

## DYNAMIKA PLONOWANIA WIELOLETNICH DOŚWIADCZEŃ ŁĄKOWYCH

**Jerzy BARSZCZEWSKI**

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Łąk i Pastwisk

*Słowa kluczowe: deszczowanie, dynamika plonowania, nawożenie, skład gatunkowy, wapnowanie, wieloletnie doświadczenia*

### Streszczenie

Badania prowadzono na dwóch wieloletnich doświadczeniach łąkowych w Jankach i Laszczkach (na glebach różniących się składem granulometrycznym, zawartością węgla organicznego i wartością pH) oraz na doświadczeniu na łące trwałej deszczowanej w Falentach o zróżnicowanym nawożeniu. Dokonano oceny ich dynamiki plonowania.

Wieloletnie badania na doświadczeniach nawożonych saletrą amonową (w Jankach i Laszczkach) wyraźnie wskazują na większe plony w Laszczkach. Dynamika plonowania na obiektach obu tych doświadczeń nawożonych saletrą wapniową była podobna, plony różniły się jednak wielkością. W omawianym wieloletniu na doświadczeniach w Jankach kilkakrotnie uzyskano plonotwórczy efekt wapnowania.

Plonowanie w kolejnych etapach na doświadczeniu w Falentach było zdecydowanie większe w trakcie trzykośnego użytkowania. Przyczyn spadku plonowania w drugim etapie należy upatrywać w zwiększeniu udziału w runi mniszka pospolitego (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.) i zmniejszeniu udziału wysokich gatunków traw. W warunkach deszczowania stwierdzono dobre wykorzystanie potencjału produkcyjnego łąki, niezależnie od formy nawożenia.

### WSTĘP

Wieloletnie gospodarowanie na trwałych użytkach zielonych i ich mineralne nawożenie, nie zawsze umiarkowane, powoduje naruszenie stanu równowagi w glebie, polegające nie tylko na zmianie jej pH, lecz również na wyczerpaniu niektórych składników z gleby lub ich unieruchomieniu. Stan ten może poprawić

---

Adres do korespondencji: dr inż. J. Barszczewski, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Zakład Łąk i Pastwisk, al. Hrabka 3, Falenty, 05-090 Raszyn; tel. +48 (22) 720-05-31, w. 217, e-mail: j.barszczewski@imuz.edu.pl

między innymi wapnowanie. Opinie o celowości oraz efektywności tego zabiegu na trwałych użytkach zielonych bywają rozbieżne. W wielu badaniach wskazuje się na dodatni wpływ wapnowania na plony [CZUBA, MURZYŃSKI, 1993; GORLACH, CURYŁO, 1990; MAZUR, MAZUR, SZCZUROWSKA, 1993; SAPEK, 1993]. Ci sami autorzy zwracają jednak uwagę na zmniejszenie się plonów na niektórych obiektach lub doświadczeniach na skutek wapnowania. Spore różnice, głównie w zakresie wpływu wapnowania na plony, wynikają z panujących warunków glebowych, na co wskazują BARSZCZEWSKI, KALIŃSKA, SAPEK [1995], OSTROWSKI [1974] czy SAPEK [1993]. Na temat wpływu nawożenia azotem na plony panują natomiast jednoznaczne poglądy [DOBOSZYŃSKI, 1996]. Głównymi czynnikami wpływającymi na plonowanie łąk są warunki wilgotnościowe gleby oraz nawożenie. Wielu autorów [DRUPKA, GRUSZKA, 1973; JANUS, 1978] stwierdziło znacznie większą efektywność nawożenia w warunkach deszczowania.

Celem pracy była ocena następczego wpływu wapnowania i zróżnicowanego nawożenia azotem na dynamikę plonowania oraz zróżnicowanego nawożenia mineralnego i mineralno-organicznego na dynamikę plonów na łące trwałej deszczowanej.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Następczy wpływ wapnowania i nawożenia różnymi dawkami i formami azotu na roczny plon suchej masy z doświadczeń w Jankach i Laszczkach badano w ciągu 20 lat. Szczegółowy opis doświadczeń zawiera wcześniejsza praca SAPEK [1993].

Dokonano syntezy na podstawie średnich z poszczególnych lat z odtworzonymi błędami. Przyjęto model mieszany dla układu losowanych bloków, w którym lata uznawano za losowe. Różnice między średnimi uzyskanymi w badaniach wpływu wapnowania, dawki azotu i rodzaju saletry porównano testem Tukeya. Dynamikę plonowania w poszczególnych latach przedstawiono w postaci wykresów, w których jako metodę dopasowania krzywych zastosowano procedurę najmniejszych kwadratów ważonych dystansami odległości (Statistica 5,0). Na doświadczeniach zbierano trzy pokosy runi łąkowej. Oceniano wielkość plonu suchej masy runi z poszczególnych pokosów, a także plonu rocznego w latach 1981–2001.

Na doświadczeniu w Falentach, na łące trwałej deszczowanej ze zróżnicowanym nawożeniem dokonano oceny dynamiki plonowania w okresie 1988–2001. Doświadczenie w Falentach założono na czarnej ziemi zdegradowanej o składzie granulometrycznym gliny średniej do głębokości 80 cm, a niżej piasku luźnego lub słabo gliniastego. Przed rozpoczęciem badań (wiosna 1987 r.) pole pod doświadczenie zaorano, następnie zwapnowano wapnem węglanowym, w dawce  $2,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  CaO, a po niezbędnych zabiegach uprawowych obsiano mieszanką traw. Doświad-

czenie założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. W pierwszym trzyletnim etapie badań doświadczenie użytkowano trzykośnie, a od czwartego roku – czterokośnie.

W 1994 r. przeprowadzono renowację runi łąkowej. Prace renowacyjne na doświadczeniu uniemożliwiały określenie plonów rocznych. Ze względu na dużą zasobność gleby w fosfor na jednym z obiektów (N-240P-0) od 1997 r. zaniechano nawożenia tym składnikiem, w wyniku czego powstały cztery obiekty nawożone mineralnie oraz dwa organiczno-mineralnie.

Na obiektach nawożonych mineralnie w całym okresie badań stosowano saletrę amonową (34,5% N), superfosfat potrójny (20,1% P) i sól potasową (47,3% K). Na obiektach NG-240 i NG-360 stosowano gnojówkę bydlęcą w ilości pokrywającej zapotrzebowanie na potas, a azot i fosfor uzupełniano do ustalonej dawki w formie superfosfatu i saletry amonowej (tab. 1, 2). Każdorazowo określano skład gnojów-

**Tabela 1.** Nawożenie doświadczenia w Falentach w latach 1988–1990

**Table 1.** Fertilisation in experiment in Falenty in the years 1988–1990

Obiekt Object	Dawka, kg·ha <sup>-1</sup> Dose, kg·ha <sup>-1</sup>		
	N	P	K
N-120	120	34,9	83,0
N-240	240	52,3	124,5
N-240P-0	240	52,3	124,5
NG-240	240	52,3	124,5
N-360	360	69,8	166,0
NG-360	240	52,3	124,5

Objaśnienia: N – nawożenie mineralne, NG – nawożenie organiczno-mineralne (z gnojówką).

Explanations: N – mineral fertilisation, NG – organic and mineral fertilisation (with liquid manure).

**Tabela 2.** Nawożenie doświadczenia w Falentach od 1991 r.

**Table 2.** Fertilisation in experiment in Falenty in the year 1991

Obiekt Object	Dawka, kg·ha <sup>-1</sup> Dose, kg·ha <sup>-1</sup>		
	N	P	K
N-120	120	34,9	100,0
N-240	240	52,3	149,4
N-240P-0	240	52,3/0	149,4
NG-240	240	52,3	149,4
N-360	360	69,8	199,2/298,8
NG-360	360	69,8	298,8

Objaśnienia: N, NG – jak pod tabelą 1., N-240P-0 – od 1997 r. bez nawożenia fosforem; N-360 – od 2001 r. zwiększono dawkę potasu.

Explanations: N, NG – as in Tab. 1, N-240P-0 – since 1997 without phosphorus fertilisation; N-360 – since 2001 potassium fertilisation rate was increased.

ki. Średnia zawartość głównych składników w gnojówce (w  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) wynosiła: N – 3, P – 0,09, K – 4,5, s.m. – 40,0. Gnojówkę stosowano w równych dawkach pod każdy pokos. Zapotrzebowanie na fosfor pokrywano jednorazowo wiosną. W całym okresie badań co roku określano plony suchej masy. Obliczenia statystyczne wykonano, stosując analizę wariancji z zastosowaniem testu Fishera, a do porównania średnich obiektowych – testu Studenta-Newmana-Keuls, przyjmując za zmienne ilości plonów z poszczególnych pokosów i ich sumy roczne. Szerszy opis badań zamieszczono między innymi w pracach BARSZCZEWSKIEGO [2002] oraz SAPEK, SAPKA i BARSZCZEWSKIEGO [2000].

## WYNIKI BADAŃ

### DOŚWIADCZENIA W JANKACH I LASZCZKACH

Jak wskazują wcześniejsze wyniki z 11 lat w Jankach i 10 w Laszczkach [BARSZCZEWSKI, KALIŃSKA, SAPEK, 1995], stwierdzony kilkakrotnie istotnie dodatni wpływ wapnowania mniejszą dawką na zwiększenie plonów w pierwszym pokosie na doświadczeniu w Jankach tylko jednokrotnie potwierdzono w odniesieniu do plonów rocznych. W tym okresie na doświadczeniu w Laszczkach nie stwierdzono wpływu wapnowania na plonowanie w poszczególnych latach i pokosach. Na obu doświadczeniach nawożenie azotem w większych dawkach powodowało istotne zwiększenie plonów rocznych we wszystkich latach, niezależnie od wapnowania.

Roczne plony suchej masy w kolejnych latach od 1981 do 1991 na wszystkich obiektach doświadczenia w Jankach nawożonych saletrą amonową zmniejszały się, niezależnie od poziomu wapnowania i nawożenia azotem (rys. 1a, b). W początkowym okresie plony te wynosiły ok.  $9,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a w 1991 r. – tylko  $7,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Od 1992 r. na wszystkich obiektach widoczne było wyraźne zwiększenie plonów rocznych, do  $10,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  w 2001 r. na obiektach wapnowanych ( $\text{Ca}_1$  i  $\text{Ca}_2$ ), a na niewapnowanych ( $\text{Ca}_0$ ) nieznacznie ponad  $9,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Na tym samym doświadczeniu nawożonym saletrą wapniową na wszystkich obiektach w okresie od 1992 do 1997 r. widoczne było wyraźne zwiększenie plonów (z ok.  $6,5$  do  $9,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), niezależnie od poziomu wapnowania i nawożenia azotem (rys. 1c, d). W następnym okresie, do 1999 r., na wszystkich obiektach zmniejszały się one o ok.  $1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a w 2000 i 2001 r. dynamicznie zwiększyły się do  $10,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Plonowanie w kolejnych latach na obiektach nawożonych azotem było znacznie większe na obiektach, na których zastosowano podwójną dawkę tego składnika (rys. 1b i d).

Na podstawie porównania średnich plonów rocznych z obiektów nawożonych obiema formami saletry (amonowej i wapniowej) na doświadczeniu w Jankach w latach 1992–2001 stwierdzono zróżnicowaną reakcję na wapnowanie oraz na

stępczego wpływu wapnowania ujawnił się na obu obiektach nawożonych saletrą amonową, tj.  $Ca_1$  i  $Ca_2$ , przyczyniając się do większych plonów w porównaniu z  $Ca_0$ . Stosowanie saletry wapniowej wpłynęło na istotne zwiększenie plonów tylko na obiekcie  $Ca_1$ . Nawożenie podwójną dawką azotu (N-240) zarówno w postaci saletry amonowej, jak i wapniowej spowodowało istotne zwiększenie plonów, przy czym efektywność saletry wapniowej była nieznacznie większa. Przedstawione plony w omawianym okresie na obiektach nawożonych obiema formami azotu wskazują na współdziałanie wapnowania z nawożeniem azotowym.

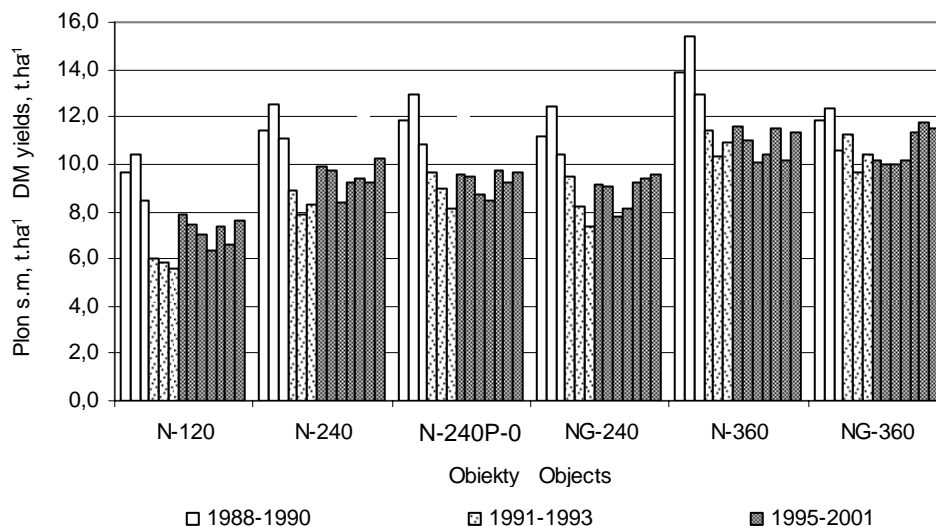
Roczne plony suchej masy na poszczególnych obiektach doświadczenia w Laszczkach nawożonych saletrą amonową były zróżnicowane w zależności od poziomu wapnowania i nawożenia azotem (rys. 2a, b). W okresie od 1982 do 1987 r. na obiekcie  $Ca_1$  uzyskiwano znacznie mniejsze plony w porównaniu z  $Ca_0$ . W okresie od 1988 do 1999 r. największe plony stwierdzono na obiekcie  $Ca_1$ , a najmniejsze na  $Ca_0$ , z wyraźną tendencją do ich zwiększania się w kolejnych latach z ponad 8,5 do ok. 9,5 t·ha<sup>-1</sup>. Większą dynamikę przyrostu plonów stwierdzono w latach 1999–2001. Roczne plony suchej masy z obiektów nawożonych saletrą wapniową (rys. 2c, d) w okresie od 1992 do 1997 r. wykazały dynamiczny przyrost z ok. 8,0 do 10,0 t·ha<sup>-1</sup>, niezależnie od poziomu ich wapnowania i nawożenia azotem. W kolejnych dwóch latach plony znacznie się zmniejszyły, a następnie w 2001 r. zwiększyły się do blisko 11,0 t·ha<sup>-1</sup>. Dynamika plonowania w kolejnych latach, tak jak w poprzednim doświadczeniu, świadczy o dodatnim efekcie nawożenia azotem w podwójnej dawce (rys. 2b i d).

W wyniku porównania średnich plonów rocznych z tego doświadczenia stwierdzono, że były one istotnie większe na obiektach nawożonych azotem w ilości 240 kg·ha<sup>-1</sup>, niezależnie od formy stosowanego nawożenia azotowego. Istotnie większy plon średni na obiekcie  $Ca_2$  w porównaniu z  $Ca_0$  stwierdzono na obiekcie nawożonym podwójną dawką saletry amonowej (N-240). Nawożenie saletrą wapniową na poziomie N-240 istotnie stymulowało zwiększenie plonu na obiekcie  $Ca_0$  w porównaniu z  $Ca_1$ . Stwierdzono współdziałanie wapnowania z nawożeniem azotowym w zakresie ich wpływu na plonowanie na obiektach nawożonych obiema formami saletry oraz istotnie większe ich wartości z obiektów nawożonych saletrą wapniową.

#### DOŚWIADCZENIE W FALENTACH

Roczne plony suchej masy w pierwszym trzyletnim etapie użytkowania trzykrotnego (1988–1990) były najmniejsze na wszystkich obiektach w 1990 r., a największe w 1989 r. (rys. 3). Porównywane plony w tym etapie były najmniejsze na obiektach nawożonych N-120, a największe na obiekcie nawożonym N-360.

W drugim etapie badań najmniejsze plony zanotowano w zależności od obiektu w 1992 lub 1993 r., a największe na wszystkich obiektach w 1991 r. Czterokośne



Rys. 3. Roczne plony suchej masy runi łąkowej na doświadczeniu w Falentach

Fig. 3. Annual yield of dry matter of meadow sward on the experiment in Falenty

użytkowanie w tym etapie przyczyniło się do znacznego zmniejszenia plonów na wszystkich obiektach.

Różnice w plonach między obiektami porównywalnymi pod względem ilości stosowanego azotu (N-240, N-240P-0 i NG-240) były nieznaczne, tak jak w pierwszym etapie. Plony z obiektu NG-360, nawożonego większą ilością gnojówki były zbliżone do uzyskanych na obiekcie nawożonym mineralnie tą samą dawką (N-360). Plony roczne z poszczególnych obiektów w tym etapie badań, podobnie jak w poprzednim, były najmniejsze na obiekcie N-120, a największe na N-360.

W ciągu następujących siedmiu lat (1995–2001) plony roczne na obiekcie N-120 były większe niż w poprzednim etapie. Roczne plony w kolejnych latach na obiektach N-240, N-240P-0 i NG-240 różniły się między sobą nieznacznie, były natomiast znacznie większe w porównaniu z uzyskanymi z obiektów N-120. Największe roczne plony, nieznacznie różniące się między sobą, uzyskano na obiektach N-360 i NG-360, podobnie jak w poprzednich etapach. Porównanie średnich plonów rocznych z poszczególnych obiektów ze wszystkich lat badań w analizie profilowej (tab. 3) wykazało istotne różnice we wszystkich etapach badań, z dużym zróżnicowaniem skrajnych wartości CIR w poszczególnych etapach etapie – od 1,08 w drugim do 4,13 w trzecim.

Sumaryczne plony z poszczególnych obiektów nawożonych dawkami większymi niż  $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  (niezależnie od stosowanej formy nawożenia) zwiększały się istotnie na wszystkich obiektach w kolejnych latach pierwszego etapu (tab. 4). Istotnie największe plony uzyskano we wszystkich latach tego etapu na obiekcie N-360.

**Tabela 3.** Porównanie średnich plonów rocznych suchej masy ( $t\cdot ha^{-1}$ ) na doświadczeniu w Falentach w analizie profilowej**Table 3.** Average dry matter yields ( $t\cdot ha^{-1}$ ) in experiment in Falenty in the profile analyse

Etap Stage	Lata Years	Średni plon z obiektów Mean yield from objects	Istotność Significance	Etap Stage	Lata Years	Średni plon z obiektów Mean yield from objects	Istotność Significance		
I	1988	11,65	CIR 1,57**	III	1995	9,73	CIR 4,13**		
	1989	12,69			1996	9,47			
	1990	10,72			1997	8,68			
	1991	9,46			1998	8,77			
II	1992	8,47	CIR 1,08**		1999	9,76			
	1993	8,44			2000	9,39			
					2001	9,98			

Objaśnienia: CIR – całkowita istotna różnica; \*\* istotność różnic dla  $\alpha = 0,01$ .

Explanations: CIR – total significant difference; \*\* significant difference at  $\alpha = 0.01$ .

**Tabela 4.** Sumaryczne różnice, średnie roczne plony suchej masy w kolejnych etapach badań na doświadczeniu w Falentach ( $t\cdot ha^{-1}$ ) oraz istotność różnic plonów**Table 4.** Total differences and mean annual dry matter yields in subsequent stages of experiment in Falenty ( $t\cdot ha^{-1}$ )

Lata Years	Obiekt Object	Różnice plonów z obiektów Crops differences from objects					
		N-120	N-240	N-240P-0	NG-240	N-360	NG-360
1	2	3	4	5	6	7	8
1988–1990	Σ	28,45	35,12	35,65	34,03	42,29	34,84
	N-120	–	**	**	**	**	**
	N-240		–	n.i. n.s.	n.i. n.s.	**	n.i. n.s.
	N-240P-0			–	n.i. n.s.	**	n.i. n.s.
	NG-240				–	**	n.i. n.s.
	N-360					–	**
	NG-360						–
	średnia mean	8,53	11,71	11,88	11,34	14,10	11,61
1991–1993	Σ	17,41	25,04	26,76	25,10	32,72	31,27
	N-120	–	**	**	**	**	**
	N-240		–	n.i. n.s.	n.i. n.s.	**	**
	N-240P-0			–	n.i. n.s.	**	**
	NG-240				–	**	**
	N-360					–	n.i. n.s.
	NG-360						–
	średnia mean	5,80	8,35	8,92	8,37	10,91	10,42

cd. tab. 4

1	2	3	4	5	6	7	8
	Σ	50,37	66,06	64,88	62,24	76,22	74,83
	N-120	–	(n.i. n.s.) **	**	(n.i.)**	**	**
1995–2001	N-240		–	n.i. n.s.	n.i. n.s.	(n.i. n.s.) **	(n.i. n.s.) **
	N-240P-0			–	n.i. n.s.	(n.i. n.s.) **	(n.i. n.s.) **
	NG-240				–	(n.i. n.s.) **	(n.i. n.s.) **
	N-360					–	n.i. ns
	NG-360						–
	średnia mean	7,20	9,44	9,27	8,89	10,89	10,69

Objaśnienia: \* różnice istotne dla  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$   $\alpha = 0,05$ , \*\* różnice istotne dla  $\alpha = 0,01$ , n.i. – różnice nieistotne, (n.i.) – różnice nieistotne w niektórych latach, N, NG – jak pod tabelą 1., N-240P-0 – od 1997 r. bez nawożenia fosforem.

Explanations: \* significant differences at  $\alpha = 0.05$ , \*\* significant differences at  $\alpha = 0.01$ , n.s. – not significant differences, differences not significant in some years, N, NG – as in Tab. 1, N-240P-0 – since 1997 without phosphorus fertilisation.

Sumaryczne plony z lat 1991–1993 ze wszystkich obiektów nawożonych większą dawką niż  $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  były istotnie większe, podobnie jak w poprzednim etapie. Stwierdzono również istotne, udowodnione statystycznie większe plony z obiektów N-360 i NG-360 w porównaniu z plonami z obiektów N-240, N-240P-0 i NG-240.

Kierunek zachodzących zmian i istotność różnic w plonie na poszczególnych obiektach zostały potwierdzone w kolejnych latach. W kolejnym, siedmioletnim etapie badań stwierdzono istotne zwiększenie sumarycznych plonów z tego etapu na wszystkich obiektach nawożonych dawką większą niż  $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Brak istotnego ich zwiększenia (w porównaniu z N-120) w tym etapie stwierdzono tylko w 1997 r. na obiektach N-240 i NG-240. Istotnie większe sumaryczne plony w porównaniu z N-240, N-240P-0 i NG-240 stwierdzono na obiektach, na których stosowano największe dawki azotu (N-360 i NG-360). Plony sumaryczne (tab. 4) nie zawsze kształtowały się tak, jak roczne. W 1995 i 1996 r. nie stwierdzono istotnych różnic między obiektem NG-360 a N-240, N-240P-0 i NG-240 oraz między tymi samymi obiektami a N-360 w 2000 r. Pięcioletni brak nawożenia fosforem na obiekcie N-240P-0 nie powodował zmian plonowania w kolejnych latach ani w plonach łącznych z tego etapu badań.



## DYSKUSJA WYNIKÓW BADAŃ

W wieloletnich badaniach na doświadczeniach w Jankach i Laszczkach, nawożonych saletrą amonową, stwierdzono wyraźnie inny kierunek przebiegu krzywych plonowania oraz większe jego wartości na doświadczeniu w Laszczkach. Tak zróżnicowane plonowanie na obu doświadczeniach mogły powodować tylko odmiennie warunki glebowo-wodne, tj. większy udział węgla organicznego i frakcji ilastych w glebie oraz wyższy poziom wody gruntowej. Krzywe dynamiki plonowania na obiektach obu doświadczeń nawożonych saletrą wapniową i saletrą amonową wykazywały zbliżoną tendencję zmian, różniąc się jedynie ilością plonów. Mimo znacznych różnic między doświadczeniami dynamika ich plonowania w kolejnych latach wskazuje na związek plonów z wysokością opadów, podobnie jak wykazano to w pracy SAPEK, KALIŃSKIEJ i BARSZCZEWSKIEGO [2002].

Następczy efekt wapnowania, wyrażony zwiększeniem plonów po wielu latach, na jednym z doświadczeń na lżejszej glebie oraz istotne zwiększenie średnich plonów z ostatniego dziesięciolecia wynikają z warunków glebowych, co potwierdzają OSTROWSKI [1974], SAPEK [1993] oraz BARSZCZEWSKI, KALIŃSKA i SAPEK [1995]. Uzyskany kilkakrotnie w omawianym wieloleciu plonotwórczy efekt wapnowania na doświadczeniu w Jankach oraz na innych doświadczeniach świadczy o dodatnim jego wpływie na plonowanie łąk w określonych warunkach glebowych [GORLACH, CURYŁO, 1990; MAZUR, MAZUR, SZCZUROWSKA, 1993]. Jednoznacznie dodatni efekt nawożenia azotem w większych dawkach, stwierdzony na podstawie plonów rocznych na wszystkich doświadczeniach, jest całkowicie zgodny z powszechnie panującą opinią, że plonowanie jest głównie pochodną nawożenia azotem [DOBOSZYŃSKI, 1996]. Jednocześnie większe plony w kolejnych etapach na doświadczeniu w Falentach uzyskiwano w trakcie trzykośnego użytkowania. Jak wykazano w poprzedniej pracy [BARSZCZEWSKI, 2002], przyczyn spadku plonowania w drugim etapie należy upatrywać w zwiększeniu się udziału w runi mniszka pospolitego (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.), a zmniejszaniu – wysokich gatunków traw. Mimo mniejszych plonów w okresie użytkowania czterokośnego, wykorzystanie potencjału produkcyjnego było dość dobre i potwierdzone istotnymi różnicami plonów z obiektów nawożonych różnymi dawkami nawozów. Większą ich efektywność uzyskano w warunkach deszczowania, podobnie jak w badaniach DRUPKI i GRUSZKI [1973] oraz JANUSA [1978].

## WNIOSKI

1. Zróżnicowanie ilości plonów na doświadczeniu w Jankach i Laszczkach oraz dynamika ich zmian w wieloleciu wynikają głównie z reakcji na nawożenie i ilości opadów w odmiennych warunkach glebowo-wodnych.

2. Następczy efekt wapnowania po wielu latach od jego wykonania, wyrażony zwiększeniem plonów, stwierdzono głównie w Jankach na obiektach nawożonych saletrą amonową.

3. W okresie trzykrotnego zbioru na doświadczeniu deszczowanym w Falentach uzyskiwano większe plony roczne niż w czasie użytkowania czterokośnego.

4. Dynamiczny przyrost plonów, wywoływany większymi dawkami nawozów, oraz znaczna ich powtarzalność w kolejnych latach w poszczególnych etapach na doświadczeniu w Falentach były możliwe dzięki deszczowaniu.

## LITERATURA

- BARSZCZEWSKI J., KALIŃSKA D., SAPEK B., 1995. Następczy wpływ wapnowania na tle nawożenia azotem na dynamikę plonowania łąki trwałej. Ogólnopol. Konf. Łąk. Warszawa 27–28 września 1994. Warszawa: Wydaw. SGGW s. 100–106.
- BARSZCZEWSKI J., 2002. Wpływ zróżnicowanego nawożenia na plon i jakość runi łąki trwałej deszczowanej. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 2 z. 1 s. 29–55.
- CZUBA R., MURZYŃSKI J., 1993. Wapnowanie a jakość i wielkość plonów z użytków zielonych. W: *Problemy wapnowania użytków zielonych. Mater. Semin.* 32. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 99–108.
- DOBOSZYŃSKI L., 1996. Nawożenie użytków zielonych w świetle prac polskich (lata 1945–1990). *Bibl. Wiad. IMUZ* nr 88 ss. 152.
- DRUPKA S., GRUSZKA J., 1973. Wpływ deszczowania i wzrastających dawek nawożenia azotowego na plonowanie pastwisk. *Wiad. IMUZ* t. 11 z. 1 s. 65–89.
- GORLACH E., CURYŁO T., 1990. Reakcja runi łąkowej na wapnowanie w warunkach wieloletniego nawożenia mineralnego. *Rocz. Gleb.* t. 41 nr 1/2 s. 161–177.
- JANUS E., 1978. Wykorzystanie składników nawozowych przez run łąkową w warunkach nawodnienia deszczownianego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 199 s. 467–475.
- MAZUR K., MAZUR B., SZCZUROWSKA B., 1993. Plonowanie i zawartość związków azotowych w runi łąkowej jako efekt wapnowania. W: *Problemy wapnowania użytków zielonych. Mater. Semin.* 32. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 109–118.
- OSTROWSKI R., 1974. Wpływ nawożenia magnezem, sodem i wapniem na plonowanie pastwiska i zawartość niektórych składników mineralnych w runi. *Rocz. Nauk Rol. Ser. F* t. 78 z. 4 s. 77–91.
- SAPEK B., 1993. *Studia nad wapnowaniem trwałego użytku zielonego na glebie mineralnej. Rozpr. Habil. Falenty: Wydaw. IMUZ* ss. 93.
- SAPEK B., KALIŃSKA D., BARSZCZEWSKI J., 2002. Wpływ węglanu wapnia i saletry wapniowej na dynamikę wynoszenia składników mineralnych z plonem roślinności łąkowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 484 cz. 2 s. 549–561.
- SAPEK B., SAPEK A., BARSZCZEWSKI J., 2000. Plon i zawartość składników mineralnych w roślinności łąki trwałej na tle nawożenia saletrą amonową i wapniową. *Wiad. IMUZ* t. 21 z. 1 s. 67–87.

Jerzy BARSZCZEWSKI

**THE DYNAMICS OF YIELDING IN LONG-TERM GRASSLAND EXPERIMENTS**

*Key words: botanical composition, dynamic of yielding, fertilisation, liming long-term experiment, sprinkle irrigation*

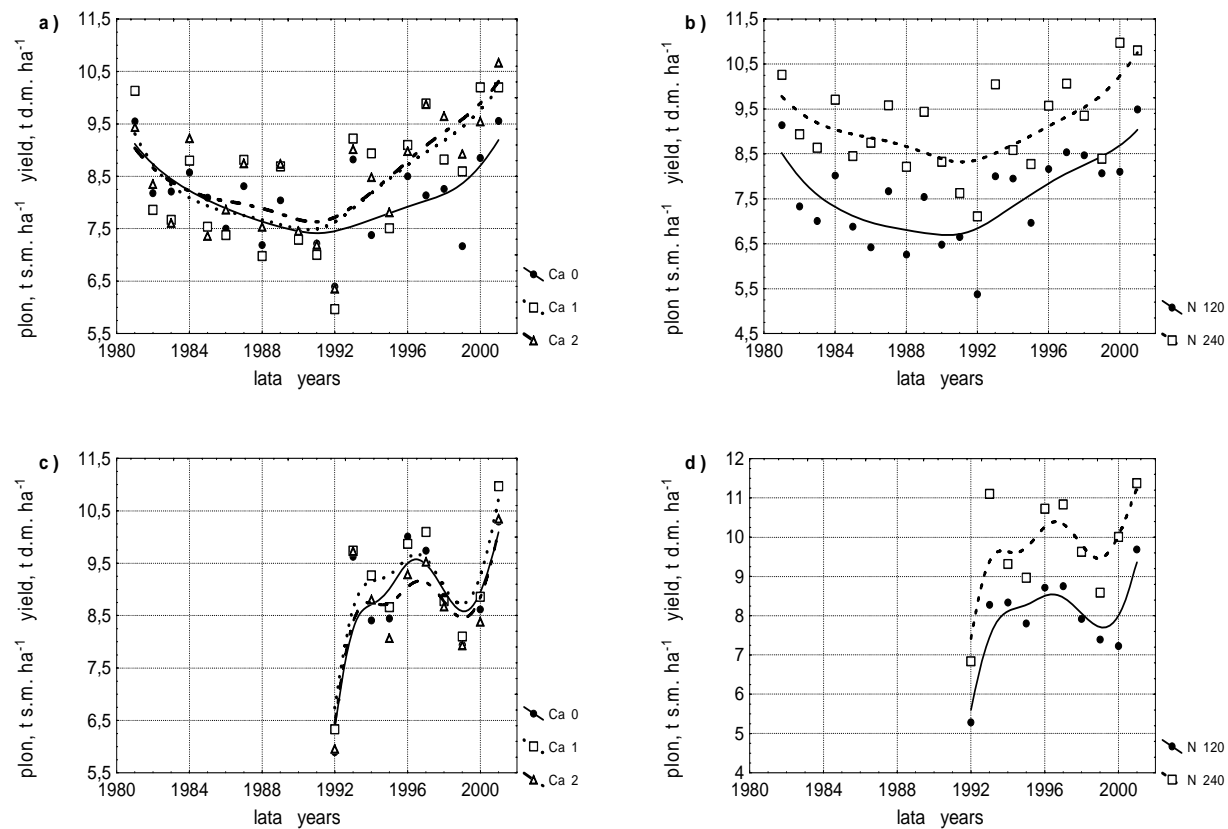
**S u m m a r y**

The study on the dynamics of yielding was carried out in two long term experiments in Janki and Laszczki (differing in the soil composition, organic carbon content and pH) and in the experiment in Falenty with diverse fertilisation of permanent meadow irrigated by sprinkling.

Long term study in experiments (in Janki and Laszczki) fertilised with ammonium nitrate clearly showed higher values of yields in Laszczki. The dynamics of yielding on objects fertilised with calcium nitrate showed similar tendency but the yields differed. In described long term experiment in Janki the yield forming effect of liming was obtained several times.

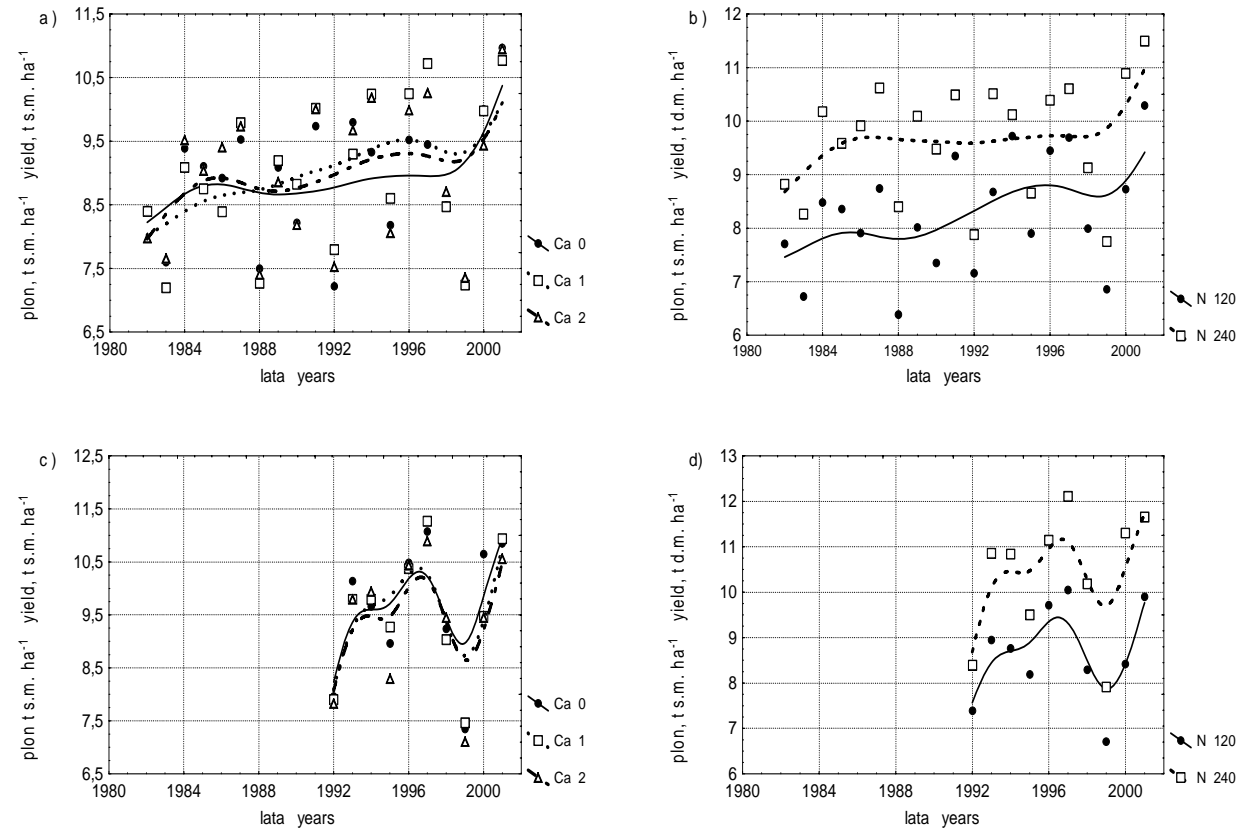
Yielding in subsequent stages of the experiment in Falenty was definitely higher under 3-cut utilisation. Decreased yielding in the second stage was caused by increasing contribution of *Taraxacum officinale* F.H. Wigg and decreased share of tall grass species in the sward. Regardless of the form of fertilisation the productive potential of meadows irrigated by sprinkling was well utilized.

Praca wpłynęła do Redakcji 22.07.2005 r.



Rys. 1. Dynamika plonowania na doświadczeniu w Jankach w latach 1981–2001; a, b – saletra amonowa; c, d – saletra wapniowa, Ca<sub>0</sub> – bez wapnowania, Ca<sub>1</sub> – wapnowane wg 1Hh, Ca<sub>2</sub> – wapnowane wg 2Hh; N-120 – 120 kg N·ha<sup>-1</sup>, N-240 – 240 kg N·ha<sup>-1</sup>

Fig. 1. The dynamics of yielding in experiment in Janki in the years 1981–2001; a, b – ammonium nitrate; c, d – calcium nitrate; Ca<sub>0</sub> – without liming, Ca<sub>1</sub> – liming acc. to 1Hh, Ca<sub>2</sub> – liming acc. to 2Hh; N-120 – 120 kg N·ha<sup>-1</sup>, N-240 – 240 kg N·ha<sup>-1</sup>



Rys. 2. Dynamika plonowania na doświadczeniu w Laszczkach w latach 1982–2001; a, b – saletra amonowa; c, d – saletra wapniowa; oznaczenia jak pod rysunkiem 1.

Fig. 2. The dynamics of yielding in experiment in Laszczki in the years 1982–2001; a, b – ammonium nitrate; c, d – calcium nitrate; explanations as in Fig. 1