

## MANAGEMENT OF POTASSIUM AND QUALITY CHANGES OF SWARD FROM IRRIGATED MEADOW DURING THE LONG-TERM STUDY

### Summary

The study was conducted based on the rigorous long-term experiment on the permanent meadow, immediately after its renovation and after 15 years. The aim of this study was to determine the changes occurring in the soil richness in potassium, its pH, species composition and management of potassium, calcium and magnesium in meadow sward. The experiment compared the effects of three levels of mineral fertilization on 120, 240 and 360 kg N·ha<sup>-1</sup> levels and two levels of organic-mineral fertilization on 240 and 360 kg N·ha<sup>-1</sup> levels. The ammonium nitrate, triple superphosphate and potassium salt was applied in mineral fertilization. The cattle slurry covered needs with the account of potassium in organic-mineral fertilization, nitrogen and phosphorus were filled up to full doses in above given mineral forms. Water deficiencies were supplemented through the irrigation on all objects. 15 years after the renovation a rise in the potassium content was found out in the higher soil layers and increasing the participation in meadow sward of short and middle grasses with cost of tall grasses on all objects, what was expressed with reducing yields. In spite of the increasing potassium content in the soil, its reduction in the meadow sward and the worsening ratio of K:(Ca and Mg) followed, attesting the decreasing fodder value.

**Key words:** potassium; permanent meadow; mineral fertilizers; natural fertilizers

## GOSPODARKA POTASEM ORAZ ZMIANY JAKOŚCI RUNI Z ŁĄKI NAWADNIANEJ W ŚWIETLE WIELOLETNIH BADAŃ

### Streszczenie

Badania przeprowadzono na wieloletnim doświadczeniu ścisłym na łące trwałej gładowej, bezpośrednio po jej renowacji oraz po 15 latach. Celem badań było określenie zachodzących zmian w zakresie zasobności gleby w potas, jej pH oraz składu gatunkowego i gospodarki w runi łąkowej potasem, wapniem i magnezem. W doświadczeniu porównywano efekty trzech poziomów nawożenia mineralnymi formami nawozów: 120, 240 oraz 360 kg N·ha<sup>-1</sup> oraz dwa organiczno-mineralne na poziomach 240 i 360 kg N·ha<sup>-1</sup>. W nawożeniu mineralnym stosowano saletrę amonową, superfosfat potrójny oraz sól potasową. W nawożeniu mineralno-naturalnym gnojówka bydlęca pokrywała potrzeby względem potasu, a azot i fosfor uzupełniano do pełnych dawek w powyżej podanych formach mineralnych. Niedobory wodne na wszystkich obiektach uzupełniano poprzez nawadnianie. W okresie 15 lat po renowacji stwierdzono wzrost zawartości potasu w glebie w jej górnych warstwach oraz, na wszystkich obiektach, zwiększenie udziału w runi traw niskich i średnich kosztem traw wysokich, co wyraziło się zmniejszeniem plonów. Mimo rosnącej zawartości potasu w glebie, następowało jego zmniejszenie w runi łąkowej i pogarszający się stosunek K:(Ca i Mg), świadczący o zmniejszającej się jej wartości paszowej.

**Słowa kluczowe:** potas; łąka trwała; nawozy mineralne; nawozy naturalne

### 1. Wstęp

Wartość pokarmowa pasz z TUZ jest zdeterminowana strawnością, smakowitością, zawartością masy organicznej i składników mineralnych [11, 13]. Zachwianie odpowiednich proporcji w nawożeniu tymi ostatnimi i ich zasobności może ujemnie wpływać na gospodarowanie nimi w glebie i roślinności [10]. Niezwykle ważnym czynnikiem kształtującym gospodarkę mineralną, w tym pobieranie niektórych składników mineralnych przez run łąkową, jest również pH gleby [16]. Dlatego bardzo istotna jest okresowa ocena zasobności składników mineralnych i odczynu gleb TUZ oraz w produkowanych paszach.

Wysoki poziom mineralnego nawożenia azotem i potasem w warunkach optymalnego uwilgotnienia powoduje duży przyrost plonów oraz zawartości tych składników w runi łąkowej [4, 5].

Celem badań było rozpoznawanie zmian w zakresie zasobności gleby w potas, wapń, magnez, jej pH oraz składu gatunkowego w runi łąkowej po 15 latach od jej renowacji.

### 2. Metody badań

Doświadczenie ściśle prowadzono od 1987 r. metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach na łące trwałej położonej na glebie mineralnej (czarna ziemia zdegradowana) w Falentach. Doświadczenie założono na terenie uprzednio głęboko zdrenowanym (ok. 1,8 m), co obniżyło poziom wody gruntowej i eliminowało jej podsiąk z głębszych warstw. Niedobory wody uzupełniano poprzez deszczowanie z wykorzystaniem rurociągów PCV z odpowiednio rozmieszczonymi zraszaczami typu Motyl, zapewniającymi równomierność nawodnień, utrzymując połowę pojemność wodną (PPW) w przedziale 60-100%.

Ze względu na duże zachwaszczenie w 1993 r. dokonano renowacji runi łąkowej metodą podsiewu, z wykorzystaniem brony zębowej. Na porównywanych obiektach stosowano zróżnicowane nawożenie NPK, mineralne i organiczno-mineralne (tab. 1).

Na obiektach z nawożeniem mineralnym stosowano azot w formie saletry amonowej (34,5% N), fosfor w for-

mie superfosfatu potrójnego (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i potas w postaci soli potasowej (57% K<sub>2</sub>O). Nawożenie organiczno-mineralne stosowano w formie gnojówki bydłowej, pokrywającej potrzeby pod względem potasu, zaś azot i fosfor uzupełniano do pełnej dawki superfosfatem i saletrą amonową. W gnojówce, każdorazowo przed zastosowaniem, określano zawartość suchej masy, która wynosiła ok. 4%. Gnojówkę oraz azot i potas stosowano w trzech częściach, pod każdy pokos, a fosfor jednorazowo wiosną.

Tab. 1. Schemat nawożenia runi łąkowej  
Table 1. The scheme of meadow sward fertilization

Objekt nawozowy		Dawka [kg·ha <sup>-1</sup> ]		
		N	P	K
Nawożenie mineralne	A	120,0	34,5	99,6
	B	240,0	52,3	149,4
	C	360,0	69,8	199,2
Nawożenie organiczno-mineralne	D	240,0	52,3	149,4
	E	360,0	69,8	298,9

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Plonowanie roślinności oceniano zbierając zielonkę i określając w próbkach zawartość suchej masy po wysuszeniu w temperaturze 105°C. Próbki materiału roślinnego do oznaczeń zawartości makroskładników mineralizowano za pomocą stężonych kwasów – azotowego, nadchlorowego i siarkowego. Próbki gleby charakteryzujące jej górne warstwy (0-10 i 10-20 cm) trawiono na gorąco 60% kwasem nadchlorowym. Ogólne zawartości potasu w glebie oznaczano w roztworze 0,5M HCl. Zawartości wapnia i magnezu w próbkach roślinności oznaczano za pomocą spektrometrii atomowej adsorpcji (ASA), a zawartość potasu metodą emisyjną.

Uzyskane dane poddano ocenie statystycznej, dokonując analizy wariancji za pomocą programu Anova.

### 3. Wyniki i dyskusja

W 1994 r., tj. po siedmiu latach od rozpoczęcia doświadczenia, odczyn gleby uległ znacznym zmianom polegającym na jego obniżeniu, zwłaszcza w górnej warstwie (0-10 cm) do pH 4,7 (tab. 2), na obiekcie o najwyższym poziomie nawożenia mineralnego (C). Odczyn gleby wynoszący 5,3-5,6 w warstwie 0-10 cm na obiektach nawożonych mineralnymi formami nawozów (A i B) oraz organiczno-mineralnymi (D i E) wykazywał poziom optymalny dla użytków zielonych położonych na glebach mineralnych [16].

Tab. 2. Wartości pH (KCl) gleby w zależności od formy oraz poziomu nawożenia azotem

Table 2. Soil pH (KCl) depending on the form and level of nitrogen fertilization

Lata	Warstwa [cm]	Wartości pH (KCl) gleby z obiektów				
		A	B	C	D	E
1994	0-10	5,60	5,30	4,70	5,60	5,35
	10-20	6,05	6,10	6,25	6,25	6,15
2008	0-10	5,55	5,01	4,10	5,35	4,95
	10-20	5,68	5,69	5,20	5,79	5,57

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

W warstwie gleby 10-20 cm jej odczyn na poszczególnych obiektach osiągał wartości pH od 6,0 do 6,25. Piętnastoletni okres zróżnicowanego nawożenia po renowacji spowodował obniżenie odczynu gleb na wszystkich obiektach. Najniższą jego wartość stwierdzono w warstwie 0-10 cm, na

objektach o najwyższym poziomie nawożenia - C (pH 4,1) oraz E (pH 4,95). Najwyższy odczyn gleby w warstwie 0-10 cm, tak jak w poprzednim okresie, stwierdzono na najniższym poziomie nawożenia A (N-120 kg · kg<sup>-1</sup>). W warstwie gleby 10-20 cm jej odczyn ulegał znacznemu obniżeniu w omawianym okresie na wszystkich obiektach, a najbardziej (ponad jedną jednostkę pH), do bardzo kwaśnego na obiekcie C. Przeprowadzone porównanie odczynu gleby wskazuje na tendencję utrzymywania wyższych jego wartości na obiektach organiczno-mineralnych, jak we wcześniejszych badaniach Barszczewskiego [2].

Z przeprowadzonej analizy plonów wynika, że nawożenie wywarło istotny wpływ na wielkość plonów (tab. 3). Najmniejsze roczne plony uzyskiwano przy nawożeniu mineralnym w dawce 120 kgN·ha<sup>-1</sup> (obiekt A). Istotny ich wzrost zanotowano na obu wyższych poziomach nawożenia – B i D. Najwyższe plony w porównywanych latach, istotnie większe w stosunku do B i D, odnotowano na obu obiektach najintensywniej nawożonych C i E. 15 lat po renowacji odnotowano wyraźne obniżenie plonów na wszystkich porównywanych obiektach.

Tab. 3. Plony suchej masy (t·ha<sup>-1</sup>) w zależności od formy oraz poziomu nawożenia azotem

Table 3. The dry matter yields (t · ha<sup>-1</sup>) depending on the form and level of nitrogen fertilization

Lata	Plony suchej masy (z obiektu)					NIR
	A	B	C	D	E	
1994	5,56a	8,28b	10,96c	7,37b	10,40c	1,08
2008	5,28a	7,40b	9,70c	8,92b	9,77c	1,90

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

W runi analizowanej łąki, w następnym roku po przeprowadzonej renowacji, dominowały trawy wysokie (tab. 4), co wiązało się przede wszystkim z obecnością kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L), kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis* Huds) i tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L), których łączny udział w pokryciu nieznacznie przekroczył 50 %. Taki udział traw wysokich jest, według Bursa i in. [2004], optymalny dla runi dobrej łąki. Rośliny motylkowate oraz chwasty i zioła w momencie rozpoczęcia obserwacji miały niewielki, około jednoprocenowy, udział w pokryciu łąki.

Po 15 latach notowano znaczny wzrost udziału w runi traw niskich, które stały się dominującą grupą traw. Reprezentowała je przede wszystkim wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.), której udział w pokryciu wzrastał wraz z ilością stosowanych nawozów i stanowił od 61,3 do 68,3% na obiektach nawożonych formami mineralnymi oraz od 40,7 do 55% na obiektach nawożonych gnojówką. Największy udział traw niskich (91,4%) odnotowano na obiekcie A o najniższym poziomie nawożenia mineralnego, na którym obok wiechliny łąkowej duży udział miała również kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.) (21,3%). Zanotowano wzrost udziału w runi także traw średnio wysokich, które jednak miały bardzo nieznaczny udział w pokryciu łąki (od 0,4 do 2,3%). Jednocześnie, wzrostowi udziału traw niskich i średniowysokich, towarzyszył spadek udziału traw wysokich na wszystkich obiektach doświadczenia. Był on największy na obiekcie A.

W trakcie 15 lat badań zaobserwowano największy spadek udziału traw w runi obiektu E - najintensywniej nawożonego gnojówką (tab. 4). Spadkowi udziału traw towarzyszył na tym obiekcie wzrost udziału ziół i chwastów do

9,1%. Zwiększająca się ilość ziół i chwastów na obiektach nawożonych nawozami naturalnymi i mineralnymi potwierdza wyniki badań Barszczewskiego [3], wskazujące na zachwaszczające działanie gnojówki.

Rośliny motylkowate były reprezentowane przez lucernę nerkowatą (*Medicago lupulina* L.) jedynie na obiekcie o najniższym nawożeniu mineralnym (A).

Tab. 4. Procentowy udział głównych gatunków i grup roślin w runi na obiektach o zróżnicowanym poziomie nawożenia w latach 1994 i 2008

Table 4. The percentage proportion of major species and groups of plants in the meadow sward on objects with different levels of fertilization in the years 1994 and 2008

Grupy roślin	1994	2008				
	Średnia po renowacji	Obiekty nawozowe				
		A	B	C	D	E
<b>TRAWY - razem</b>	<b>97,8</b>	<b>97,7</b>	<b>98,0</b>	<b>96,2</b>	<b>97,4</b>	<b>90,9</b>
<b>Trawy wysokie</b>	<b>51,9</b>	<b>4,1</b>	<b>13,5</b>	<b>26,8</b>	<b>20,9</b>	<b>39,8</b>
<i>Dactylis glomerata</i> L.	17,3	3,0	7,5	12,0	17,8	25,0
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould.	0,3	0,8	6,0	14,8	2,5	14,8
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	17,8	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0
<i>Phleum pratense</i> L.	16,0	+	+	+	0,3	+
<b>Trawy średnio wysokie</b>	<b>0,5</b>	<b>2,3</b>	<b>1,5</b>	<b>0,4</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>
<b>Trawy niskie</b>	<b>45,4</b>	<b>91,4</b>	<b>83,0</b>	<b>69,0</b>	<b>75,3</b>	<b>49,8</b>
<i>Agrostis gigantea</i> L.	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Festuca rubra</i> L.	0,8	21,3	5,3	0,4	6,8	0,8
<i>Poa pratensis</i> L.	5,6	61,3	68,8	62,8	55,0	40,7
<i>Lolium perenne</i> L.	24,1	9,0	9,0	5,8	13,5	8,3
<b>MOTYLKOWATE</b>	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>ZIOŁA I CHWASTY</b>	<b>1,2</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>3,8</b>	<b>2,6</b>	<b>9,1</b>

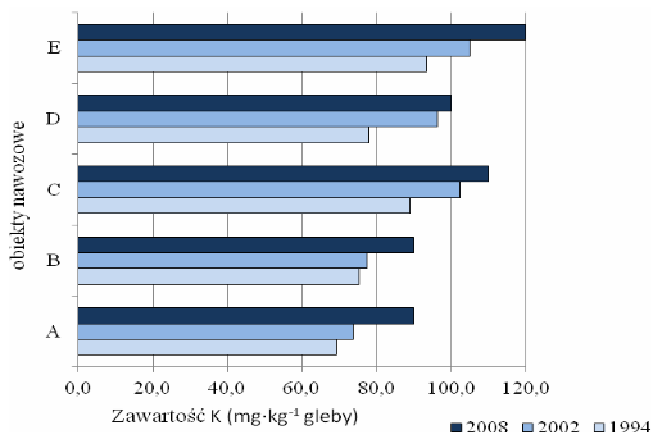
Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Wszystkie obiekty, w całym okresie badań, w warstwie gleby 0-10 cm, wykazywały zasobność w potas – od 69,2 (obiekt B) do 120,0 mg·kg<sup>-1</sup> gleby (obiekt E) (rys. 1), podczas gdy Burzyńska [8] mianem dobrej zasobności gleby określa przedział zawartości K od 25, 0 do 52,0 mgK·kg<sup>-1</sup>. Systematyczne stosowanie nawozów potasowych i naturalnych wpływa zdaniem licznych autorów na wzrost zawartości przyswajalnej formy potasu w glebie [2, 6, 14, 15]. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że wraz z rosnącym poziomem nawożenia rosła zawartość przyswajalnego potasu w glebie. Piętnastoletni okres nawożenia spowodował wzrost zawartości potasu w warstwie gleby 0-10 cm. Podobnie jak w badaniach Barszczewskiego i in. [5], odnotowano, że zmniejszeniu się wartości pH gleby towarzyszyło zwiększenie zasobności potasu. Na obiekcie E, mimo podwojonej jego ilości (298,9 kg·ha<sup>-1</sup>) podawanej w nawożeniu, w porównaniu do obiektu D, nie stwierdzono spodziewanego dużego wzrostu zasobności potasu w tej warstwie gleby.

W warstwie gleby 10-20 cm (rys. 2) zawartość potasu była niższa niż w warstwie górnej na wszystkich obiektach, w początkowym okresie nie przekraczając 60 mg·kg<sup>-1</sup> gleby. Po dziesięciu latach badań stwierdzono niewielki wzrost zasobności gleby w potas na poszczególnych obiektach. Najwyższą zasobnością w potas wyróżnił się obiekt E o zastosowanym najwyższym nawożeniu potasem w formie gnojówki. W końcowym okresie na obiektach A, B, C i D zasobność gleby w potas wzrosła, mieszcząc się przedziale od 60,0 do 90,0 mg·kg<sup>-1</sup> gleby. Na obiekcie E osiągnięto zasobność gleby na poziomie 100 mg·kg<sup>-1</sup> gleby.

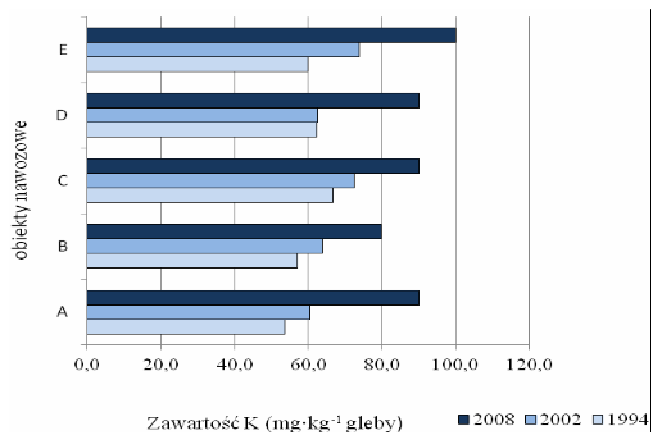
W początkowym okresie po renowacji, w runi pochodzącej z poszczególnych obiektów, potas wykazywał dużą rozpiętość zawartości (tab. 5) - od 21,5 (obiekt B) do

36,9 g·kg<sup>-1</sup> s.m. (obiekt E). Tak wysoka zawartość potasu w runi wiązać się może z dużym udziałem w runi *Dactylis glomerata* i *Lolium perenne*, które według danych literaturowych [11] charakteryzują się dużą zdolnością pobierania potasu, nawet z form trudno dostępnych. Pomimo znacznego wzrostu zasobności gleby w ten składnik, jego zawartość w runi spadła znacznie po 15 latach badań, co wiązać można ze znaczącym wzrostem udziału wiechliny łąkowej (*Poa pratensis*), która charakteryzuje się małymi zdolnościami pobierania potasu. Największą zawartość potasu w runi, po 15 latach stosowanego nawożenia, wynoszącą 23 g·kg<sup>-1</sup>s.m. odnotowano na obiekcie E o największym nawożeniu gnojówką oraz ładunku wnoszonego potasu, przy najmniejszym udziale wiechliny łąkowej (*Poa pratensis*), a największym kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata*).



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 1. Zasobność gleby w potas (K) w warstwie 0-10 cm  
Fig. 1. Resources of potassium in the layer of 0-10 cm of the soil



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 2. Zasobność gleby w potas (K) w warstwie 10-20 cm  
Fig. 2. Resources of potassium in the layer of 10-20 cm of the soil

Na temat optymalnej zawartości potasu w runi panują różne opinie. Falkowski i in. [11] uznają za wystarczającą zawartość potasu w paszach łąkowo-pastwiskowych 16,6 g·kg<sup>-1</sup> s.m., Czuba i Mazur [9] twierdzą, że zawartość na poziomie 10 g·kg<sup>-1</sup> w suchej masie pokrywa zapotrzebowanie zwierząt na ten składnik. Zawartość przekraczającą 30 g·kg<sup>-1</sup> s.m. uznaje się za szkodliwą, gdyż ogranicza pobieranie Mg, Ca i Na przez ruń łąkową [7]. Taka pasza powoduje zakłócenia w gospodarowaniu składnikami mineralnymi u zwierząt. Objawia się to zaburzeniami zdrowotnymi, a nawet chorobami, jak przykładowa tężyczka pastwiskowa (hipomagnezemia).

Spadkowi zawartości potasu w runi w ciągu 15 lat po renowacji towarzyszyło znaczne zmniejszenie zawartości wapnia oraz magnezu (tab. 5). W początkowym okresie badań poziom wapnia w runi był zbliżony do pożądanego  $7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  w suchej masie, ale spadał wraz ze wzrostem stosowanej dawki azotu, fosforu i potasu, by osiągnąć najniższy poziom ( $5,2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) z obiektu o najbardziej intensywnym nawożeniu mineralnym (C). Bardzo podobne zależności wystąpiły w przypadku magnezu. Średnia zawartość magnezu w początkowym okresie bliska była  $2,4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  w suchej masie, czyli wartości uważanej przez Czubę i Mazura [9] za dobrą z punktu widzenia wzrostu roślin i wartości odżywczej. Zawartości stwierdzane na wszystkich obiektach w drugim analizowanym okresie świadczą o niedostatecznej, bardzo niskiej zawartości wapnia i magnezu w runi.

Optymalny stosunek K:(Ca+Mg) w zielonce, według Wasilewskiego [18] wynosi 1,9-2,2 W runi pochodzącej z badanych obiektów, stosunek ten był wyższy zarówno w początkowym, jak i końcowym momencie badań (tab. 5), przy czym po upływie 15 lat uległ kilkukrotnemu zwiększeniu. Największą wartość osiągał na obiektach nawożonych najintensywniej, zwłaszcza z udziałem gnojówki. Wzrost stosunku K:(Ca+Mg) po 15 latach doświadczenia pokrywa się ze zmniejszeniem plonowania w tym okresie, co świadczyć może o wyczerpaniu gleby z wymiennych form wapnia [19] i być przyczyną zakłócenia równowagi między składnikami pokarmowymi w roślinach. Inne niż optymalne stosunki tych składników mogą powodować zakłócenia w gospodarowaniu nimi także u zwierząt, co może prowadzić do zaburzeń ich zdrowia [12].

Tab. 5. Ocena zawartości wybranych składników mineralnych w sianie badanych obiektów doświadczenia  
Table 5. The content rating of selected minerals in the hay of the studied objects of experiment

Obiekty nawozowe	Lata	Zawartość makroelementów w s.m. [ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]			K/(Ca+Mg)	K/Mg
		K	Ca	Mg		
A	1994	24,4	7,1	3,0	2,42	8,13
	2008	15,3	1,0	1,4	6,38	10,93
B	1994	21,5	6,0	2,4	2,56	8,96
	2008	14,4	1,0	1,3	6,26	11,08
C	1994	23,8	5,2	2,0	3,31	11,90
	2008	16,3	0,9	1,3	7,41	12,54
D	1994	26,6	6,9	2,5	2,83	10,64
	2008	17,1	0,9	1,2	8,14	14,25
E	1994	36,9	6,0	1,9	4,67	19,42
	2008	23,0	0,8	1,0	12,78	23,00

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Wskaźnikiem niekorzystnych zmian środowiskowych na TUZ może również być iloraz K:Mg w wyprodukowanych paszach [17]. Wartość 8,3 tego wskaźnika przyjęto za wartość optymalną dla dobrego siana. W suchej masie roślinności łąkowej pochodzącej z badanych obiektów na początku doświadczenia przyjmował on wartości zbliżone do optymalnych od 8,13 (A) i 8,96 (B) na obiektach z niższym nawożeniem mineralnym (tab. 5). Przekraczał on optymalną wartość w sianie pochodzącym z obiektów nawożonych największymi dawkami nawozów mineralnych oraz z obiektów nawożonych organiczno-mineralnie. Po piętnastoletnim okresie stosowania nawożenia, stosunek K:Mg w sianie z poszczególnych obiektów uległ znacznemu pogorszeniu, aż do wartości 23,00 w przypadku stosowania nawożenia organiczno-mineralnego na najwyższym poziomie (E). Takie wielkości tego wskaźnika świadczą o braku

równowagi jonowej w pobieraniu składników przez roślinność łąkową i wskazują na konieczność zrównoważonego nawożenia potasem użytków zielonych i potrzebę wzbogacania tych gleb w magnez oraz ograniczenie możliwości jego wymywania [17].

#### 4. Wnioski

1. Piętnastoletni okres zróżnicowanego nawożenia potasem, powodował wzrost zawartości potasu w glebie, zarówno w warstwie 0-10, jak 10-20 cm na wszystkich obiektach, niezależnie od poziomu oraz sposobu nawożenia.
2. W okresie 15 lat po renowacji stwierdzono znaczne zwiększenie udziału w runi traw niskich i średnio wysokich, a wyraźne zmniejszenie udziału traw wysokich, co wyrażało się spadkiem plonowania.
3. Mimo wzrastającej zawartości potasu w glebie, stwierdzono spadek jego zawartości w runi na wszystkich obiektach nawozowych. Pogarszający się iloraz K:(Ca+Mg) oraz K:Mg w runi, świadczy o zmniejszającej się wartości paszy z badanej łąki.

#### 5. Bibliografia

- [1] Barszczewski J.: Zachowanie się potasu, wapnia i magnezu w układzie gleba-roślinność łąki trwałej deszczowanej. Rozprawa doktorska. IMUZ, Falenty, 1997, ss. 58.
- [2] Barszczewski J.: Zmiany zawartości potasu, wapnia i magnezu w glebie z łąki trwałej deszczowanej na tle zróżnicowanej dawki i formy nawożenia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1999, z. 467, s. 665-670.
- [3] Barszczewski J.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia na plon i jakość runi łąkowej trwałej deszczowanej. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, 2002, t. 2, z. 1 (4), s. 29-55.
- [4] Barszczewski J.: Dynamika plonowania wieloletnich doświadczeń łąkowych. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, 2006, t. 6, z. spec. (17), s. 119-131.
- [5] Barszczewski J., Burzyńska I., Kalińska D.: Dynamika potasu w mineralnej glebie łąkowej w zależności od zróżnicowanych form oraz dawek azotu, potasu i odczynu gleby. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, 2001, t. 1, z. 1, s. 137-145.
- [6] Blecharczyk A., Piechota T.: Wpływ wieloletniego nawożenia na zawartość form potasu w profilach glebowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2001, 480, s. 19-25.
- [7] Borowiec J., Urban D.: Wstępna ocena kierunków zmian chemizmu regionu lubelskiego. Annales UMCS, 1997, Sec. E, 47, s. 171-182.
- [8] Burzyńska I.: Zastosowanie testu 0,01 mol chlorku wapnia w ocenie zasobności gleby łąkowej i jakości wód gruntowych. Rozprawa doktorska. ITP, Falenty, 2006, ss. 76.
- [9] Czuba R., Mazur T.: Wpływ nawożenia na jakość plonów. PWN, Warszawa, 1988, ss. 359.
- [10] Doboszyński L.: Nawożenie użytków zielonych w świetle prac polskich. Lata 1945-1990. Bibl. Wiad. IMUZ, 1996, 88, ss. 152.
- [11] Falkowski M., Kozłowski S., Kukułka I.: Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Wyd. AR, Poznań, 2000, s. 110.
- [12] Jamroz D.: Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo. Warszawa: Wyd. Nauk. PWN, 2001, t. 1, s. 322-335.
- [13] Jankowska-Huflejt H., Wróbel B., Barszczewski J.: Ocena wartości pokarmowej pasz z użytków zielonych na tle zasobności gleb i bilansu składników N, P, K w wybranych gospodarstwach ekologicznych. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2009, vol. 54(3), s. 95-103.
- [14] Mercik S., Stepień W., Łabętowicz J.: Żyzność gleb w trzech systemach nawożenia: mineralnym, organicznym i zrocznicowanym w doświadczeniach wieloletnich. Cz. II. Właściwości chemiczne gleb. Folia Univ. Agric. Stein., Agricultura, 2000, 84, s. 317-322.
- [15] Murawska B.: Wpływ 23-letniego zróżnicowanego nawożenia N i K na zmiany zawartości różnych form potasu w glebie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1999, 465, s. 391-402.
- [16] Sapek B.: Studia nad wapnowaniem trwałego użytku zielonego na glebie mineralnej. Rozprawa habilitacyjna. Wyd. IMUZ, Falenty, 1993.
- [17] Sapek B.: Relacja zawartości potasu do magnezu w roślinności łąkowej i w glebie jako wskaźnik środowiskowych przemian na użytkach zielonych. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, 2008, t. 8, z. 2b (24), s. 139-151.
- [18] Wasilewski Z.: Produkcja pasz na użytkach zielonych i ochrona jakości wody. Zeszyty Edukacyjne, 1997, nr 2. Wydaw. IMUZ, Falenty, s. 53-66.
- [19] Wasilewski Z.: Wpływ długotrwałego i zróżnicowanego nawożenia azotem na produktywność pastwisk łąkowych. Rozprawa habilitacyjna, Wyd. IMUZ, Falenty, 1999.