

## POTASSIUM BALANCE IN CONDITIONS OF VARIED FERTILIZATION OF IRRIGATED OR NOT IRRIGATED PERMANENT MEADOW

### Summary

The long-term study was conducted on experimental objects, located on the black degraded soil under varied fertilization and soil moisture conditions. The aim of study was to assess the impact of diverse fertilization of permanent meadow and soil moisture on the potassium balance. The experimental field consisted of four objects with mineral fertilization applied in amounts: 60, 120, 180 and 240 kg N·ha<sup>-1</sup>, and two objects with natural-mineral fertilization: G1-180 and G2-240 kg N·ha<sup>-1</sup> applied with liquid manure that covered the needs of potassium. The nitrogen and phosphorus were supplemented to given dose. In autumn of the years 2008 and 2011 the soil samples from layers 0-10 and 10-20 cm were taken in order to determine the abundance of potassium. Three-cut utilization of meadow was carried out. The yielding and potassium content in herbage was evaluated in order to calculate its balance. Potassium balance in all examined objects, regardless of the level of soil moisture was negative. However, after three years of study a significant increase of potassium content in both soil layers was shown. Effect of irrigation on the abundance of potassium was dependent on the level of fertilization. On the object N-60 the irrigation resulted in a marked reduction in the abundance of the potassium in both layers of the soil. On the other objects N-120, N-180, N-240, G1 and G2 irrigation resulted in a significant increase in the content of potassium in both layers of soil.

**Key words:** meadow sward, balance of potassium, abundance of soil

## GOSPODARKA POTASEM W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA NA ŁĄCE TRWAŁEJ NAWADNIANEJ ORAZ BEZ NAWODNIEŃ

### Streszczenie

Badania prowadzono na trzyletnim doświadczeniu ścisłym, zlokalizowanym na czarnej ziemi zdegradowanej, w warunkach zróżnicowanego nawożenia oraz uwilgotnienia. Celem pracy była ocena wpływu zróżnicowanego nawożenia oraz uwilgotnienia łąki trwałej gładowej na gospodarkę potasem. Doświadczenie składało się z czterech obiektów nawożonych mineralnie w ilościach 60, 120, 180 i 240 kg N·ha<sup>-1</sup> oraz dwóch naturalno-mineralnie na poziomie G1-180 i G2-240 kg N·ha<sup>-1</sup>, nawożonych gnojówką bydlęcą, która pokrywała potrzeby nawozowe względem potasu, a azot i fosfor uzupełniano do podanej dawki. Jesienią w latach 2008 oraz 2011 pobrano próbki gleby z warstw 0-10 i 10-20 cm, celem określenia ich zasobności w potas. Prowadzono trzykośne użytkowanie runi łąkowej, określając jej plon oraz zawartość potasu w poszczególnych pokosach, celem wykonania jego bilansów. Bilans potasu na wszystkich badanych obiektach bez względu na poziom uwilgotnienia był ujemny. Mimo to badania wykazały wyraźny wzrost zasobności gleby w badanych warstwach w ten składnik po trzech latach badań. Wpływ nawadniania na zasobność potasu był zależny od poziomu nawożenia. Na obiekcie N-60 nawadnianie powodowało wyraźne zmniejszenie zasobności badanego składnika w obu warstwach gleby. Na pozostałych obiektach N-120, N-180, N-240, G1 oraz G2 nawadnianie powodowało istotny wzrost zawartości potasu w obu warstwach gleby.

**Słowa kluczowe:** run łąkowa, bilans potasu, zasobność gleby

### 1. Wstęp

Wieloletnie użytkowanie kształtuje zmiany zachodzące w glebie, składzie gatunkowym runi oraz jej potencjał produkcyjnym. Zasobność gleby może pozostać bez zmian lub zmieniać się w określonym kierunku, zależnym od sposobów użytkowania oraz nawożenia [1]. Następstwem niewłaściwego użytkowania mogą być niekorzystne zmiany, które trudno odwrócić w krótkim czasie [2, 3]. Mają one wyraźny wpływ na ilość i jakość plonu, który jest wyznacznikiem kierunku zmian w środowisku glebowym [4]. Znajomość zmian powinna być podstawą zrównoważonego gospodarowania [5; 6].

Ważnym elementem w gospodarowaniu makroelementami jest potas, pełniący w roślinach wiele funkcji fizjologicznych. Bierze on między innymi udział w gospodarce wodnej, syntezie białek oraz węglowodanów [7]. W aspek-

cie gospodarowania na trwałych użytkach zielonych (TUZ), potas jest postrzegany także jako składnik paszy, współdecydujący o jakości plonu. Nadmierna lub niedostateczna jego ilość w runi może powodować choroby zwierząt [8]. Wysokie nawożenie tym składnikiem może powodować luksusowe jego pobieranie, jednocześnie ograniczając zawartości Ca, Mg, Na P, Cu oraz Fe w roślinach [9], tym samym zakłócając właściwe relacje ilościowe w paszy pomiędzy pierwiastkami [5].

Długoletnie gospodarowanie na TUZ przy ujemnym bilansie potasu, jak podaje Curyło [10] powoduje wykorzystanie jego łatwo przyswajalnej formy z górnej warstwy gleby, a pobieranie z warstw głębszych lub z form trudniej przyswajalnych. Poprawa jego ujemnego bilansu wymaga wyższego nim nawożenia [10], a dopiero przy zastosowaniu dawki 299 kg K·ha<sup>-1</sup> uzyskano dodatni bilans potasu [11]. Nadmiar potasu może być magazynowany w glebie

lub wymywany, powodując zanieczyszczenie wód gruntowych [1; 12].

Celem badań było określenie wpływu różnych sposobów nawożenia łąki trwałej na gospodarkę potasem w runi łąki i w glebie oraz jego bilans na tle plonowania w warunkach zróżnicowanego nawożenia i uwilgotnienia.

## 2. Materiał i metody

Badania prowadzono w latach 2009-2011 na łące trwałej bez nawodnień oraz nawadnianej, położonej na glebie mineralnej, zaliczanej do czarnej ziemi zdegradowanej, o składzie granulometrycznym gliny średniej do głębokości 80 cm, a poniżej - piasku luźnego. Doświadczenie założono w 1987 r. metodą losowych bloków, w czterech powtórzeniach. Czynnikiem badawczym były różne poziomy oraz sposoby nawożenia mineralnego (cztery poziomy nawożenia mineralnego i dwa nawożenia naturalno-mineralnego) (tab. 1), w warunkach okresowych niedoborów wody (bez nawodnień) oraz optymalnego uwilgotnienia (nawadniane). W okresie badań stosowano nawożenie mineralne i naturalno-mineralne Nawożenie mineralne azotowe stosowano w formie saletry amonowej (34,5% N), fosforowe w superfosfacie potrójnym (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i potasowe w soli potasowej (57% K<sub>2</sub>O). W nawożeniu naturalno-mineralnym zastosowano gnojówkę bydlęcą, w ilości odpowiedniej względem potasu, zaś azot i fosfor był uzupełniany do pełnej dawki przez zastosowanie superfosfatu i saletry amonowej. W gnojówce, każdorazowo przed zastosowaniem, określono zawartość suchej masy oraz azotu, fosforu i potasu.

Nawożenie gnojówką oraz azotem i potasem stosowano w trzech dawkach (pod każdy pokos), a fosfor jednorazowo wiosną.

W okresie badań na obiektach nawadnianych utrzymywano uwilgotnienie w przedziale 60-100% połowej pojemności wodnej (p.p.w.), określając ją na podstawie aktualnego uwilgotnienia gleby. Warunki wilgotnościowe były monitorowane przez założoną aparaturę do pomiarów wilgotności gleby z czujnikami (Em 50) na głębokościach 10-15, 25-30 i 40-45 cm. W zależności od potrzeb stosowano jednostkowe dawki polewowe w ilości 25 mm.

Łąkę użytkowano trzykrotnie i oceniano plony suchej masy oraz zawartość potasu w runi z poszczególnych pokosów. Jesienią 2008 oraz 2011 r. pobrano próby gleby z warstw 0-10 i 10-20 cm celem określenia ich zasobności w potas.

Dokonano bilansu potasu, uwzględniając po stronie jego przychodów wnoszenie z nawożeniem, opadami atmosferycznymi oraz nawodnieniami, korzystając z opracowań Sapka i in. [11, 12], a po stronie rozchodów potas wyniesiony z plonem. Przy obliczaniu ilości potasu wyniesionego

z plonem, uwzględniono jego wynoszenie dla każdego pokosu, na podstawie wielkości plonu oraz zawartości w nim badanego pierwiastka. W 2009 r. średnie roczne opady były o 185 mm większe niż średnia z lat 1980-2008. Najwyższymi opadami charakteryzował się 2010 r., w których roczna suma wynosiła 1019,5 mm i była o 477,7 mm wyższa od średniej z wielolecia. Z wyjątkiem kwietnia, sumy opadów w poszczególnych miesiącach sezonu wegetacyjnego, w porównaniu do wielolecia, były około dwukrotnie wyższe, a w maju nawet trzykrotnie. W 2011 roku suma opadów w sezonie wegetacyjnym była o 131,9 mm wyższa w porównaniu z wieloleciem (tab. 2).

Tab. 2. Sumy opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym i w latach 2009-2011 w stosunku do średniej z wielolecia 1980-2008 w stacji meteorologicznej w Falentach oraz ilość wody użytej do nawadniania (mm)

Table 2. Annual precipitation in years 2009-2011 in relations to years 1980-2008 and the amount of water used for irrigation (mm)

Lata Years	Suma Sum IV-IX	Suma roczna Annual total	Ilość wody z nawodnień Amounts of water from irrigation
2009	426,3	726,9	75
2010	715,1	1019,5	50
2011	533,6	673,7	75
Wielolecie Multi-year 1980-2008	334,7	541,8	x

Plony suchej masy runi poddano analizie za pomocą programu Statistica, oceniając istotnie różnice testem Tuckeya, na poziomie istotności p = 0,05.

## 3. Wyniki badań

Plony suchej masy były ściśle związane z poziomem nawożenia NPK, uwilgotnieniem oraz składem botanicznym.

Analizując sumę plonów z 2009 roku na obiektach bez nawodnień (tab. 3), stwierdzono istotny ich wzrost na poszczególnych obiektach, w porównaniu do obiektu N-60. Plony z obiektów N-120 do N-240, niezależnie od stosowanego nawożenia, wykazywały wyraźny wzrost wraz z rosnącym nawożeniem, a istotnie większe były na G2 w porównaniu do G1.

Summaryczne plony z 2010 roku na wszystkich obiektach w porównaniu do N-60, charakteryzowały się istotnie wyższymi ich wartościami, jednocześnie wykazując tendencję wzrostu wraz z rosnącym nawożeniem.

Tab. 1. Schemat nawożenia na obiektach doświadczalnych  
Table 1. Fertilization scheme on the experimental objects

Obiekty nawozowe Experimental objects	Zastosowane dawki (kg·ha <sup>-1</sup> ) / Fertilizers dose (kg·ha <sup>-1</sup> )					
	N-60	N-120	N-180	N-240	G1	G2
Nawożenie Fertilization	Mineralne Mineral				Naturalno-mineralne Natural-mineral	
N	60	120	180	240	180	240
P	10,9	21,8	31,7	43,6	31,7	43,6
K	33,2	66,4	99,6	132,8	99,6	132,8

(G1) – nawożone gnojówką (N-180 kg·ha<sup>-1</sup>) / fertilized with liquid manure

(G2) – nawożone gnojówką (N-240 kg·ha<sup>-1</sup>) / fertilized with liquid manure

Tab. 3. Plony suchej masy ( $t \cdot ha^{-1}$ ) runi łąkowej w latach 2009-2011  
 Table 3. Annual yield of the dry plants mass ( $t \cdot ha^{-1}$ ) in years 2009-2011

Nawadnianie <i>Irrigation</i>	Lata <i>Years</i>	Obiekty nawozowe $kg N \cdot ha^{-1}$ <i>Experimental objects <math>kg N \cdot ha^{-1}</math></i>						NIR LSD
		Nawożenie mineralne <i>Mineral fertilization</i>				Nawożenie naturalno-mineralne <i>Natural-mineral fertilization</i>		
		N-60	N-120	N-180	N-240	G1	G2	
Bez nawodnień <i>Without irrigation</i>	2009	5,70a	8,01bc	9,38bc	9,54bc	7,84b	9,98c	2,04
	2010	7,84a	10,04b	11,52b	11,45b	10,30b	11,39b	1,98
	2011	5,33a	7,80bc	8,35c	8,41c	9,05c	8,73c	0,63
Nawadniane <i>With irrigation</i>	2009	6,41a	8,71b	9,35b	10,99c	9,33b	11,25c	1,40
	2010	7,5a	9,8b	10,02b	11,32b	10,18b	11,39b	1,67
	2011	5,43a	8,12b	9,04b	8,65b	8,25b	9,41b	1,41

a, b, c – wartości w wierszach oznaczone poszczególnymi literami różnią się istotnie / values in rows with different letters are significantly different ( $p=0,05$ )

NIR-najmniejsza istotna różnica / LSD-the least significant difference

(G1) – nawożone gnojówką ( $N-180 kg \cdot ha^{-1}$ ) / fertilized with liquid manure

(G2) – nawożone gnojówką ( $N-240 kg \cdot ha^{-1}$ ) / fertilized with liquid manure

Tab. 4. Średnie zawartości potasu (%) w pokosach runi łąkowej z lat 2009-2011  
 Table 4. Average potassium content (%) in the sward in the years 2009-2011

Nawadnianie <i>Irrigation</i>	Lata <i>Years</i>	Obiekty nawozowe $kg N \cdot ha^{-1}$ <i>Experimental fields <math>kg N \cdot ha^{-1}</math></i>						NIR LSD
		Nawożenie mineralne <i>Mineral fertilization</i>				Nawożenie naturalno-mineralne <i>Natural-mineral fertilization</i>		
		N-60	N-120	N-180	N-240	G1	G2	
Bez nawodnień <i>Without irrigation</i>	2009	1,88b	1,48a	1,47a	1,68ab	1,41a	1,71ab	0,39
	2010	1,74	1,53	1,55	1,62	1,46	1,62	0,40
	2011	1,98	1,98	2,29	2,31	1,84	2,12	1,17
	średnia	1,87	1,66	1,77	1,87	1,57	1,82	0,83
Nawadniane <i>With irrigation</i>	2009	1,79	1,50	1,49	1,78	1,54	1,76	0,55
	2010	1,77	1,46	1,46	1,67	1,43	1,39	0,64
	2011	2,03ab	1,78ab	2,08ab	2,19b	1,70a	1,73a	0,45
	średnia	1,86	1,58	1,68	1,88	1,56	1,63	0,34

Objaśnienia jak w tab. 3 / Explanations as in Table 3

Analiza rocznych plonów z 2011 roku, podobnie jak w poprzednich latach, wykazała istotnie większe ich wartości na wszystkich obiektach, w porównaniu do N-60. Plony z obiektów N-180 i N-240 wykazywały się istotnie większymi wartościami, niż z obiektów G1 oraz G2 nawożonych naturalno-mineralnie.

Średnie z trzech lat wskazały, że na wszystkich obiektach w porównaniu do N-60 uzyskano istotnie wyższe plony. Obiekt G2 charakteryzował się istotnie wyższymi plonami w porównaniu do obiektów N-120, N-180 oraz G1.

Porównując całoroczne plony z 2010 roku stwierdzono ich istotny wzrost na wszystkich obiektach w porównaniu do obiektu N-60 o najniższym poziomie nawożenia.

Analiza sum rocznych plonów z poszczególnych obiektów w 2011 roku wskazuje, że były one istotnie większe w porównaniu z najniższym poziomem nawożenia N-60. Biorąc pod uwagę średnie z trzech lat wszystkie obiekty plonowały istotnie wyżej niż N-60. Na obiekty o najwyższym nawożeniu N-24 oraz G2 uzyskano istotnie wyższe plony także w porównaniu z obiektami N-120, N-180 i G1.

Zawartość potasu (tab. 4) w runi z 2009 roku na obiektach bez nawodnień była istotnie wyższa na N-60 w porównaniu do wyżej nawożonych obiektów N-120 oraz G1

w latach 2010, 2011 oraz średniej z trzech lat badań nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości potasu w runi na poszczególnych obiektach.

Na obiektach nawadnianych w 2009 i 2010 roku nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy badanymi obiektami. W 2011 roku zawartość potasu na obiekcie N-240 była istotnie wyższa w porównaniu do obiektów G1 oraz G2 nawożonych nawozami naturalno-mineralnymi. Nie stwierdzono istotnych różnic średniej zasobności z trzech lat badań.

Porównując zawartości potasu w runi łąkowej z poszczególnych lat, stwierdzono wyraźną tendencję jego wzrostu w 2011 roku, zarówno na obiektach bez nawodnień oraz nawadnianych.

Bilanse potasu (tab. 5) wskazują duże zróżnicowanie w zależności od nawożenia NPK.

Na obiektach bez nawodnień stwierdzono wyraźną tendencję zmniejszania się ujemnego salda potasu wraz ze wzrostem nawożenia tym składnikiem w latach 2009 oraz 2010. W roku 2011 tendencja ta uległa odwróceniu oraz nastąpił wzrost ujemnego salda na obiektach N-120 oraz N-180, a na G1 oraz G2 ujemne jego wartości uległy zmniejszeniu.

Tab. 5. Porównanie bilansu potasu (w kg K·ha<sup>-1</sup>) w zależności od sposobu i dawki nawożenia azotem na obiektach nawadnianych i bez nawodnień

Table 5. Comparison of potassium balance (in kg K·ha<sup>-1</sup>) depending on the form and dose of nitrogen fertilization on irrigated and non-irrigated objects

Obiekty nawozowe Fertilisation objects		Wyszczególnienie Specification	Lata, Years						Średnia, Average	Średnia, Average
			2009		2010		2011			
			(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)
Obiekty nawozowe Fertilisation objects		Wnoszenie z opadem Bringing with precipitation	7,7	7,7	10,8	10,8	7,1	7,1	8,5	8,5
		Wnoszenie z nawodnieniem Bringing with irrigation	-	2,7	-	1,8	-	2,7	-	2,4
Nawożenie mineralne Mineral	N-60	Suma wnoszenia Contributed	40,9	43,6	44	45,8	40,3	43	41,7	44,1
		Wynoszenie z plonem Emptied with the yield	108	118,5	134,6	131,9	93,3	104,4	112,0	118,3
		Saldo, Balance	-67,1	-74,9	-90,6	-86,1	-53	-61,4	-70,2	-74,1
	N-120	Suma wnoszenia	74,1	76,8	77,2	79	73,5	76,2	74,9	77,3
		Wynoszenie z plonem	117,9	130,8	150,7	141,5	138,9	140,9	135,8	137,7
		Saldo	-43,8	-54,0	-73,5	-62,5	-65,4	-64,7	-60,9	-60,4
	N-180	Suma wnoszenia	107,3	110	110,4	112,2	106,7	109,4	108,1	110,5
		Wynoszenie z plonem	136,3	139	175,3	143,8	179,8	182,3	163,8	155,0
		Saldo	-29,0	-29,0	-64,9	-31,6	-73,1	-72,9	-55,7	-44,5
	N-240	Suma wnoszenia	140,5	143,2	143,6	145,4	139,9	142,6	141,3	143,7
		Wynoszenie z plonem	158,6	197,1	183,2	186,6	179,9	190,7	173,9	191,5
		Saldo	-18,1	-53,9	-39,6	-41,2	-40,0	-48,1	-32,6	-47,7
Nawożenie naturalno-mineralne Natural-mineral	G1	Suma wnoszenia	107,3	110	110,4	112,2	106,7	109,4	108,1	110,5
		Wynoszenie z plonem	119,5	143,5	146,7	145,6	126,4	139,8	130,9	143,0
		Saldo	-12,2	-33,5	-36,3	-33,4	-19,7	-30,4	-22,7	-32,4
	G2	Suma wnoszenia	140,5	143,2	143,6	145,4	139,9	142,6	141,3	143,7
		Wynoszenie z plonem	171,2	200,9	183,6	158,8	156,2	161,7	170,3	173,8
		Saldo	-30,7	-57,7	-40,0	-13,4	-16,3	-19,1	-29,0	-30,1

(-) – bez nawodnień / without irrigation; (+) – nawadniane / with irrigation

Tab. 6. Zasobności gleby w potas w latach 2008 oraz 2011 w g·dm<sup>-3</sup>

Table 6. Potassium in the soil in 2008 and 2011 by g·dm<sup>-3</sup>

Nawadnianie / Irrigation	Warstwa gleby (cm) / Soil layer	Obiekty Objects	Rok / Year		NIR LSD
			2008 <sup>1)</sup>	2011	
Bez nawodnień <sup>1)</sup> Without irrigation	0-10	N-60	0,115	0,173	0,05
		N-120	0,068	0,120	0,01
		N-180	0,088	0,123	0,01
		N-240	0,105	0,130	0,05
		G1	0,100	0,115	0,03
		G2	0,118	0,123	0,01
	10-20	N-60	0,095	0,133	0,01
		N-120	0,085	0,105	0,01
		N-180	0,088	0,098	0,02
		N-240	0,090	0,108	0,02
		G1	0,085	0,095	0,02
		G2	0,093	0,100	0,06
Nawadniane With irrigation	0-10	N-60	0,115	0,135	0,04
		N-120	0,068	0,135	0,02
		N-180	0,088	0,140	0,04
		N-240	0,105	0,130	0,02
		G1	0,100	0,138	0,04
		G2	0,118	0,133	0,03
	10-20	N-60	0,095	0,125	0,04
		N-120	0,085	0,118	0,02
		N-180	0,088	0,115	0,01
		N-240	0,090	0,115	0,02
		G1	0,085	0,133	0,04
		G2	0,093	0,115	0,01

<sup>1)</sup> w 2008 roku istniały tylko nawadniane obiekty / in 2008, there were only irrigated objects

Na obiektach nawadnianych, w roku 2009 wzrost nawożenia spowodował zmniejszanie się ujemnego salda bilansu, z wyjątkiem obiektów N-240 oraz G2, na których stwierdzono wyższe ujemne saldo w porównaniu z obiektami N-180 oraz G1. Podobne tendencje stwierdzono w 2010 roku, w którym rosnące nawożenie powodowało ograniczenie ujemnego salda na wszystkich obiektach, z wyjątkiem N-240 oraz G2. W 2011 roku podobne wartości sald bilansu potasu utrzymywały się na większości obiektów i były one dużo wyższe w porównaniu z obiektem N-240, co mogło wynikać z wysokiego plonowania tego obiektu.

Średnie wartości ujemnych sald bilansowych z poszczególnych lat zarówno na obiektach bez nawodnień, jak i nawadnianych, wyraźnie malały wraz ze wzrostem nawożenia.

Zasobność potasu w glebie (tab. 6) w 2008 była zróżnicowana, a najwyższe jej wartości stwierdzono na obiektach N-60 oraz G2, natomiast najniższą na obiekcie N-120. Po trzech latach, na obiektach bez nawodnień, w warstwie gleby 0-10 cm, istotne różnice w zasobności gleby w potas stwierdzono na obiektach N-60, N-120 oraz N-180. Natomiast na obiektach N-240, G1 oraz G2 stwierdzono wyraźne tendencje wzbogacania się gleby w ten pierwiastek, w porównaniu do 2008 roku. W warstwie gleby 10-20 cm, istotny wzrost jej zasobności w potas stwierdzono na obiektach N-60 oraz N-120. Na pozostałych obiektach rysowała się wyraźna tendencja wzrostu zasobności w ten pierwiastek.

W 2011 roku, na obiektach nawadnianych N-120, N-180 oraz N-240, w warstwie 0-10 cm stwierdzono istotny wzrost, a na N-60, G1 oraz G2 wyraźne tendencje wzrostu zasobności gleby w potas. W warstwie gleby 10-20 cm istotny wzrost zasobności gleby w potas stwierdzono na wszystkich obiektach, z wyjątkiem N-60.

#### 4. Dyskusja wyników

Plonowanie runi łąkowej wzrastało wraz ze wzrostem nawożenia oraz uwilgotnienia, co potwierdza wcześniejsze wyniki badań uzyskane przez Barszczewskiego [13, 14]. Przyczyną wyższych plonów w 2010 r. na obiektach bez nawodnień były obfite opady (niwelujące efekt nawodnień), a także jak wskazują Ducka i Barszczewski [15] oraz Wesołowski [16], zachwaszczenie obiektów nawadnianych, zwłaszcza na wyższych poziomach nawożenia.

Mimo ujemnych sald potasu w okresie badań na wszystkich obiektach, zarówno nawadnianych oraz bez nawodnień, jego zawartości w runi w latach 2009 i 2010 mieściły się od 1,46 do 1,88%. Uzyskane dane według Falkowskiego [8] mieszczą się w optymalnym przedziale, a w 2011 roku nawet go przekraczając.

Podczas trzech lat badań nad gospodarką potasem na łące trwałej, mimo identycznych poziomów nawożenia oraz ujemnego bilansu, stwierdzono istotny wzrost zasobności gleby w ten składnik na większości obiektów nawadnianych, potwierdzając tym samym uzyskane wyniki badań Fotymy [17]. Przy gospodarowaniu ujemnym bilansem potasu, jak podają Curyło [10], Sapek [12] oraz Stępień [18], rośliny pobierają go z form wymiennych i zapasowych, a wzrost zawartości w runi na obiektach nawadnianych, wskazuje na wzmoczony proces jego pobierania w warunkach większej wilgotności gleby. Sapek i in. [19] wykazali, że bilans potasu zależy od poziomów nawożenia potasem, fosforem oraz azotem, co potwierdzają omawiane badania.

Nawożenie w ilości 132,8 kg K·h<sup>-1</sup> na obiektach N-240 oraz G2 nadal utrzymywało saldo bilansu tego składnika na poziomie od -16,3 do -57 kg·h<sup>-1</sup>. Tak duże rozbieżności w bilansie wynikały z nierównomiernego plonowania oraz zróżnicowanej zawartości potasu w runi. Nawet wyższe, jak w omawianych badaniach, nawożenie potasem stosowane przez Curyło [10], B. Sapek i in. [19], Kryńskiego [20], nie przeciwdziało ujemnemu bilansowi tego składnika na łące trwałej. W badaniach Barszczewskiego [11] zastosowanie 299 kg K·h<sup>-1</sup> w tych samych warunkach glebowych dawało dopiero dodatni jego bilans.

#### 5. Wnioski

1. Mineralne nawożenie NPK na poziomach od 60 do 180 kg N·h<sup>-1</sup> spowodowało wzrost ujemnych sald zarówno na obiektach bez nawodnień, jak i nawadnianych.
2. Mimo znacznie ujemnych sald bilansu potasu, zawartość jego mieściła się głównie w optymalnym przedziale dla w runi łąkowej.
3. Mimo ujemnych sald bilansowego potasu po trzech latach nastąpił wyraźny wzrost jego zasobności w glebie na wszystkich obiektach.

#### 6. Bibliografia

- [1] Burzyńska I.: Potas w glebie roślinności oraz płytkich wodach gruntowych na tle zróżnicowanego użytkowania. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, 2012, T. 12, z. 1(37), 49-58.
- [2] Mądry W., Łabętowicz J., Gozdowski D.: Naukowa i aplikacyjna rola długotrwałych doświadczeń polowych. Frag. Agro., 2005, Nr 1(85), 161-171.
- [3] Powlson D.S., Poulton P.R.: Long term experiments in the 21<sup>st</sup> century – continuity or change? Proc. Of the NJF 22<sup>nd</sup> Congress Nordic Agriculture in Global Perspective. Turku Finland, 2003, 375-379.
- [4] Pietrzak S.: Odczyn i zasobność gleb łąkowych w Polsce. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, 2012, T. 12, z. 1(37), 105-118.
- [5] Sapek B.: Relacje zawartości potasu do magnezu w roślinności łąkowej i glebie jako wskaźnik środowiskowych przemian na użytkach zielonych. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, 2008, T. 8, z. 2b (24), 139-151.
- [6] Rasmussen P.E., Goulding K.W.T., Brown J.R., Grace P.R., Jansen H. H., Korschens M., Long-term agro ecosystem experiments: assessing agricultural sustainability and global change. Science, Oct., 1998, 30, 893-896.
- [7] Lewak S., Kruszewski K.: Fizjologia roślin. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2007.
- [8] Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S.: Właściwości chemiczne roślin łąkowej. Poznań, 2000, 132 ss.
- [9] Stadnicka T.: Wpływ zwiększonego nawożenia potasowego trwałych użytków zielonych na produktywność i zdrowotność krów. Nowe Rolnictwo, 1989, Nr 7-8, 10-12.
- [10] Curyło T.: Bilans Fosforu i potasu na podstawie 16-letnich doświadczeń łąkowych. Materiały Krajowego Symp. Wydanie IUNG Wrocław, 1986, Cz. II, 70-75.
- [11] Sapek A., Nawalany P., Barszczewski J.: Stężenie składników nawozowych w wodzie do nawodnień i picia w Falentach. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, 2003, T. 3 spec. (6), 79-84.
- [12] Sapek B., Nawalany P., Barszczewski J.: Ładunek składników nawozowych wnoszonych z opadem mokrym na powierzchnię ziemi w Falentach w latach 1995-2001. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, 2003, T. 3 spec. (6), 69-77.
- [13] Barszczewski J.: Zachowanie się potasu, wapnia i magnezu w układzie gleba-roślinność łąki trwałej deszczowanej. Rozpr. Dokt., 1997, 58 ss.

- [14] Sapek B.: Zagadnienia potasu w świetle oddziaływania rolnictwa na środowisko. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln., 2001, z. 476, 281-292.
- [15] Barszczewski J.: Dynamika płonowania wieloletnich doświadczeń łąkowych. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, 2006, T. 6, z. spec. (17), 119-131.
- [16] 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, 137-145.
- [17] Ducka M., Barszczewski J.: Degradacja runi łąkowej w warunkach optymalnego uwilgotnienia i zróżnicowanego nawożenia. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, 2012, T. 12, z. 3 (39), 39-51.
- [18] [Wesołowski P.: Nawożenie łąk nawozami mineralnymi w świetle doświadczeń Zachodniopomorskiego Ośrodka Badawczego IMUZ w Szczecinie. Falenty Wydaw. IMUZ, 2008, 56 ss.
- [19] Fotyma M., Gosek S., Kozłowska H.: Wpływ dużych dawek nawozów potasowych na plony roślin oraz bilans przyswajalnego potasu w glebie. Pam. Puł., 1984, 82, 85-98.
- [20] Stępień W.: Działanie potasu w zależności od stopnia jego nagromadzenia w glebie w wyniku wieloletniego nawożenia. Rocz. Gleb., 1989, T. XL, Nr 1, 129-145.
- [21] Sapek B., Barszczewski J., Urbaniak M.: Uproszczony bilans potasu na łące trwałej deszczowanej w warunkach ograniczania nawożenia tym składnikiem na tle jego zawartości i pobierania przez rośliny oraz wymycia z gleby. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, 2006, T. 6 z. specj. (17), 103-117.
- [22] Kryński K.: Wpływ nawożenia łąk fosforem i potasem na wielkość i niektóre cechy plonu. Praca doktorska IMUZ Falenty, 1990.