Streszczenie

W celu rozpoznania wpływu siarki nawozowej na plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej oraz poprawę właściwości chemicznych i prozdrowotnych przeprowadzono ścisłe 3-letnie doświadczenie polowe. Przedmiotem badań była pszenica jara (*Triticum aestivum* L.*)* odmiany Kandela nawożona zróżnicowanymi dawkami azotu (czynnik I) i siarki (czynnik II). Eksperyment statyczny przeprowadzono w latach 2014-2016 według metody split-plot, w gospodarstwie rolnym w Malicach koło Hrubieszowa, na glebie średniej brunatnej dystroficznej typowej (BDt), wytworzonej z gliny piaszczystej średnioziarnistej (gpśr) [PTG 2008], zaliczonej do kompleksu żytniego dobrego. Pod przedplon, którym był ziemniak zastosowano obornik bydlęcy w ilości 30 t·ha^{-1}.

Doświadczenie obejmowało 2 czynniki (w czterech powtórzeniach):

1. Nawożenie azotem w dawkach: 0, 50, 100, 150 kg·ha^{-1};
2. Nawożenie siarką w dawkach: 0, 40 kg·ha^{-1}.

W fazie dojrzałości pełnej, do zbioru (BBCH 89-92), określono plon ziarna oraz jego elementy składowe. Z każdego poletka (4 m × 5 m) pobierano losowo po 30 kłosów celem oznaczenia komponentów plonu: liczbę ziaren w kłosie (szt·kłos^{-1}), masę 1000 ziaren (g) i masę ziarna z kłosa (g). Po zbiorze oznaczono plon ziarna (przy wilgotności 11%) z każdego poletka (kg) i przeliczono go w t·ha^{-1}. W suchej masie ziarna badano cechy jakościowe ziarna: zawartość skrobi (%), białka ogólnego (%), cysteiny (kwas cysteinowy) (mg·g^{-1}), metioniny (sulfon metioniny) (mg·g^{-1}), tłuszczu (%) i włókna surowego (%). Spośród cech wpływających na właściwości prozdrowotne uwzględniono: zawartość flawonoidów (suma w przeliczeniu na kwercetynę) (%) i o-dihydroksyfenoli (suma w przeliczeniu na kwas kawowy) (%). Badano także w ziarnie zawartość popiołu (%), makro- i mikroelementów: azotu ogólnego (N- og.), siarki ogólnej (S-og.), fosforu (P), potasu (K), magnezu (Mg), wapnia (Ca), chloru (Cl) i sodu (Na) (g·kg^{-1} s.m.). Spośród mikroelementów badano zawartość: żelaza (Fe) , fluoru (F), cynku (Zn), krzemu (Si), jodu (I), miedzi (Cu), manganu (Mn), chromu (Cr), selenu (Se), boru (B), molibdenu (Mo), niklu (Ni), wanadu (V), kobaltu (Co) i wolframu (W) (mg·kg^{-1} s.m.). Obliczono także akumulację pierwiastków (pobranie) z plonem (kg·ha^{-1}, g·ha^{-1}). Obliczono ponadto stosunek N:S w ziarnie oraz efektywność rolniczą i ekonomiczną krańcową nawożenia azotem i siarką.

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że pszenica jara odmiany Kandela dodatnio reagowała na nawożenie azotem i siarką, wyrażone wielkością i jakością plonów oraz składem chemicznym i poprawą właściwości prozdrowotnych ziarna. Najkorzystniejszy wpływ na plon ziarna pszenicy jarej oraz jego strukturę, cechy jakościowe, chemiczne i prozdrowotne miało zastosowanie azotu (czynnik I) w dawkach 100 i 150 kg N·ha^{-1} oraz nawożenie siarką

(czynnik II) w ilości 40 kg $S \cdot ha^{-1}$. Stosowanie dawki 50 kg $N \cdot ha^{-1}$ bez względu na dodatek siarki było nieefektywne.

Podsumowując należy stwierdzić, że w warunkach niedoboru siarki w glebach uprawnych Zamojszczyzny konieczne jest stosowanie siarki nawozowej. Ponieważ rolnictwo polskie przechodzi na integrowany system produkcji wariant 100 kg $N \cdot ha^{-1}$ w połączeniu z 40 kg $S \cdot ha^{-1}$ może być zalecany do stosowania w produkcji pszenicy jarej.

Słowa kluczowe: pszenica jara, azot, siarka, biofortyfikacja agronomiczna, skład chemiczny ziarna, właściwości prozdrowotne, efektywność nawożenia.

Summary

In order to identify the influence of fertilizer sulfur on the yield and quality of spring wheat grain and to improve chemical and health-promoting properties, a strict 3-year field experiment was carried out. The subject of the research was spring wheat (Triticum aestivum L.), Kandela cultivar, fertilized with various doses of nitrogen (factor I) and sulfur (factor II). The static experiment was conducted in the years 2014-2016 according to the split-plot method, at an agriculture in Malice near Hrubieszów, on typical brown dystrophic soil (TBDs), made of medium-grained sandy loam (mgsl) [PTG 2008], classified as a good rye complex. Cattle manure in the amount of 30 $t \cdot ha^{-1}$ was used under the forecrop, which was potato.

The experiment included 2 factors (in four replications):

1. Nitrogen fertilization in the following doses: 0, 50, 100, 150 $kg \cdot ha^{-1}$;
2. Fertilization with sulfur in doses: 0,40 $kg \cdot ha^{-1}$.

In the full maturity phase, in the harvest (BBCH 89-92), the grain yield and its components were determined.

From each plot (4 m × 5 m), 30 ears were randomly collected in order to determine the yield components: the grains number per ear (pcs spike $^{-1}$), weight of 1000 grain (g) and grain weight per ear (g). After harvest, the grain yield (at 11% humidity) from each plot (kg) was determined and converted into $t \cdot ha^{-1}$. In the dry grain weight, the grain quality characteristics were examined: the content of starch (%), the total protein (%), cysteine (cysteic acid) ($mg \cdot g^{-1}$), methionine (methionine sulfone) ($mg \cdot g^{-1}$), fat (%) and crude fiber (%).

Among the factors affecting health-promoting properties, the following were taken into account: the content of flavonoids (total amount calculated as quercetin) (%) and o-dihydroxyphenols (total amount calculated as coffee acid) (%).

The content of ash (%), macro- and microelements: total nitrogen (N-in total), total sulfur (S in total), phosphorus (P), potassium (K), magnesium (Mg) and calcium (Ca), chlorine (Cl) and sodium (Na) (g·kg-1 d.w.).Among the microelements, the content of: iron (Fe), fluorine (F), zinc (Zn), silicon (Si), iodine (I), copper (Cu), manganese (Mn), chromium (Cr), selenium (Se), boron (B), molybdenum (Mo), nickel (Ni), vanadium (V), cobalt (Co) and tungsten (W) ($mg \cdot kg^{-1}$ d.w.). The accumulation of elements (uptake) with the yield was also calculated ($kg \cdot ha^{-1}$, $g \cdot ha^{-1}$). Moreover, the N: S ratio in grain was calculated, as well as agricultural and marginal economic efficiency of nitrogen and sulfur fertilization. The research showed that spring wheat of the Kandela cultivar positively responded to fertilization with nitrogen and sulfur, expressed in the size and quality of the crops, as well as in the chemical composition

and improvement of health-promoting properties of the grain. The use of nitrogen (factor I) in doses of 100 and 150 kg N·ha^{-1} and sulfur fertilization (factor II) in the amount of 40 kg S·ha^{-1}. The application of the dose of 50 kg N·ha^{-1} regardless of the addition of sulfur was ineffective.

To sum up, it should be stated that in the conditions of sulfur deficiency in the cultivated soils of the Zamość region, it is necessary to use fertilizer sulfur.

As Polish agriculture is switching to an integrated production system, the variant 100 kg N·ha^{-1} in combination with 40 kg S·ha^{-1} may be recommended for use in the production of spring wheat.

Key words: spring wheat, nitrogen, sulfur, agronomic biofortification, grain chemical composition, pro-health properties, fertilization efficiency.