

WPLYW RODZAJU NAWOŻENIA NA ILOŚĆ WYMYWANYCH PODSTAWOWYCH SKŁADNIKÓW NAWOZOWYCH Z GLEBY ŁĄKI GÓRSKIEJ

PIOTR KACORZYK, MIROSLAW KASPERCZYK, WOJCIECH SZEWCZYK¹

*Zakład Łąkarstwa, Instytut Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków*

Synopsis. Nawożenie jest podstawowym czynnikiem plonotwórczym na użytkach rolnych, ale nie w pełni wykorzystywanym przez rośliny. Użytkom zielonym powszechnie przypisuje się funkcję filtra biologicznego, ograniczającego zanieczyszczenie gleby, wody i atmosfery. W rejonach górskich w nawożeniu użytków zielonych znaczący udział mają nawozy organiczne w tym odchody zwierząt w koszarach. Celem badań była ocena wpływu nawożenia łąki górskiej za pomocą koszarzenia na skład chemiczny wody przesiąkowej i wielkość ładunków składników nawozowych wymywanych z gleby. W badaniach, przeprowadzonych k. Krynicy w latach 2008–2010, uwzględniono 5 obiektów: kontrolę i cztery nawożone, w tym jeden nawożony nawozami mineralnymi, dwa za pomocą wyłącznie koszarzenia i jeden, w którym koszarzenie połączono z nawożeniem mineralnym. Zawartość azotu (N-NH₄ i N-NO₃) określono za pomocą fotometru LF 205 a fosforu i potasu metodą ICP. Nawożenie zmniejszyło zdolność retencyjną i w miarę intensyfikacji nawożenia stwierdzono zwiększony odpływ wody z profilu glebowego. Każdy rodzaj nawożenia wyraźnie zwiększył koncentrację azotu w wodzie przesiąkowej, natomiast na zawartość fosforu i potasu dodatni wpływ miało tylko nawożenie za pomocą koszarzenia. Wielkości ładunków wyniesionych składników przez wodę z gleby na obiektach, na których prowadzono koszarzenie były znacząco większe w porównaniu do ilości ładunku na obiektach, na których stosowano nawozy mineralne.

Słowa kluczowe: łąka górska, koszar owczy, woda przesiąkowa, składniki nawozowe

WSTĘP

Użytki rolne to istotny element składowy środowiska przyrodniczego. Jednakże działalność rolnicza prowadzona na nich w mniejszym bądź większym stopniu przyczynia się do degradacji środowiska. Wynika to głównie ze stosowania nawozów. Nawożenie jest podstawowym czynnikiem plonotwórczym na użytkach rolnych, ale nie w pełni wykorzystywanym przez rośliny. W obrębie użytków rolnych użytkom zielonym powszechnie przypisuje się miano pewnego filtra biologicznego, czyli ograniczającego zanieczyszczenie gleby, wody i atmosfery. Stopień wykorzystania składników nawozowych przez rośliny zależy od wielu czynników: wielkości dawki danego składnika, rodzaju nawozu, terminu stosowania i warunków siedliskowych [Sapek 2006]. W rejonach górskich w nawożeniu użytków zielonych znaczący udział mają nawozy organiczne w tym odchody zwierząt zwłaszcza owiec pozostawionych w koszarach. Ocenę plonotwórczą tego sposobu nawożenia przedstawiono w wielu pracach [Kasperczyk i in. 2010, Kiełpiński i in. 1961, Twardy 1992]. Brakuje natomiast badań dotyczących wpływu koszarzenia, na jakość wód przesiąkowych. Celem badań była ocena wpływu nawożenia łąki górskiej za

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* w.szewczyk@ur.krakow.pl

pomocą koszarzenia na skład chemiczny wody przesiąkowej i wielkość ładunków składników nawozowych wymywanych z gleby.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na polu doświadczalnym zlokalizowanym na łące górskiej k. Krynicy w latach 2008–2010. Łąkę użytkowano 2-kośnie. Gleba, na której założono doświadczenie, należy do gleb brunatnych, kwaśnych (pH KCl – 4,3), ubogich w przyswajalny fosfor (1,8 mg P₂O₅·100 g⁻¹ gleby) i potas (9,0 mg K₂O·100 g⁻¹ gleby). W badaniach uwzględniono 5 obiektów: kontrolę i cztery nawożone, w tym jeden nawożony nawozami mineralnymi, dwa za pomocą wyłącznie koszarzenia i jeden koszarzenie w połączeniu z nawożeniem mineralnym. Każdy obiekt miał powierzchnię 50 m². Koszarzenie przeprowadzono wiosną 2008 roku. Uwzględniono koszar luźny i ciasny. W pierwszym przypadku na jedną owcę przypadały 2 m² powierzchni a w drugim 1 m² przez okres dwóch nocy. Każdy obiekt był wyposażony w trzy lizymetry zamontowane w glebie na głębokości 0,4 m z racji takiej miąższości gleby. Wodę odciekową z lizymetrów mierzono każdorazowo po jej pojawieniu się w odbieralnikach. Z ilości tej pobierano próbki wielkości 10% do analizy chemicznej. Próbkę te łączono powtórzeniami tworząc próbkę zbiorczą, którą przechowywano w lodówce. W wodzie przesiąkowej oznaczono zawartość form azotu N-NH₄ i N-NO₃ za pomocą fotometru LF 205 a fosforu i potasu metodą ICP. Wodę opadową mierzono deszczomierzem Hellmana. Ładunki składników wyniesionych przez wodę z profilu gleby obliczono mnożąc ich zawartość przez ilość wody przesiąkowej.

WYNIKI I DYSKUSJA

W okresie badań najmniejsze ilości wody opadowej uległy odpływowi z gleby obiektu kontrolnego (tab. 1). Współczynnik odpływu wody (stosunek ilości wody przemieszczającej się przez profil glebowy do sumy opadów) wynosił średnio 38,7%. W obiektach nawożonych największej wody uległo przemieszczeniu w obiekcie z nawozami mineralnymi, następnie koszar

Tabela 1. Suma opadów atmosferycznych oraz ilość wody odciekowej (mm)

Table 1. Total precipitation and the amount of percolation water (mm)

Lata Years	Suma opadów Total precipitation	Nawożenie – Fertilization					NIR _{0,05} LSD _{0,05}
		Kontrola Control	Mineralne Mineral (P ₂₅ K ₅₀ N ₁₂₀)	Koszar – Folding			
				Luźny Loose (P ₁₄ K ₁₄₇ N ₉₂)	Luźny + mineralne Loose + mineral (P ₁₀ N ₅₀)	Ciasny Dense (P ₂₈ K ₂₉₄ N ₁₈₄)	
Woda odciekowa – Percolation water							
2008	930	340	401	397	385	433	70
2009	782	376	458	387	428	420	56
2010	928	292	408	396	420	394	47
Średnio – Mean	880	336	422	393	411	416	58

ciasnego i koszar luźnego w połączeniu z nawożeniem mineralnym, a najmniej z obiektu koszar luźnego. Natomiast w roku pierwszym najwięcej wody uległo przemieszczeniu przez profil glebowy w obiekcie koszar ciasnego, prawie o $\frac{1}{3}$ więcej niż z kontroli i około 10% więcej niż w obiekcie z nawożeniem mineralnym. Analizując odpływ wody z gleby w poszczególnych latach stwierdzono, że największy był on w 2009 roku, który to cechował się najmniejszą ilością opadów atmosferycznych, ale nierównomiernym ich rozkładem.

W trzyletnim okresie badań najmniejszą średnią zawartością analizowanych form azotu ($N-NO_3 + N-NH_4$) cechowała się woda przemieszczająca się przez profil glebowy na obiekcie kontrolnym (tab. 2). Zawierała ona $0,87 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ tego składnika. W porównaniu z nią woda obiektu nawożonego nawozami mineralnymi i koszar luźnego zawierała 2-krotnie więcej tego składnika. Z kolei woda z obiektów nawożonych za pomocą koszar luźnego w połączeniu z nawozami mineralnymi (N i P) i koszar ciasnego była aż 4-krotnie zasobniejsza w ten składnik w porównaniu z kontrolą. Na wszystkich obiektach najwyższą zawartość form azotu w wodzie stwierdzono w roku pierwszym, a najmniejszą w trzecim roku badań. Jedynie na obiekcie kontrolnym maksymalną zawartość form azotu stwierdzono w drugim roku badań. Woda przesiąkowa w pierwszym roku na obiektach koszar luźnego z nawożeniem mineralnym i koszar ciasnego zawierała ponad 5-krotnie więcej tego azotu w porównaniu z rokiem ostatnim. W ciągu 3 lat badań sumaryczna wielkość ładunku azotu ($N-NO_3 + N-NH_4$) wyniesionego z wodą wahała się od $8,58 \text{ kg}$ w obiekcie kontrolnym do $41,54 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w obiekcie koszar ciasnego (tab. 2). Na obiektach koszar luźnego i otrzymującego nawożenie mineralne wielkości wynoszonych ładunków azotu były średnio o połowę mniejsze od wartości maksymalnej (koszar ciasny).

Tabela 2. Zawartość ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) oraz ładunek ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) azotu wynoszonego z gleby z wodą odciekową
Table 2. Nitrogen content ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) and quantity ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in percolation water

Nawożenie – Fertilization	Zawartość N – Content of N				Ładunek N – Amount of N			
	2008	2009	2010	Mean	2008	2009	2010	Σ
Kontrola – Control	1,08	0,59	0,93	0,87	3,67	2,20	2,71	8,58
Nawożenie mineralne – Mineral fertilization ($P_{25}K_{50}N_{120}$)	2,58	1,80	1,03	1,80	10,34	8,24	4,21	22,79
Koszar luźny – Loose folding ($P_{14}K_{147}N_{92}$)	2,50	1,48	1,03	1,68	9,93	5,73	4,07	19,73
Koszar luźny + mineralne – Loose folding + minerals ($P_{10}N_{50}$)	5,28	3,09	1,17	3,18	20,33	13,22	4,91	38,46
Koszar ciasny – Dense folding ($P_{28}K_{294}N_{184}$)	5,59	3,05	1,15	3,26	24,20	12,81	4,53	41,54
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	–	–	–	–	2,81	1,03	0,52	4,36

Na obiektach kontrolnym i nawożonym tylko nawozami mineralnymi woda lizymetryczna cechowała się zbliżoną zawartością fosforu (tab. 3). Woda z obiektów koszarzonych była wyraźnie bogatsza w ten składnik i jego zawartość zwiększała się w miarę intensyfikacji nawożenia. Woda odciekająca z gleby koszar luźnego była zasobniejsza średnio o $\frac{1}{4}$ od obiektu

Tabela 3. Zawartość ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) oraz ładunek ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) fosforu (P) wynoszonego z gleby z wodą odciekową
 Tabela 3. Phosphorus (P) content ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) and quantity ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in percolation water

Nawożenie – Fertilization	Zawartość P – Content of P				Ładunek P – Amount of P			
	2008	2009	2010	Mean	2008	2009	2010	Σ
Kontrola – Control	0,065	0,045	0,068	0,059	0,22	0,17	0,20	0,59
Nawożenie mineralne – Mineral fertilization ($\text{P}_{25}\text{K}_{50}\text{N}_{120}$)	0,062	0,055	0,059	0,058	0,25	0,25	0,24	0,74
Koszar luźny – Loose folding ($\text{P}_{14}\text{K}_{147}\text{N}_{92}$)	0,074	0,062	0,075	0,070	0,29	0,24	0,30	0,83
Koszar luźny + mineralne – Loose folding + minerals ($\text{P}_{10}\text{N}_{50}$)	0,117	0,061	0,057	0,077	0,45	0,26	0,24	0,95
Koszar ciasny – Dense folding ($\text{P}_{28}\text{K}_{294}\text{N}_{184}$)	0,157	0,098	0,058	0,106	0,68	0,41	0,23	1,32
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	–	–	–	–	0,08	0,05	0,05	0,18

kontrolnego, ale woda z koszarzu ciasnego zawierała prawie 2-krotnie więcej tego składnika. Na obiektach kontrolnym i otrzymującym tylko nawozy mineralne koncentracja fosforu w wodzie w poszczególnych latach była podobna. Natomiast w obiektach koszarzonych, największą koncentracją tego składnika cechowała się woda w roku pierwszym, a w roku ostatnim była nawet uboższa w fosfor od kontroli. W ciągu 3 lat badań ładunek wymytego przez wodę potasu, przemieszczającego się przez profil gleby, był najniższy w obiekcie kontrolnym, a najwyższy na obiekcie koszarzu ciasnego. W obiekcie koszarzu luźnego wielkość wyniesionego ładunku fosforu była zbliżona do wartości w obiekcie nawożonym nawozami mineralnymi.

Na obiektach kontrolnym i otrzymującym wyłącznie nawozy mineralne zawartość potasu w wodzie przesiąkowej kształtowała się na zbliżonym poziomie i w kolejnych latach badań była podobna (tab. 4). Z kolei w obiekcie koszarzu luźnego była średnio o $\frac{1}{3}$ wyższa, a w obiektach

Tabela 4. Zawartość ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) oraz ładunek ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) potasu (K) wynoszonego z gleby z wodą odciekową
 Table 4. Potassium (K) content ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) and quantity ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in percolation water

Nawożenie – Fertilization	Zawartość K – Content of K				Ładunek K – Amount of K			
	2008	2009	2010	Mean	2008	2009	2010	Σ
Kontrola – Control	0,84	0,85	0,97	0,88	2,86	3,20	2,82	8,88
Nawożenie mineralne – Mineral fertilization ($\text{P}_{25}\text{K}_{50}\text{N}_{120}$)	0,96	0,78	0,78	0,84	3,85	3,57	3,18	10,60
Koszar luźny – Loose folding ($\text{P}_{14}\text{K}_{147}\text{N}_{92}$)	1,36	1,08	1,24	1,23	5,40	4,18	4,91	14,49
Koszar luźny + mineralne – Loose folding + minerals ($\text{P}_{10}\text{N}_{50}$)	2,03	1,43	1,46	1,64	7,81	6,12	6,13	20,06
Koszar ciasny – Dense folding ($\text{P}_{28}\text{K}_{294}\text{N}_{184}$)	3,55	1,62	1,18	2,12	15,37	6,80	4,65	26,82
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	–	–	–	–	3,46	1,08	1,03	5,57

koszaru ciasnego i luźnego w połączeniu z nawożeniem mineralnym aż 2-krotnie wyższa niż w dwóch pierwszych, wymienionych obiektach. Szczególnie wysoką zawartością potasu cechowała się woda przesiąkowa w pierwszym roku z obiektów koszarzonych, a zwłaszcza w przypadku koszarzu ciasnego. W tym ostatnim koncentracja potasu była 4-krotnie większa niż w kontroli. W miarę upływu lat zawartość potasu w obiektach koszarzonych systematycznie się zmniejszała, jednak w ostatnim roku była większa niż w obiekcie z nawożeniem mineralnym. W sumie z 3 lat badań, wielkość ładunku wymytego K wahała się od 8,88 kg w kontroli do 26,82 kg·ha⁻¹ w obiekcie koszarzu ciasnego. Na wszystkich obiektach za wyjątkiem koszarzu ciasnego ładunek K wymyty z gleby wraz z wodą w poszczególnych latach kształtował się na zbliżonym poziomie. Natomiast na obiekcie koszarzu ciasnego w pierwszym roku był on większy ponad 2-krotnie niż w roku drugim i 3-krotnie wyższy niż w roku trzecim.

Większe ładunki składników nawozowych wyniesione z wodą przemieszczającą się przez profil glebowy w obiektach koszarzonych należy łączyć z trzema faktami: uszkodzeniem darni w czasie koszarzenia i wynikającą z tego większą podatnością na wymywanie z gleby, słabszym wykorzystaniem składników nawozowych przez roślinność bądź stymulującym działaniem odchodów na wymywanie zapasów glebowych. Wpływ pierwszego czynnika wykluczają współczynniki odpływu wody, które były zbliżone na wszystkich obiektach, a na obiektach na których stosowano koszarzenie owiec nawet niższe niż przy nawożeniu mineralnym. A zatem o wielkości tych ładunków zdecydowały dwa ostatnie czynniki. Gorsze wykorzystanie składników nawozowych przez roślinność z odchodów owczych można łączyć ze stwierdzeniem Mazura [1997], który podaje, że wykorzystanie azotu przez rośliny z obornika wynosi około 50%, pomimo tego, że już w czasie jego przechowywania straty azotu są znaczące. Natomiast Svensson [1994] podaje, że brak przyorania obornika przez 4 godziny po jego aplikacji zwiększa straty azotu nawet 6-krotnie.

Brak jest danych w literaturze dotyczących oddziaływania świeżych odchodów na uruchamianie i wymywanie składników z gleby. Mając jednak na uwadze wyniki zawarte w pracy Mazura i in. [1996] można sądzić, że uruchamianiu składników nawozowych w glebie sprzyja proces nityfikacji, który jest pochodną mineralizacji substancji organicznej. W badaniach tych autorów w obiekcie nawożonym obornikiem proces nityfikacji w glebie dość intensywnie przebiegał przez cały okres wegetacji. Tymczasem w obiekcie nawożonym wyłącznie nawozami mineralnymi, intensywną nityfikację obserwowano tylko na początku wegetacji, czyli po wiosennym nawożeniu azotem. W oparciu o powyższe badania należy sądzić, że na obiektach koszarzonych pozostawione przez owce odchody (w ilości ok. 6 t·ha⁻¹ w koszarze luźnym i 12 t·ha⁻¹ w koszarze ciasnym) wpłynęły niewątpliwie na intensywność i długość trwania procesu nityfikacji, co mogło być przyczyną uruchomienia składników z zapasów glebowych. Przykładem tego, że odchody zwierząt mogły stymulować wymywanie składników z zapasów glebowych są dane z obiektu koszarzu luźnego, gdzie w okresie badawczym ilości dostarczonego azotu były prawie 4-krotnie mniejsze, a potasu zbliżone do tych na obiekcie nawożonym wyłącznie nawozami mineralnymi, a tymczasem wyniesione ilości tych składników w obiekcie koszarzu luźnego, w przypadku azotu były tylko o 17% mniejsze, a w przypadku potasu o 40% większe. Podobnie obiekty koszarzu luźnego i ciasnego, na których z nawożeniem wniesiono 2-5 krotnie mniej fosforu niż na obiekcie z nawożeniem mineralnym, w wymywanej wodzie zawierały większe ilości tych składników.

O wpływie nawozów naturalnych na zmniejszenie się zasobów glebowych składników nawozowych mogą świadczyć wyniki niektórych doniesień. W badaniach Sawickiego [1992] po 3 letnim okresie stosowania na łące gnojowicy, w latach następnych nie stwierdzono działania następczego. Podobnie w innych badaniach autorów niniejszej pracy [Kasperczyk i in. 2010] w trzecim roku po koszarzeniu plonowanie łąki było nawet niższe od obiektu kontrolnego.

WNIOSKI

1. Nawożenie wyraźnie zmniejszyło zdolność retencyjną gleby łąkowej w odniesieniu do wody. W miarę intensyfikacji nawożenia stwierdzono zwiększony odpływ wody z profilu glebowego.
2. Każdy rodzaj nawożenia wyraźnie zwiększył koncentrację analizowanych form azotu w wodzie przesiąkowej. Z kolei na zawartość fosforu i potasu w wodzie przesiąkowej dodatni wpływ miało tylko nawożenie za pomocą koszarzenia.
3. Szczególnie wysoką zawartością analizowanych składników cechowała się woda przesiąkowa z koszarzu ciasnego w pierwszym roku badań. Z punktu widzenia ochrony środowiska wodnego ten rodzaj nawożenia łąk górskich stanowi potencjalne zagrożenie w postaci eutrofizacji wód powierzchniowych.
4. Wielkości wyniesionych ładunków składników nawozowych przez wodę z gleby na obiektach koszarzonych były znacząco większe w porównaniu z ilością wyniesionych składników na obiektach, gdzie stosowano tylko nawożenie mineralne.

PIŚMIENNICTWO

- Kasperczyk M., Szewczyk W., Kacorzyk P. 2010. Aspekt produkcyjny i środowiskowy nawożenia łąk górskich za pomocą koszarzenia. Cz. I. Skład botaniczny i plonowanie łąki. *Łąkarstwo w Polsce/Grassl. Sci. Poland* 13: 77–85.
- Kiełpiński J., Karkoszka W., Wiśniewska S. 1961. Doświadczenie z koszarzeniem w Jaworkach koło Szczawnicy. *Rocz. Nauk Rol., Ser. F* 75(3): 75–99.
- Mazur T. 1997. Nawozy organiczne. *Zesz. Eduk.* 2: 9–17.
- Mazur T., Wojtas A., Mazur Z. 1996. Wpływ nawożenia na zawartość jonu amonowego i azotanowego w roztworze glebowym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 440: 258–261.
- Sapek B. 2006. Wpływ opadu atmosferycznego i temperatury oraz uwilgotnienia gleby łąkowej na uwalnianie i dynamikę mineralnych form azotu. *Woda Środ. Obsz. Wiejskie* 6: 29–38.
- Sawicki B. 1992. Wpływ nawożenia i działania następczego gnojowicy bydłowej na plonowanie łąk dolinowych oraz skład chemiczny siana. W: *Nawozy organiczne*, Mat. Konf. Szczecin, 8-9 września 1992, 1: 149–154.
- Svennson L. 1994. A new method of ammonia losses from land-spread manure. Swedish Institute of Agriculture and Engineering, Uppsala: ss 12.
- Twardy S. 1992. Plonowanie i skład botaniczny koszarzonej i podsianej runi pastwisk owczych. *Wiad. IMUZ* 17(2): 369–382.

P. KACORZYK, M. KASPERCZYK, W. SZEWCZYK

INFLUENCE OF THE TYPE OF FERTILIZATION ON THE QUANTITY OF PRIMARY NUTRIENTS LEACHED FROM THE MOUNTAIN MEADOW SOIL

Summary

Fertilization is an essential factor in the yield on agricultural land, but not fully utilized by plants. Grasslands are widely recognized with their function of biological filter, limiting the pollution of soil, water and atmosphere. In the fertilization of mountainous grasslands a significant share have organic fertilizers

including animals excrementa. The aim of the study was to evaluate the effect of fertilizing using sheep inclosure during the night (folding) on the chemical properties of percolation water and amount of leached nutrients. The study, which were conducted in years 2008–2010, included five objects: control and four fertilized, including one fertilized with mineral fertilizers, using only, two objects fertilized by sheep folding and one object combined – folding with mineral fertilization. The nitrogen (N-NH₄ and N-NO₃) was determined using a photometer LF 205 and phosphorus and potassium content by ICP method. Fertilization reduced water retention of soil and increased percolation of water from the soil profile. Any form of fertilizer significantly increased the concentration of nitrogen in the percolation water, while the content of phosphorus and potassium increased by folding of sheep only. In the first year of the study amount of the nutrients leached by water from the soil fertilized by folding were significantly higher in comparison to the object receiving mineral fertilizers.

Key words: mountain meadow, sheep folding, percolation water, nutrients

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 8.03.2016

Do cytowania – *For citation*:

Kacorzyk P., Kasperczyk M., Szewczyk W. 2016. Wpływ rodzaju nawożenia na ilość wymywanych podstawowych składników nawozowych z gleby łąki górskiej. *Fragm. Agron.* 33(1): 48–54.