

Summary

The cultivation of grapevines in our country is exposed to many risks, related mainly to abiotic and biotic stresses. It is necessary to improve the fruit production technology for this species and look for solutions that will increase plants' tolerance to stress conditions. One of the treatments used to increase plant tolerance to stress conditions is plant inoculation with symbiotic soil microorganisms. Plant mycorrhization is carried out to improve vegetative growth, yield quality parameters, increase plant tolerance to abiotic and biotic stresses, and reduce the use of chemicals, including mineral fertilizers. Increasing attention is also being paid to foliar preparations that favorably affect the physiological processes of plants and their yield and increase their tolerance to stresses. One of the components of stimulant preparations and foliar fertilizers of great importance in crop production is silicon. It is believed to benefit plant health, stabilize ionic balance, increase biomass production, reduce transpiration, and increase plant resistance to disease. Moreover, noteworthy is the appropriate feeding of plants with calcium, which, among other things, increases the stability of cell walls, reduces the permeability of the cell membrane to water, regulates osmotic potential, and limits water penetration into the fruit. Under the conditions of a warming climate, the problem of rational use of water by plants becomes critical, especially during periods of rainfall shortage. One way to reduce excessive transpiration of plants is the use of antitranspirants. They can favorably affect the efficiency of physiological processes without reducing the size and quality of yields. Taking into account the above issues, a study was undertaken to determine the effect of mycorrhizal fungi inoculation treatment and foliar application of stimulant preparations containing silicon and calcium, as well as an antitranspirant based on di-1-P-menthene, on selected physiological traits, chemical composition of leaves and fruit, and biometric parameters of the yield of grapevines of the Seyval Blanc cultivar grown under the conditions of Western Pomerania. The experiments were conducted in 2013 - 2016 at the Turnau Vineyard, near the village of Baniewice (53°03'38"N, 14°35'59"E). Two independent two-factor randomized block experiments in three repetitions were established. One repetition consisted of five plants. The white grape variety Seyval Blanc, grown on SO4 rootstock, was selected for the study. The vines were planted in 2012 on medium, loamy-sandy soil. The first experimental factor in Experiment I was inoculating plant roots with mycorrhizal fungi. The following experimental variants were used: without mycorrhiza (variant MF0) and with mycorrhiza (MF1). Mycorrhizal inoculation treatment with Mykoflor vaccine was performed once, one month after planting the vines in 2012. The inoculation was performed with a special soil

applicator near the root system of the seedlings. The second factor in Experiment I was the application of plant stimulants and antistress preparations. The following experimental variants were used: Control (K variant), foliar feeding with Silvit formulation containing silicon (Si variant), and foliar feeding with InCa formulation containing calcium (Ca variant). The preparations were applied three times as recommended by the manufacturer. The first treatment was performed at the late flowering stage (25th phase on the Einhorn-Lorenz scale, 68th on the BBCH scale). The second spray was carried out when the berries were the size of pea grains (31st phase on the Einhorn-Lorenz scale, 75th on the BBCH scale), and the third treatment was carried out at the beginning of ripening and discoloration of berries in the so-called "veraison" stage (51st phase on the Einhorn-Lorenz scale, 81st on the BBCH scale), Silvit was applied at a concentration of 0.2% ($0.5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), and InCa was applied at a concentration of 0.3% ($1.5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). The first factor in Experiment II, as in Experiment I, was inoculating plant roots with mycorrhizal fungi. The same experimental variants — MF0 and MF1 — were used. As in Experiment I, the inoculation treatment with the mycorrhizal vaccine Mycorrhizae was performed once, one month after planting the vines in 2012. The second factor in Experiment II was the application of a di-1-P-menthene-based antitranspirant (Vapor Gard formulation). The following experimental variants were used — control (variant K) and spraying with Vapor Gard antitranspirant (variant VG). The antitranspirant was applied three times as recommended by the manufacturer. The first treatment was carried out at the fruit setting stage (27th phase on the Einhorn-Lorenz scale, 71 on the BBCH scale), the second spray was carried out at the stage when the berries were the size of pea grains (31st phase on the Einhorn-Lorenz scale, 75 on the BBCH scale), and the third was carried out at the beginning of ripening and discoloration of berries in the so-called "veraison" stage (35th phase on the Einhorn-Lorenz scale, 81 on the BBCH scale). Vapor Gard was applied at a concentration of 0.75% ($7.5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). In Experiment I, the effect of the mycorrhization treatment on increasing the intensity of CO₂ assimilation in the leaves of the studied grape variety was demonstrated at the fruit maturity stage. A similar relationship was found in Experiment II only in 2014. Mycorrhization of the grape variety under study increased the content of chlorophyll "a" and total chlorophyll in the leaves, while in Experiment II, such a relationship was shown only at the stage of fruit discoloration in 2015. There was no effect of inoculation with mycorrhizal fungi on the time of reaching the maximum chlorophyll fluorescence (T_{FM}) level. Mycorrhization of grapevines, in the first experiment, did not affect the content of phosphorus, calcium, and magnesium in the leaves and the amount of extract, total polyphenols, ascorbic acid, phosphorus, sodium, iron, and copper in the fruit.

Experiment II showed no effect of inoculation of the root system on the accumulation of nitrogen, phosphorus, magnesium, iron, and copper in grapevine leaves, as well as on the total acidity, DPPH, and ABTS of the fruit, and the content of flavonoids, ascorbic acid, nitrogen, phosphorus, calcium, sodium, iron, manganese, zinc, and copper in the fruit. The mycorrhization treatment promoted manganese accumulation in the studied variety's leaves. Inoculation of the roots of grapevines of the Seyval Blanc variety with mycorrhizal vaccine and foliar applications did not impact the biometric parameters of the yield. The effect of applied foliar fertilizers with silicon and calcium on gas exchange parameters and chlorophyll fluorescence in the leaves of grapevines of the cultivar Seyval Blanc was varied and inconclusive. Fertilizer preparations did not impact the content of total chlorophyll in leaves. The Silvit formulation, containing silicon and potassium, increased the potassium content, and the InCa formulation, containing calcium, increased the calcium content in the leaves of the grape variety under study. Foliar application of di-1-P-menthene increased CO₂ assimilation in the leaves at the stage of fruit discoloration and also contributed to increased efficiency of water use in photosynthesis and reduced transpiration at both the discoloration and fruit ripening stage. The application of the antitranspirant Vapor Gard did not affect the content of macronutrients, as well as manganese and zinc in the leaves, and the total acidity, pH, and total antioxidant capacity of ABTS fruit, as well as their content of extract, polyphenols, flavonoids, ascorbic acid, nitrogen, iron, and copper. Due to the lack of negative effects of di-1-P-menthene on biometric and quality parameters of the yield, as well as its favorable effect on the efficiency of physiological processes, it can potentially increase the tolerance of grapevines to abiotic stresses.

Keywords: grapevine, Seyval Blanc, mycorrhiza, foliar feeding, silicon, calcium, antitranspirant

5. Streszczenie

Uprawa winorośli w naszym kraju narażona jest na wiele zagrożeń związanych głównie ze stresami abiotycznymi, jak również biotycznymi. Należy doskonalić technologię produkcji owoców tego gatunku oraz poszukiwać rozwiązań, które będą zwiększały tolerancję roślin na warunki stresowe. Jednym z zabiegów stosowanych w celu zwiększenia tolerancji roślin na warunki stresowe jest inokulacja roślin symbiotycznymi mikroorganizmami glebowymi. Mikoryzację roślin przeprowadza się w celu poprawy wzrostu wegetatywnego, parametrów jakości plonu, zwiększenia tolerancji roślin na stresy abiotyczne i biotyczne oraz ograniczenia zużycia środków chemicznych, w tym nawozów mineralnych. Coraz większą uwagę zwraca się również na wykorzystanie preparatów dolistnych wpływających korzystnie na procesy fizjologiczne roślin oraz ich plonowanie, a także zwiększających ich tolerancję na stresy. Jednym ze składników preparatów stymulujących i nawozów dolistnych, o dużym znaczeniu w produkcji roślinnej jest krzem. Uważa się, że korzystnie wpływa on na zdrowotność roślin, stabilizując równowagę jonową, zwiększa produkcję biomasy i ogranicza transpirację oraz zwiększa odporność roślin na choroby. Na uwagę zasługuje również odpowiednie dokarmianie roślin wapniem, który wpływa między innymi na zwiększenie stabilności ścian komórkowych, zmniejsza przepuszczalność błony komórkowej dla wody, reguluje potencjał osmotyczny i ogranicza wnikanie wody do owoców. W warunkach ocieplania się klimatu niezwykle istotny staje się problem racjonalnego wykorzystania wody przez rośliny, szczególnie w okresach niedoboru opadów. Jednym ze sposobów ograniczania nadmiernej transpiracji roślin jest stosowanie antytranspirantów. Mogą one korzystnie wpływać na efektywność procesów fizjologicznych nie powodując zmniejszenia wielkości i jakości plonów. Uwzględniając powyższe zagadnienia, podjęto badania, których celem było określenie wpływu zabiegu inokulacji grzybami mikoryzowymi oraz dolistnej aplikacji preparatów stymulujących zawierających krzem i wapń oraz antytranspiranta opartego na di-1-P-mentenie na wybrane cechy fizjologiczne, skład chemiczny liści i owoców oraz parametry biometryczne plonu winorośli odmiany Seyval Blanc uprawianej w warunkach Pomorza Zachodniego. Doświadczenia zostały przeprowadzone w latach 2013 - 2016 w Winnicy Turnau, położonej niedaleko miejscowości Baniewice (53°03'38''N, 14°35'59''E). Założono dwa niezależne dwuczynnikowe doświadczenia w układzie bloków losowych w trzech powtórzeniach. Jedno powtórzenie stanowiło pięć roślin. Do badań wybrano białą odmianę winorośli Seyval Blanc, uprawianą na podkładce SO4. Winorośl posadzono w roku 2012 na glebie średniej, gliniasto-piaszczystej. Pierwszym czynnikiem doświadczalnym w doświadczeniu I była inokulacja

korzeni roślin grzybami mikoryzowymi. Zastosowano następujące warianty doświadczalne: bez mikoryzy (wariant MF0) i z mikoryzą (MF1). Zabieg inokulacji szczepionką mikoryzową Mykoflor wykonano jednokrotnie, miesiąc po posadzeniu winorośli w roku 2012. Inokulację wykonano specjalnym aplikatorem doglebowym w okolicy systemu korzeniowego sadzonek. Drugim czynnikiem w doświadczeniu I było zastosowanie preparatów stymulujących roślinę oraz antystresowych. Zastosowano następujące warianty doświadczalne: Kontrola (wariant K), dokarmianie dolistne preparatem Silvit zawierającym krzem (wariant Si) oraz dokarmianie dolistne preparatem InCa zawierającym wapń (wariant Ca). Preparaty stosowano trzykrotnie w terminach zalecanych przez producenta. Pierwszy zabieg wykonano w fazie późnego kwitnienia (25 faza w skali Einchora-Lorenza, 68 w skali BBCH), drugi oprysk wykonano gdy jagody miały wielkość ziarna grochu (31 faza w skali Einchora-Lorenza, 75 w skali BBCH), a trzeci zabieg wykonano na początku dojrzewania i przebarwiania się jagód w tzw. fazie „veraison” (51 faza w skali Einchora-Lorenza, 81 w skali BBCH). Preparat Silvit stosowano w stężeniu 0,2% ($0,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), a preparat InCa w stężeniu 0,3% ($1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). Pierwszym czynnikiem w doświadczeniu II, podobnie jak w doświadczeniu I, była inokulacja korzeni roślin grzybami mikoryzowymi. Zastosowano te same warianty doświadczalne - MF0 i MF1. Podobnie jak w doświadczeniu I, zabieg inokulacji szczepionką mikoryzową Mykoflor wykonano jednokrotnie, miesiąc po posadzeniu winorośli w roku 2012. Drugim czynnikiem w doświadczeniu II było zastosowanie antytranspiranta na bazie di-1-P-mentenu (preparat Vapor Gard). Zastosowano następujące warianty doświadczalne - kontrola (wariant K) oraz oprysk antytranspirantem Vapor Gard (wariant VG). Antytranspirant stosowano trzykrotnie w terminach zalecanych przez producenta. Pierwszy zabieg wykonano w fazie zawiązywania owoców (27 faza w skali Einchora-Lorenza, 71 w skali BBCH), drugi oprysk wykonano w fazie gdy jagody miały wielkość ziarna grochu (31 faza w skali Einchora-Lorenza, 75 w skali BBCH), a trzeci wykonano na początku dojrzewania i przebarwiania się jagód w tzw. fazie „veraison” (35 faza w skali Einchora-Lorenza, 81 w skali BBCH). Preparat Vapor Gard stosowano w stężeniu 0,75% ($7,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). W doświadczeniu I, w fazie dojrzałości owoców, wykazano wpływ zabiegu mikoryzacji na zwiększenie intensywności asymilacji CO_2 w liściach badanej odmiany winorośli. Podobną zależność w doświadczeniu II stwierdzono jedynie w roku 2014. Mikoryzacja badanej odmiany winorośli wpłynęła na zwiększenie zawartości chlorofilu „a” oraz chlorofilu całkowitego w liściach, przy czym w doświadczeniu II zależność taką wykazano jedynie w fazie przebarwiania owoców w roku 2015. Nie wykazano wpływu inokulacji grzybami mikoryzowymi na czas osiągnięcia poziomu maksymalnej fluorescencji

chlorofilu (T_{FM}). Mikoryzacja winorośli, w pierwszym doświadczeniu, nie wpłynęła na zawartość w liściach fosforu, wapnia i magnezu, a w owocach na ilość ekstraktu, polifenoli ogółem, kwasu askorbinowego, fosforu, sodu, żelaza i miedzi. W doświadczeniu II nie wykazano wpływu inokulacji systemu korzeniowego na akumulację azotu, fosforu, magnezu, żelaza i miedzi w liściach winorośli oraz na kwasowość ogólną, DPPH i ABTS owoców, a także zawartość w nich flawonoidów, kwasu askorbinowego, azotu, fosforu, wapnia, sodu, żelaza, manganu, cynku i miedzi. Zabieg mikoryzacji sprzyjał akumulacji manganu w liściach badanej odmiany. Inokulacja korzeni winorośli odmiany Seyval Blanc szczepionką mikoryzową oraz zastosowane dolistnie preparaty nie wpłynęły na parametry biometryczne plonu. Wpływ zastosowanych nawozów dolistnych z krzemem i wapniem na parametry wymiany gazowej oraz fluorescencji chlorofilu w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc był zróżnicowany i niejednoznaczny. Preparaty nawozowe nie wpłynęły na zawartość chlorofilu całkowitego w liściach. Preparat Silvit, zawierający krzem oraz potas, zwiększył zawartość potasu, a preparat InCa, zawierający wapń, zwiększył zawartość wapnia w liściach badanej odmiany winorośli. Zastosowanie dolistne di-1-P-mentenu spowodowało zwiększenie asymilacji CO_2 w liściach w fazie przebarwiania się owoców przyczyniło się również do zwiększenia efektywności wykorzystania wody w fotosyntezie oraz zmniejszenie transpiracji zarówno w fazie przebarwiania, jak i dojrzewania owoców. Zastosowanie antytranspiranta Vapor Gard nie wpłynęło na zawartość makroelementów oraz manganu, cynku w liściach, a także na kwasowość ogólną, pH i całkowitą pojemność antyoksydacyjną ABTS owoców, a także zawartość w nich ekstraktu, polifenoli, flawonoidów, kwasu askorbinowego, azotu, żelaza i miedzi. Ze względu na brak negatywnego wpływu di-1-P-mentenu na parametry biometryczne i jakościowe plonu oraz korzystny wpływ na efektywność procesów fizjologicznych może on potencjalnie zwiększać tolerancję winorośli na stresy abiotyczne.

Słowa kluczowe: winorośl, Seyval Blanc, mikoryza, dokarmianie dolistne, krzem, wapń, antytranspirant