

TEOFIL MAZUR, WIERA SADEJ

FORMY ZWIĄZKÓW AZOTOWYCH, FOSFOROWYCH
I POTASOWYCH W GNOJOWICY

Instytut Chemizacji Rolnictwa ART w Olsztynie

WSTĘP

Gnojowicę zaliczamy do pełnych nawozów organicznych, zawiera bowiem wszystkie niezbędne składniki pokarmowe dla roślin. Zawartość tych składników jest dość zróżnicowana i zależy od wielu czynników, z których najważniejsze to gatunek zwierząt i ich żywienie oraz sposób usuwania odchodów i ilość zużywanej wody do higienizacji pomieszczeń [3, 5, 10, 11, 12, 13]. Literatura dotycząca składu chemicznego gnojowicy tylko w niewielkim stopniu uwzględnia formy związków, w jakich występują składniki nawozowe [1, 7, 8, 11]. Rodzaj związku decyduje natomiast o stopniu ich wykorzystania przez rośliny uprawne [4]. Badania nad formami składników nawozowych w gnojowicy mają więc swoje uzasadnienie poznawcze i praktyczne.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań nad formami azotu, fosforu i potasu w gnojowicy bydłowej i trzody chlewnej pochodzących z ferm województwa olsztyńskiego.

METODYKA BADAŃ

Do badań laboratoryjnych pobierano raz w miesiącu próbki gnojowicy z sześciu ferm bydła i pięciu ferm trzody chlewnej w okresie od sierpnia 1975 do marca 1976 r. Gnojowicę ze zbiorników pobierano za pomocą specjalnego pojemnika, którego opis podano we wcześniejszej pracy [6]. Celem uzyskania średniej próbki pobierano ich kilka z różnej głębokości zbiornika, a następnie łączono w próbkę zbiorczą. Po dokładnym wymieszaniu wydzielano próbkę średnią pojemności 2 litrów. Łącznie pobrano i przeanalizowano 65 próbek średnich, w tym 31 próbek gnojowicy bydłowej i 34 próbki gnojowicy trzody chlewnej.

W średnich próbkach oznaczano zawartość suchej masy oraz następujące formy badanych składników:

— formy związków azotowych — azot ogółem metodą Kjeldahla, azot amonowy drogą destylacji z MgO, azot azotanowy w wyciągu wodnym metodą kolorymetryczną z kwasem dwufenylosulfonowym, azot białkowy metodą Kjeldahla po uprzednim strąceniu białka 24-procentowym kwasem trójchlorooctowym, azot rozpuszczalny w wodzie i azot hydrolizujący metodą Kjeldahla. Hydrolizę prowadzono w 0,5 N H_2SO_4 i 25-procentowym H_2SO_4 w temperaturze $100^\circ C$ w ciągu 4 godzin;

— formy związków fosforowych — fosfor ogółem oznaczano metodą molibdenowo-wanadową, a pozostałe formy według metody Wenzla [14], której zasada polega na zimnej ekstrakcji substancji organicznej alkoholem metylowym, a następnie oznaczeniu fosforu nieorganicznego białkowego, estrowego, nukleinowego i fosfolipidowego. Ponadto dodatkowo oznaczano fosfor w ekstraktach otrzymanych po hydrolizie gnojowicy z kwasem siarkowym;

— formy potasu — potas ogółem oznaczano metodą fotopłomieniową, zaś wyciągi: wodny, 2-procentowego kwasu octowego i 6-procentowego kwasu trójchlorooctowego przygotowano według metody Ulricha [9].

Uzyskane wyniki analiz chemicznych gnojowicy podano jako wartości średnie z wszystkich prób oraz wahania w zawartości tych składników.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Formy związków azotowych. Średnia zawartość azotu ogółem w gnojowicy bydłczej wynosi 0,297%, z czego 39,4% przypada na azot białkowy i aż 53,2% na mineralne formy azotu (tab. 1). Różnica między azotem mineralnym a rozpuszczalnym w wodzie wynosi zaledwie 2,7% w stosunku do azotu ogółem. Azot ulegający hydrolizie w 0,5 N H_2SO_4 stanowił 58,9%, a w 25% H_2SO_4 — 70,7%, z czego na azot organiczny przypadło w pierwszym przypadku zaledwie 3%, a w drugim 17,5%. Na tej podstawie należy wnioskować, że tylko część azotu białkowego gnojowicy uległa hydrolizie.

Obliczone współczynniki korelacji między poszczególnymi formami związków azotu wskazują na dużą ich zależność, z wyjątkiem azotu azotanowego (tab. 2). Zawartość azotu saletrzanego nie zależała od występowania innych jego form, gdyż współczynniki korelacji były bardzo niskie lub ujemne.

Zawartość azotu ogółem w gnojowicy trzody chlewnej wynosiła 0,393%, z czego 39,4% przypadło na azot białkowy i 55,2% na jego for-

Tabela 1

Zawartość form azotu w gnojowicy bydłowej
The content of nitrogen forms in the cattle liquid manure

Rodzaj związku Compound kind	W procencie świeżej masy In per cent of fresh matter		W procencie N ogółem	Współczynnik zmienności
	średnio mean	wahania fluctuations	In per cent of total N	Variability coefficient
Sucha masa Dry matter	6,66	1,36 -13,33	-	42,7
N-ogółem Total N	0,297	0,061-0,460	-	38,3
N-białkowy Protein N	0,117	0,014-0,272	39,4	57,9
N-NH ₄ ⁺ NH ₄ ⁺ N	0,137	0,030-0,231	46,1	39,0
N-NO ₃ ⁻ NO ₃ ⁻ N	0,021	0,002-0,039	7,1	49,4
N - rozpuszczalny w H ₂ O N soluble in H ₂ O	0,166	0,042-0,273	55,9	33,5
N - hydrolizujący w 0,5N H ₂ SO ₄ N hydrolyzable in 0.5N H ₂ SO ₄	0,175	0,038-0,276	58,9	35,6
N - hydrolizujący w 25% H ₂ SO ₄ N hydrolyzable in 25% H ₂ SO ₄	0,210	0,047-0,371	70,7	36,5

my mineralne (tab. 3). Ilość azotu rozpuszczalnego w wodzie była za-
ledwie o 2,5% wyższa od zawartości azotu mineralnego. Azot organicz-
ny ulegający hydrolizie w 0,5 N H₂SO₄ wynosił 7,4%, a w 25% H₂SO₄ —
16,3% w stosunku do ogólnej jego zawartości.

Tabela 2

Współczynniki korelacji między formami azotu w gnojowicy bydłowej
Coefficients of correlation between nitrogen forms in the cattle liquid manure

Rodzaj związku Compound kind	N ogół- em Total N	N biał- kowy Protein N	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N rozpu- szczalny w H ₂ O N solu- ble in H ₂ O	N hydroliz- ujący w 0,5N H ₂ SO ₄ N hydroly- zable in 0.5N H ₂ SO ₄	N hydroliz- ujący w w 25% H ₂ SO ₄ N hydroly- zable in 25% H ₂ SO ₄
N ogółem Total N	-	0,91	0,74	0,01	0,82	0,88	0,95
N białkowy Protein N	-	-	0,41	0,08	0,50	0,63	0,69
N-NH ₄ ⁺	-	-	-	-0,07	0,97	0,93	0,79
N-NO ₃ ⁻	-	-	-	-	-0,07	-0,05	0,06
N rozpuszczalny w H ₂ O N soluble in H ₂ O	-	-	-	-	-	0,95	0,85
N hydrolizujący w 0,5N H ₂ SO ₄ N hydrolyzable in 0.5N H ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	-	0,93
N hydrolizujący w 25% H ₂ SO ₄ N hydrolyzable in 25% H ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	-	-

Między badanymi formami związków azotowych stwierdzono dodat-
nią korelację (tab. 4). Wysoka wartość współczynników korelacji była
między azotem ogółem a pozostałymi jego formami, z których najniż-
szy (0,51) był w odniesieniu do azotu azotanowego. Ta ostatnia forma

Tabela 3

Zawartość form azotu w gnojowicy trzody chlewnej
The content of nitrogen forms in the swine liquid manure

Rodzaj związku Compound kind	W procencie świeżej masy In per cent of fresh matter		W procencie N ogółem In per cent of total N	Współczynnik zmienności Variability coefficient
	średnio mean	wahania fluctuations		
Sucha masa Dry matter	5,86	1,64 -12,72	-	44,7
N ogółem Total N	0,393	0,188-1,053	-	44,7
N białkowy Protein N	0,155	0,044-0,555	39,4	64,3
N-NH ₄	0,191	0,093-0,413	48,6	42,5
N-NO ₃	0,026	0,010-0,088	6,6	57,9
N rozpuszczalny w H ₂ O N soluble in H ₂ O	0,223	0,012-0,476	56,7	38,7
N hydrolizujący w 0,5N H ₂ SO ₄	0,242	0,116-0,507	61,6	38,9
N hydrolizable in 0,5N H ₂ SO ₄				
N hydrolizujący w 25% H ₂ SO ₄	0,277	0,144-0,592	70,5	35,1
N hydrolizable in 25% H ₂ SO ₄				

Tabela 4

Współczynniki korelacji między formami azotu w gnojowicy trzody chlewnej
Coefficients of correlation between nitrogen forms in the swine liquid manure

Rodzaj związku Compound kind	N ogółem Total N	N białkowy Protein N	N-NH ₄	N-NO ₃	N rozpuszczalny w H ₂ O N soluble in H ₂ O	N hydrolizujący w 0,5N H ₂ SO ₄ N hydrolyzable in 0,5N H ₂ SO ₄	N hydrolizujący w 25% H ₂ SO ₄ N hydrolyzable in 25% H ₂ SO ₄
N ogółem Total N	-	0,94	0,90	0,51	0,91	0,90	0,95
N białkowy Protein N	-	-	0,71	0,43	0,72	0,75	0,84
N-NH ₄	-	-	-	0,37	0,98	0,95	0,93
N-NO ₃	-	-	-	-	0,53	0,45	0,44
N rozpuszczalny w H ₂ O N soluble in H ₂ O	-	-	-	-	-	0,94	0,93
N hydrolizujący w 0,5N H ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	-	0,98
N hydrolizable in 0,5N H ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	-	-
N hydrolizujący w 25% H ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	-	-
N hydrolizable in 25% H ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	-	-

azotu w mniejszym stopniu była skorelowana z innymi formami związków azotu niż na przykład azot amonowy.

Formy związków fosforu. Zawartość fosforu ogółem w gnojowicy bydłowej wynosiła 0,165%, z czego aż 41,2% przypada na jego formy mineralne (tab. 5). Spośród organicznych form fosforu najczęściej przypadło na fosfor białkowy, a najmniej na fosfor fosfolipidowy. Na fosfor ulegający hydrolizie w 0,5 N H₂SO₄ przypadło 32,1%, a w

H_2SO_4 . Najniższą ich wartość stwierdzono między fosforem białkowym a pozostałymi formami oraz między fosforem fosfolipidowym a hydrolizującym w 0,5 N H_2SO_4 .

Zawartość fosforu ogółem w gnojowicy trzody chlewnej wynosiła 0,435%, z czego 38,2% przypada na fosfor nieorganiczny (tab. 7). Fosfor

Tabela 7

Zawartość form fosforu w gnojowicy trzody chlewnej
The content of phosphorus forms in the swine liquid manure

Rodzaj związku Compound kind	W procentcie świeżej masy In per cent of fresh matter		W procentcie P_2O_5 ogółem	Współczynnik zmienności
	średnio mean	wahania fluctuations	In per cent of total P_2O_5	Variability coefficient
Fosfor ogółem Total P	0,435	0,050-0,785	-	39,7
Fosfor nieorganiczny Inorganic P	0,166	0,011-0,299	38,2	44,2
Fosfor białkowy Protein P	0,144	0,014-0,344	33,1	60,1
Fosfor estrowy Ester P	0,066	0,009-0,141	15,2	45,9
Fosfor nukleinowy Nucleic P	0,038	0,001-0,091	8,7	64,6
Fosfor fosfolipidowy Phospholipidic P	0,020	0,001-0,041	4,6	46,4
Fosfor hydrolizujący w: Hydrolyzable in:				
- 0,5N H_2SO_4	0,161	0,015-0,375	37,0	47,4
- 25% H_2SO_4	0,228	0,023-0,407	52,4	36,4

białkowy występował w dwukrotnie większej ilości niż fosfor estrowy. Na fosfor nukleinowy przypadło 8,7%, a na fosfor fosfolipidowy tylko 4,6% w stosunku do jego zawartości ogółem. Ilość fosforu ulegająca hydrolizie w 0,5 N H_2SO_4 była zbliżona do fosforu białkowego, a hydrolizująca w 25-procentowym H_2SO_4 przewyższała o 14,2% jego formy mineralne.

Dodatknie współczynniki korelacji wskazują na dużą zależność między badanymi formami fosforu (tab. 8). Szczególnie wysoką korelację stwierdzono między fosforem ogółem a fosforem białkowym, fosfolipidowym i hydrolizującym oraz między hydrolizującym a nieorganicznym. Najniższe współczynniki korelacji wystąpiły między fosforem estrowym a nieorganicznym i białkowym oraz nukleinowym a nieorganicznym, białkowym i estrowym.

Zawartość form potasu. W gnojowicy bydlęcej zawartość potasu ogółem wynosiła 0,499%, z czego ponad 90% to forma rozpuszczalna w wodzie (tab. 9). Za pomocą 2-procentowego kwasu octowego wyekstrahowano z gnojowicy o 4,2%, a za pomocą 6-procentowego kwasu trójchlorooctowego o 5,1% więcej potasu niż wodą. Obliczone współczynniki korelacji wynosiły między potasem ogółem a rozpuszczalnym

Tabela 8

Współczynniki korelacji między formami fosforu w gnojowicy trzody chlewnej

Coefficients of correlation between phosphorus forms in the swine liquid manure

Rodzaj związku Compound kind	Fosfor - P - Phosphorus							
	ogółem total	nieorganiczny inorganic	białkowy protein	estrowy ester	nukleinowy nucleic	fosfolipidowy phospholipidic	hydrolizujący w 0,5N H ₂ SO ₄ hydrolyzable in 0,5N H ₂ SO ₄	hydrolizujący w 25% H ₂ SO ₄ hydrolyzable in 25% H ₂ SO ₄
Fosfor ogółem Total P	-	0,81	0,86	0,54	0,58	0,84	0,84	0,85
Fosfor nieorganiczny Inorganic P	-	-	0,50	0,26	0,37	0,62	0,82	0,93
Fosfor białkowy Protein P	-	-	-	0,35	0,36	0,68	0,63	0,55
Fosfor estrowy Ester P	-	-	-	-	0,36	0,55	0,38	0,46
Fosfor nukleinowy Nucleic P	-	-	-	-	-	0,58	0,47	0,44
Fosfor fosfolipidowy Phospholipidic P	-	-	-	-	-	-	0,79	0,67
Fosfor hydrolizujący w: P hydrolyzable in:								
- 0,5N H ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	-	-	0,80
- 25% H ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 9

Zawartość form potasu w gnojowicy bydłej

The content of potassium forms in the cattle liquid manure

Rodzaj związku Compound kind	W procencie świeżej masy In per cent of fresh matter		W procencie K ₂ O ogółem In per cent of total K ₂ O	Współczynnik zmienności Variability coefficient
	średnio mean	wahania fluctuations		
Potas ogółem Total K	0,449	0,188-0,703	-	34,1
Potas wyługowany H ₂ O K leached with H ₂ O	0,405	0,170-0,665	90,2	35,4
Potas wyekstrahowany: K extracted with:				
- 2% kwasem octowym 2% acetic acid	0,424	0,175-0,675	94,4	34,7
- 6% TCA	0,428	0,183-0,682	95,3	33,8

w 2-procentowym kwasie octowym — 1,0, a między tymi formami a rozpuszczalnym w 6-procentowym TCA — 0,97%.

W gnojowicy trzody chlewnej średnia zawartość wynosiła 0,272% (tab. 10). Z tej ilości 91,2% to potas rozpuszczalny w wodzie. Kwas octowy 2-procentowy zwiększył stopień ekstrakcji o 3,7%, a kwas trójchlorooctowy 6-procentowy o 5,9%. Współczynniki korelacji między tymi formami potasu wynosiły 1,0.

Zawartość form potasu w gnojowicy trzody chlewnej
The content of potassium forms in the swine liquid manure

Rodzaj związku Compound kind	W procencie świeżej masy In per cent of fresh matter		W procencie K ₂ O ogółem In per cent of total K ₂ O	Współczynnik zmienności Variability coefficient
	średnio mean	wahania Fluctuations		
Potas ogółem Total K	0,272	0,067-0,484	-	38,7
Potas wyługowany H ₂ O K leached with H ₂ O	0,248	0,060-0,471	91,2	39,5
Potas wyekstrahowany: K extracted with:				
- 2% kwasem octowym 2% acetic acid	0,258	0,063-0,475	94,9	39,2
- 6% TCA	0,264	0,064-0,479	97,1	39,0

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski.

1. Gnojowica bydlęca zawierała większą ilość suchej masy i potasu oraz mniejszą azotu i fosforu niż gnojowica trzody chlewnej.

2. Azot białkowy w obu badanych gnojowicach stanowił ponad 39% azotu ogółem. Stwierdzono znaczne ilości azotu mineralnego, który w gnojowicy bydlęcej stanowił 53,2%, a w gnojowicy trzody chlewnej 55,2%. Ilość azotu rozpuszczalnego w wodzie tylko w niewielkim stopniu przewyższała zawartość azotu mineralnego. Około 30% azotu w gnojowicy nie ulega hydrolizie w 25-procentowym H₂SO₄.

3. Zawartość fosforu nieorganicznego w gnojowicy bydlęcej wynosiła ponad 41%, a w gnojowicy trzody chlewnej ponad 38% w stosunku do fosforu ogółem. Pozostałe ilości przypadają na fosfor organiczny, jak fosfor białkowy, estrowy, nukleinowy i fosfolipidowy. W gnojowicy bydlęcej poniżej 50%, a w gnojowicy trzody chlewnej powyżej 50% fosforu ulega hydrolizie w 25-procentowym H₂SO₄.

4. Potas w gnojowicy jest rozpuszczalny w wodzie w ponad 90%. Stopień jego ekstrakcji ulega zwiększeniu przy użyciu 2-procentowego kwasu octowego lub 6-procentowego kwasu trójchlorooctowego.

LITERATURA

- [1] Gisiger L.: Stickstoffverluste und Wirtschaftlichkeit des Verdünners der Gülle. Mitteilungen für die Schweiz. Landwirt. 16, 1968, 7, 119-124.
[2] Hermanowicz W., Dożańska W., Sikorowska C., Kelus J.: Fizykochemiczna analiza ścieków i osadów pościekowych. Warszawa 1971.

- [3] Kramer D., Konrad Ch.: Einfluss der Vorbehandlung und Lagerung auf die organische Verschmutzung von Gülle. *Wass. Wirt. Wass. Tech.* 1970, 6, 189-193.
- [4] Lange H., Specht G., Asmus F.: Einsatz von Gülletrennkomponenten in der Pflanzenproduktion. *Feldwirtschaft.* 15, 1974, 2, 84-86.
- [5] Maćkowiak C.: Gnojowica — jej właściwości i zastosowanie — przegląd literatury. *Opracowanie Problemowe CBR, Warszawa* 1973.
- [6] Mazur T., Koc J., Wróbel Z.: Skład chemiczny gnojowicy z ferm województwa olsztyńskiego. *Rocz. glebozn. (w druku).*
- [7] Nebiker H.: Neues Verfahren zur Aufbereitung von Flüssigdünger. Ein Beitrag zur Bodenbiologie in der Modernen Landwirtschaft und zum Umweltschutz. *Schweiz. Landwirt.* 52, 1974, 2, 57-88.
- [8] Nebiker H.: Gülleaufbereitung Weltweitaktuell. Neuer Weg der mikrobiellen Aufbereitung von Gülle. *Deutsche Landwirtschaftliche Presse* 97, 1974, 22, 6-7.
- [9] Nowosielski O.: Metody oznaczania potrzeb nawożenia. *PWRiL, Warszawa* 1968.
- [10] Rauhe K., Bornhak H.: Die Wirkung von Rinderkot mit verschiedenen Zusätzen im Feldversuch unter besonderer Berücksichtigung der Reproduktion der Organischen Substanz im Boden. *Albrecht Thaer — Arch.* 14, 1970, 11, 937-948.
- [11] Siemienow P. J.: Chemiczeskije i fiziczeskije swojstwa biezpodstiločnogo nawoza. *Agrochimija* 1974, 12, 130-135.
- [12] Wedekind P., Koriath H.: Gehalte der Güllearten an Nährstoffen und organischer Substanz bei unterschiedlichen Produktionsbedingungen in LPG und VEG. *Feldwirtschaft* 1971, 12, 560-563.
- [13] Wedekind P., Süßenbach D.: Möglichkeiten der Aufbereitung von Gülle zur Veränderung ihrer physikalischen, chemischen und hygienischen Eigenschaften als Grundlage ihrer landwirtschaftlichen Verwertung. *Wass. Wirt.-Wass. Tech.* 1972, 6, 184-189.
- [14] Wenzel W.: Entwicklung einer Methode zur Bestimmung von Phytin Eiweiss Phosphorsäure und organischer Phosphorsäure in Pflanzensubstanz. *Zeit. F. Pflanzenern. Düng. u. Bodenk.* 1956, 75, 191-203.

Т. МАЗУР, В. СОНДЕЙ

ФОРМЫ АЗОТНЫХ, ФОСФОРНЫХ И КАЛИЙНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В НАВОЗНОЙ ЖИЖЕ

Институт химизации земледелия, Сельскохозяйственно-техническая академия
в Олыштыне

Резюме

В исследованиях по содержанию форм азота, фосфора и калия употреблялась навозная жижа от рогатого скота и свиней. Названные виды жижи значительно различались по содержанию химических элементов и форм их соединений. Навозная жижа поголовья свиней была сильнее обогащена азотом и фосфором. Она характеризовалась тоже высшим участием минеральных форм

азота, по сравнению с навозной жижой рогатого скота. Количество белкового азота в общем содержании азота были в обеих видах жижи сходны, при чем лишь небольшая их часть подвергалась гидролизу. Коэффициенты корреляции между отдельными формами азотных соединений выявляли высокую взаимозависимость, за исключением нитратного азота.

Содержание неорганического фосфора в навозной жижой рогатого скота составляло свыше 41%, в жижой свиней — свыше 38% от общего содержания фосфора. Остальную часть составлял фосфор белков, эфиров, нуклеинов и фосфолипидов.

В названных видах жижи водорастворимый калий составлял 90%. Употребление 2% уксусной кислоты либо 6% трихлоруксусной кислоты повышало степень экстрагирования этого элемента в пределах 4–6%.

T. MAZUR, W. SADEJ

FORMS OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM COMPOUNDS IN LIQUID MANURE

Institute of Chemization of Agriculture,
Agricultural University of Olsztyn

Summary

The content of particular nitrogen, phosphorus and potassium forms was determined in the cattle and swine liquid manure. Particular liquid manures showed rather considerable differences in the content and forms of fertilizing elements. Richer in nitrogen and phosphorus proved to be the swine liquid manure. It characterized itself also with a higher percentage of mineral nitrogen forms as compared to the liquid manure of cattle. The percentage of protein nitrogen in total nitrogen was similar in either kind of liquid manure, at which its little part only was hydrolyzable. The calculated coefficients of correlation between particular forms of nitrogen compounds proved their high interdependence except for nitrate nitrogen.

The inorganic phosphorus content in the cattle liquid manure amounted to over 41%, in the swine liquid manure — to over 38% of total phosphorus. The remaining part constituted protein, ester, nucleic and phospholipidic phosphorus.

Potassium content in either kind of liquid manure is water-soluble in about 90%. The use of 2% of acetic acid or 6% of trichloroacetic acid increased the extraction degree of this element within the range of 4–6%.

Prof. dr Teofil Mazur
Instytut Chemizacji Rolnictwa ART
Olsztyn — Kortowo