

вышерассмотренного, начиная с фазы восковой спелости, снижалась до 70% НВ.

**Таблица 5 – Коэффициент водопотребления и затраты оросительной воды при различных водных режимах капельного орошения риса (доза удобрений на урожайность 6 т/га)**

Предпо- ливаемая влажность почвы, % НВ	Годы ис- следований	Суммарное водопотре- бление, м <sup>3</sup> /га	Урожай- ность, т/г а	Оросите- льная норма, м <sup>3</sup> /га	Коэффици- ент водопо- требления, м <sup>3</sup> /т	Затраты ороситель- ной воды на 1 т риса, м <sup>3</sup> /т
80, h = 0,6 м	2013	6137	5,74	4440	1069,2	773,5
	2014	6122	5,64	5550	1085,5	984,0
	среднее	6130	5,69	4995	1077,3	877,9
80, h = 0,4 и 0,6 м	2013	6602	6,15	4700	1073,5	764,2
	2014	6605	6,09	6060	1084,6	995,1
	среднее	6604	6,12	5380	1079,1	879,1
80 и 70, h = 0,4 и 0,6 м	2013	6464	6,03	4510	1072,0	747,9
	2014	6465	5,97	5500	1082,9	921,3
	среднее	6465	6,00	5005	1077,5	834,2

**Выводы.** Предложенная технология водосберегающего орошения риса основана на использовании принципиально нового типа водного режима почвы, создаваемого периодическими поливами и обеспечивающего снижение затрат оросительной воды на единицу площади в 2,0 – 5,6 раз по сравнению с традиционной технологией орошения затоплением чеков. Самым эффективным по затратам оросительной воды на формирование единицы товарной продукции риса оказался вариант поддержания влажности почвы 80% НВ в слое 0,4 м до конца фазы кушения и 0,6 м в последующий период вегетации с допустимым снижением влажности в период от восковой до полной спелости зерна до 70% НВ. Капельное орошение в сочетании с научно-обоснованным внесением удобрений обеспечивает получение высокой урожайности и экономического эффекта, нейтрализует экологические проблемы, связанные с продолжительным поддержанием слоя воды в чеках, позволяет использовать под посеvy риса оросительные системы общего назначения.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. FAOSTAT. Date: 2015/Mar/26.  
2. Опыт капельного орошения риса / Н.М. Абду, Н.Н. Дубенок, И.П. Кружилин, М.А. Ганиев, К.А. Родин //

Мелиорация и водное хозяйство. – М., 2014. - № 3. - С. 14 – 17.

3. Возделывание риса при орошении дождеванием / И.П. Кружилин, М.А. Ганиев, К.А. Родин, С.Н. Любушкин // Мелиорация и водное хозяйство. М., 2009. - № 1. - С. 28 – 31.  
4. Aguilar M. Water use in three flooding management systems under mediterianean climatic conditions / Aguilar M., Borjas F. // Spanish Journal of Agricultural Research, vol. 3 (3), 2005.  
5. Effects of impulse drip irrigation systems on physiology of aerobic rice / Parthasarathi T., Vanitha K., Mohandass S., Senthilvar S., Vered Eli. // Indian Journal of Plant Physiology, March 2015, Vol. 20, pp. 50-56.  
6. Aerobic rice: crop performance and water use efficiency / Jrassi C., Antonio B., Bouman M., Castaceda A.R., Manzelli M., Vecchio V. // Journal of Agriculture and Environment for international Development, 2009, 103 (4), pp. 259-270.  
7. Костяков А.Н. Основы мелиорации / Костяков А.Н. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 621 с.  
8. Кружилин, И.П. Способ определения поливных норм при капельном орошении томатов / И.П. Кружилин, Е.А. Ходяков, Ю.И. Кружилин, А.М. Салдаев, А.В. Галда // Патент № 2204241, 20.05.2003.  
9. Величко Е.Б. Полив риса без затопления / Е.Б. Величко, К.П. Шумакова. – М.: Колос, 1972. – 88 с.  
10. Кружилин И.П. Водосберегающая технология орошения риса периодическими поливами / И.П. Кружилин // Вестник РАСХН – 2009.- № 5.- С. 39 – 41.

UDC 631.4

**THE SULPHUR CONTENT IN GRASSLAND SOILS IN POLAND IN 2009-2011**

**STEFAN PIETRZAK**

Institute of Technology and Life Science, Falenty, Raszyn, Poland

**Introduction.** Sulphur is an essential nutrient plant, classified as macroelements, and in the terms of importance it ranks right after nitrogen, phosphorus and potassium. However, for several years in agricultural soils in different parts of the world this component is in deficient and the situation in this regard deteriorates (Barczak, 2010). Also in some areas of Poland there is a paucity of sulphur in soils and its negative balance in the main cultivated plants species is observed (Podleśna, 2013). Sulphur deficiency is an increasingly widespread phenomenon

also in grassland soils in the world (Breymer and van Dyne, 2012; Muir et al., 2008), especially in soils fertilized with high doses of nitrogen (Defra, 2010). Insufficient amount of sulphur in the grassland soils limits grass growth, protein production and reduces the efficiency of nitrogen use, which increases the risk of nitrates leaching (Mathot et al., 2008 by Murphy and O'Donnell, 1989 and Brown et al., 2000). To avoid these consequences is needed testing of grassland soils in terms of sulphur content and appropriate to the obtained results their fertilization

with sulphur-containing fertilizers.

Aim of this study was to recognize the state of the sulphur content in the top layer of soil under grassland in Poland and dynamics its seasonal changes.

**Materials and methods.** The research was conducted in 2009-2011 in the framework of the monitoring system of soil and water in the areas occupied by grassland in Poland. Monitoring is lead by the National Agrochemical Station (KSChR) and its regional stations in cooperation with the Institute of Technology and Life Sciences. Soil samples were taken from the 0-30 cm soil layer, from 317-326 (depending on the year) permanent monitoring points designated in grasslands across the country. Samples were taken twice a year: in early spring, before the application of nitrogenous fertilizers (i.e. before or immediately after the start of the growing season) and autumn - after harvesting the plants. In the soil samples were determined: /i/ total sulphur ( $S_{tot}$ ) content, after sintering soil magnesium nitrate - by nephelometry; /ii/ sulphur sulphate ( $S-SO_4$ ) content, after extraction with a solution of ammonium acetate and acetic acid - by nephelometry. Results of laboratory analyzes were processed statistically by calculating on their basis the arithmetic means and coefficients of variation - CV. Furthermore the normality of results distribution using the Shapiro-Wilk test and the significance of differences between mean values of the series from spring and autumn periods, using Student's t-test were tested.

Obtained data concerning average total and sulphate sulphur content in the soil were classified by

comparison with the limit values used for the evaluation of the sulphur content in the soil (Kabata-Pendias et al., 1993) and proposed standards for the evaluation of sulphur available for the plants cultivated on mineral soils (Lipiński et. al., 2003).

**Results and discussion.** In 2009-2011, the average total sulphur content in the 0-30 cm layer of mineral grassland soils in Poland, was  $395.0 \text{ mg kg}^{-1}$  in spring periods and  $391.4 \text{ mg kg}^{-1}$  in autumn periods, while in mineral-organic and organic soils  $1607.7 \text{ mg kg}^{-1}$  and  $1522.4 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectively. Average sulphur sulphate content in mineral grassland soils during the whole study period was  $13.6 \text{ mg kg}^{-1}$  in the spring season and  $18.1 \text{ mg kg}^{-1}$  in the autumn season. While the  $S-SO_4$  content in mineral-organic and organic soils reached in the mentioned seasons values:  $43.3 \text{ mg kg}^{-1}$  and  $45.6 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectively (Table 1). The observed seasonal variation was statistically significant only in respect of the contents of  $S-SO_4$  in mineral soils ( $t = -3.403$ ;  $p = 0.001$ ;  $df = 1494$ ). During the study period occurred - sometimes quite significant, changes in the content of total sulphur and sulphate in grassland soils. Differences in the  $S_{tot}$  content in various years of the study reaching up to  $109 \text{ mg kg}^{-1}$  in mineral soils, and more than  $566 \text{ mg kg}^{-1}$  in organic. In the case of  $S-SO_4$  these differences reached 3.2 and about  $17.9 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectively. The reason for these disparities probably was the diversity of weather conditions in particular years of the study (in 2009, 2010 and 2011 precipitation and average temperatures in Poland amounted to 692; 830; 576 mm and 8.6; 7.5 and  $8.9^\circ\text{C}$ ).

**Table 1 – Descriptive statistics of the total sulphur content and sulphate, the mineral (MS) and mineral-organic and organic (OMS and OS) grassland soils in Poland in the 0-30 cm layer in the years 2009-2011**

Soil type	Year	Total sulphur			Sulphate sulphur		
		n	mean content, $\text{mgS}_{tot} \text{ kg}^{-1}$	CV, %	n	mean content, $\text{mgS-SO}_4 \text{ kg}^{-1}$	CV, %
spring							
MS	2009	282	335.8	90.2	283	11.8	124.8
OMS and OS		35	1329	58.7	35	52.4	133.8
MS	2010	288	403.2	108.3	247	15.0	165.2
OMS and OS		38	1895.3	52.8	38	43.2	130.7
MS	2011	287	444.8	178.4	245	14.3	143.5
OMS and OS		35	1574.1	65.3	35	34.5	99.3
MS	2009-2011	857	395.0	140.2	775	13.6	148.6
OMS and OS		108	1607.7	60.0	108	43.3	128.2
autumn							
MS	2009	240	372.1	85.3	239	19.5	173.6
OMS and OS		34	1508.2	72.4	34	52.9	102.5
MS	2010	238	381.8	82.9	237	16.9	172.4
OMS and OS		35	1437.8	60.7	34	38.4	90.8
MS	2011	246	419.4	119.3	245	17.9	148.3
OMS and OS		35	1620.9	74.6	35	45.6	98.7
MS	2009-2011	724	391.4	99.4	721	18.1	165.5
OMS and OS		104	1522.4	69.6	103	45.6	99.3

Source: own elaboration based on results of KSChR

The level of  $S_{tot}$  and  $S-SO_4$  in most parts of grassland soils was natural acc. to classification elaborated by Kabat-Pendias et all. (1993). Higher than the natural sulphate and total sulphur content approximately was recorded, respectively in 7.5-10.4% and 3.2-3.3% (depending on the season)

mineral soils and 2.6-12.8 and 5.3-20.5% and mineral-organic and organic soils. Referring to the data on the content of sulphate sulphur in the grasslands soil to the proposed standards to determine needs of grasses fertilization with this component, has been found that in classes with very low and low  $S-SO_4$  was

about 57.6-61.7% mineral grasslands soil, and in classes with an average, high and very high content of S-SO<sub>4</sub> was 18.4-20.0% and 18.3-24.0% this type soil, respectively. These results suggest that in a large area of grassland mineral soils may occur sulphur deficit. This problem is probably to a much lesser extent relates to mineral-organic and organic grassland soils (it is difficult to clearly determine due to a lack in this area limit values permitting detailed analysis).

**Conclusion.** In 2009-2011, in the 0-30 cm layer of mineral grasslands soil in Poland, the average content of S<sub>tot.</sub> and S-SO<sub>4</sub>, depending on the season amounted 391.4-395.0 mg kg<sup>-1</sup> and 13.6-18.1 mg kg<sup>-1</sup>, and in mineral-organic and organic grassland soils – 1522.4-1607.7 mg kg<sup>-1</sup> and 43.3-45.6 mg kg<sup>-1</sup>, respectively. In the whole three-year cycle of study S-SO<sub>4</sub> content in mineral soils was statistically significantly higher in autumn than in the spring. In other cases the analyzed seasonal changes in the sulfur content were not statistically significant. Contents of S<sub>tot.</sub> and S-SO<sub>4</sub>, in most mineral grassland soils occurred in a range corresponding to its natural level. Conversely, because of the requirements for sulphur fertilization in approx. 58-62% of mineral grassland soils the content of S-SO<sub>4</sub> was very low and low, which indicates the existence of therein deficiency of this component.

#### REFERENCES:

1. Barczak B. (2010). Sulphur as a nutrient determining the yield size and quality of selected crop species. Monograph 144, Publ. UTP Bydgoszcz, 131 pp. (in Polish).
2. Breymer A.I., van Dyne G.M. (eds) (2012). Grasslands, Systems Analysis and Man. Cambridge University Press. Seria: International Biological Programme Synthesis Series 19, 976 pp.
3. Defra (2010). Fertiliser Manual (RB209), 8th ed. Department of Environment, Food and Rural Affairs, The Stationary Office, London, 252 pp.
4. Kabata-Pendias A, Motowicka-Terelak T, Terelak H, Witek T. (1993). Assessment of the degree of contamination of soils and plants by heavy metals and sulphur - a framework of guidance for agriculture. Publ. IUNG Puławy, 23 pp. (in Polish).
5. Lipiński W., Terelak H., Motowicka-Terelak T. (2003). Suggestion for limiting values of sulphate sulphur content in mineral soils for fertilization advisory needs. Soil Sci. Ann., 54(3), pp. 79-84 (in Polish).
6. Mathot M., Mertens J., Verlinden G., Lambert R. (2008) Positive effects of sulphur fertilisation on grasslands yields and quality in Belgium Europ. J. Agronomy 28, pp. 655–658.
7. Muir S., Schwenke G.D., McCormick L.H, Squires S.A., Bowman C.G. (2008). Soil phosphorus and sulphur in pastures of North-West Slopes and Upper Hunter districts of New South Wales. In: Boschma S.P, Serafin L.M., Ayres J.F. (eds.) Pastures at the Cutting Edge. Proceedings of the 23rd Annual Conference of the Grassland Society of NSW. The Grassland Society of NSW Inc., pp. 100-101.
8. Podleśna A. (2013). Needs of sulphur fertilization - current status and prospects. Studies and reports of IUNG-PIB Puławy, vol. 34(8), pp. 107-120 (in Polish).

УДК 633.15:631.8:631.67 (477.72)

## ЕФЕКТИВНІСТЬ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ ТА МІКРОДОБРИВ НА ПОСІВАХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

**ЛАВРИНЕНКО Ю.О.** – доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН

**ГОЖ О.А.**

Інститут зрошуваного землеробства НААН

**Постановка проблеми.** Виробництво зерна – головне завдання сільськогосподарської діяльності. У вирішенні цього завдання значне місце належить кукурудзі. Кукурудза – одна з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення. За рівнем урожайності при достатньому вологозабезпеченні переважає усі культури. Для підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу культури важливе значення має впровадження у виробництво сучасних ефективних конкуренто-спроможних агротехнологій, які повинні базуватися на добірї адаптованих для зони високопродуктивних гібридів інтенсивного типу за оптимізації умов макро- і мікроелементного живлення, штучного зволоження, застосування сучасних біостимуляторів росту. Ефективність впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій у сферу агропромислового комплексу значною мірою залежить від такого важливого елемента як мікродобрива та стимулятори росту рослин, які містять важливі мікроелементи, фітогормони та

активатори росту. Їх використання дозволяє зменшити використання хімічних препаратів, зокрема засобів захисту рослин, підвищити ефективність ряду технологічних операцій, посилити стійкість рослин до несприятливих факторів довкілля та дії патогенів, покращити не лише кількісні, але і якісні характеристики продукції [1-3]. Зазначимо, що вплив цих факторів в умовах зрошення дощуванням не вивчений. Тому дослідження з цього напрямку є актуальними.

**Стан вивчення проблеми.** Найважливішим чинником сучасної технології вирощування й отримання високих врожаїв зерна кукурудзи є використання для сівби високоякісного гібридного насіння, що дозволяє підвищити продуктивність зрошуваного гектара на 20-30 %. В цьому контексті визначальним критерієм одержання високих врожаїв зерна кукурудзи при дотриманні і чіткому та своєчасному виконанні регламенту агротехнології є добір гібридів кукурудзи різних груп стиглості з високим потенціалом врожайності та підвищеною адаптивністю