Raper

Table 4. The yield, the content of dry matter and some macroelements of tomato Raper variety

Obiekt nawozowy	Plon kg·m ⁻²	Sucha masa %	N	P	K	Ca	Mg
			g·kg ⁻¹ suchej masy				
0	5,15	3,97	2,49	0,49	4,19	0,30	0,27
NPK	8,09	4,25	2,99	0,50	4,26	0,37	0,26
Obor.	9,07	4,25	3,03	0,50	2,27	0,36	0,24
1/3 W	7,49	4,37	2,91	0,48	4,14	0,31	0,28
2/3 W	8,73	4,02	2,94	0,52	4,28	0,33	0,27
1 W	8,94	4,29	2,93	0,51	4,32	0,36	0,23
2 W	9,12	4,19	2,96	0,51	4,29	0,36	0,26
Średnia	8,08	4,19	2,89	0,50	4,25	0,34	0,26
NIR _{0,05}	1,45	n.i.	0,37	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.

Wartości współczynnika wykorzystania makroelementów z zastosowanych nawozów były zróżnicowane i istotne dla poszczególnych składników pokarmowych i gatunku nawożonej rośliny (Tab. 5). Najwyższe wartości współczynnika wykorzystania, spośród oznaczonych składników pokarmowych, stwierdzono dla azotu, a najniższe dla fosforu i wapnia; najwyższe dla kapusty białej, a najniższe dla selera. Gatunkowe zróżnicowanie w wartościach współczynnika wykorzystania składników pokarmowych wynika z udziału handlowej części rośliny w ogólnym jej plonie oraz zawartości oznaczonych składników pokarmowych w plonie handlowym. Główki kapusty białej stanowią część handlową, decydują zasadniczo o plonie głównym i w nich zgromadzone są głównie oznaczane składniki pokarmowe. W selerze składniki te znajdują się w liściach, a nie w handlowym korzeniu.

Tabela 5. Wartość współczynnika wykorzystania (%) makroskładników z zastosowanych nawozów przez wybrane gatunki warzyw

Table 5. The values of utilization coefficient (%) macroelements from applied fertilizers by some vegetables

Obiekt nawozowy	N	P	K	Ca	Mg
Kapusta biała					
NPK	49,8	29,1	36,1	-	-
Obor.	52,5	16,9	39,0	22,8	37,7
$\frac{1}{3}$ W	49,8	12,3	15,4	33,5	65,0
$\frac{2}{3}$ W	65,9	6,9	24,8	24,6	58,1
1 W	71,2	23,4	42,3	25,2	56,4
2 W	39,7	31,1	48,4	14,4	35,7
Średnia	54,8	19,9	34,3	24,1	50,6
NIR _{0,05} - LSD _{0,05}	7,8	3,2	6,7	4,4	8,6
Marchew					
NPK	22,7	13,1	23,7	-	-
Obor.	22,2	16,9	21,0	17,8	16,7
$\frac{1}{3}$ W	38,4	6,9	11,5	34,9	43,8
$\frac{2}{3}$ W	42,7	17,6	27,7	27,6	31,8
1 W	32,2	25,0	30,5	21,7	63,7
2 W	15,9	25,1	29,8	10,6	31,9
Średnia	29,0	17,4	24,0	22,5	37,6
NIR _{0,05}	4,6	2,8	4,1	4,1	7,2
Seler					
NPK	13,2	13,2	12,3	-	-
Obor.	11,8	10,2	10,6	2,1	7,3
$\frac{1}{3}$ W	10,2	2,8	2,7	1,2	3,1
$\frac{2}{3}$ W	13,0	2,5	7,9	1,5	6,2
1 W	12,9	6,5	12,7	2,6	9,8
2 W	7,0	7,8	13,8	1,4	5,4
Średnia	11,4	7,2	10,0	1,8	6,4
NIR _{0,05}	2,4	1,8	1,9	0,3	1,3
Pomidor					
NPK	26,0	10,6	24,5	-	-
Obor.	32,9	13,7	31,9	7,2	7,7
$\frac{1}{3}$ W	66,4	8,4	20,1	8,1	23,1
$\frac{2}{3}$ W	39,2	12,1	26,0	5,6	12,5
1 W	31,0	14,3	32,6	5,3	7,1
2 W	15,6	14,0	31,6	2,6	4,6
Średnia	35,2	12,2	27,8	5,8	11,0
NIR _{0,05}	7,4	2,6	5,8	0,9	2,1

Stosunek N:P:K:Ca:Mg (przyjmując N = 1) w części handlowej nawożonych warzyw (średnio ze wszystkich obiektów nawozowych), dla poszczególnych gatunków przyjmował wartości:

- kapusta 1,0:0,17:0,87:0,26:0,17;
- marchew 1,0:0,31:1,39:0,39:0,16;
- seler 1,0:0,48:1,19:0,19:0,24;
- pomidor 1,0:0,17:1,47:0,12:0,09.

Stosunek tych pierwiastków wynosił:

- w oborniku 1,0:0,33:1,22:0,53:0,24;
- w wermikompoście 1,0:0,15:0,11:0,60:0,19.

Wartości te dowodzą, iż wermikompost może być wykorzystany do nawożenia roślin warzywnych, przy dodatkowym nawożeniu potasem.

WNIOSKI

1. Plon kapusty białej, selera korzeniowego i pomidora był zbliżony, a marchwi wyższy, na obiektach nawożonych wermikompostem w ilości 1 i 2 jednostek azotu jak w oborniku oraz obornikiem.
2. Zastosowane nawozy w większości przypadków wpływały nieistotnie na zawartość suchej masy i oznaczonych makroelementów.
3. Rodzaje zastosowanych nawozów i ich dawki różnicowały istotnie wartość współczynnika wykorzystania azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu.
4. Stosunek N:P:K:Ca:Mg w zastosowanym do nawożenia wermikompoście był najbardziej zbliżony do stosunku tych pierwiastków w kapuście białej.

PIŚMIENNICTWO

1. **Babik I.:** Pomidory gruntowe. PWRiL, W-wa, 1997.
2. **Biesiada A.:** Ekologia a nowoczesne metody nawożenia warzyw. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, 361, 155-161, 1999.
3. **Kalembasa D.:** Charakterystyka wermikompostów i ich przemiany w utworach piaszczystych. Rozprawy AP w Siedlcach, 59, 2000.
4. **Kalembasa S., Kalembasa D., Kania R.:** Sposób utylizacji osadów z biologicznych oczyszczalni ścieków. Patent PL 167663B1, 1995.
5. **Kalembasa S., Kalembasa D.:** Wybrane chemiczne i biologiczne metody przeróbki osadów ściekowych. Biotechnologia, 1(36), 45-51, 1997.
6. **Kalembasa S., Carlson R.W., Kalembasa D.:** A new method for the redaction of nitrates in total nitrogen determination according to Kjeldahl method. Polish J. Soil Sci., 22, 2, 21-26, 1989.

7. **Kalembasa S., Namolnik K., Lęgić A.:** Badania porównawcze nad przydatnością niektórych metod oznaczania zawartości fosforu w materiałach organicznych. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, 17, 61, 185-195, 1977.
8. **Orłowski M., Libik A.:** Kapusta głowiasta biała. W: Polowa uprawa warzyw. Wyd. Brasika, Szczecin, 9-10, 2000.
9. **Osińska M., Kołota E.:** Seler korzeniowy. W: Polowa uprawa warzyw. Wyd. Brasika, Szczecin, 268-269, 2000.
10. **Poniedziałek M.:** Marchew. W: Polowa uprawa warzyw. Wyd. Brasika, Szczecin, 255-256, 2000.
11. **Skąpski H., Pyzik T.:** Pomidor. W: Uprawa warzyw w polu. Wyd. SGGW W-wa, 128-142, 1994.
12. **Skąpski H., Borowy A.:** Pomidor. W: Polowa uprawa warzyw. Wyd. Brasika, Szczecin, 176-177, 2000.
13. **Żukowska E., Czeladzka B., Zabagło A.:** Differences in macroelements and nitrates content in the roots of some carrot genotypes. J. Appl. Genet., 38A, 153-159, 1997.

THE SUITABILITY OF VERMICOMPOST FOR THE FERTILIZATION OF VEGETABLES

D. Kalembasa, B. Wiśniewska

Soil Science and Plant Nutrition Department Academy of Podlasie in Siedlce
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce
e-mail: kalembasa@ap.siedlce.pl

Summary. The vermicompost produced from waste activated sludges and waste from meat processing factory (using the worms of *Eisenia fetida* (Sav.) was lasted as fertilizer for the fertilization of carrots, selery, cabbage and tomatos in field cultivation. The fertilization of vermicompost was compared in farmyard manure and NPK. The vermicompost was applicated in $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, 1 and 2 units of nitrogen amount in FYM and NPK. The unit of nitrogen was $20 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ of nitrogen. The vermicompost applicated in dose contained 1 unit of nitrogen was equell with FYM and NPK, but applicated in dose of $\frac{1}{3}$ and $\frac{2}{3}$ of nitrogen unit significantly decreased the yield of vegetables. The influence of vermicompost on the chemical composition of fertilized vegetables was not significant and the values of utilization coefficient of N, P, K, Ca i Mg was significantly correlated with the kind and dose of nitrogen in applicated fertilizers.

Key words: vermicompost, waste activated sludge, vegetables, fertilization.