

Siarka i selen jako czynniki determinujące plonowanie oraz parametry jakościowe pszenicy orkisz i pszenicy zwyczajnej

Podstawą badań był trzyletni eksperyment polowy założony w Zakładzie Doświadczalnym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie zlokalizowanym w Czesławicach (51°18'23"N 22°16'02"E). Eksperyment rozpoczęto w październiku 2015 roku i zakończono w sierpniu 2018 roku. Gleba, na której prowadzono eksperyment polowy według klasyfikacji gleb zgodnie z polską normą PN R 04033:1998 i kategoriami agronomicznymi sklasyfikowana jest do grupy: pyłów, podgrupa: pył gliniasty (silt loam). Gleba charakteryzowała się wysoką zasobnością w fosfor i magnez, a średnią w siarkę i potas oraz lekko kwaśnym odczynem (pH – 6,5) i zawartością azotu ogólnego na poziomie 1,23 g N · kg⁻¹ s.m. Doświadczenie przeprowadzono z udziałem ozimych form pszenicy orkisz (*Triticum spelta* L.) odmiany Rokosz i pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) odmiany Astoria. Głównym celem pracy doktorskiej było wskazanie zależności między zaopatrzeniem roślin w siarkę oraz selen, a plonowaniem, składem chemicznym i parametrami jakościowymi ozimych form pszenicy orkisz i pszenicy zwyczajnej. Doświadczenie obejmowało trzy czynniki doświadczalne. Pierwszym z nich była dawka siarki zastosowana na trzech poziomach (S₀ – 0 kg S · ha⁻¹, S_I – 15 kg S · ha⁻¹, S_{II} – 30 kg S · ha⁻¹), drugim dawka selenu zastosowana na trzech poziomach (Se₀ – 0 g Se · ha⁻¹, Se_I – 10 g Se · ha⁻¹, Se_{II} – 20 g Se · ha⁻¹), a trzecim termin stosowania selenu zastosowany na dwóch poziomach (faza krzewienia BBCH 22-24 oraz faza strzelania w źdźbło BBCH 31-34). Po zbiorze oceniono plon ziarna i słomy oraz jego elementy. Wykonano również analizy chemiczne ziarna oraz słomy mające na celu określenie składu i jakości uzyskanych roślin.

Oprócz wartości naukowych dotyczących oceny jakościowej otrzymanych plonów praca doktorska ma również charakter aplikacyjny poprzez wskazanie odpowiedniej dawki selenu, która pozwoli na przeciwdziałanie skutkom jego niedoboru u ludzi i zwierząt, który jest konsekwencją występującego deficytu tego pierwiastka w glebach Polski. Uzyskane w pracy wyniki badań mogą w przyszłości dać podstawę do opracowania zaleceń nawozowych dla pszenicy orkisz i pszenicy zwyczajnej dotyczących optymalnej dawki selenu oraz terminu jego stosowania.

Nawożenie siarką w większości obiektów wiązało się ze wzrostem plonu organów generatywnych i wegetatywnych obu roślin testowych. Dokarmianie pozakorzeniowe selenem, który nie jest uznawany za pierwiastek plonotwórczy, nie tylko nie wpływało negatywnie na plon roślin, ale również wiązało się z niewielkim wzrostem uzyskanych plonów. Aplikacja

siarki i selenu wiązała się z obniżeniem masy tysiąca ziaren obu roślin testowych, natomiast późniejszy termin stosowania selenu skutkowało zwiększeniem masy tysiąca ziaren pszenicy orkisz i pszenicy zwyczajnej. Obsada kłosów obu roślin testowych zwiększała się pod wpływem nawożenia siarką i selenem. Późniejszy termin aplikacji selenu, również skutkowało wyższą obsadą roślin testowych. Zastosowane czynniki doświadczalne pozytywnie wpływały na stan odżywienia roślin testowych w podstawowe makroskładniki. Obecność siarki w środowisku wzrostu roślin nie wiązała się ze zmianą zawartości selenu w ziarnie roślin testowych. Dokarmianie pozakorzeniowe selenem w istotny sposób wpływało na zwiększenie zawartości tego pierwiastka w ziarnie roślin testowych. Na koncentrację selenu wpływ miał również termin jego aplikacji do środowiska wzrostu roślin. Zastosowane czynniki doświadczalne nie przyczyniły się do uzyskania szkodliwych dla ludzi i zwierząt zawartości selenu w plonie użytkowym roślin testowych. Otrzymane wyniki badań własnych sugerują, że optymalną dawką selenu dla celów biofortyfikacji ludzi i zwierząt jest dawka $20 \text{ mg Se} \cdot \text{ha}^{-1}$, zastosowana w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 31-34). Rośliny testowe były optymalnie odżywione w mikroelementy, a jedynie zawartość cynku była na niższym poziomie, niż optymalny pod kątem paszowym.

Słowa kluczowe: biofortyfikacja, selen, siarka, nawożenie, dokarmianie pozakorzeniowe, plon, pszenica orkisz, pszenica zwyczajna

Sulfur and selenium as factors determining yield and quality parameters of spelted wheat and common wheat

The study was based on a three-year field experiment established at the Experimental Department of the University of Life Sciences in Lublin located in Czesławice (51°18'23"N 22°16'02"E). The experiment started in October 2015 and was completed in August 2018. The soil on which the field experiment was conducted according to the classification of soils according to the Polish standard PN R 04033:1998 and agronomic categories is classified in the group: dust, subgroup: loamy dust (silt loam). The soil was characterized by high abundance of phosphorus and magnesium, and medium abundance of sulphur and potassium, slightly acid reaction (pH - 6.5) and total nitrogen content at the level of 1.23 N · kg⁻¹ d.m. The experiment was carried out with winter forms of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) cv. Rokosz and common wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. Astoria. The main aim of the dissertation was to determine relations between plant supply in sulphur and selenium and yielding, chemical composition and quality parameters of winter forms of spelt and common wheat. The experiment included three experimental factors. The first was sulphur dose applied at three levels (S₀ - 0 kg S - ha⁻¹, S_I - 15 kg S - ha⁻¹, S_{II} - 30 kg S - ha⁻¹), the second was selenium dose applied at three levels (Se₀ - 0 g Se - ha⁻¹, Se_I - 10 g Se - ha⁻¹, Se_{II} - 20 g Se - ha⁻¹), and the third was selenium application date applied at two levels (tillering stage BBCH 22-24 and stem shooting stage BBCH 31-34). Grain and straw yield and its components were evaluated after harvest. Chemical analyses of grain and straw were also performed to determine the composition and quality of the plants obtained.

Apart from its scientific value, the dissertation has an application character by indicating an appropriate dose of selenium which will make it possible to counteract the effects of selenium deficiency in humans and animals which is a consequence of the deficiency of this element in Polish soils. The results obtained in this study may in the future provide a basis for the development of fertilization recommendations for spelt and common wheat concerning the optimum dose of selenium and the time of its application.

Sulphur fertilization in most objects was associated with an increase in the yield of generative and vegetative organs of both test plants. Foliar feeding with selenium, which is not considered a yield-forming element, not only did not have a negative effect on plant yield, but was also associated with a slight increase in the yield obtained. The application of sulfur and selenium was associated with a decrease in the weight of 1000 grains of both test plants, while the later date of selenium application resulted in an increase in the weight of 1000 grains of

spelt and common wheat. The number of ears of both test plants increased under sulfur and selenium fertilization. A later date of selenium application also resulted in a higher number of ears of test plants. The applied experimental factors had a positive effect on the nutritional status of test plants in basic macronutrients. The presence of sulphur in the plant growth environment was not associated with a change in selenium content in the grain of test plants. Foliar feeding with selenium significantly increased the content of this element in the grain of test plants. Selenium concentration was also affected by the date of its application to the plant growth environment. The applied experimental factors did not contribute to selenium contents in the usable yield of test plants harmful to humans and animals. The obtained results of our study suggest that the optimal dose of selenium for human and animal biofortification is 20 mg Se - ha⁻¹, applied at the stem shooting stage (BBCH 31-34). The test plants were optimally nourished in micronutrients, and only the zinc content was at a lower level than optimal for fodder purposes.

Key words: biofortification, selenium, sulphur, fertilization, foliar feeding, yield, spelt wheat, common wheat