

CHANGES IN SPECIES COMPOSITION, YIELDING AND NITROGEN BALANCE OF PERMANENT ORGANIC MEADOW

Summary

During the years 2006-2009 the study on the production experiment located on permanent meadow, in conditions of proper dray-ground meadow on black degraded soil was conducted. The effects of fertilization with mineral fertilisers (PK), solid manure and liquid manure at two levels: 60 kg N ha⁻¹ and 90 kg N ha⁻¹ was compared. It was found that the applied fertilisation contributed to the increase in the grass proportion, a drop in the share of herbs and weeds at both levels of fertilization. The dominant grasses were: Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.), meadow foxtail (*Alopecurus pratensis* L.), annual ryegrass (*Lolium multiflorum* L.), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), meadow fescue (*Festuca pratensis* L.), tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.), orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.), tall oatgrass (*Arrhenatherum elatius* PB), erect brome (*Bromus erectus* Huds.), quackgrass (*Elymus repens* (L.) Gould), rough bluegrass (*Poa trivialis* L.). The increase of legumes share was the greatest on object without nitrogen fertilisation (PK). For all experimental objects a decline in the share of dandelion (*Taraxacum officinale* FH Wigg.) was noted. The smallest annual dry matter yields in the objects only with phosphorus and potassium fertilisation were obtained. Fertilisation of meadow with liquid manure, at both levels (N-60 and N-90) showed significantly higher yielding effect than solid manure. The N balance showed large negative results on all experimental objects and the most negative values were found in case of fertilisation only with phosphorus and potassium. When solid manure and liquid manure were applied and particular on the second N level, they reported less negative results.

ZMIANY SKŁADU GATUNKOWEGO, PLONOWANIE ORAZ BILANSE AZOTU ŁĄKI TRWAŁEJ EKOLOGICZNEJ

Streszczenie

Badania prowadzono w latach 2006–2009 na doświadczeniu łąkowym na łące trwałej, w warunkach grądu właściwego na czarnej ziemi zdegradowanej. Porównywano efekty nawożenia nawozami mineralnymi (PK) oraz obornikiem i gnojówką na poziomie pierwszym 60 kg N · ha⁻¹ i drugim 90 kg N · ha⁻¹. Stwierdzono, że stosowane sposoby nawożenia, przyczyniły się do wzrostu udziału traw, a spadku udziału ziół i chwastów na wszystkich poziomach nawożenia. Wśród traw dominowały: wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.), wyczyniec łąkowy (*Alopecurus pratensis* L.), życica wielkokwiatowa (*Lolium multiflorum* L.), życica trwała (*Lolium perenne* L.), kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis* L.), kostrzewa trzcinowa (*Festuca arundinacea* Schreb.), kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), rajgras wyniosły (*Arrhenatherum elatius* P.B.), stokłosa prosta (*Bromus erectus* Huds.), perz właściwy (*Elymus repens* (L.) Gould), wiechlina zwyczajna (*Poa trivialis* L.). Udział motylkowatych w największym stopniu zwiększył się na obiekcie, na którym nie stosowano nawożenia azotem (PK). Odnotowano zmniejszenie się udziału mniszka pospolitego (*Taraxacum officinale* F. H. Wigg.) na wszystkich obiektach doświadczenia. Najmniejsze roczne plony suchej masy uzyskano na obiekcie nawożonym wyłącznie fosforem i potasem. Nawożenie łąki gnojówką bydlęcą, na obu poziomach zarówno na N-60, jak i N-90 wykazało znacznie większy efekt plonotwórczy w porównaniu ze stosowanym obornikiem. Bilanse azotu wykazały duże ujemne jego salda na wszystkich badanych obiektach, a najbardziej niekorzystne ich wartości stwierdzono przy nawożeniu wyłącznie fosforem i potasem. Przy nawożeniu obornikiem i gnojówką zwłaszcza na drugim ich poziomie notowano mniej ujemne salda bilansowe.

1. Wstęp i cel pracy

W gospodarstwach ekologicznych, ze względu na zakaz stosowania mineralnych nawozów azotowych [5], podstawowym problemem są źródła azotu, zarówno na gruntach ornych, jak i na użytkach zielonych [3, 14]. Dlatego w nawożeniu metodami ekologicznymi ważnym źródłem azotu oraz innych składników są nawozy naturalne (gnojówka i obornik), wnoszące je w formach organicznych. Nawozy te, stanowiące źródło wielu makro- oraz mikroelementów, zwiększając zawartość substancji organicznej w glebie, poprawiają jej strukturę, poprzez dostarczanie mikroorganizmów i substancji specjalnych, takich jak: hormony wzrostu, koloidy organiczne oraz enzymy. Działają one łagodząco na zmiany kwasowości gleby. Stymulują rozwój i krze-

wienie roślin oraz działają ochronnie na ruń. Wyniki wielu badań wykazują dodatni wpływ nawożenia nawozami naturalnymi na plonowanie runi łąkowej i na jej skład gatunkowy [1, 11, 15]. Jednak ekologiczny sposób nawożenia, ograniczający ilość azotu wprowadzanego do gleby, mimo stosowania różnych źródeł tego składnika, prowadzi w znacznej większości do ujemnego bilansu azotu zarówno na poziomie pola [2], jak i gospodarstwa [3, 4, 7, 10], co skutkować może zmniejszaniem potencjału plonotwórczego użytku zielonego.

Celem pracy było rozpoznanie postępujących zmian w składzie gatunkowym runi oraz kształtowania się bilansów azotu w zależności od sposobu nawożenia zgodnego z zasadami rolnictwa ekologicznego na łące trwałej, w czteroletnim okresie.

2. Materiał i metody badań

Badania prowadzone były w latach 2006-2009 w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach, na doświadczalnym łanowym na łące trwałej, w warunkach grądu właściwego na czarnej ziemi zdegradowanej o składzie granulometrycznym gliny lekkiej pylastej. W prowadzonych badaniach porównywano efekty nawożenia nawozami mineralnymi (PK) oraz obornikiem i gnojówką. Nawożenie fosforowo-potasowe stosowano w formie mączki fosforytowej oraz siarczanu potasu, naturalne zaś w formie przefermentowanego obornika bydłowego i gnojówki bydłowej. Ilości stosowanych nawozów naturalnych były określane na podstawie zawartości w nich azotu po uwzględnieniu przyjętych równoważników wykorzystania azotu w danym nawozie naturalnym, które przyjęto odpowiednio dla poszczególnych form:

	N	P	K
Obornik	0,5	1,0	0,7
Gnojówka (stosowana doglebowo)	0,7	1,0	0,8

Równoważniki wykorzystania fosforu i potasu w nawozach naturalnych przyjęto jak podano powyżej.

Stosowanie maszyn w celu aplikacji nawozów naturalnych spowodowało, iż wnoszona dawka azotu różniła się nieznacznie na poszczególnych obiektach. Przy dawce nawozów naturalnych na pierwszym poziomie (N-60) przyjęto ich wykorzystanie $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, a na drugim poziomie (N-90): $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w ciągu roku. Niedobory fosforu na obiektach nawożonych głównie gnojówką uzupełniano w formie mączki fosforytowej.

Nawozy fosforowo-potasowe stosowano wiosną (1/3 rocznej dawki K i cała dawka P) oraz po I i II pokosie (pozostałe 2/3 rocznej dawki K). Obornik stosowano na powierzchnię łąki jednorazowo jesienią przy użyciu nowoczesnego rozrzutnika, z pionowym wyrzutem, dobrze rozdrabniającego oraz o dużej równomierności rozrzucania. Gnojówkę stosowano doglebowo w dwu równych dawkach – wiosną oraz po pierwszym pokosie.

W ramach badań na łące wydzielono 5 łanów, każdy o powierzchni około 0,3 ha. Do oceny plonowania i analiz chemicznych na każdym łanie wyznaczono 5 poletek o powierzchni 25 m². Oceny składu botanicznego runi łąkowej dokonywano metodą szacunkową Klappa [9] tuż przed I pokosem na każdym obiekcie w trzech powtórzeniach, a przedstawione dane są średnimi ich wartościami.

Powierzchnię całych łanów koszono trzykrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego kosiarką rotacyjną. W pobranych próbkach runi łąkowej z poszczególnych pokosów, po wysuszeniu i zmieleniu oznaczano zawartość azotu zmodyfikowaną metodyką Kjeldahla [13]. Oceniano także poziom suchej masy metodą suszarkową w temperaturze 105°C.

Uzyskane dane poddano ocenie statystycznej, dokonując analizy wariancji przy pomocy programu Anova.

W celu dokonania dokładnej oceny gospodarki azotem, na

poszczególnych obiektach określono przychody i rozchody tego składnika, obliczając w ten sposób jego polowe bilanse w kolejnych latach (2006–2009). W przychodach uwzględniono ilość składnika wnoszonego na łąkę z nawozami naturalnymi, azot wiązany przez rośliny motylkowate (bobowate), wiązanie biologiczne azotu przez mikroorganizmy glebowe oraz azot pochodzący z opadów atmosferycznych. Przyjęto, że 1% udział roślin motylkowatych w runi wnosi 3 kg azotu nawozowego. Za rozchód przyjęto ilość składników wyniesionych na poszczególnych obiektach w suchej masie runi łąkowej.

Suma opadów atmosferycznych w okresie wegetacji (tab. 1) w latach 2006-2009 była wyższa niż średnia z wielolecia, a rozkład opadów przedstawiał się korzystnie dla użytków zielonych, oprócz czerwca i lipca 2006 r. oraz kwietnia 2009 r.

3. Wyniki badań

Na wszystkich obiektach doświadczalnych dominowały trawy (tab. 2). Po czterech latach badań ich udział zwiększył się w stosunku do stanu wyjściowego z 2006 roku i wynosił od 83% na obiekcie nawożonym obornikiem (O/N-60) na poziomie N-60, do 90,3% na obiekcie (G/N-90) nawożonym gnojówką N-90. Wśród traw dominowały następujące gatunki: wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.), wyczyniec łąkowy (*Alopecurus pratensis* L.), życica wielokwiatowa (*Lolium multiflorum* L.), życica trwała (*Lolium perenne* L.), kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis* L.), kostrzewa trzcinowa (*Festuca arundinacea* Schreb.), kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), rajgras wyniosły (*Arrhenatherum elatius* P.B.), stokłosa prosta (*Bromus erectus* Huds.), perz właściwy (*Elymus repens* (L.) Gould), wiechlina zwyczajna (*Poa trivialis* L.).

W grupie traw na obiekcie nawożonym fosforem i potasem, ze względu na brak nawożenia azotem, zmniejszył się głównie udział *Dactylis glomerata* L. Nawożenie obornikiem spowodowało, że zwiększyła się ilość gatunków traw z co najmniej pięcioprocentowym ich udziałem w runi. Na obiektach nawożonych obornikiem O/N-60 przybyło *Poa pratensis* L., *Festuca pratensis* L. i *F. arundinacea* Schreb., *Arrhenatherum elatius* P.B. i *Bromus erectus* Huds., a znacznie ubyło *Alopecurus pratensis* L. Nawożenie obornikiem O/N-90 powodowało zmniejszenie udziału *Alopecurus pratensis* L. i (*Elymus repens* (L.) Gould), a zwiększenie udziału *Poa pratensis* L., *P. trivialis* L., *Dactylis glomerata* L. oraz *Lolium multiflorum* L. Nawożenie gnojówką N-60 powodowało zwiększenie udziału w runi *Lolium multiflorum* L. oraz znaczące zmniejszenie udziału *Alopecurus pratensis* L. i *Dactylis glomerata* L. Na obiekcie nawożonym gnojówką G/N-90 wzrósł udział w runi *Poa pratensis* L. i *Lolium multiflorum* L., a wyraźnie zmniejszył się, ze względu na zmniejszony poziom nawożenia azotem w porównaniu do okresu sprzed badań, udział w runi *Dactylis glomerata* L. oraz *Elymus repens* (L.) Gould.

Tab. 1. Suma miesięcznych opadów atmosferycznych w latach 2006–2009 w stosunku do wielolecia 1980–2006 [mm]
Table 1. The sum of monthly precipitation in 2006-2009 compared to the multi-year 1980-2006 [mm]

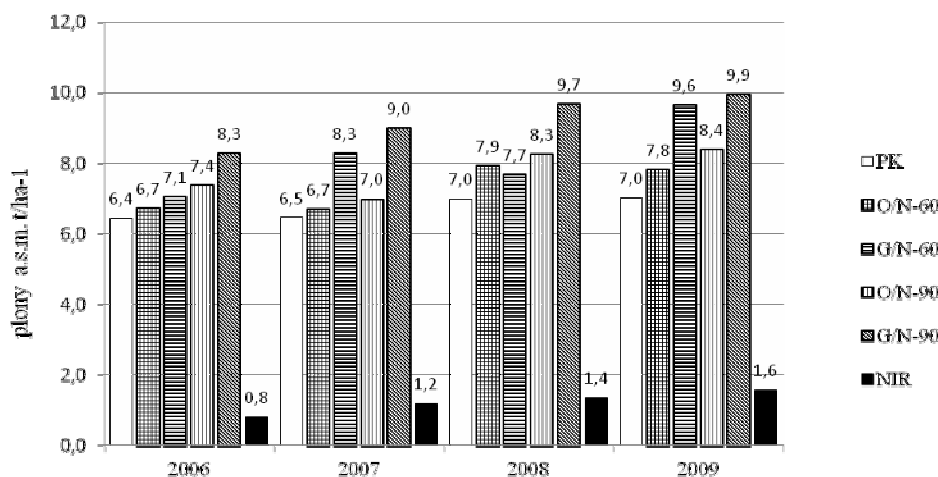
Lata	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Suma IV-IX	Suma I-XII
2006	42,3	60,6	17,5	20,9	191,5	24,6	357,4	563,3
2007	15,8	50,0	133,2	81,7	57,5	63,3	401,5	637,1
2008	42,2	50,2	23,9	113,7	97,8	67,2	395,0	673,1
2009	6,9	95,1	165,9	75,8	63,6	19	426,3	726,9
Wielolecie 1980-2006	40,6	54,6	63,0	71,0	57,8	47,7	334,7	541,8

Udział roślin motylkowatych w runi był niewielki, lecz wykazywał tendencję wzrostu w trakcie badań na wszystkich obiektach. W największym stopniu udział tej grupy zwiększył się na obiekcie, na którym nie stosowano nawożenia azotem (PK). Rośliny motylkowe na wszystkich badanych obiektach były reprezentowane przede wszystkim przez koniczynę łąkową (*Trifolium pratense* L.). Udział ziół i chwastów znacznie zmniejszył się na wszystkich obiektach nawozowych. Warty odnotowania jest zmniejszenie się udziału mniszka pospolitego (*Taraxacum officinale* F. H. Wigg.) na wszystkich obiektach doświadczenia.

Korzystny skład gatunkowy runi łąkowej, ze znacznym udziałem wartościowych gatunków traw średnich oraz wysokich, pozwolił na uzyskanie dość wysokich plonów, z tendencją ich wzrostu w kolejnych latach na większości obiektów (rys. 1). Mimo braku nawożenia azotem na obiekcie PK uzyskano również zadowalające plony, zarówno w pierwszym oraz dalszych latach badań. Zadowalające plony na tym obiekcie można tłumaczyć dobrą kulturą łąki i następczym wpływem poprzedniego nawożenia w początkowym okresie, a w dalszym, znacznym wnoszeniem azotu związanym z rosnącym udziałem koniczyny łąkowej.

Tab. 2. Procentowy udział głównych grup roślin w runi przed pierwszym pokosem
Table 2. Percentage of major groups of plants in the sward before the first cut

Rodzaj nawożenia	Dawka N [kg/ha]	Rok	Trawy	Motylkowate	Zioła i chwasty	Dominujące gatunki (powyżej 5%)
PK	0	2006	74,7	4	21,3	- kupkówka pospolita (<i>Dactylis glomerata</i> L.) 5,0% - wiechlina łąkowa (<i>Poa pratensis</i> L.) 24,7% - wyczyniec łąkowy (<i>Alopecurus pratensis</i> L.) 23,3% - życica wielkokwiatowa (<i>Lolium multiflorum</i> L.) 19,0% - mniszek pospolity (<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.) 10,3% - trybula leśna (<i>Anthriscus sylvestris</i> L.) 9,0%
		2009	86	10	4	- wiechlina łąkowa (<i>Poa pratensis</i> L.) 30,0% - wyczyniec łąkowy (<i>Alopecurus pratensis</i> L.) 20,0% - życica wielkokwiatowa (<i>Lolium multiflorum</i> L.) 24,0% - koniczyna łąkowa (<i>Trifolium pratense</i> L.) 10,0%
obornik	O/N-60	2006	82	1,7	16,3	- wiechlina łąkowa (<i>Poa pratensis</i> L.) 23,0% - wyczyniec łąkowy (<i>Alopecurus pratensis</i> L.) 45,6% - mniszek pospolity (<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.) 7,7%
		2009	83	4	13	- kostrzewa łąkowa (<i>Festuca pratensis</i> L.) 7,0% - kostrzewa trzcinowa (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) 5,0% - rajgras wyniosły (<i>Arrhenatherum elatius</i> P.B.) 6% - stokłosa prosta (<i>Bromus erectus</i> Huds.) 8% - wiechlina łąkowa (<i>Poa pratensis</i> L.) 40,0% - wyczyniec łąkowy (<i>Alopecurus pratensis</i> L.) 13,0%
	O/N-90	2006	84,7	0,3	16	- perz właściwy (<i>Elymus repens</i> (L.) Gould.) 7,3% - wiechlina łąkowa (<i>Poa pratensis</i> L.) 22,7% - wyczyniec łąkowy (<i>Alopecurus pratensis</i> L.) 44,3% - mniszek pospolity (<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.) 7,0%
		2009	88	4	8	- kupkówka pospolita (<i>Dactylis glomerata</i> L.) 8,0% - wiechlina łąkowa (<i>Poa pratensis</i> L.) 30,0% - wiechlina zwyczajna (<i>Poa trivialis</i> L.) 6,0% - wyczyniec łąkowy (<i>Alopecurus pratensis</i> L.) 29,0% - życica wielkokwiatowa (<i>Lolium multiflorum</i> L.) 12,0%
gnojówka	G/N-60	2006	71	4	25	- kupkówka pospolita (<i>Dactylis glomerata</i> L.) 6,7% - wiechlina łąkowa (<i>Poa pratensis</i> L.) 22,0% - wyczyniec łąkowy (<i>Alopecurus pratensis</i> L.) 30,3% - życica trwała (<i>Lolium perenne</i> L.) 6,3% - mniszek pospolity (<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.) 13,7% - trybula leśna (<i>Anthriscus sylvestris</i> L.) 10,0%
		2009	90	5	5	- wiechlina łąkowa (<i>Poa pratensis</i> L.) 24,0% - wyczyniec łąkowy (<i>Alopecurus pratensis</i> L.) 16,0% - życica wielkokwiatowa (<i>Lolium multiflorum</i> L.) 30,0% - życica trwała (<i>Lolium perenne</i> L.) 5,7% - koniczyna łąkowa (<i>Trifolium pratense</i> L.) 5,0%
	G/N-90	2006	84,6	1,4	14	- kupkówka pospolita (<i>Dactylis glomerata</i> L.) 17,0% - perz właściwy (<i>Elymus repens</i> (L.) Gould.) 8,3% - wiechlina łąkowa (<i>Poa pratensis</i> L.) 20,3% - wiechlina zwyczajna (<i>Poa trivialis</i> L.) 9,0% - wyczyniec łąkowy (<i>Alopecurus pratensis</i> L.) 23,7% - mniszek pospolity (<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.) 12,0%
		2009	90,3	5,3	4,4	- wiechlina łąkowa (<i>Poa pratensis</i> L.) 28,7% - wiechlina zwyczajna (<i>Poa trivialis</i> L.) 8,0% - wyczyniec łąkowy (<i>Alopecurus pratensis</i> L.) 26,0% - życica wielkokwiatowa (<i>Lolium multiflorum</i> L.) 9,3% - koniczyna łąkowa (<i>Trifolium pratense</i> L.) 5,3%



Rys. 1. Roczne plony suchej masy w $t \cdot ha^{-1}$ na poszczególnych obiektach doświadczenia w latach 2006-2009
 Fig. 1. The annual dry matter yield $t \cdot ha^{-1}$ from individual experimental objects in 2006-2009

Najmniejsze roczne plony suchej masy uzyskano na obiekcie nawożonym wyłącznie fosforem i potasem. Największe roczne plony suchej masy w kolejnych latach uzyskiwano na obiekcie nawożonym gnojówką na drugim poziomie (G/N-90). Były one w kolejnych latach istotnie większe w stosunku do obiektu PK, nawożonych obornikiem na pierwszym i drugim poziomie (O/N-60 i 90) oraz gnojówką na pierwszym poziomie (G/N-60), zwłaszcza w pierwszych trzech latach badań. Plony na obiektach nawożonych obornikiem zarówno na pierwszym, jak i drugim poziomie, zwłaszcza w trzecim i czwartym roku, wykazały rosnącą tendencję w stosunku do PK.

Głównym źródłem azotu w bilansach był azot pochodzący z obornika bądź gnojówki. W poszczególnych bilansach, po stronie przychodów, azot wiązany przez rośliny motylkowate wykazywał zróżnicowane wartości powodowane udziałem roślin motylkowatych w runi. Biologiczne wiązanie azotu przez mikroorganizmy glebowe, na wszystkich obiektach stanowiło 10 kg/ha . Ładunki azotu były wnoszone z opadami atmosferycznymi, w tym rejonie średnio w ilości 15 kg N/ha [12].

Roczne salda bilansowe na wszystkich badanych obiektach nawożonych sposobami ekologicznymi wykazywały znaczne ujemne ich wartości od $-59,5 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (G/N-90) do $-119,9 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (PK) (tab. 3). Największe zróżnicowanie sald bilansowych stwierdzono w 2006 r. od $-59,7 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ na obiekcie O/N-90 do $-115 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ na nawożeniu PK).

Wśród porównywanych obiektów najmniejsze ujemne saldo bilansu azotu, wynoszące $-59,7 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w 2006 r. oraz $-59,5 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w 2007 r. stwierdzono na obiekcie nawożonym obornikiem na drugim jego poziomie (O/N-90).

Najbardziej niekorzystne salda bilansowe, świadczące o dużym niedoborze azotu, wystąpiły przy nawożeniu wyłącznie fosforem i potasem (PK), zwłaszcza w roku 2008, powodowane wysokimi plonami. Brak wnoszenia azotu na tym obiekcie w niewielkim stopniu był rekompensowany w kolejnych latach badań poprzez wzrastający udział roślin motylkowatych.

Przy nawożeniu obornikiem i gnojówką na pierwszym poziomie (N-60) zanotowano mniej ujemne salda bilansowe. W kolejnych latach nawożenia obornikiem (O/N-60) salda te stawały się coraz bardziej niekorzystne, zwłaszcza w trzecim ($-104,7 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) i czwartym roku ($-107,6 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) badań. Wiąże się to ze wzrastającymi w omawianych latach plonami, notowanymi na tym poziomie nawożenia.

Przy zastosowaniu gnojówki na pierwszym poziomie (G/N-60), różnice bilansów w badanym okresie były mniejsze (od $-84,9 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w 2006 r. do $-96,7 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w 2007 r.).

Wzrost nawożenia do drugiego poziomu (N-90), przy stosowaniu zarówno obornika, jak i gnojówki poprawił znacznie ujemne bilanse azotu. Przy stosowaniu nawożenia O/N-90 najbardziej ujemne saldo azotu wystąpiło w 2008 r. a zwiększonych w tym okresie opadach (tab. 1), które przyczyniły się do wzrostu plonów, zwłaszcza w drugim i trzecim pokosie. Przy nawożeniu gnojówką na drugim poziomie (G/N-90), najbardziej ujemne saldo stwierdzono w roku 2007, powodowane wyższym plonowaniem, wynikającym ze znacznie większych opadów w stosunku do wielolecia.

4. Dyskusja

Notowany wzrost udziału traw na obiektach nawożonych sposobami ekologicznymi z wykorzystaniem obornika potwierdza wyniki innych autorów [1, 6, 15], wskazujących na poprawę składu gatunkowego runi. Nawożenie PK przyczyniło się do ustępowania z runi *Dactylis glomerata* L. Podobny efekt, polegający na spadku udziału *Dactylis glomerata* L. w runi, stwierdzono na obu poziomach nawożenia gnojówką. Korzystnym efektem czteroletniego nawożenia nawozami naturalnymi na poziomie N-90 było zmniejszenie się udziału *Elymus repens* (L.) Gould. w runi.

Na wszystkich obiektach obserwowano stymulujący wpływ nawozów naturalnych na wzrost udziału roślin motylkowatych w runi. W największym stopniu wzrost ten notowano na obiekcie PK.

Zmniejszający się udział ziół i chwastów, a zwłaszcza wyraźny *Taraxacum officinale* F. H. Wigg na obiektach nawożonych nawozami naturalnymi, a głównie gnojówką potwierdza badania Wesołowskiego [15], nie potwierdzając wyników badań Barszczewskiego [1] wskazujących na wzrost udziału *Taraxacum officinale* F. H. Wigg, zwłaszcza na obiektach nawożonych gnojówką.

Zanotowany największy wzrost plonowania na obiektach nawożonych gnojówką na poziomie N-90 potwierdza plonotwórcze działanie gnojówki notowane przez innych autorów [11, 15].

Zbilansowanie azotu w ekologicznych sposobach nawożenia łąki trwałej okazało się niemożliwe, nie tylko na obiekcie o nawożeniu fosforowo-potasowym, lecz również na obiektach nawożonych zarówno obornikiem, jak i gnojówką, potwierdzając wcześniejsze badania [4, 7, 8].

Pobieranie azotu przez rośliny, znacznie przekraczające ilość tego składnika wniesioną z nawozami, świadczy o korzystaniu z zasobów glebowych. Zaniechanie nawożenia azotem, którego skutkiem jest duże ujemne saldo bilansowe, może przyczynić się do spadku plonów w kolejnych latach. Wiązanie azotu przez rośliny motylkowate, których udział w runi najbardziej wzrósł przy nawożeniu PK, nie rekompensowało braku wnoszenia tego składnika. W warunkach gleb o niższym odczynie, przy zaniechaniu nawożenia azotowego, nie będzie się zwiększał udział roślin motylkowatych, co pogłębi ujemne saldo azotu. Ujemne bilanse na poziomie pola kształtują je w szerszej skali, tj. na poziomie całego gospodarstwa [10, 12].

5. Wnioski

1. Stosowane sposoby nawożenia z użyciem nowoczesnego sprzętu umożliwiającego równomierną aplikację nawozów

naturalnych, przyczyniły się do wzrostu udziału wartościowych traw, a spadku ziół i chwastów na wszystkich poziomach nawożenia.

2. Doglebowe nawożenie łąk gnojówką bydlęcą, ograniczające straty azotu zarówno na poziomie N-60 jak i N-90, wykazało znacznie większy efekt plonotwórczy w porównaniu ze stosowanym obornikiem.

3. Bilans azotu wykazał zbyt duże ujemne salda na wszystkich badanych obiektach, a najbardziej niekorzystne jego wartości stwierdzono przy nawożeniu wyłącznie fosforem i potasem.

4. Duże ujemne salda bilansu azotu, w kolejnych latach, mogą być przyczyną znacznego spadku plonów oraz zmniejszenia jego zawartości w runi łąkowej.

Tab. 3. Bilans azotu na poziomie pola na doświadczeniu
Table 3. Nitrogen balance at field level on experiment

Forma nawożenia	Lata	2006	2007	2008	2009	
Składowe bilansu						
PK	Wnoszenie, kg N·ha ⁻¹					
	nawozy	0	0	0	0	
	opady atmosferyczne	15	15	15	15	
	rośliny bobowate	12	51	42,9	30	
	mikroorganizmy glebowe	10	10	10	10	
	Suma wnoszenia	37	66	67,9	55	
	Wynoszenie z plonem, kg N·ha ⁻¹	152	169,2	187,8	167,1	
Saldo bilansowe, kg N·ha ⁻¹	-115	-103,2	-119,9	-112,1		
obornik	O/N-60	Wnoszenie, kg N·ha ⁻¹				
		nawozy	60	60	60	60
		opady atmosferyczne	15	15	15	15
		rośliny bobowate	5,1	14,1	9,9	12
		mikroorganizmy glebowe	10	10	10	10
		Suma wnoszenia	90,1	99,1	94,9	97
		Wynoszenie z plonem, kg N·ha ⁻¹	161,9	177,7	199,6	204,6
	Saldo bilansowe, kg N·ha ⁻¹	-71,8	-78,6	-104,7	-107,6	
	O/N-90	Wnoszenie, kg N·ha ⁻¹				
		nawozy	90	90	90	90
		opady atmosferyczne	15	15	15	15
		rośliny bobowate	0,9	0	6,9	12
		mikroorganizmy glebowe	10	10	10	10
		Suma wnoszenia	115,9	115	121,9	127
Wynoszenie z plonem, kg N·ha ⁻¹		175,6	174,5	208,2	196,9	
Saldo bilansowe, kg N·ha ⁻¹	-59,7	-59,5	-86,3	-69,9		
gnojówka	G/N-60	Wnoszenie, kg N·ha ⁻¹				
		nawozy	60	60	60	60
		opady atmosferyczne	15	15	15	15
		rośliny bobowate	12	12,9	6,9	15
		mikroorganizmy glebowe	10	10	10	10
		Suma wnoszenia	97	97,9	91,9	100
		Wynoszenie z plonem, kg N·ha ⁻¹	181,9	194,6	187,2	191,8
	Saldo bilansowe, kg N·ha ⁻¹	-84,9	-96,7	-95,3	-91,8	
	G/N-90	Wnoszenie, kg N·ha ⁻¹				
		nawozy	90	90	90	90
		opady atmosferyczne	15	15	15	15
		rośliny bobowate	4,2	18	15,9	15,9
		mikroorganizmy glebowe	10	10	10	10
		Suma wnoszenia	119,2	133	130,9	130,9
Wynoszenie z plonem, kg N·ha ⁻¹		180,3	225,9	215,6	208,7	
Saldo bilansowe, kg N·ha ⁻¹	-61,1	-92,9	-84,7	-77,8		

6. Literatura

- [1] Barszczewski J.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia na plon i jakość runi łąkowej trwałej deszczowanej. *Woda Środ. Obsz. Wiej.*, 2002, T. 2, z. 1 (4), s. 29-55.
- [2] Barszczewski J., Burs W.: Polowe bilanse azotu, fosforu i potasu w gospodarstwie na przykładzie Zakładu Doświadczalnego w Falentach. *Woda Środ. Obsz. Wiej.*, 2003, T. 3, z. 1 (7), s. 25-37.
- [3] Barszczewski J., Jankowska-Huflejt H., Prokopowicz J.: Bilanse azotu, fosforu i potasu w gospodarstwach ekologicznych o dużym udziale łąk i pastwisk. *Woda Środ. Obsz. Wiej.*, 2006, T. 6, z. 1 (16), s. 35-46.
- [4] Barszczewski J., Jankowska-Huflejt H., Wolicka M.: Bilanse azotu, fosforu i potasu w zróżnicowanych obszarowo gospodarstwach ekologicznych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2007, Vol. 52(3), s. 5-9.
- [5] Jankowska-Huflejt H.: Wytyczne nawożenia łąk w gospodarstwie ekologicznym. *Materiały instruktażowe /Procedury*, nr 119/3, Falenty: IMUZ, 2008, ss. 20.
- [6] Jargiełło J., Sawicki B.: Wpływ nawożenia gnojowicą i składu mieszanek na plonowanie kwatrowego pastwiska w Końskowoli. W.: *Dotychczasowe osiągnięcia nauki w zakresie gospodarki pastwiskowej. Materiały Seminaryjne*, 1982, Nr 17, Falenty: IMUZ, s. 171-178.
- [7] Jończyk K.: Ocena wykorzystania i strat azotu w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji roślinnej. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, tom 2, Poznań: PIMR, 2005, s. 77-83.
- [8] Jończyk K., Stalenga J.: Wykorzystanie różnych metod do oceny bilansu azotu w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji roślinnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2006, Vol. 51 (2), s. 68-73.
- [9] Klapp E.: Łąki i pastwiska. Warszawa: PWRiL, 1962, ss. 600.
- [10] Kopiński J.: Bilans składników pokarmowych w gospodarstwach ekologicznych w regionie Brodnicy. W: *Rolnictwo ekologiczne – najlepszym rozwiązaniem dla społeczeństwa i środowiska. Mater. Konf. Puławy*, 11–13 września 2005, Puławy: IUNG, s. 37–39.
- [11] Moraczewski R.: Łąki i pastwiska w gospodarstwie rolnym. Warszawa: Fundacja Rozwój SGGW, 1996, ss. 220.
- [12] Pietrzak S.: Metoda uproszczonego bilansowania azotu w gospodarstwie rolnym. *Materiały instruktażowe nr 108*. Falenty: IMUZ, 1994.
- [13] Sapek A.: Metody analizy chemicznej roślinności łąkowej, gleby i wody. Cz. I. Analiza chemiczna roślinności łąkowej. Falenty: IMUZ, 1979, Mat. Metodyczne nr 1.
- [14] Stalenga J.: Applicability of different indices to evaluate nutrient status of Winter wheat in the organic system. *Journal of Plant Nutrition*, 2007, 30, s. 351–365.
- [15] Wesołowski P.: Nawożenie łąk nawozami naturalnymi w świetle doświadczeń Zachodniopomorskiego Ośrodka Badawczego IMUZ w Szczecinie. *Oprac. Mon. Falenty – Szczecin: IMUZ*, 2008, ss. 56.