

Streszczenie

Rośliny uprawiane w warunkach polowych narażone są na działanie wielu abiotycznych czynników stresowych. Zmiany zachodzące w środowisku naturalnym są w dużej mierze związane z globalnymi zmianami się klimatu i dotyczą w szczególności suszy glebowej i stresu cieplnego. Stresy te zaliczane są do najważniejszych czynników ograniczających plonowanie roślin uprawnych. Na podstawie symulacji zmian klimatu przewidywane jest zwiększenie się częstotliwości oraz intensywności ekstremalnych zjawisk pogodowych. Prowadzone obecnie obserwacje wykazują coraz częstsze jednocześnie występowanie suszy glebowej i stresu cieplnego.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu suszy glebowej i stresu cieplnego na wzrost, aktywność fotosyntetyczną oraz gospodarkę wodną pszenicy jarej (*Triticum aestivum* L. cv. Łągwa) ze szczególnym uwzględnieniem jednoczesnego oddziaływania tych stresorów.

Doświadczenie przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych, co pozwoliło na kontrolę intensywności, czasu wprowadzenia i trwania badanych stresów abiotycznych. Pszenica jara odmiany Łągwa (*Triticum aestivum* L. cv. Łągwa) wzrastająca w glebie płowej wytworzonej z utworów pyłowych o uziarnieniu gliny pylastej została poddana działaniu suszy glebowej (S), stresu cieplnego (SC) oraz jednoczesnemu oddziaływaniu suszy i stresu cieplnego (SiSC) w fazie liścia flagowego.

Przeprowadzone pomiary pozwoliły na analizę wpływu badanych stresów abiotycznych na parametry wymiany gazowej (przewodnictwo dyfuzyjne liści, intensywność transpiracji, natężenie fotosyntezy) oraz fluorescencji chlorofilu (PSII). Ponadto przeprowadzono pomiary względnej zawartości wody (RWC) oraz proliny w liściach. Analizie poddano reakcję roślin na zmianę natężenia badanych stresów ze spadkiem potencjału glebowego oraz w okresie regeneracji po ustąpieniu czynników stresowych. Po zakończeniu wzrostu roślin przeprowadzono pomiary biometryczne części nadziemnych oraz systemu korzeniowego.

Na podstawie analizy wyników przeprowadzonych pomiarów stwierdzono, że czynnikami ograniczającymi natężenie fotosyntezy w okresie suszy glebowej o wzrastającym natężeniu była zmniejszona przewodność dyfuzyjna liści i spadek wartości maksymalnej fotochemicznej wydajności PSII. Po ustąpieniu suszy natężenie fotosyntezy było ograniczone głównie przez przewodność dyfuzyjną liści. Czynnikiem stresowym, które spowodowały podobny nieróżniący się statystycznie spadek natężenia fotosyntezy były wzrost temperatury powietrza z 24°C do 34°C w obiekcie o optymalnym potencjale wody glebowej (SC) oraz deficyt wody glebowej trwający przez okres 10 dni ze spadkiem średniego potencjału wody

glebowej do $-1,44$ MPa (S). Wzrost temperatury powietrza o 10°C (przy optymalnej wilgotności gleby, SC) spowodował 130% wzrost intensywności transpiracji w porównaniu do transpiracji roślin z obiektu kontrolnego. Natomiast ten sam wzrost temperatury przyczynił się do 72% spadku intensywności transpiracji w obiekcie z jednoczesną suszą i stresem cieplnym w porównaniu do obiektu ze stresem suszy. Pomiar temperatury liści wykazały, że susza glebowa przyczyniła się do istotnego wzrostu temperatury liści roślin poddanych jednoczesnemu oddziaływaniu suszy i stresu cieplnego, w porównaniu do liści roślin poddanych tylko stresowi cieplnemu. Na podstawie analizy zawartości proliny w liściach stwierdzono, że stres cieplny zwiększył tempo akumulacji proliny w obiekcie poddanym jednoczesnemu działaniu suszy i stresu cieplnego wskutek szybszego spadku potencjału wody glebowej w porównaniu do obiektu z suszą glebową. Konsekwencją działania czynników stresowych był spadek suchej masy części nadziemnych pszenicy jarej o 20, 28 i 51% w warunkach odpowiednio stresu cieplnego, suszy glebowej oraz jednoczesnemu działaniu suszy glebowej i stresu cieplnego.

Przeprowadzone badania wykazały, iż jednoczesne oddziaływanie suszy glebowej i stresu cieplnego wywołuje złożoną reakcję pszenicy, która nie może być przewidziana na podstawie reakcji na pojedyncze czynniki stresowe.

Słowa kluczowe: pszenica, stesy abiotyczne, wysoka temperatura, deficyt wody, fotosynteza

Abstract

Plants in a field conditions are exposed to many abiotic stresses. Changes occurring in the natural environment are largely related to the changing climate. These changes concern in particular the soil drought and heat stress, they are among the factors limiting the yield of crops to the greatest extent. Based on the simulation of climate changes, the increase in the frequency and intensity of extreme weather events is anticipated. Recent observations showed the simultaneous soil drought and heat stresses will occur more frequently.

The aim of this study was to evaluate the effect of soil drought and heat stress on the growth, photosynthesis and water relations of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. *Łagwa*) with special emphasis on simultaneous interaction of these stresses.

The experiment was performed under laboratory conditions which allowed to control the intensity, duration and timing of the tested abiotic stresses. The test plant was spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. *Łagwa*) growing in gray brown soil derived from loess. Wheat was exposed to soil drought (S), heat stress (SC) and the simultaneous soil drought and heat stresses (SiSC) at the flag leaf stage.

Plant response to changes in the stresses intensity with decreasing soil water potential as well as during recovery period after soil rewatering were analysed. Conducted measurements included gas exchange parameters (stomatal conductance, transpiration, rate of photosynthesis) and chlorophyll fluorescence. In addition, measurements of the relative water content (RWC) and proline content in the leaves were performed. After the end of the plant growth the measurements of biometric analyses of shoots and roots were made.

It was found that the stomatal conductance and the maximum photochemical efficiency of PSII were the factors limiting photosynthesis during drought stress of increasing intensity. However during recovery period, the rate of photosynthesis was limited mainly by the stomatal conductance. The stress factors, which caused similar decrease in the intensity of photosynthesis were an increase in air temperature of 24°C to 34°C in the object with the optimal potential of soil water potential (SC) and ten-days of water deficit with a decrease in average soil water potential to -1.44 MPa (S). The increase in air temperature by 10°C (at the optimum soil moisture, SC) caused a 130% increase in the rate of transpiration in comparison to control treatment. The same increase in air temperature caused a 72% decrease in the rate of transpiration in the object with simultaneous drought and heat stress as compared to the object with drought stress. Measurement of leaf temperature showed that soil drought resulted in a significant increase in temperature of plants with simultaneous drought and heat stress (SiSC),

as compared to plants with heat stress (SC). Based on the analysis of proline content in the leaves it was found that heat stress increased the rate of accumulation of proline in the object with simultaneous soil drought and heat stresses as a result of faster decrease of soil water potential in comparison to the drought stresses plants. The reduction in dry mass of spring wheat shoots by 20, 28 and 51% under heat stress, soil drought and the simultaneous soil drought and heat stresses, respectively was a direct consequence of experienced abiotic stresses.

The study showed that the simultaneous effect of soil drought and heat stress causes a complex response of wheat, which can't be predicted on the basis of response to individual stress factors.

Keywords: wheat, abiotic stress, heat stress, water deficit, photosynthesis