

WPLYW OCZYSZCZONYCH ŚCIEKÓW MIEJSKICH NA ZAWARTOŚĆ I POBRANIE RÓŻNYCH FORM AZOTU PRZEZ KUPKÓWKĘ POSPOLITĄ*

Adam Kaczor¹, Tadeusz Filipek¹, Zenia Michałojć², Józef Nurzyński²

¹ Katedra Chemii Rolnej, ² Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych
Akademia Rolnicza w Lublinie

WSTĘP

Konwencjonalne oczyszczalnie mechaniczno-biologiczne często nie zapewniają oczyszczenia ścieków w stopniu nie zagrażającym czystości wód powierzchniowych. Oczyszczanie ścieków sprowadza się w nich przede wszystkim do mineralizacji związków organicznych i wydzielenia zawieszin, odprowadzanych w postaci osadów. Ścieki oczyszczone biologicznie zawierają jednakże często zbyt duże ilości składników biogenych – głównie azotu i fosforu – aby bezpiecznie odprowadzać je do zbiorników wodnych. W tym aspekcie wzrasta rola doczyszczania ich w środowisku glebowo-roślinnym [1, 6, 7].

Celem niniejszej pracy była wstępna ocena wpływu oczyszczonych ścieków miejskich na zawartość i pobranie przez kupkówkę pospolitą azotu ogółem oraz mineralnych form tego składnika. Ocenę tę przeprowadzono pod kątem określenia możliwości wykorzystania testowanej trawy do doczyszczania ścieków.

MATERIAŁY I METODYKA

Podstawę badań stanowił materiał roślinny uzyskany z doświadczenia wazonowego. Do doświadczeń użyto materiału glebowego pobranego z wierzchniej warstwy gleby torfowo-murszowej oraz gleby biellicowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego. Gleba organiczna zawierała 1.62% N og. i 668.5 mg · kg⁻¹ N łatwo hydrolizującego. Gleba ta charakteryzowała się obojętnym odczynem, bardzo wysoką zawartością fosforu przyswajalnego oraz bardzo niską – potasu i magnezu. W glebie mineralnej zawartość N og. wynosiła 0.16% N, a łatwo hydrolizującego 84 mg · kg⁻¹. Zawartość fosforu przyswajalnego w tej glebie była średnia, potasu niska, a magnezu bardzo niska. W doświadczeniach użyto wazonów o pojemności 5 dm³ mieszczących 6 kg gleby mineralnej

* Praca wykonana w ramach PBZ-31-03

o wilgotności 7.7% i 4.5 kg gleby organicznej o wilgotności 53.6%. Rośliną doświadczalną była kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata L.*) odmiany Areda, zbierana trzykrotnie w trakcie wegetacji. Po wzejściu, przerwaniu i pozostawieniu 12 roślin w wazonie podlewano je oczyszczonymi ściekami zgodnie z załączonym schematem (tab. 1). Wilgotność gleby we wszystkich obiektach utrzymywano na poziomie 60% maksymalnej pojemności wodnej przez podlewanie roślin do stałej wagi wodą destylowaną. Wody pościekowe użyte w badaniach przywożono z komunalnej, mechaniczno-biologicznej oczyszczalni Hajdów w Lublinie. Wody te w 1 dm³ zawierały następujące ilości podstawowych składników: N rozp. – 30 mg N; P-PO₄ rozp. – 4 mg P.; K całk. – 30 mg K; Mg całk. – 10 mg Mg. Przy niższej dawce ścieków (S₁), w trakcie okresu wegetacji, ze ściekami wprowadzano w g/wazon: 0.36 – N; 0.048 – P; 0.36 – K i 0.12 – Mg. Przy wyższej dawce ścieków (S₂) ilości wnoszonych składników były dwukrotnie wyższe. Nawożenie mineralne podano w formie rozpuszczalnych soli (NH₄NO₃, KH₂PO₄, KCl, MgSO₄ · 7H₂O). Nawożenie mineralne zastosowane w dawce optymalnej (A₁) pod 3 odrosty kupkówki pospolitej wynosiło: N – 2.4 g/wazon; P – 0.52 g/wazon; K – 1.41 g/wazon; Mg – 0.24 g/wazon.

W materiale roślinnym oznaczono N og. metodą Kjeldahla oraz N-NH₄ i N-NO₃ w wyciągu 2% kwasu octowego metodą destylacyjną Bremnera w modyfikacji Starcka [4]. Analizy materiału roślinnego wykonano w średnich próbach obiektowych z poszczególnych pokosów. Pobranie oznaczonych form azotu przez kupkówkę pospolitą obliczono wykorzystując wyniki uzyskanych analiz i plon roślin.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zawartość oznaczonych form azotu w s.m. kupkówki pospolitej była zróżnicowana w zależności od rodzaju gleby i sposobu nawożenia (tab. 1). Rośliny z serii doświadczalnej na glebie organicznej charakteryzowały się wyraźnie wyższą koncentracją azotu ogółem oraz mineralnych form tego składnika (N-NO₃, N-NH₄) w porównaniu z roślinami z serii na glebie mineralnej. Zawartość azotu ogółem w s.m. roślin testowych uprawianych na glebie organicznej – w zależności od obiektu doświadczalnego – zamykała się w przedziale 3.26 – 3.67% N. W tej serii doświadczalnej zastosowane nawożenie w postaci wód pościekowych, jak i w formie soli mineralnych, nie wywarło widocznego wpływu na koncentrację azotu ogółem. Ilość azotu ogółem w roślinach z serii na glebie mineralnej była natomiast wyraźnie zróżnicowana w zależności od sposobu nawożenia. Najniższą koncentrację N og. odnotowano w roślinach nawożonych solami mineralnymi na poziomie S₁ i S₂. Ta sama ilość składników pokarmowych zastosowana w postaci wód pościekowych spowodowała wzrost zawartości N og. w roślinach. Zwyżka ta w zależności od dawki ścieków wynosiła od ok. 24 do ok. 32%. Najwyższą

Tabela 1

Wpływ oczyszczonych ścieków miejskich na zawartość różnych form azotu w kupkówce pospolitej – średnie z trzech pokosów

The effect of purified municipal sewage on the content of various nitrogen forms in cocksfoot – average from three cuts

Objekt Object	N ogółem Total N % N		N-NO ₃ % N		N-NH ₄ % N	
	Gleba mineralna Mineral soil	Gleba organiczna Organic soil	Gleba mineralna Mineral soil	Gleba organiczna Organic soil	Gleba mineralna Mineral soil	Gleba organiczna Organic soil
A ₀	1.96	3.67	0.17	0.75	0.11	0.11
S ₁	2.15	3.26	0.21	0.49	0.10	0.08
S ₂	2.34	3.46	0.26	0.29	0.05	0.13
S ₁ A	1.73	3.62	0.23	0.69	0.03	0.14
S ₂ A	1.73	3.34	0.24	0.43	0.04	0.13
A ₁	2.94	3.55	0.18	0.60	0.07	0.18
A ₁ (S ₁ +A)	3.02	3.67	0.30	0.66	0.07	0.20
A ₁ '(A ₂ +A)	2.93	3.52	0.55	0.74	0.10	0.20

<p>A₀ – obiekt kontrolny bez nawożenia; control object without fertilization;</p> <p>S₁ – podlewanie roślin wodami pościekowymi w ilości 100 cm³/wazon/dzień; watering of plants with sewage water in quantity of 100 cm³/pot a day;</p> <p>S₂ – podlewanie roślin wodami pościekowymi w ilości 200 cm³/wazon/dzień; watering of plants with sewage water in quantity of 200 cm³/pot a day;</p> <p>S₁A – nawożenie mineralne (N, P, K, Mg) w ilości S₁; mineral fertilization (N, P, K, Mg) in quantity of S₁;</p>	<p>S₂A – nawożenie mineralne (N, P, K, Mg) w ilości S₂; mineral fertilization (N, P, K, Mg) in quantity of S₂;</p> <p>A₁ – nawożenie mineralne (N, P, K, Mg) w dawce optymalnej; mineral fertilization (N, P, K, Mg) in optimum dose;</p> <p>A₁(S₁+A) – wody pościekowe w dawce S₁+ nawożenie mineralne do poziomu A₁; sewage water in dose of S₁+ mineral fertilization to A₁ level;</p> <p>A₁'(S₂+A) – wody pościekowe w dawce S₂+ nawożenie mineralne do poziomu A₁; sewage water in dose of S₂+ mineral fertilization to A₁ level.</p>
--	--

zawartością azotu ogólnego (2.93 – 3.02% N) charakteryzowała się kupkówka nawożona na poziomie optymalnym. Wartości te były zbliżone bez względu na to, czy składniki zastosowano wyłącznie w formie soli mineralnych, czy też w postaci mieszanej (ścieki + nawozy).

Zawartość azotanów i azotu amonowego w kupkówce pospolitej była również zróżnicowana w zależności od dawki i formy zastosowanego nawożenia. Koncentracja N-NO₃ w roślinach nawożonych ściekami oczyszczonymi (S₁, S₂) była wyższa w porównaniu z ilością azotanów stwierdzonych w s.m. kupkówki z obiektów kontrolnych. Najwyższe ilości azotanów wystąpiły w roślinach z serii, w której stosowano nawożenie mineralne na poziomie przyjętym za optymalny. Analizując stwierdzone zawartości azotanów w kupkówce pospolitej pod kątem oceny jakości

paszy należy stwierdzić, że w większości obiektów przekraczają one wartość 0,2%, przyjmowaną najczęściej za graniczną [za 2]. Pasza zawierająca N-NO₃ powyżej tej wartości jest szkodliwa dla zwierząt, aczkolwiek dopuszcza się podawanie jej w niewielkich ilościach. Zawartość azotu amonowego w roślinach – w zależności od obiektu doświadczalnego – zawierała się w przedziale 0.03 – 0.20% N. Na glebie mineralnej rośliny nawożone ściekami charakteryzowały się wyższą zawartością N-NH₄ w porównaniu z roślinami z serii nawożonej nawozami mineralnymi (S₁A, S₂A). Najwyższą zawartość azotu amonowego – podobnie jak w przypadku azotanów – stwierdzono w kupkówce z serii nawożonych ściekami i nawozami mineralnymi.

Tabela 2

Wpływ oczyszczonych ścieków miejskich na pobranie różnych form azotu przez kupkówkę pospolitą (mg N/wazon)*

The effect of purified municipal sewage on various nitrogen forms uptake by cocksfoot (mg N/pot)*

Obiekt Object	N ogółem Total N		N-NO ₃		N-NH ₄	
	Gleba mineralna Mineral soil	Gleba organiczna Organic soil	Gleba mineralna Mineral soil	Gleba organiczna Organic soil	Gleba mineralna Mineral soil	Gleba organiczna Organic soil
A ₀	112.3	99.4	9.7	20.3	6.3	3.0
S ₁	285.9	310.0	27.9	46.6	13.3	7.6
S ₂	364.6	535.6	40.5	44.9	7.8	20.1
S ₁ A	212.3	390.6	28.2	74.4	3.7	15.1
S ₂ A	366.9	466.9	50.9	60.1	8.5	18.2
A ₁	1159.2	1036.6	71.0	175.2	27.6	52.5
A ₁ (S ₁ +A)	1277.1	1217.7	126.9	219.0	29.6	66.4
A ₁ '(S ₂ +A)	1306.2	1189.0	245.2	250.0	44.6	67.6

* – pobranie obliczono dla plonu ogółem (suma trzech pokosów);
uptake was computed for total yield (sum of three cuts);

** – oznaczenia jak w tab. 1;
explanations as in tab. 1.

Zastosowane czynniki doświadczalne wywarły również wyraźny wpływ na pobranie analizowanych form azotu przez kupkówkę pospolitą. Jak wskazują dane zamieszczone w tabeli 2 pobranie N-og., N-NO₃ i N-NH₄ było bardziej zróżnicowane w zależności od sposobu nawożenia niż od rodzaju gleby. Wiąże się to z oddziaływaniem czynników doświadczalnych na wysokość plonu roślin. W warunkach prowadzonych badań [3] we wszystkich obiektach istotnie wyższe plony kupkówki pospolitej otrzymano w serii na glebie mineralnej. W konsekwencji różnice w wielkości pobrania związków azotu przez rośliny z serii na glebie organicznej i mineralnej uległy widocznemu zmniejszeniu w porównaniu z różnicami w procentowej zawartości tych związków.

W zależności od sposobu nawożenia (dawka i forma składników) pobranie azotu ogółem przez 3 odrosty kupkówki zamykało się w przedziale od ok. 100 do

ok. 1300 mg N/wazon, azotu azotanowego – od ok. 10 do ok. 250 mg N/wazon, a azotu amonowego – od ok. 3 do ok. 68 mg N/wazon. Na tak znaczne zróżnicowanie pobrania związków azotu przez rośliny miała wpływ bardzo wysoka reakcja plonu trawy na nawożenie [3]. Podkreślić należy porównywalną kumulację związków azotu przez kupkówkę nawożoną ściekami (S_1 , S_2) w stosunku do kumulacji tych związków przez rośliny nawożone taką samą dawką składników w postaci nawozów mineralnych (S_1A , S_2A). Najwyższe pobranie oznaczanych form azotu miało miejsce w obiektach, w których stosowano nawożenie mieszane na poziomie przyjętym za optymalny. Z badań Nazaruka i wsp. [5] wynika także, że najlepsze efekty na użytkach zielonych uzyskuje się wnosząc składniki w formie ścieków i uzupełniając je nawozami mineralnymi. Można w tym przypadku mówić o współdziałaniu składników pokarmowych zawartych w ściekach i w nawozach mineralnych. W efekcie tego współdziałania pobranie azotanów przez rośliny z omawianych obiektów było nawet ponad trzykrotnie wyższe od ilości $N-NO_3$ pobranych przez kupkówkę nawożoną składnikami w takiej samej ilości, w formie soli mineralnych (A_1). Wysoka kumulacja związków azotu ze ścieków przez kupkówkę pospolitą wskazuje na możliwości wykorzystania jej w doczyszczaniu wód pościekowych.

WNIOSKI

1. Stosowanie oczyszczonych ścieków miejskich – zwłaszcza na glebie mineralnej – wyraźnie wpłynęło na wzrost zawartości i pobrania azotu ogółem oraz mineralnych form tego składnika ($N-NO_3$, $N-NH_4$) przez kupkówkę pospolitą.
2. Najwyższą zawartość i pobranie N og., $N-NO_3$ i $N-NH_4$ przez rośliny odnotowano w obiektach, w których stosowano składniki w formie ścieków i dopełniano je dawką nawozów mineralnych do poziomu przyjętego za optymalny.
3. Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że kupkówkę pospolitą można wykorzystać do obniżenia zawartości związków azotu w oczyszczonych ściekach miejskich.

LITERATURA

1. BOĆKO J. (1979). Oczyszczanie ścieków na użytkach zielonych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 221, 79-85.
2. CZUBA R., MAZUR T. (1988). Wpływ nawożenia na jakość plonów. PWN, Warszawa.
3. KACZOR A., KOZŁOWSKA J. (1996). Oddziaływanie oczyszczonych ścieków miejskich na plon i skład jonowy kupkówki pospolitej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 440 (w druku).
4. KROPISZ A., STARCK J.R. (1994). Przewodnik do ćwiczeń z nawożenia roślin ogrodniczych. Wyd. SGGW AR Warszawa.
5. NAZARUK M., PIGUŁA M., MAŁECKA K., JAROS J. (1986). Produktowność wzrastających dawek wód ściekowych i nawożenia na łąkach w dolinie rzeki Ner. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 284, 737-745.

6. SIUTA J., WASIAK G. (1995). Gruntowo-roślinne oczyszczanie ścieków. *Ekoinżynieria* 4(5), 13-17.
7. SZPINDOR A. (1994). Zagrodowe oczyszczalnie ścieków jako istotny czynnik rozwoju wiejskiej gospodarki wodno-ściekowej. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie* 4, 159-163.

STRESZCZENIE

W doświadczeniu wazonowym oceniano wpływ oczyszczonych ścieków miejskich na zawartość i pobranie N og., N-NO₃ i N-NH₄ przez kupkówkę pospolitą. Stosowanie ścieków – zwłaszcza na glebie mineralnej – wyraźnie wpłynęło na wzrost procentowej zawartości i pobrania analizowanych form azotu przez rośliny. Najwyższe pobranie związków azotu przez plon ogólny kupkówki pospolitej wystąpiło w obiektach, w których stosowano składniki w formie ścieków i dopełniając dawkę do poziomu przyjętego za optymalny nawożeniem mineralnym. Uzyskane wyniki wskazują na możliwości wykorzystania kupkówki pospolitej do obniżenia ilości związków azotu w ściekach.

THE EFFECT OF PURIFIED MUNICIPAL SEWAGE ON THE CONTENT AND UPTAKE OF VARIOUS NITROGEN FORMS BY COCKSFOOT

Adam Kaczor¹, Tadeusz Filipek¹, Zenia Michałojć², Józef Nurzyński²

¹ Department of Agricultural Chemistry, ² Department of Horticultural Plants Fertilization and Cultivation Agricultural University of Lublin

Summary

The effect of purified municipal sewage on the content and uptake of tot. N, N-NO₃ and N-NH₄ was estimated in a pot experiment. Application of sewage – in particular on mineral soil – exerted considerable influence on increase of percentage content and uptake of analysed nitrogen forms by plants. The highest uptake of nitrogen compounds by total yield of cocksfoot occurred in the objects in which nutrients in sewage and complement of dose with mineral fertilization to the level accepted as optimum were applied. The obtained results indicate possibilities of using cocksfoot for decrease of quantity of nitrogen compounds in sewage.

Dr hab. Adam Kaczor
Akademia Rolnicza w Lublinie
Katedra Chemii Rolnej
ul. Akademicka 15
20-950 Lublin