

STEFAN PIETRZAK

*Instytut Melioracji i Użytków Zielonych
w Falentach*

METODA BILANSOWANIA AZOTU, FOSFORU I POTASU W SKALI GOSPODARSTWA ROLNEGO¹

1. Wstęp

Gospodarstwo rolne jest podstawową jednostką, w której realizowany jest proces produkcji żywności i pasz. Zasadniczą częścią tego procesu jest obieg (transport, przemieszczanie) składników nawozowych obejmujący ich przepływ do, wewnątrz i na zewnątrz gospodarstwa (rys 1).

¹ Od redakcji.

Zanieczyszczenia wód powierzchniowych związkami biogennymi pochodzącymi z produkcji rolniczej mają znaczący udział w bilansie zanieczyszczeń środowiska. Z prowadzonych badań monitoringowych wynika, że polskie rzeki dostarczają do Bałtyku około 200 tysięcy ton azotu ogólnego i 13 tysięcy ton fosforu rocznie. Szacuje się, że około 50% azotu i 40% fosforu pochodzi z terenów rolniczych jako rezultat dużej koncentracji produkcji zwierzęcej w stosunku do powierzchni użytków rolnych, niewłaściwego przechowywania i stosowania nawozów naturalnych. Polska wraz z innymi krajami bałtyckimi podpisała Konwencję Helsińską zobowiązując się do 2020 roku zmniejszyć zanieczyszczanie Bałtyku ze źródeł rolniczych i osiedli o 80%.

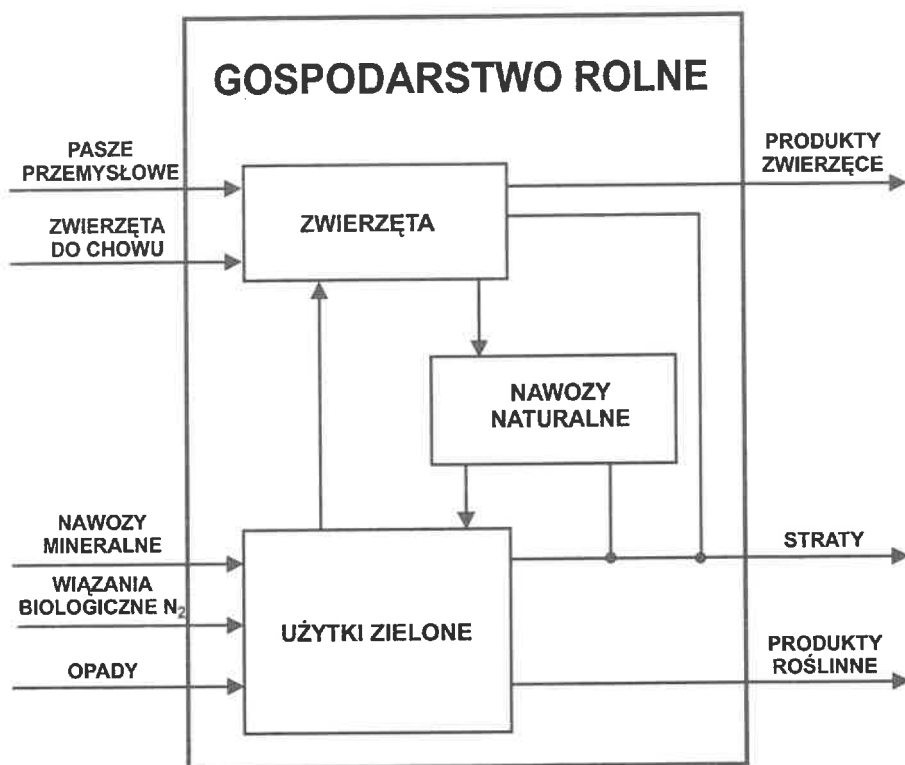
Głównymi źródłami azotu i fosforu w gospodarstwie są nawozy mineralne i pasze z zakupu. Wykorzystanie – zwłaszcza azotu – przez rośliny i zwierzęta w procesie jego przetwarzania na białko roślinne czy zwierzęce nigdy nie zachodzi w stu procentach.

Przedstawiona w artykule metoda bilansowania składników nawozowych w gospodarstwie pozwala na niezbyt skomplikowany sposób i stosunkowo małym nakładem pracy sporządzić bilans azotu i fosforu w gospodarstwie, aby zorientować się jak duże straty azotu i fosforu następują w gospodarstwie.

W końcowej części artykułu zamieszczono bilanse azotu i fosforu dla trzech gospodarstw specjalizujących się w produkcji trzody o podobnej skali produkcji żywca wieprzowego, ale gospodarujące na różnej powierzchni użytków rolnych. Dane pochodzą z analizy przeprowadzonej przez Oddział Krajowego Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich w Poznaniu na podstawie informacji zebranych w trzech gospodarstwach województwa wielkopolskiego.

Rys. 1

Bilans składników nawozowych w gospodarstwie rolnym



W trakcie obiegu, część składników nawozowych ulega rozproszeniu w środowisku naturalnym, co wpływa na powstawanie takich niekorzystnych następstw jak [Sapek A., in., 2000]:

1. Eutrofizacja i zakwaszanie naturalnych ekosystemów i agroekosystemów.
2. Zanieczyszczenie i eutrofizacja wód powierzchniowych.
3. Zanieczyszczenia wód podziemnych.
4. Narastanie efektu cieplarnianego.
5. Niszczenie strefy ozonowej w atmosferze.
6. Zmniejszanie bioróżnorodności.

Straty składników nawozowych są zjawiskiem nieuniknionym, niemniej ze względu na wymogi ochrony środowiska jak i ekonomikę produkcji wysoce pożądanym jest, aby były one w jak największym stopniu ograniczane. Stąd też

istnieje potrzeba kształtowania warunków prowadzenia produkcji w gospodarstwie rolnym w sposób zapewniający efektywne gospodarowanie składnikami nawozowymi.

Dla oceny wielkości strat i efektywności wykorzystywania składników nawozowych w gospodarstwie wykonuje się ich bilanse. Na podstawie wyników bilansu składników nawozowych dla gospodarstwa można wyciągnąć wiele praktycznych wniosków służących zmniejszeniu presji na środowisko powodowanej produkcją rolną jak i poprawie ekonomii gospodarowania. To ostatnie wynika m.in. z faktu, że efektywniejsze wykorzystanie składników nawozowych (co w konsekwencji obniża jego nadmiar) przyczynia się do mniejszych wydatków na nawozy mineralne bądź pasze. Powyższe jak i inne walory (m.in. łatwość wykonania) sprawiają, że bilans azotu jest dobrym materiałem szkoleniowym do pracy z rolnikami i młodzieżą, pozwalającym przybliżyć sens poprawnej gospodarki składnikami nawozowymi w rolnictwie. Celowym jest aby były one sporządzane wspólnie z rolnikami przez doradców ODR.

2. Równanie bilansu azotu

Strumienie przychodu i rozchodu azotu w gospodarstwie rolnym przedstawiono schematycznie na rysunku 1. Przychód stanowi azot wnoszony do gospodarstwa w wyniku:

1. Zakupu:
 - nawozów mineralnych,
 - pasz przemysłowych,
 - zwierząt hodowlanych.
2. Wiązania biologicznego przez rośliny motylkowe, w uprawach polowych i na trwałych użytkach zielonych.
3. Opadu atmosferycznego.
4. Wiązania przez glebowe drobnoustroje niesymbiotyczne.

Rozchód stanowi azot wynoszony z gospodarstwa w wyniku:

1. Sprzedaży na zewnątrz produktów roślinnych (zboża, ziemniaki, buraki cukrowe, owoce, warzywa, rzepak, itp.), zwierzęcych (zwierzęta żywe, mleko, jaja, wełna, itp.).
2. Zdarzeń losowych jak upadki zwierząt, zniszczenie plonu.
3. Strat określanych jako nadmiar.

Równanie bilansu azotu w gospodarstwie zapisać można następująco:

$$M_{wno} = M_{wyn} + M_{str}$$

gdzie:

- M_{wno} - masa azotu wniesionego do gospodarstwa [kg],
- M_{wyn} - masa azotu wyniesionego na zewnątrz gospodarstwa z produktami rolnymi [kg],
- M_{str} - nadmiar azotu [kg].

W równaniu bilansu:

$$M_{wno} = m_n + m_p + m_o + m_m + m_g + m_x$$
$$M_{wyn} = m_s + m_v$$

gdzie:

- m_n - masa azotu wniesiona z nawozami mineralnymi [kg],
- m_p - masa azotu wniesiona z paszami przemysłowymi [kg],
- m_x - masa azotu wniesiona w innych zakupionych produktach w [kg],
- m_o - masa azotu wniesionego z opadem atmosferycznym [kg],
- m_m - masa azotu wniesionego przez rośliny motylkowe [kg],
- m_g - masa azotu wniesionego przez niesymbiotyczne mikroorganizmy glebowe [kg],
- m_s - masa azotu wyniesionego w sprzedanych produktach [kg],
- m_v - masa azotu wyniesionego w wyniku zdarzeń losowych [kg].

Z powyższego wynika wzór na nadmiar azotu:

$$M_{str} = M_{wno} - M_{wyn}$$

lub:

$$M_{str} = (m_n + m_p + m_o + m_m + m_g + m_x) - (m_s + m_v)$$

OBLICZENIE MASY AZOTU WNIESIONEGO DO GOSPODARSTWA

2.1. Masa azotu wniesiona z nawozami mineralnymi - m_n

Masę azotu wniesioną z nawozami mineralnymi oblicza się sumując iloczyny mas zakupionych nawozów zawierających azot przez odpowiadającą im zawartość azotu w nawozie. Można w tym celu posłużyć się wskaźnikami zawartości azotu w różnych nawozach zamieszczonymi w tabeli 1. Dla nawozów nie zamieszczonych w tabeli wystarczy znać zawartość azotu w danym nawozie.

Tabela 1

Wskaźniki zawartości azotu (k_{Ni}), fosforu (k_{Pi}) i potasu (k_{Ki})
w nawozach mineralnych w kg/100 kg nawozu.

Nawóz	k_{Ni}	k_{Pi}	k_{Ki}
Agrofoska okopowa granulowana	–	7,0	29,7
Agrofoska zbożowa	–	10,5	19,8
Agrofoska zbożowo-okopowa granulowana	–	9,2	26,4
Amofoska wiosenna granulowana	10,0	3,9	9,9
FAMP - 4	12,0	2,4	4,9
FAMP - „OZ”	4,0	5,2	6,6
FAM - „R”	5,0	5,5	–
FAM - „W”	12,0	2,6	–
FAM - „Z”	3,0	6,3	–
Mocznik	46,0	–	–
Nawóz Fosforowo-Potasowy Magnezowy	–	5,7	10,7
Nawóz PK	–	5,9	11,1
Nawóz PKMg - B	–	4,8	14,9
Polidap - fosforan amonu	18,0	20,1	–
Polifoska 6	6,0	8,7	24,8
Polifoska 8	8,0	10,5	19,8
Polifoska 11	11,0	9,6	13,2
Polifoska 15	15,0	6,5	12,4
Polifoska 15 + Mg	15,0	6,5	12,4
Polifoska 17	17,0	7,4	14,0
Polimag 305	5,0	7,0	19,8
Polimag 306	6,0	8,3	15,7
Polimag 309	7,0	7,4	9,9
Polimag 315	15,0	6,5	12,4
Polimap	12,0	22,7	–
RSM - ciekły nawóz saletrzano - mocznikowy	32,0	–	–
RSM - ciekły nawóz saletrzano - mocznikowy	30,0	–	–
RSM - ciekły nawóz saletrzano - mocznikowy	28,0	–	–
Saletra amonowa	34,0	–	–
Saletra amonowo-wapniowa	27,0	–	–
Saletrzak	27,5	–	–
Salmag B - saletrzak GM „B”	27,5	–	–
Salmag - saletrzak GM	27,5	–	–
Siarczan amonu	21,0	–	–
Siarczan potasu	–	–	41,3
Sól potasowa granulowana	–	–	49,6
Sól potasowa pylista	–	–	47,9
Superfosfat magnezowy	–	6,9	–
Superfosfat potrójny granulowany	–	20,1	–

2.2. Masa azotu wniesiona z paszami przemysłowymi - m_p

Masę azotu wniesioną z paszami przemysłowymi oblicza się sumując iloczyn mas zakupionych pasz zawierających azot przez odpowiadające im wskaźniki zawartości azotu w paszy. Wskaźniki zawartości azotu i fosforu w paszach przemysłowych zawiera tabela 2.

Tabela 2

Wskaźniki zawartości azotu (C_{Ni}) i fosforu (C_{Pi}) w paszach przemysłowych w kg/100 kg paszy

Nazwa paszy przemysłowej	C_{Ni}	C_{Pi}
Mieszanki dla bydła i owiec		
Mieszanka „B-w” dla krów wysokomlecznych bez mocznika	3,76	0,8
Mieszanka „B” z mocznikiem dla bydła i owiec dorosłych w żywieniu zimowym	2,96	0,7
Mieszanka „B-1” bez mocznika dla bydła dorosłego w żywieniu letnim	1,60	0,8
Mieszanka „C-J” dla cieląt i jagniąt	3,04	0,7
Mieszanka „C-prestarter” dla cieląt od 6 do 70 dnia życia	3,68	0,8
Mieszanka „C-starter” dla cieląt od 70 do 120 dnia życia	3,04	0,55
Mieszanka „O-1” dla młodego bydła opasowego z mocznikiem	2,72	0,6
Mieszanka „O-2” dla bydła opasowego z mocznikiem	2,26	0,5
Mieszanka „SOMB” dla buhai hodowlanych ocenianych metodą stacjonarną	2,40	0,75
Koncentraty dla bydła i owiec		
Koncentrat „Ko-Be” dla bydła i owiec dorosłych z mocznikiem	6,72	1,9
Koncentrat „KBM” dla młodego bydła opasowego o wysokim składniku mocznika	8,00	1,3
Koncentrat „KBC” dla bydła i owiec bez mocznika	5,44	1,2
Koncentrat „C” dla cieląt granulowany dla sporządzania mieszanek „C-prestarter” i „C-starter”	4,64	1,0
Mieszanki dla trzody		
Mieszanka „L” dla loch	2,80	0,9
Mieszanka „PR” /pełnopożywna/ dla stada reprodukcyjnego	2,40	0,85
Mieszanka „PP-prestarter” dla prosiąt (pełnopożywna)	3,36	0,85
Mieszanka „PP-grower” dla warchlaków (pełnopożywna)	2,48	0,80
Mieszanka „P” dla prosiąt i warchlaków (pełnopożywna)	2,48	0,80
Mieszanka „T-1” dla tuczników na I okres tuczu	3,04	1,0
Mieszanka „T-2” dla tuczników na II okres tuczu	2,56	0,75
Mieszanka „PT-1” dla tuczników na I okres tuczu (pełnopożywna)	2,48	0,7
Mieszanka „PT-2” dla tuczników na II okres tuczu (pełnopożywna)	2,08	0,6
Koncentraty dla trzody		
Koncentrat „KR” dla stada reprodukcyjnego	6,08	4,0
Koncentrat „KT-1” dla warchlaków	5,52	3,0
Koncentrat „KT-2” na I i II okres tuczu	6,24	3,6
Koncentrat „Provit” dla trzody chlewnej	6,56	2,4
Koncentraty „T” i „TR” dla tuczników	4,80	2,0

CK_i - współczynnik zawartości potasu w paszy przemysłowej przyjąć można 0,4 kg K/100 kg paszy.

Źródło: Normy żywienia zwierząt..., 1982.

2.3. Masa azotu wniesiona w innych zakupionych produktach - m_x

Do innych zakupowanych przez gospodarstwa rolne produktów zawierających azot należą m.in.: pasze objętościowe (siano, kiszonki, młóto, wysłodki), materiał siewny, zwierzęta hodowlane, nawozy organiczne pochodzenia zwierzęcego, słoma. Ilość wniesionego przez nie azotu oblicza się sumując iloczyny mas zakupionych produktów przez odpowiadające im wskaźniki zawartości azotu zamieszczone w tabeli 3.

Tabela 3

Udział składników odżywczych w nawozach organicznych pochodzenia zwierzęcego w kg/100 kg nawozu [Maćkowiak 1997]

Nawóz	t _{Ni}	t _{Pi}	t _{Ki}
Obornik od krów mlecznych	0,47	0,122	0,529
Obornik od opasów	0,48	0,127	0,545
Obornik od cieląt	0,60	0,140	0,611
Obornik od bydła ogółem	0,47	0,122	0,537
Obornik od macior z prosiętami	0,52	0,201	0,570
Obornik od tuczników	0,54	0,227	0,529
Obornik od trzody chlewnej ogółem	0,53	0,205	0,570
Obornik od koni	0,54	0,127	0,785
Obornik od owiec	0,76	0,175	1,033
Gnojówka od krów mlecznych	0,32	0,013	0,636
Gnojówka od opasów	0,30	0,013	1,058
Gnojówka od cieląt	0,36	0,013	0,446
Gnojówka od bydła ogółem	0,32	0,013	0,661
Gnojówka od macior z prosiętami	0,23	0,013	0,273
Gnojówka od tuczników	0,29	0,022	0,347
Gnojówka od trzody chlewnej ogółem	0,28	0,017	0,339
Gnojówka końska*	0,47	0,002	0,463
Gnojowica od krów mlecznych	0,36	0,087	0,314
Gnojowica od opasów	0,31	0,087	0,289
Gnojowica od cieląt	0,31	0,070	0,289
Gnojowica od bydła ogółem	0,34	0,087	0,306
Gnojowica od trzody chlewnej ogółem	0,43	0,144	0,190

* - dla gnojówki przechowywanej powyżej 12 tygodni w zbiornikach zabezpieczonych przed dostępem wody i powietrza [Boratynski K., Czuba R., Goralski J., 1988].

2.4. Masa azotu wniesionego z opadem atmosferycznym - m_o

Masę azotu wniesionego z opadem atmosferycznym oblicza się mnożąc powierzchnię gospodarstwa przez wskaźnik charakteryzujący ilość azotu wnoszoną na hektar powierzchni w opadzie atmosferycznym.

Tabela 4

Ilość azotu wnoszona z opadami atmosferycznymi
dla poszczególnych województw

L.p.	Województwo	kg N/ha
1.	Warszawskie	15,0
2.	Bielskopodlaskie	10,0
3.	Białostockie	10,0
4.	Bielskie	23,0
5.	Bydgoskie	15,0
6.	Chełmskie	8,5
7.	Ciechanowskie	15,0
8.	Częstochowskie	17,0
9.	Elbląskie	18,0
10.	Gdańskie	22,0
11.	Gorzowskie	16,0
12.	Jeleniogórskie	32,5
13.	Kaliskie	17,0
14.	Katowickie	23,0
15.	Kieleckie	15,0
16.	Konińskie	15,0
17.	Koszalińskie	16,0
18.	Krakowskie	23,0
19.	Krośnieńskie	18,5
20.	Legnickie	19,2
21.	Leszczyńskie	18,0
22.	Lubelskie	14,0
23.	Łomżyńskie	10,6
24.	Łódzkie	15,0
25.	Nowosądeckie	23,4

L.p.	Województwo	kg N/ha
26.	Olsztyńskie	15,0
27.	Opolskie	20,0
28.	Ostrołęckie	15,0
29.	Piłskie	16,0
30.	Piotrkowskie	15,0
31.	Płockie	15,0
32.	Poznańskie	17,0
33.	Przemyskie	13,0
34.	Radomskie	15,0
35.	Rzeszowskie	17,0
36.	Siedleckie	15,0
37.	Sieradzkie	15,0
38.	Skierniewickie	15,0
39.	Słupskie	16,0
40.	Suwańskie	11,5
41.	Szczecińskie	16,0
42.	Tamobrzeskie	19,0
43.	Tamowskie	26,6
44.	Toruńskie	15,0
45.	Wałbrzyskie	27,5
46.	Wrocławskie	15,0
47.	Wrocławskie	19,2
48.	Zamojskie	10,0
49.	Zielonogórskie	19,0
	POLSKA	17,0

Źródło: Szponar L., Pawlik-Dobrowolski J., Domagała R., Twardy S., Traczyk I., 1996.

2.5. Masa azotu wniesiona przez rośliny motylkowe - m_m

Bakterie symbiotyczne z rodzaju *Rhizobium* wiążą azot z atmosfery współpracując z roślinami motylkowymi. Roślina jest źródłem energii dla bakterii, bakterie z kolei pobierają azot cząsteczkowy z atmosfery, wiążą go i częściowo oddają

roślinie. W całości biomasy roślin znajduje się azot pobrany przez nie z gleby jak i związany symbiotycznie. Ilość symbiotycznie związanego azotu cząsteczkowego przez rośliny motylkowe zależy od czynników glebowo-klimatycznych i od gatunku rośliny motylkowej. Przybliżone wartości współczynników symbiotycznego wiązania azotu przez rośliny motylkowe podano w tabeli 5.

Tabela 5

Współczynniki symbiotycznego wiązania azotu przez rośliny motylkowe

Roślina	Rodzaj plonu	Współczynnik wiązania N_2 - f_i
Lucerna	siano	0,75
Koniczyna łąkowa	siano	0,70
Wyka, peluszką, seradela	siano	0,55
Bobik, wyka, groch	nasiona	0,50
Łubiny	nasiona	0,65
Soja	nasiona	0,50

Na podstawie różnych źródeł zestawiał E. Gorlach [Azot..., 1991]

Masę azotu zasymilowanego przez bakterie brodawkowe można obliczyć jako sumę iloczynów powierzchni upraw roślin motylkowych w gospodarstwie, plonu ich części nadziemnych (w powietrznie suchej masie), wskaźnika charakteryzującego ilość azotu zawartego biomasy roślin motylkowych - na podstawie tabeli 6 i współczynnika symbiotycznego wiązania azotu - tabela 5 wg wzoru poniżej:

$$m_m = \sum P_i \cdot Q_i \cdot b_{Ni} \cdot f_i \text{ [kg]}$$

$$m_m = P_1 \cdot Q_1 \cdot b_{N1} \cdot f_1 + P_2 \cdot Q_2 \cdot b_{N2} \cdot f_2 + P_3 \cdot Q_3 \cdot b_{N3} \cdot f_3 + \dots \text{[kg]}$$

gdzie:

P_i - powierzchnia upraw danego gatunku roślin motylkowych, w ha,

Q_i - plon części nadziemnych danego gatunku roślin motylkowych w powietrznie suchej masie, w t/ha (z pewnym przybliżeniem plon w powietrznie suchej masie obliczyć można dzieląc plon zielonej masy przez 5),

b_{Ni} - ilość azotu w całej biomasy danego uprawianego gatunku roślin motylkowych przypadająca na 1 tonę powietrznie suchej masy plonu części nadziemnych, w kg N/1 t s.m. plonu części nadziemnych roślin, wg tabeli 6,

f_i - współczynnik symbiotycznego wiązania azotu przez rośliny motylkowe, wg tabeli 5.

Tabela 6

Zawartość azotu w roślinach motylkowych uprawianych w monokulturze i mieszankach¹

Rośliny	Ilość azotu w całej biomacie roślin przypadająca na 1 tonę powietrznie suchej masy plonu części nadziemnych [kg N/1 t s.m. plonu części nadziemnych roślin] - b _{Ni}
W plonie głównym	
Łubin żółty*	35,0
Łubin żółty**	46,2
Peluszka*	35,7
Peluszka**	46,2
Seradela*	32,2
Łubin żółty + peluszka**	46,2
Łubin żółty + wyka ozima**	41,0
Łubin żółty + lędźwian afrykański**	44,3
Łubin żółty + seradela*	35,5
W poplonach	
Łubin żółty	42,1
Peluszka	36,3
Seradela	25,9
Wyka ozima (wsiewka)	32,5
Lucerna chmielowa (wsiewka)	43,1
Inkarnatka (wsiewka)	38,0
Koniczyna czerwona z trawą - ściemianka	41,2
Motylkowe w runii trawiastej	
1% koniczyny w runi wnosi ok. 3 kg azotu	b _{Ni} = 3 [% udz. kon.]

¹ - w warunkach gleb piaszczystych i słabo gliniastych

* - po osadzeniu strąków, przed przyorywaniem

** - w stanie niedojrzałym

Obliczono na podstawie: Nawozy organiczne, 1967. Wyniki badań..., 1973.

2.6. Masa azotu wniesionego przez mikroorganizmy glebowe - m_g

Badania wykazały, że liczba gatunków bakterii wolno żyjących w glebie, mających zdolność wiązania azotu atmosferycznego wynosi ponad 150. Do najbardziej znanych należą bakterie z rodzaju *Azotobacter* i *Clostridium*.

Na ilość związanego azotu przez drobnoustroje wolno żyjące w glebie oprócz ich właściwości fizjologicznych duży wpływ mają: odczyn i zasobność gleby w mineralne składniki pokarmowe, wilgotność, temperatura i natlenienie gleby oraz zawartość węglowodanów oraz innych organicznych związków. Źródłem

energii tego procesu jest m.in. mineralizacja próchnicy oraz resztek poźniwnych i korzeniowych. Ilość wiążanego azotu przez drobnoustroje wolno żyjące w różnych glebach przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7

Ilość azotu wiążanego przez drobnoustroje wolno żyjące

Gleba	Resztki poźniwne i korzeniowe [t/ha]	Ilość związanego azotu - a [kg N/ha/rok]
Bielicowa	około 2,5	7,5-9,5
Szara leśna	3,0-4,5	18,9-24,5
Czarnoziem	około 7,0	35,0-42,0
Kasztanowa	około 4,0	19,0-24,0
Szaroziem	około 4,0	19,0-24,0

Na podstawie badań przeprowadzonych w byłym Związku Radzieckim [Azot..., 1991].

Na temat ilości azotu atmosferycznego wiążanego przez niesymbiotyczne drobnoustroje w glebach terenów środkowoeuropejskich istnieje nieduża ilość prac. W Polsce badania takie robiono na niewielką skalę. Przyjmuje się, że ilość azotu wiążanego niesymbiotycznie w glebach ornych Polski wynosi 8-25 kg N/ha rocznie, przy czym wartość dolna odnosi się do gleb lekkich a górna do gleb ciężkich [Azot..., 1991]. Wg niektórych szacunków [Tyburski, 1993] w tzw. gospodarstwach ekologicznych wolno żyjące organizmy glebowe wiążą azot w ilości do 100 kg N/ha na rok.

Masę azotu wnoszonego przez drobnoustroje niesymbiotyczne oblicza się mnożąc powierzchnię gospodarstwa przez wskaźnik charakteryzujący ilość wnoszonego przez nie azotu.

$$m_g = a \cdot S \text{ [kg]}$$

gdzie:

a - ilość azotu wnoszonego przez mikroorganizmy glebowe wiążące N₂, w kg/ha, z tabeli 7; praktycznie przyjmuje się a = 10 kg N/ha,
S - powierzchnia gospodarstwa, w ha.

2.7. Obliczenie masy azotu wyniesionego z gospodarstwa

2.7.1. Masa azotu wyniesiona w sprzedanych produktach roślinnych, zwierzęcych i zwierzętach - m_s

Masę azotu wyniesioną w sprzedanych produktach roślinnych, zwierzęcych i zwierzętach oblicza się sumując iloczyny mas sprzedanych produktów zawierających azot przez odpowiadające im wskaźniki zawartości azotu – zawarte w tabeli 8.

Tabela 8

**Zawartości azotu, fosforu i potasu w produktach roślinnych
i zwierzęcych w kg/100 kg produktu**

Rodzaj produktu	nNi (pNi)	nPi (pPi)	nKi (kKi)
Produkty roślinne:			
Zboża (ziarno) - średnio	1,80	0,35	0,43
Pszenica ozima	1,90	0,37	0,50
Pszenica jara	2,00	0,37	0,50
Jęczmień	1,70	0,35	0,50
Żyto	1,70	0,35	0,50
Owies	1,80	0,34	0,50
Strączkowe (nasiona) - średnio	3,33		
Gorczyca	3,50	0,59	
Groch	3,50	0,36	1,00
Rzepak (nasiona)	3,13	0,60	0,80
Buraki cukrowe	0,208	0,04	0,20
Ziemniaki	0,35	0,05	0,48
Warzywa (wartość średnia)	0,33	0,035	0,31
Owoce (świeże)	0,12	0,02	0,20
Produkty zwierzęce:			
Mleko (pełne)	0,54	0,10	0,15
Jaja	1,94	0,20	0,125
Wetna	16,50	–	–
Żywiec (waga poubojowa)	2,70	0,55	0,22
Zwierzęta waga żywa:			
Konie (100 - 900 kg)	2,50	0,74	0,17
Krowy mleczne (550 kg)	2,50	0,74	0,17
Opasy (550 kg)	2,50	0,74	0,17
Jałówki	2,50	0,74	0,17
Cielęta (60 kg)	2,50	0,74	0,17
Maciory (180 kg)	2,60	0,46	0,22
Tuczniki (110 kg)	2,60	0,46	0,22
Prosięta (25 kg)	2,60	0,46	0,22
Owce	2,50	0,74	0,17
Jagnięta (40 kg)	2,50	0,74	0,17
Drób (1,5 - 6 kg)	2,70	0,60	0,29
Pasze objętościowe:			
Sianokiszonka (25% sm.)	0,36	0,07	0,45
25% koniczyny, 75% traw	2,10	0,26	2,05
75% koniczyny, 25% traw	2,30	0,26	2,15
Siano z traw	2,00	0,26	2,00
Słoma	0,70	0,10	1,00
Siano z koniczyny	2,40	0,26	2,20
Siano z lucerny	2,50	0,26	2,30

Na podstawie różnych źródeł, głównie: Fagerberg B., Salomon E., Steineck S., 1993.

2.7.2. Masa azotu wyniesiona w wyniku zdarzeń losowych - m_v

W przypadkach takich zdarzeń losowych jak upadki zwierząt (przy usunięciu padliny poza gospodarstwo), zniszczenie plonu przez pożar czy jego zmycie przez powódź następuje wyniesienie azotu poza gospodarstwo. Obliczenie ilości wyniesionego w ten sposób azotu przeprowadza się sumując iloczyny masy utraconych w wyniku wypadków losowych produktów zawierających azot przez odpowiadające im współczynniki zawartości azotu, wg. wzoru poniżej:

$$m_v = \sum m_{vi} \cdot z_{Ni} \text{ [kg]}$$

$$m_v = m_{v1} \cdot z_{N1} + m_{v2} \cdot z_{N2} + m_{v3} \cdot z_{N3} + \dots \text{ [kg]}$$

gdzie:

m_{vi} - masa utraconych losowo produktów danego rodzaju, w dt,

z_{Ni} - ilość azotu zawarta w utraconych losowo produktach, wg tab. 8 ($z_{Ni} = n_{Ni}$).

2.8. Obliczenie nadmiaru azotu

Po oszacowaniu wszystkich elementów bilansu oblicza się nadmiar azotu całkowity [kg] według podanego wcześniej wzoru, oraz nadmiar azotu jednostkowy, jako stosunek nadmiaru całkowitego do powierzchni gospodarstwa - M_{str} : S [kg/ha].

3. Bilans fosforu i potasu

Postępując w sposób podobny jak przy obliczaniu bilansu azotu, sporządzić można dla gospodarstw rolnych bilanse fosforu i potasu (nie występuje wnoszenie przez rośliny motylkowe, drobnoustroje niesymbiotyczne i opad atmosferyczny). Odpowiednie wskaźniki do obliczeń podane zostały w tabelach 1; 2; 3; 8.

4. Efektywność wykorzystania składników nawozowych

Efektywność wykorzystania składników nawozowych jest to wyrażony w procentach stosunek ich ilości wyniesionych z gospodarstwa do ilości wniesionych do gospodarstwa. Obliczany jest w celu określenia w jakim stopniu zastosowane składniki nawozowe są zużywane bezpośrednio w celach produkcyjnych.

Literatura:

1. Azot w glebach uprawnych (1991). Praca pod redakcją T. Mazura. PWN Warszawa, 36; 43.
2. Boratyński K., Czuba R., Goralski J. (1988): Chemia Rolnicza. PWRiL Warszawa, 241; 251; 257.
3. Fagerberg B., Salomon E., Steineck S. (1993): The computer program NPK-FLO. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. Departament of Crop Production Science - Intrnal Publications 9.
4. Maćkowiak C. (1997): Nawozy organiczne w gospodarstwach rolnych i ich wpływ na środowisko. ODR Przysiek.
5. Normy żywienia zwierząt gospodarskich (1982). Instytut Zootechniki. PWRiL Warszawa.
6. Nawozy organiczne (1967). Praca pod redakcją Józefa Goralskiego. PWRiL Warszawa, 276-279.
7. Sapek A., Sapek B., Pietrzak S. (2000): Rola produkcji zwierzęcej w rozpraszaniu składników nawozowych z rolnictwa do środowiska. [w:] Dobre praktyki w rolnictwie. Sposoby ograniczenia zanieczyszczeń wód. RCDRRiOW Przysiek.
8. Tyburski J. (1993). Gospodarka nawozowa w rolnictwie ekologicznym. [w:] Rolnictwo ekologiczne od teorii do praktyki. Stowarzyszenie Ekoland. Stiftung LEBEN & UMWELT. Warszawa, 146.
9. Wyniki badań przeprowadzonych w Polsce nad nawozami organicznymi w latach 1945-1970, 1973. Wydawnictwo IUNG Puławy, 192-193.

ZAŁĄCZNIK

**Przykładowe bilanse azotu i fosforu w gospodarstwach o podobnej skali
produkcji trzody chlewnej i różnej powierzchni gospodarstw
13 ha, 38 ha i 119 ha**

Tabela 1

Bilans azotu i fosforu w gospodarstwie o powierzchni 13 ha

Specyfikacja	Masa rzeczywista (dt)	AZOT		FOSFOR	
		Współczynnik (kg/dt)	Ilość kg	Współczynnik (kg/dt)	Ilość kg
WNOSZENIE DO GOSPODARSTWA					
Opad atmosferyczny *	13		234		
Mikroorganizmy **	13		130		
Materiał siewny - zboża	29,2	1,8	52,6	0,35	10,2
Materiał hodowlany	17	2,6	19,6	0,46	7,8
NAWOZY					
saletrzak	23,35	27,5	642,13		
saletra amonowa	2,50	34	85		
Lubofoska 4 :12 : 12	20,60	4	82,4	8,7	179, 2
Polifoska 8 : 24 : 24	9	8	72	10,5	94,5
PASZE Z ZAKUPU					
pszenica	416,2	1,84	765,8	0,37	141,5
jęczmień	1310,1	1,89	2476	0,37	484,7
pszenżyto	420,7	1,57	660,5	0,35	147,2
żyto	7,2	1,7	10,1	0,35	2,5
mieszanka	129,2	1,8	232,5	0,35	45,2
koncentraty (łącznie)	803,1	5,2	4176,1	1,8	1445
Razem wnoszenie do gospodarstwa			9638,7		2558,4
WYNOSENIE Z GOSPODARSTWA					
Sprzedaż żywca	1283,1	2,6	3336	0,46	590,2
Sprzedaż obornika	2400	0,05%	1200	0,03%	720
Razem wynoszenie		—	4068	—	1310,2
NADMIAR (STRATA)					
Razem w gospodarstwie			5102,7		1248,2
na 1 ha użytków rolnych			392,5		96
Wykorzystanie – w %			42,0		51,2

* - przyjęto wskaźnik wnoszenia N = 18 kg/ha

** - przyjęto wskaźnik wnoszenia N = 10 kg/ha tabela 2.

Tabela 2

Bilans azotu i fosforu w gospodarstwie o powierzchni 38 ha

Specyfikacja	Masa rzeczywista (dt)	AZOT		FOSFOR	
		Współczynnik (kg/dt)	Ilość kg	Współczynnik (kg/dt)	Ilość kg
WNOSZENIE DO GOSPODARSTWA					
Opad atmosferyczny *			684	–	
Mikroorganizmy **			380	–	
Materiał siewny - zboża	37,5	1,8	67,5	0,35	13,1
materiał siewny - rzepak	0,2	3,13	0,6	0,6	0,10
Materiał hodowlany	20	2,6	52,0	0,46	9,2
NAWOZY					
saletrzak	20	27,5	550,0	–	
saletra amonowa	85	34,0	2890,0		
Polifoska 8 : 24 : 24	142	8	1136,0	10,5	1491
Polifoska 6:20:30	20	6	120	8,7	174
PASZE Z ZAKUPU					
zboża - j. jary	2322,5	1,70	3948,2	0,35	812,9
koncentrat 15%	117	6,08	711,4	2,10	245,7
Prestarter	70,2	3,36	235,8	0,85	59,7
koncentrat	121,7	5,44	662,0	1,75	213
koncentrat 10%	304,2	5,44	1654,8	1,80	547,6
Razem wnoszenie			13092,3		3566,3
WYNOSENIE Z GOSPODARSTWA					
Sprzedaż bur. cukrowych	2460	0,208	511,7	0,04	98,4
Sprzedaż rzepaku	252	3,13	788,8	0,60	151,2
Sprzedaż żywca	1332,6	2,6	3464,8	0,46	613,0
Razem wynoszenie		–	4765,3	–	862,6
NADMIAR (STRATA)					
Razem w gospodarstwie			8327		2703,7
na 1 ha użytków rolnych			219,1		71,1
Wykorzystanie w %			36,4		24,2

* - przyjęto wskaźnik wnoszenia N = 18 kg/ha

** - przyjęto wskaźnik wnoszenia N = 10 kg/ha

Tabela 3

Bilans azotu i fosforu w gospodarstwie o powierzchni 119 ha

Specyfikacja	Masa rzeczywista (dt)	AZOT		FOSFOR	
		Współczynnik (kg/dt)	Ilość kg	Współczynnik (kg/dt)	Ilość kg
WNOSZENIE DO GOSPODARSTWA					
Opad atmosferyczny*			2142	–	–
Mikroorganizmy**			1190	–	–
Materiał siewny	158,5	1,8	285,3	0,35	55,5
Materiał hodowlany	18	2,6	46,8	0,46	8,3
NAWOZY					
saletrzak	98	27,5	2695	–	–
saletra amonowa	208	34	7072	–	–
polifoska 6 : 30 : 30	302,5	6	1815	8,7	2631,7
mocznik	14	46	644	–	–
PASZE Z ZAKUPU					
koncentrat - maciory	93	5,6	520,8	3	279
prestarter "Plazmix" - prosięta	62,7	6	376,2	1,8	112,9
koncentrat - warchlaki	120	6	720	1,8	216
koncentrat białkowy - tuczniki	430	6	2580	1,8	774
Razem wnoszenie			20087,1		4077,4
WYNOSENIE Z GOSPODARSTWA					
Sprzedaż zbóż					
pszenica ozima	380	1,9	722	0,35	133
pszenżyto	28	1,8	50,4	0,35	17,6
jęczmień jary	89	1,7	151,3	0,35	31,1
mieszanka zbożowe	120	1,7	204	0,35	42
Sprzedaż bur. cukrowych	12100	0,208	2516,8	0,04	484
Sprzedaż kukurydzy cukrowej	300	1,8	540	0,35	105
Sprzedaż żywca	1366,2	2,6	3552,1	0,46	628,5
Razem wynoszenie		–	7736,6	–	1441,2
NADMIAR (STRATA)					
razem w gospodarstwie, kg			12305,5		2636,2
na 1 ha użytków rolnych			103,8		22,1
Wykorzystanie %			38,5		35,3

* - przyjęto wskaźnik wnoszenia N - 18 kg/ha

** - przyjęto wskaźnik wnoszenia N - 10 kg/ha

METODA BILANSOWANIA AZOTU, FOSFORU I POTASU W SKALI GOSPODARSTWA ROLNEGO

STRESZCZENIE

Zanieczyszczenia wód powierzchniowych związkami biogennymi pochodzącymi z produkcji rolniczej mają znaczący udział w bilansie zanieczyszczeń środowiska. Głównymi źródłami azotu i fosforu w gospodarstwie są nawozy mineralne i pasze z zakupu. Wykorzystanie - zwłaszcza azotu - przez rośliny i zwierzęta w procesie jego przetwarzania na białko roślinne czy zwierzęce nigdy nie zachodzi w stu procentach. W artykule Autor przedstawił metodę bilansowania azotu i fosforu w gospodarstwie, która pozwala w prosty sposób i stosunkowo małym nakładem pracy sporządzić bilans azotu i fosforu, aby zorientować się jak duże straty azotu i fosforu następują w gospodarstwie. Podano także bilanse azotu i fosforu dla trzech gospodarstw specjalizujących się w produkcji trzody chlewnej, o podobnej skali produkcji żywca wieprzowego, ale różnej powierzchni użytków rolnych - 13 ha, 38 ha i 119 ha.

STEFAN PIETRZAK

THE METHOD OF BALANCING OF NITROGEN, PHOSPHOURS AND POTASSIUM IN THE FARM SCALE

SUMMARY

Pollution of surface water by compounds originating from agricultural production has significant share in balance of environment pollution. Mineral fertilisers and purchased fodder are the main sources of nitrogen and phosphorus in a farm. There is no 100 % of using - especially nitrogen - through plants and animals in a process of its processing into plant and animal protein. In the paper the author presented a method of nitrogen and phosphorus balancing in a farm. The method enables to prepare easily balance of nitrogen and phosphorus to see how many losses are in a farm. There were presented nitrogen and phosphorus balances for three farms specialising in pig production with similar scale of pig production but different areas of arable lands: 13 ha, 38 ha, 119 ha.